

CARLOS EDUARDO MAGALHÃES COBUCCI

SISGAM: UM SISTEMA MÓVEL PARA GESTÃO ACADÊMICA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel.

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

CARLOS EDUARDO MAGALHÃES COBUCCI

SISGAM: UM SISTEMA MÓVEL PARA GESTÃO ACADÊMICA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel.

Área de Concentração:
Desenvolvimento para Dispositivos Móveis

Orientador:
Prof. Dr. Heitor Augustus Xavier Costa

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica preparada pela Divisão de Processos Técnico
da Biblioteca Central da UFLA**

Cobucci, Carlos Eduardo Magalhães

SISGAM: UM SISTEMA MÓVEL PARA GESTÃO ACADÊMICA / Carlos Eduardo Magalhães Cobucci. Lavras – Minas Gerais, 2007, 134p.

Monografia de Graduação – Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciência da Computação

1. Engenharia de Software. 2. Desenvolvimento de Aplicações Móveis. 3. Gestão Acadêmica. I. COBUCCI, C. E. M. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

CARLOS EDUARDO MAGALHÃES COBUCCI

SISGAM: UM SISTEMA MÓVEL PARA GESTÃO ACADÊMICA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 23 de março de 2007.

Prof. Dr. Luiz Henrique Andrade Correia

Prof. Dr. Mario César Guerreiro

Prof. Dr. Heitor Augustus Xavier Costa
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

Dedico essa vitória a meus pais, pelo amor e pela força que me foram dados com tanto zelo e atenção durante todos esses anos. Sem estas nobres pessoas, nada disso faria sentido. Eles são a razão de todo o meu esforço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me iluminar e abençoar durante toda essa caminhada. Com minha fé renovada, pude ganhar a cada dia mais força para seguir em frente.

Agradeço também ao meu avô Geraldo (*in memoriam*), por sempre acreditar no meu esforço, amparando meus sonhos e metas. Um apoio inigualável e indescritível. Sem o qual, só restam muitas saudades...

Deixo aqui meu primoroso agradecimento a meus pais, por servirem como uma base sólida para toda a construção da minha vida profissional, que aqui se inicia. Juntamente a eles, deixo todo o meu agradecimento à minha querida e amada irmã, que com o seu amor soube transparecer todo o carinho fraternal. Mil desculpas também a vocês pelas vezes em que fui intolerante ou impaciente... Passei por situações que me fizeram ficar assim por alguns momentos. Entretanto, com muita fé em Deus, hoje me sinto mais maduro e pronto a encarar o mundo que nos rodeia.

Com a mesma intensidade, agradeço do fundo do meu coração a meus padrinhos, meus primos, tios e todas aquelas pessoas da minha família que, com um apoio constante e primordial, também lutaram junto comigo para que essa vitória fosse alcançada. Agradeço muito a Deus por ter uma família como esta... Muito obrigado por tudo!

Deixo um abraço enorme a todos os meus amigos de verdade... Pessoas que sempre estiveram do meu lado seja para ouvir ou para dar conselhos... Pessoas que possuem um lugar no meu coração e com as quais desejo manter essa amizade para o resto da vida!... A vocês, muito obrigado pela força durante esses anos!

Finalmente, com essas humildes palavras represento uma pequena parte da gratidão por todos aqueles que foram citados. Estarão comigo, pela eternidade...

SISGAM: UM SISTEMA PARA GESTÃO ACADÊMICA MÓVEL

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar o **SisGAM** (Sistema para Gestão Acadêmica Móvel), um sistema de gestão acadêmica que utiliza a tecnologia móvel (sem fio) aliada à manipulação de informações acadêmicas em uma instituição de ensino superior, contribuindo a nível administrativo, docente e discente. Dessa forma, o SisGAM busca melhorar a qualidade e eficiência no serviço efetuado pelas instituições, de tal forma que um dispositivo móvel com as características necessárias possa efetuar todo o processo de gestão acadêmica, oferecendo maiores mobilidade e flexibilidade na interação entre administradores, professores e alunos.

Palavras-chave: Engenharia de Software, Desenvolvimento de Aplicações Móveis, Gestão Acadêmica.

SISGAM: A SYSTEM FOR MOBILE ACADEMIC MANAGEMENT

ABSTRACT

The objective of this work is to show **SisGAM**, a system for academic management using mobile technology (wireless) together the academic information manipulation into a university, contributing to technicians, professors, and students. So, **SisGAM** tries to improve quality and efficiency in the university services, thus a mobile device and necessary characteristics can to carry through the academic management process, offering mobility and flexibility in the interaction among technicians, professors, and students.

Keywords: Software Engineering, Mobile Application Development, Academic Management.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação	3
1.2. Objetivo	4
1.3. Metodologia de Desenvolvimento.....	5
1.3.1. Tipo de Pesquisa.....	5
1.3.2. Tecnologias Utilizadas	6
1.3.3. Implementação	7
1.4. Descrição dos Capítulos	8
2. GESTÃO ACADÊMICA INFORMATIZADA.....	9
2.1. Considerações Iniciais	9
2.2. CORPORE RM Educacional.....	9
2.3. Universus.....	12
2.4. WAE – Gestão Acadêmica.....	14
2.5. Considerações Finais	17
3. A IMPORTÂNCIA DO USO DE APLICAÇÕES MÓVEIS.....	18
3.1. Considerações Iniciais	18
3.2. Mobilidade.....	18
3.2.1. Portabilidade.....	21
3.2.2. Usabilidade	23
3.2.3. Funcionalidade	26
3.2.4. Conectividade	26
3.3. Contextualização do Recurso da Mobilidade	28
3.3.1. Mobilidade entre Consumidores.....	28
3.3.2. Mobilidade entre Profissionais	29
3.3.3. Áreas de Atuação da Tecnologia Móvel.....	32
3.3.4. Viabilidade de Implantação da Tecnologia Móvel.....	35
3.3.4.1. Vantagens	36
3.3.4.2. Desvantagens	37
3.4. Considerações Finais	38
4. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES MÓVEIS.....	40
4.1. Considerações Iniciais	40
4.2. Arquiteturas de Aplicação Móvel.....	40
4.2.1. Cliente-Servidor	40
4.2.1.1. Camadas	41
4.2.1.2. Filas	44
4.2.2. Clientes	45
4.2.2.1. Clientes Magros (<i>Thin Clients</i>)	46
4.2.2.2. Clientes Gordos (<i>Fat Clients</i>).....	48

4.2.3.	Servidor	52
4.3.	Interface com o Usuário	54
4.3.1.	Interface para Clientes Móveis	56
4.3.2.	Entrada/Saída de Dispositivo	57
4.3.2.1.	Teclado	58
4.3.2.2.	<i>Mouse</i>	59
4.3.2.3.	Fala	59
4.3.2.4.	Tela	60
4.3.3.	Conteúdo de Aplicação.....	61
4.3.3.1.	Texto.....	62
4.3.3.2.	Imagens.....	62
4.3.3.3.	Animação.....	62
4.3.3.4.	Sons	63
4.3.3.5.	Filmes	63
4.3.4.	Experiência do Usuário	64
4.3.4.1.	<i>Layout</i> de Página e Navegação.....	64
4.3.4.2.	Personalização e Customização.....	67
4.4.	Tendências de Evolução das Aplicações Móveis.....	68
4.4.1.	Riqueza de Informação.....	68
4.4.2.	Imediatismo	70
4.4.3.	Facilidade de Uso	71
4.5.	Considerações Finais	71

5. SisGAM – SISTEMA PARA GESTÃO ACADÊMICA MÓVEL..... 73

5.1.	Considerações Iniciais	73
5.2.	Visão Geral do SisGAM.....	73
5.3.	Módulo Servidor.....	75
5.4.	Módulo Cliente.....	78
5.4.1.	Administradores	80
5.4.1.1.	Área de Configuração.....	81
5.4.1.2.	Manipulação de Informações Pessoais e Profissionais.....	84
5.4.1.3.	Manipulação de Informações Acadêmicas	86
5.4.1.3.1.	Estabelecimentos	88
5.4.1.3.2.	Departamentos	89
5.4.1.3.3.	Cursos	90
5.4.1.3.4.	Disciplinas	94
5.4.1.3.5.	Alunos.....	95
5.4.1.3.6.	Professores.....	99
5.4.1.3.7.	Ministrações	102
5.4.2.	Professores.....	109
5.4.2.1.	Manipulação de Informações Acadêmicas	110
5.4.2.2.	Verificação de Ministrações	110
5.4.2.3.	Serviço de Localização.....	112
5.4.2.4.	Calendário do Período	112
5.4.3.	Alunos.....	112
5.4.3.1.	Manipulação de Informações Acadêmicas	113
5.4.3.2.	Processamento de Matrícula.....	113
5.5.	Modelagem de Dados	115
5.6.	Modelagem do Sistema	117

5.6.1.	Diagrama de Casos de Uso.....	117
5.6.2.	Diagrama de Classes.....	117
5.6.3.	Diagramas de Seqüência.....	118
5.7.	Considerações Finais	125
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
6.1.	Conclusões.....	126
6.2.	Contribuições.....	127
6.3.	Trabalhos Futuros	129
	Referencial Bibliográfico	131
	ANEXO A – Instalação do SisGAM.....	134
A.1.	Produtos de Software Essenciais	134
A.2.	Passos para Instalação.....	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 – CORPORE RM Educacional (Fonte: RMSistemas, 2006)	9
Figura 2-2 – Tela de cadastro do Universus (Fonte: CADSOFT, 2006).....	12
Figura 2-3 – Tela de cadastros do WAE (Fonte: WAENET, 2006)	14
Figura 3-1 – Mobilidade/Pontos Fixos (Fonte: Promon, 2005)	20
Figura 3-2 – Mobilidade <i>Indoor</i> (Fonte: Promon, 2005).....	20
Figura 3-3 – Mobilidade <i>Indoor</i> (Fonte: Promon, 2005).....	21
Figura 3-4 – Mobilidade Global (Fonte: Promon, 2005).....	21
Figura 3-5 – Características dos dispositivos em franca evolução (Fonte: Fernandez, 2005).....	23
Figura 3-6 – Design e Engenharia de Usabilidade (Fonte: Fernandez, 2005).....	25
Figura 3-7 – Conectividade X Mobilidade (Fonte: Promon, 2005).....	27
Figura 3-8 – Estrutura sob uma visão corporativa (Fonte: Promon, 2005).....	31
Figura 3-9 – Evolução dos serviços oferecidos pelas aplicações móveis (Fonte: Teleco, 2005).....	33
Figura 4-1 – Cliente magro sem camadas (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005)	46
Figura 4-2 – Criando conjuntos separados de páginas com o <i>renderizador</i> (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005).....	48
Figura 4-3 – Arquitetura de Aplicação – Cliente Magro (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005) .	48
Figura 4-4 – Cliente Gordo (1 Camada) (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005).....	49
Figura 4-5 – Cliente Gordo (2 Camadas) (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005)	50
Figura 4-6 – Cliente Gordo (3 Camadas) (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005)	50
Figura 4-7 – Arquitetura de aplicação móvel – Cliente Gordo (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005).....	52
Figura 4-8 – Arquitetura de uma fila (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005).....	53
Figura 4-9 – Arquitetura de duas filas (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005)	53
Figura 4-10 – Arquitetura de três filas (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005)	54
Figura 4-11 – Interface com o usuário (Fonte: Lee <i>et al.</i> , 2005).....	57
Figura 4-12 – <i>Layout</i> de <i>windows form</i> grande (Lee <i>et al.</i> , 2005).....	66
Figura 4-13 – <i>Layout</i> de <i>Windows Form</i> pequeno (Lee <i>et al.</i> , 2005).....	67
Figura 4-14 – Características-chave das novas aplicações móveis (Fonte: Promon, 2005).....	68
Figura 4-15 – Serviços LBS (<i>Location Based Services</i>) (Fonte: Promon, 2005)	69
Figura 5-1 – Tela para atualização de dados – Configuração do SisGAM	82
Figura 5-2 – Tela para atualização de dados – Configuração da Instituição.....	82
Figura 5-3 – Tela de manipulação do calendário do período letivo.....	83
Figura 5-4 – Atualização de dados do administrador – Perfil.....	85
Figura 5-5 – Atualização de dados do administrador – Endereço Atual	86
Figura 5-6 – Atualização de dados do administrador – Telefones para Contato ...	86
Figura 5-7 – Manipulação de Dados Acadêmicos – Administrador	86
Figura 5-8 – Tela Inicial de Manipulação de Dados dos Departamentos (1).....	87

Figura 5-9 – Tela Inicial de Manipulação de Dados dos Departamentos (2)	87
Figura 5-10 – Telas de Atualização de Dados de Estabelecimento	89
Figura 5-11 – Telas de Consulta dos Dados de Estabelecimentos.....	89
Figura 5-12 – Tela de Atualização de Dados de Departamento	90
Figura 5-13 – Tela de Consulta a Dados de Departamento	90
Figura 5-14 – Tela de Atualização de Dados de Cursos.....	92
Figura 5-15 – Tela de Consulta a Dados de Cursos.....	92
Figura 5-16 – Tela Informativa	93
Figura 5-17 – Tela para Manipulação de Disciplinas ligadas a Cursos.....	93
Figura 5-18 – Tela para Inclusão de Disciplinas em um Curso	93
Figura 5-19 – Tela para Visualização de Dados da Disciplina	94
Figura 5-20 – Tela para Exclusão do Vínculo Disciplina/Curso	94
Figura 5-21 – Tela de Atualização de Dados de Disciplinas	95
Figura 5-22 – Tela de Consulta de Dados de Disciplinas	96
Figura 5-23 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (1)	97
Figura 5-24 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (2)	97
Figura 5-25 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (3)	97
Figura 5-26 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (4)	97
Figura 5-27 – Tela de Consulta aos Dados do Aluno	98
Figura 5-28 – Tela Prévia de Seleção do Aluno em uma Listagem.....	98
Figura 5-29 – Tela de Confirmação dos Dados do Aluno	99
Figura 5-30 – Tela de Apresentação do Horário do Aluno.....	99
Figura 5-31 – Tela de Confirmação de Dados do Aluno.....	100
Figura 5-32 – Tela de Apresentação dos Dados do Histórico do Aluno	100
Figura 5-33 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (1).....	101
Figura 5-34 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (2).....	101
Figura 5-35 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (3).....	101
Figura 5-36 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (4).....	101
Figura 5-37 – Tela de Consulta aos Dados do Professor.....	102
Figura 5-38 –Tela Prévia de Seleção do Professor em uma Listagem	103
Figura 5-39 – Tela de Seleção de Ministrações	104
Figura 5-40 – Tela de Listagem das Ministrações	104
Figura 5-41 – Inclusão de Ministrações.....	105
Figura 5-42 – Exclusão de Ministrações	105
Figura 5-43 – Confirmação dos Dados da Ministração.....	106
Figura 5-44 – Exibição do Horário	106
Figura 5-45 – Inclusão/Alteração de Horários.....	106
Figura 5-46 – Tela Prévia para Exclusão	106
Figura 5-47 – Tela Inicial de Alunos/Ministrações.....	108
Figura 5-48 – Listagem de Alunos Matriculados.....	108
Figura 5-49 – Listagem de Alunos para Inclusão	108

Figura 5-50 – Formulário Prévio para Exclusão	108
Figura 5-51 – Atualização de Dados de Aluno/Ministração	109
Figura 5-52 – Tabela Detalhada de Alunos Matriculados	109
Figura 5-53 – Tela Inicial para Dados Acadêmicos de Professores	111
Figura 5-54 – Telas Iniciais para Manipulação de Ministrações Atuais	111
Figura 5-55 – Informativo para Atualização de Dados de Determinada Ministração	111
Figura 5-56 – Confirmação de Dados	111
Figura 5-57 – Itens que podem ser Localizados e Detalhados por Professores	112
Figura 5-58 – Tela de Disciplinas Obrigatórias para Matrícula.....	114
Figura 5-59 – Telas de Disciplinas Eletivas para Matrícula.....	114
Figura 5-60 – Telas de Disciplinas Optativas para Matrícula.....	115
Figura 5-61 – Modelo Entidade-Relacionamento do SisGAM	116
Figura 5-62 – Diagrama de Casos de Uso do SisGAM.....	119
Figura 5-63 – Diagrama de Classes do SisGAM (Parte 1).....	120
Figura 5-64 – Diagrama de Classes do SisGAM (Parte 2).....	121
Figura 5-65 – (Administrador) Cadastro Ministração.....	122
Figura 5-66 – (Professor) Manter Dados Ministrações.....	123
Figura 5-67 – (Aluno) Solicitar Histórico Aluno	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1 – Padrões de teclados para alguns dispositivos móveis (Fonte: Lee <i>et al.</i>, 2005).....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 4-2 – Tamanhos de tela para alguns dispositivos móveis (Fonte: Muchow, 2004).....	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, vive-se em um mundo onde a informação é a principal ferramenta das pessoas e das empresas para garantirem a sua sobrevivência no mercado. Este novo paradigma iniciou-se com a chegada da Internet, em meados da década de 90 (Assis, 2003). Considerada o maior repositório de informações do mundo, a Internet permite a troca de conhecimentos de maneira rápida e fácil.

Mais do que a própria Internet, a tecnologia móvel forma a base da principal revolução tecnológica do século XXI. Esta tecnologia permite ao indivíduo se comunicar a qualquer momento e em qualquer lugar, a mobilidade muda a forma dos seres humanos interagirem, afetando suas relações sociais, familiares, afetivas e profissionais (Promon, 2005). Diante disso, vale ressaltar que os dispositivos móveis tornam-se cada vez mais importantes no mundo da Tecnologia da Informação.

Os pequenos dispositivos móveis (como o *Personal Digital Assistant* (PDA) e, recentemente, os telefones celulares mais poderosos) e a comunicação sem fio formam uma das principais armas das pessoas para que estas se mantenham constantemente informadas, conectadas ao mundo, onde quer que estejam e sem ter que carregar muito peso (Assis, 2003). Portanto, elas foram responsáveis por criar um mercado totalmente novo: o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

A cada dia, projetos inovadores aparecem e o que está por vir é difícil prever. Pode-se dizer que as oportunidades são enormes e a prova disso são os investimentos realizados por gigantes do segmento. Mesmo no Brasil, empresas multinacionais têm investido em centros de pesquisas e institutos para incentivar e promover o desenvolvimento de aplicações móveis (Promon, 2005).

Visto isso, pode-se dizer que a difusão de aplicações diversas para dispositivos móveis passa, atualmente, a dominar o mercado mundial. Em todas as partes do mundo, surgem serviços sem fio baseados nessa tecnologia, com conteúdos e funções novos e mais sofisticados. Inúmeros provedores de conteúdo, como Disney, Bandai, Namco, Sega e DLJ, estão começando a criar novos aplicativos e serviços (Assis, 2003).

Alguns tipos de aplicações procuradas são para o acesso a informações e notícias, leitura de correio eletrônico, transações bancárias e entretenimento, onde a conveniência e a poderosa funcionalidade oferecidas pelos dispositivos móveis foram de

fundamental importância ao fato de muitas pessoas terem optado pelo uso da mobilidade (Lee *et al.*, 2005). Tem-se, também, o uso da Internet por estes dispositivos, caracterizando o conceito de Internet Móvel (ou Internet sem fio).

De acordo com a classificação proposta por Pawlan (2005), o mercado para serviços e aplicações móveis pode ser dividido em:

- Segmento consumidor: consiste de jogos, serviços *standalone*, aplicações de produtividade entre outras aplicações úteis. Este segmento corresponde ao tipo de aplicação que será distribuída pelas prestadoras de serviços celulares;
- Segmento de negócios: consiste no acesso às informações da empresa, a qualquer instante, através de aplicações sem fio padronizadas instaladas em dispositivos móveis.

Acompanhando este mercado promissor, várias empresas anunciaram o desenvolvimento de tecnologias que permitem a criação de aplicações para os dispositivos móveis. Assim, surgiram nomes no mercado como WAP, J2ME, BREW, i-mode (celulares japoneses). Cada uma dessas tecnologias visa explorar ao máximo esse mercado de dispositivos móveis com capacidade de comunicação sem fio.

Vale ressaltar que a plataforma Java (J2SE, 2006), através de uma de suas vertentes denominada J2ME (*Java 2 Platform, Micro Edition*) (J2ME, 2006), é um instrumento de suma importância nesse avanço. A plataforma J2ME objetiva desenvolver “ferramentas de informação”, variando desde máquinas ligadas à TV habilitadas para Internet até telefones celulares (Muchow, 2004). Através dessa plataforma, aplicações de funções diversas podem ser desenvolvidas, de tal forma a evitar a natureza estática dos dispositivos móveis. Exatamente como um navegador *Web* fazendo *download* de *applets* Java, uma implementação de J2ME permite a opção de navegar, fazer *download* e instalar aplicativos Java e conteúdo.

Segundo Assis (2003), a tecnologia J2ME vem se destacando devido a sua alta portabilidade, o que permite o desenvolvimento de aplicações para diferentes dispositivos e a grande aceitação no mercado atual. Vários fabricantes como *Nokia*¹, *Siemens*² e *Motorola*³ produzem aparelhos com suporte a esta tecnologia.

¹ Grande empresa de telefonia celular, com sede na Finlândia. Mais informações em: <http://www.nokia.com>

² Empresa que há mais de 100 anos participa da vida econômica brasileira. Possui uma organização que abrange, além do Brasil, a Argentina e o Chile, atendendo também aos mercados da Bolívia, do Paraguai

Com a introdução da plataforma Java à produção para tais dispositivos, tem-se acesso aos recursos inerentes da linguagem e da plataforma em questão. Isto é, uma linguagem de programação fácil de dominar, um ambiente em tempo de execução que fornece uma plataforma segura e portátil e acesso a conteúdo dinâmico, sem mencionar a comunidade de desenvolvedores estimada em mais de 2 milhões de pessoas (Muchow, 2004).

A capacidade de executar programas Java, em dispositivos móveis, juntamente com a explosão do mercado de comunicação móvel, abriu novos mercados para o desenvolvimento de aplicações e possibilitou a criação de novas formas de apresentação de aplicações *Web* consolidadas, atendendo plenamente à funcionalidade fornecida por um sistema *desktop* atual (Lee *et al.*, 2005).

A solução citada anteriormente, segundo Loureiro (2003), é uma miniaturização de uma aplicação para o ambiente de computação móvel, feita a partir de uma versão disponível para a rede fixa⁴ (*site*). Esse princípio trata o ambiente móvel e a tecnologia associada como um subconjunto do ambiente tradicional.

A razão para isso está no fato de as linguagens para ambientes móveis serem, na maior parte das vezes, subconjuntos de suas equivalentes para ambientes fixos e os recursos físicos dos dispositivos e ambientes móveis serem mais limitados quando comparados com os similares infra-estruturados (telas menores, entrada de dados limitada e largura de banda menor). Tais características devem ser consideradas para um correto planejamento da aplicação, atendendo às perspectivas do usuário. Entretanto, ainda que haja essas características com relação à versão *desktop*, o mercado está em franca expansão e, conseqüentemente, começa a gerar demandas de mais serviços.

1.1. Motivação

Pode-se destacar, na área acadêmica, a relação de comunicação existente entre instituições de ensino e pessoas que têm algum vínculo com estas instituições. A troca de informações entre esses entes é constante e individualizada, fazendo com que tarefas simples, como manipulação de matrículas, cadastramento e recuperação de dados,

e do Uruguai. Mais informações em: <http://www.siemens.com>

³ Empresa estado-unidense especializada em eletrônica e telecomunicação. Mais informações em: <http://www.motorola.com>

⁴ Uma rede fixa é um sistema de comunicação existente que possibilita a troca de informações através da linha física diante de uma localização limitada e previamente definida.

tornem-se extremamente maçantes e exaustivas. Para melhorar, de forma gradativa, essa troca de informações, diversos sistemas de gestão acadêmica utilizados via *Web* em produtos de *software desktop* foram desenvolvidos e estão em pleno funcionamento em algumas instituições de ensino superior do país. Em contrapartida, como tema principal do trabalho, objetivou-se aliar as facilidades da computação móvel à gestão acadêmica como objeto de simulação.

Pessoas relacionadas a uma determinada instituição de ensino geralmente possuem um conjunto de informações que a identificam no meio acadêmico. Essas informações, sob o domínio da instituição, na maioria das vezes, precisam ser manipuladas por professores, alunos e funcionários de forma que cada um deles possa, de acordo com a sua necessidade, obter os dados desejados da melhor forma possível, visando tempo de resposta e precisão dos resultados.

Geralmente, esse trabalho é realizado em uma instituição de ensino por funcionários de cunho administrativo que gerenciam e controlam as informações referentes a alunos, professores e instituição. Recentemente, universidades têm se empenhado em utilizar a Tecnologia da Informação (TI) como ferramenta, onde um determinado produto de *software* permite a troca de informações entre o setor administrativo e o corpo acadêmico (professores e alunos).

Essa troca de informações, oferecida a partir de PCs (*Personal Computers*), é útil pelo fato de aumentar a interatividade, mas não possui a flexibilidade que se pode ter com uma solução que use a tecnologia sem fio através de dispositivos móveis.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma aplicação para gestão acadêmica móvel – **SisGAM** (**S**istema para **G**estão **A**cadêmica **M**óvel) – fruto de uma análise dos benefícios proporcionados pela tecnologia móvel e de um estudo prévio dos sistemas *desktop* existentes para gestão acadêmica. Esta aplicação visa tornar a manipulação de informações no meio acadêmico de ensino superior mais eficiente e prática, oferecendo maior mobilidade a administradores, alunos e professores e permitindo uma fácil interação entre estes com seus dados acadêmicos a partir de dispositivos móveis. Assim, o rendimento de trabalho da administração tende a aumentar, melhorando o bem estar de alunos e professores que poupam seu tempo diante dos benefícios proporcionados pela ferramenta.

Complementando, o **SisGAM** pode servir de apoio aos sistemas *Web desktop* de Gestão Acadêmica e/ou funcionar de forma singular e auto-contida, ou seja, sem a interferência de outros sistemas. A comunicação, feita sob a arquitetura cliente-servidor, possibilita ganhos para o usuário e a instituição.

1.3. Metodologia de Desenvolvimento

O projeto foi dividido em duas fases. A primeira fase foi relacionada à busca de informações e à análise das principais tecnologias e ferramentas de *software* empregadas no desenvolvimento de aplicações móveis e na comunicação cliente-servidor. A segunda fase consistiu na modelagem e no desenvolvimento do **SisGAM**, utilizando a tecnologia móvel através da plataforma J2ME. Além disso, essa tecnologia foi aliada à comunicação cliente-servidor, buscando um enlace entre dispositivos móveis e servidores.

Durante a primeira fase, o projeto foi embasado pela exploração de assuntos e conceitos da área, tendo como objetivo proporcionar maior familiaridade com tema e o aprimoramento de idéias. As informações necessárias para a realização deste projeto foram obtidas através de consultas à Internet, à biblioteca da Universidade Federal de Lavras e a livros e revistas da área.

1.3.1. Tipo de Pesquisa

Em observação ao método científico, pode-se dizer que a atual pesquisa é de natureza aplicada, com objetivos de caráter exploratório, utilizando procedimentos experimentais fundamentados em referências bibliográficas.

Trata-se de pesquisa aplicada, pois, objetiva-se a aplicação de conhecimentos básicos em tecnologia móvel e técnicas em desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, visando a elaboração do **SisGAM**.

Vale ressaltar também a geração de novos conhecimentos a partir do processo de aplicação dessa pesquisa tecnológica, pelo fato de atualmente haver poucos exemplos reais de aplicações móveis para gestão educacional. Assim, esse tipo de pesquisa, além de gerar um novo produto, tende a produzir conhecimentos nessa área.

O processo de pesquisa para esse produto é complexo porque exige, além do resultado final, uma série de estudos básicos secundários oriundos das dificuldades e limitações ocasionadas pela escassez de documentações relacionadas.

O trabalho tem objetivos de caráter exploratório por propor, a partir do estudo a ser realizado, o desenvolvimento de uma aplicação para gestão acadêmica utilizando dispositivos móveis, diferentemente daquelas utilizadas hoje em dia, que são executadas em microcomputadores. Portanto, o objetivo é a obtenção de um produto que induzirá uma inovação tecnológica. Trata-se da remoção de um paradigma fortemente mapeado no país, que é o uso constante de microcomputadores, podendo levar à substituição dos meios para gestão acadêmica vigentes.

Através da pesquisa experimental, busca-se a elaboração de um novo protótipo de *software*, diante dos resultados obtidos por simuladores de telefones celulares utilizados como ferramenta para a visualização do produto em execução. A partir de ações como testar, diferenciar ou integrar módulos de código, os resultados são obtidos. Trata-se da materialização das idéias propostas para tal projeto.

As bibliografias utilizadas referem-se ao projeto e desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis de forma geral, ressaltando o conjunto de técnicas adequadas à J2ME (*Java 2 Micro Edition*), plataforma utilizada para a elaboração do produto de *software*. Além disso, deve-se recolher a documentação científica corrente sobre a manipulação de *Servlets*⁵ e também sobre o SGBD (Sistema Gerenciador de Bancos de Dados) MySQL⁶, tratando-se do processamento e do armazenamento a serem efetuados no servidor.

1.3.2. Tecnologias Utilizadas

Para a realização do projeto, foram utilizadas algumas ferramentas que são listadas a seguir.

Foi utilizada a tecnologia Java no cliente e no servidor. No cliente, foi utilizada a plataforma J2ME, visando o desenvolvimento para dispositivos móveis. No servidor, foram utilizados a tecnologia *Java Servlets* e alguns outros conceitos relativos à

⁵ Java Servlets: São classes Java, desenvolvidas de acordo com uma estrutura bem definida, e que, quando instaladas junto a um Servidor que implemente um Servlet Container (um servidor que permita a execução de Servlets, muitas vezes chamado de Servidor de Aplicações Java), podem tratar requisições recebidas de clientes.

⁶ MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacionais baseado em comandos SQL (*Structured Query Language* - Linguagem Estruturada para Pesquisas) que vem ganhando grande popularidade, sendo atualmente um dos bancos de dados mais populares, com mais de 4 milhões de instalações.

comunicação cliente-servidor suportada pela plataforma, para que fosse feita a interligação com o dispositivo cliente.

Para o desenvolvimento da aplicação móvel, foi utilizado J2ME *Wireless Toolkit*. A edição do código que compõe a aplicação foi feita no Editor *JEdit*. A motivação pelo uso deste editor foi por ele ser *software* livre e fácil de usar.

Para a execução de *Java Servlets* no servidor, foi utilizado o servidor *Web Apache Tomcat*. Este é *Open Source* sendo o *Servlet Container* oficial para as tecnologias *Java Servlet* e *JavaServer Pages*.

A parte de armazenamento no servidor foi implementada utilizando o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) *MySQL*. Esta escolha se deve ao fato dele ser confiável, robusto, multi-usuário, gratuito, portátil, livre e de ter boa integração com aplicações *Web* (MySQL, 2006).

1.3.3. Implementação

O projeto foi dividido em três camadas: i) acesso a dados; ii) negócios; e iii) apresentação (interface com o usuário).

A camada de interface está no código do lado cliente e a camada de acesso aos dados está no código do lado servidor. Entretanto, a camada de negócios encontra-se, em sua maior parte, na aplicação que é executada no servidor. Isso é uma questão importante a se tratar, pois determina a desvinculação do cliente com relação à lógica de negócios utilizada, privilegiando o reuso de código.

O cliente, por possuir a camada de apresentação, pode ser chamado de cliente-gordo (*fat client*), que é o nome dado a um cliente que possui de uma a três camadas de código da aplicação.

A funcionalidade do código não é necessariamente uniforme em si. Por isso, certas seções de código da aplicação são mais adequadas para tratar a interface com o usuário, enquanto outras seções foram desenvolvidas com a finalidade de gerenciar a lógica do negócio ou comunicar-se com o banco de dados e sistemas *back-end*.

A camada de acesso a dados encontra-se no servidor e engloba *Java Servlets* e o banco de dados. Este armazena as informações relevantes do sistema, por exemplo usuários cadastrados (administradores, professores, alunos), configuração do sistema no dispositivo móvel, configuração da instituição e do período letivo, entre outras.

A camada de negócios retrata a comunicação existente entre cliente e servidor. O cliente faz uma solicitação e o servidor realiza um processamento e retorna uma resposta ao cliente.

Finalmente, a camada de apresentação (interface com o usuário) dispõe sua funcionalidade no dispositivo móvel, exibindo nos formulários e em outras telas os serviços fornecidos.

1.4. Descrição dos Capítulos

O presente trabalho encontra-se organizado em seis capítulos. O capítulo 2 apresenta exemplos de produtos de *software* de gestão acadêmica implantados em instituições de ensino, bem como uma breve descrição de cada um deles. O capítulo 3 discute a importância do uso de aplicações móveis, destacando as áreas de abrangência da tecnologia móvel. O capítulo 4 aborda os temas para o desenvolvimento e a implantação de uma aplicação móvel, bem como a sua modelagem e arquitetura. O capítulo 5 descreve o sistema que é o resultado deste trabalho, trazendo a sua modelagem. O capítulo 6 apresenta as principais conclusões referentes ao trabalho, bem como contribuições e algumas propostas de trabalhos futuros.

2. GESTÃO ACADÊMICA INFORMATIZADA

2.1. Considerações Iniciais

Este capítulo apresenta alguns produtos de *software* para gestão acadêmica que foram implantados em algumas instituições de ensino do país. São abordadas as características principais e a forma de interação com o usuário discursivamente e através de telas de apresentação. Vale ressaltar que tópicos para discussão são apresentados indicando impactos e conseqüências para implantação de cada produto de *software*.

2.2. CORPORE RM Educacional

O CORPORE RM Educacional é uma ferramenta para controle de rotinas acadêmicas e administrativas. É um sistema integrado de gestão educacional, capaz de gerar excelentes resultados para determinada instituição. Com as áreas integradas em um núcleo gerencial, as informações consolidadas fornecem um suporte seguro para a tomada de decisão, possibilitando acertos necessários à evolução do aluno e do empreendimento (Figura 2-1) (RMSistemas, 2006).



Figura 2-1 – CORPORE RM Educacional (Fonte: RMSistemas, 2006)

Podem-se destacar as características gerais e as características acadêmicas do CORPORE RM Educacional, a saber:

- Características Gerais:
 - ✓ Gestão de conteúdos;
 - ✓ Ferramenta para criação de pastas;
 - ✓ Ferramenta para criação de conteúdo;
 - ✓ Definição de responsabilidades por conteúdo;
 - ✓ Definição de permissões de acesso a pastas e conteúdos;
 - ✓ Controle da periodicidade de manutenção dos conteúdos;
 - ✓ Controle de versões;
 - ✓ Controle de permissões a usuários através de perfis de acesso;

- ✓ Disponibilização de notícias com álbuns de fotos e arquivos;
 - ✓ Disponibilização de consultas por votos para pesquisas;
 - ✓ Agenda pessoal para anotações;
 - ✓ Visualização de aniversariantes;
 - ✓ Disponibilização de vagas – oportunidades de emprego e estágio;
 - ✓ Disponibilização de classificados;
 - ✓ Espaço para armazenamento de arquivos pessoais (Disco Virtual);
 - ✓ Troca de mensagens entre usuários, com a possibilidade de anexos (Mensagens);
 - ✓ Disponibilização de fóruns para discussões;
 - ✓ Busca por notícias, ramais ou conteúdos para facilitar a localização da informação.
- Características Acadêmicas:
 - ✓ Possibilidade de o professor disponibilizar material aos alunos através de *download*;
 - ✓ Consulta de notas e faltas por período letivo, aos alunos;
 - ✓ Cadastro de avaliações;
 - ✓ Digitação de notas e faltas pelo professor;
 - ✓ Entrada de frequência diária dos alunos pelo professor;
 - ✓ Consulta de frequência diária do aluno;
 - ✓ Consulta à lista de chamadas dos alunos de uma determinada turma com possibilidade do detalhamento da nota e falta de cada aluno;
 - ✓ Visualização do quadro de horários do aluno e do professor;
 - ✓ Visualização do histórico escolar do aluno;
 - ✓ Consulta à posição financeira do aluno e impressão de 2ª via de boleto;
 - ✓ Consulta e alteração de dados cadastrais e profissionais do aluno;
 - ✓ Listagem dos documentos que o aluno entregou e/ou deixou de entregar;
 - ✓ Consulta às ocorrências acadêmicas do aluno;
 - ✓ Listagem das disciplinas faltantes para a conclusão do curso do aluno;
 - ✓ Processo de matrícula on-line dos alunos veteranos da instituição;
 - ✓ Agendamento de relatórios parametrizados e com possibilidade de envio por *e-mail*.

O controle acadêmico efetuado pelo sistema possui características importantes que o tornam robusto e eficiente. Essas características são elucidadas a seguir.

Além de ser um sistema multi-campi, o CORPORE RM Educacional possui alta flexibilidade de parametrização para atender à realidade de cada instituição de ensino, incluindo criação de campos e tabelas de acordo a necessidade do usuário. Ao processo seletivo, é feita uma integração, em regime seriado e/ou por créditos. Complementando, tem-se a funcionalidade de pré-matrícula automática local ou via Internet, com integração financeira e contábil.

O plano de curso é automatizado, permitindo aos professores a digitação do conteúdo (atividade lecionada) efetivo via Internet, fornecendo dados aos coordenadores para tomada de decisão com relação ao conteúdo previsto/realizado.

O CORPORE RM Educacional disponibiliza uma avaliação institucional via Internet ou local, permitindo à Instituição avaliar professores e alunos, os professores avaliarem Instituição e alunos, os alunos avaliarem professores e Instituição, de forma que cada um destes possa prestar um serviço de qualidade ao seu requerente.

Este sistema mantém um controle dos requerimentos e dos protocolos solicitados pelos alunos, permitindo acompanhamento detalhado do andamento de cada um deles.

Para o total controle sobre os serviços prestados, é feito o cadastro completo de alunos, contendo a sua vida acadêmica e financeira e uma consulta unificada dos períodos letivos (semestres/anos), com visualização de históricos acadêmicos e financeiros e previsões para formandos.

Em acréscimo ao controle dos serviços prestados, pode-se efetuar a emissão de relatórios, como boletins, históricos, atas de resultados finais, diplomas e os relatórios exigidos pela Instituição, permitindo ao usuário a formatação de acordo com a necessidade requerida.

O CORPORE RM Educacional mantém o controle completo das disciplinas obrigatórias, eletivas e optativas, com possibilidade de parametrização da quantidade mínima de disciplinas, créditos ou carga horária, além de ter as equivalências de disciplinas. Os quadros de horários do aluno e do professor são gerados de forma automática, identificando os choques de horários nas turmas, equivalências e dispensas.

Este sistema mantém o controle completo de atividades complementares, transferência automática de matriz curricular e registro de notas e faltas, que podem ser lançadas diariamente através de leitoras ópticas, planilhas eletrônicas, *handhelds* ou Internet.

Pode-se haver um conselho de classe direcionado ao ensino básico, permitindo o acompanhamento individual do aluno por meio de gráficos comparativos do desempenho por disciplina e por etapa em relação à sua turma, além da habilitação para um controle completo das ocorrências dos alunos e docentes com consultas através da Internet. Há também um controle de jubramento e estatísticas como quantidade de alunos ativos, trancados e transferidos.

Sob um nível técnico, tal sistema possui integração com editor de texto para emissão de relatórios dentro do módulo acadêmico: certificados, declarações de cobranças, contratos, etiquetas entre outros. Além disso, há integração com o Exame Nacional de Cursos de acordo com as exigências do MEC.

2.3. Universus

Produzido pela *CADSOFT – Softwares Acadêmicos* e projetado para suportar um grande número de processamentos distribuídos e simultâneos, o *Universus* fornece a rapidez de respostas em termos de Tecnologia de Informação. Grandes universidades, distribuídas em vários *campi* ou não, têm com o *Universus* uma solução definitiva, que atende às normas e requisitos do MEC (Figura 2-2) (CADSOFT, 2006).

Figura 2-2 – Tela de cadastro do *Universus* (Fonte: CADSOFT, 2006)

O Universus oferece controle de cursos ofertados, inclusive com conteúdo à distância, independente de sua duração, como graduação, pós-graduação (*Lato Sensu* e *Stricto Sensu*), extensão e sequencial. Além disso, é feito um plano de oferta de vagas em regimes seriados e/ou por disciplina, com respectivos docentes disponíveis, garantindo impressão automática de pautas das turmas e diários de classe.

A entrada de notas e de faltas pode ser feita pelo setor de registro acadêmico ou diretamente pelos docentes. Entretanto, o controle de ingresso tornar-se-á válido por processo seletivo, portador de diploma, transferência externa oriunda de outra instituição de ensino superior ou por Ex-Ofício.

Por habilitação cursada, faz-se emissão de históricos, certificados, declarações e diplomas. Além desses, pode-se efetuar a emissão de extrato de notas, fichas individuais dos alunos e atas de resultados finais. Gráficos de rendimento por aluno, por turma e por docente podem ser gerados para melhor visualização dos resultados obtidos.

O Universus realiza o controle de transferências, trancamentos e cancelamentos de disciplinas e jubilações de alunos, emitindo inclusive dados para censo do MEC.

Como característica básica à manipulação financeira, tem-se o controle de pagamentos e recebimentos através de boletos bancários ou arquivo de remessa e retorno bancário, bolsas e percentual de inadimplência, controlando a emissão automática de cartas de cobrança e registro de devedores. A abertura e o fechamento de vários caixas são feitos simultaneamente. Vale ressaltar que a auditoria e o monitoramento das ações são feitos pelos usuários.

Torna-se fácil administrar o processo seletivo da instituição de ensino superior, diante de atividades como elaborar gabaritos, fazer inscrição e realizar classificação de candidatos, com total integração entre o módulo Acadêmico e o módulo Tesouraria.

Há os seguintes controles adicionais: i) disponibilidade e alocação dos docentes, através do módulo Quadro de Horários; ii) FIES e financiamentos próprios; e iii) registro e expedição de diplomas. É permitida a integração com o *Near You*⁷ e controle de acesso via Biometria.

⁷ *Near You* – Ferramenta de Ensino a Distância integrada e nativa de um sistema de gestão acadêmica, produzida pela CADSOFT.

O Universus é uma aplicação desenvolvida em *Borland Delphi*, com processamento distribuído nas camadas, utilizando tecnologia MIDAS da Borland, COM+ da Microsoft e conceitos de orientação a objetos. O Universus opera com Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Oracle, DB2 ou SQL Server.

2.4. WAE – Gestão Acadêmica

O WAE é um sistema utilizado para informatizar a administração de instituições de educação infantil, ensino fundamental, médio, técnico, superior com Graduação e Pós-Graduação (WAENET, 2006).

Desenhado para estabelecer um novo patamar na gestão administrativa de instituições de ensino, o Projeto WAE tem como pilares a:

- utilização de tecnologia avançada de desenvolvimento que resulte em agilidade de resposta e menores custos para seus clientes;
- transformação de novidades tecnológicas em novos serviços de valor agregado perceptível para a comunidade de ensino;
- sensibilidade em entender necessidades específicas das instituições e personalizá-las;
- garantia de uma manutenção permanente.

Como retorno da sua implantação, o WAE garante à comunidade de usuários da instituição: aumento da produtividade de suas equipes, redução de custos operacionais e aumento da integração entre os diferentes setores internos (Figura 2-3).

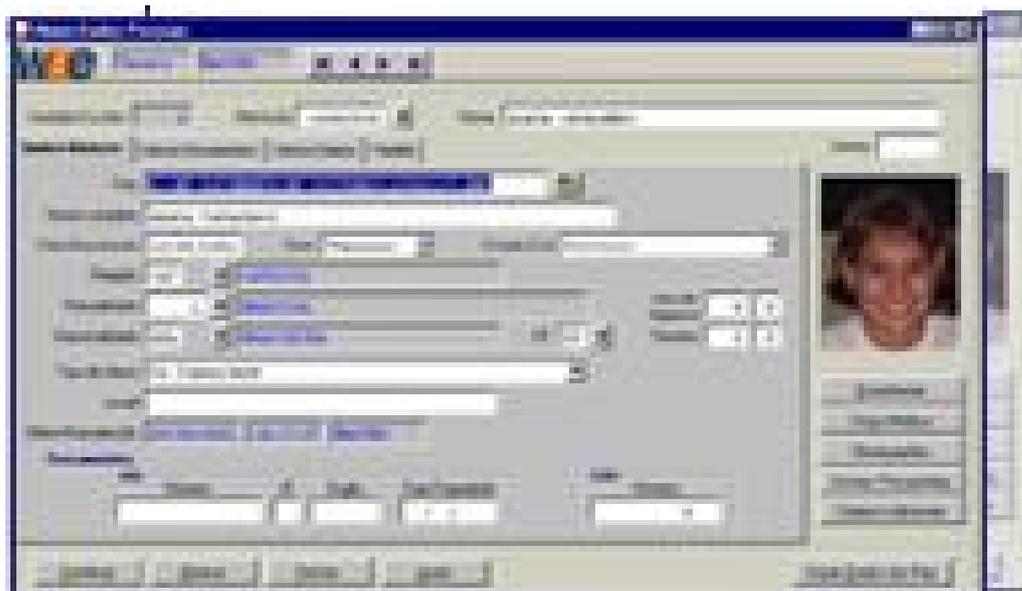


Figura 2-3 – Tela de cadastros do WAE (Fonte: WAENET, 2006)

Por sua vez, a comunidade de pais e alunos ganhará fácil acesso às informações sobre sua vida escolar e financeira, além de um atendimento mais ágil e eficaz.

Tradicionalmente, para mudar de plataforma, é necessário reinvestir em desenvolvimento. Com a tecnologia utilizada no WAE, isso não é mais necessário. A mesma base de conhecimento permite gerar informações necessárias para diversas linguagens, Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SQL Server, DB2, Oracle) e múltiplas arquiteturas (cliente/servidor de múltiplas camadas, Internet). Além disso, o ambiente permite desenhar e implementar os fluxos de trabalho, facilitando a visualização das tarefas e o seu acompanhamento posterior. Esta tecnologia permite conhecer a performance administrativa nos diferentes estágios do processo.

O WAE garante visão única e integrada das informações da instituição. Visto isso, possui um banco de dados único que é atualizado de forma *on-line*, garantindo a todo instante uma visão íntegra e completa das informações nele contidas.

Além disso, possui diversos métodos de avaliação disponíveis, como os tradicionais nota e conceito, avaliação formativa baseada no construtivismo e a avaliação por competência. Em relação à documentação, o WAE tem grande variedade; são mais de 35 modelos de boletins disponíveis, mais de 40 modelos de históricos escolares e inclui a documentação legal exigida pelo Ministério da Educação e pela Secretaria de Estado da Educação (WAENET, 2006).

O conflito tecnológico versus *know-how* do negócio é resolvido através da utilização do conceito de base de conhecimento que isola as regras do negócio das linguagens e bancos de dados utilizados, garantindo assim sua qualidade operacional, sem o risco de ficar tecnologicamente obsoleto.

O WAE oferece ainda alto nível de atividade para seus diferentes usuários: visão de indicadores de performance para seu corpo gerencial e auto-atendimento no ciclo administrativo para alunos e pais, facilitando a comunicação, o trabalho à distância para professores e inúmeras funções para o âmbito administrativo (WAENET, 2006).

O Módulo Acadêmico é a origem de dados do WAE e permite diversas combinações de processos, abrangendo desde instituições de educação infantil até ensino superior. O lançamento de notas pode ser feito pela Internet, *e-mail*, dispositivos portáteis ou pelo diário eletrônico que registra notas e faltas *on-line*. Controla regime de matrícula seriado e por disciplina e administra o quadro de horários (WAENET, 2006).

O Módulo Acadêmico possui a seguinte funcionalidade:

- Cadastros Básicos:
 - ✓ Unidade escolar
 - ✓ Prédios;
 - ✓ Salas;
 - ✓ Departamentos;
 - ✓ Cursos/ Séries;
 - ✓ Grade curricular;
 - ✓ Disciplinas;
 - ✓ Turmas;
 - ✓ Turnos/Horários de aulas;
 - ✓ Alunos;
 - ✓ Situação acadêmica alunos;
 - ✓ Situação escolar de alunos;
 - ✓ Conversão notas/conceitos;
 - ✓ Escolas;
 - ✓ Calendário escolar;
 - ✓ Procedimentos de avaliação.
- Relatórios/Gráficos:
 - ✓ Alunos com documentos pendentes;
 - ✓ Alunos com ocorrências disciplinares;
 - ✓ Relações de alunos: geral, por curso, por curso/série, por turma;
 - ✓ Mapas (planilhas) de notas/faltas;
 - ✓ Resumos de estatísticas de alunos;
 - ✓ Resumos de estatísticas de ocorrências;
 - ✓ Notas faltantes por turma ou por professor;
 - ✓ Aulas dadas;
 - ✓ Gráficos por curso/série ou por turma;
 - ✓ Escolas de origem (transferências);
 - ✓ Transferências;
 - ✓ Relações de cadastros;
 - ✓ Horário de professores;
 - ✓ Horário por turma/disciplina/professor;
 - ✓ Turmas por professor;
 - ✓ Classificação por honra ao mérito.
- Documentos:
 - ✓ Boletim escolar
 - ✓ Ficha individual do aluno;
 - ✓ Histórico escolar;
 - ✓ Diário de classe;
 - ✓ Certificado de conclusão;
 - ✓ Ata do conselho de classe;
 - ✓ Ata de exame final;
 - ✓ Tarjetas;
 - ✓ Lista de presença;
 - ✓ Dispensa de disciplina.

- ✓ Lauda de concluintes;

A empresa paulista Wise apresentou na Aprender 2002 o WAE-Portátil, um sistema que permite se comunicar com os alunos e obter informações sobre eles através de um *palm top* ou de um telefone celular. Com essa tecnologia, informações sobre notas, faltas, provas e calendário escolar chegam ao celular de pais e alunos a qualquer hora (WAEInfo, 2006).

A solução WAE Portátil diz respeito a um dispositivo que possibilita a comunicação direta de pais e alunos com os professores, entre um computador portátil e a Internet ou via SMS (*Short Message Service*). O sistema é acionado através do WAE implantado na instituição de ensino, onde o professor terá acesso ao conteúdo do programa de administração escolar e selecionará as informações mais relevantes aos pais ou ao próprio aluno.

Através da Internet (*e-mail*) ou via SMS, objetivou-se integrar ao máximo a instituição aos pais e aos alunos, disponibilizando informações importantes ligadas ao desempenho educacional da escola em relação ao aluno.

O WAE gerencia as informações e oferece cobertura das peculiaridades existentes na gestão acadêmica, com uma visão estratégica que garante um desenho das conexões (interfaces) necessárias entre os componentes, evitando restrições. A solução é totalmente parametrizada e adequada às necessidades de cada escola. Além de promover a convergência da infra-estrutura existente com as tendências tecnológicas, gera requisitos técnicos condizentes com o futuro da informática e o aproveitamento do seu parque instalado (WAEInfo, 2006).

2.5. Considerações Finais

Os sistemas descritos anteriormente possuem os requisitos necessários para efetuar uma gestão acadêmica de qualidade. Por isso, basicamente, eles podem ser aplicados em diversas instituições de ensino superior do país. Entretanto, vale ressaltar que somente um deles, o WAE Portátil, mantém um certo nível de mobilidade diante da gestão efetuada. Os demais sistemas, quando implantados, fornecem funcionalidade via computadores pessoais *desktop*, impondo aos usuários uma limitação quanto à localização de manipulação do sistema. Tais dados, ainda que diante de poucos sistemas, mostram uma estatística verídica, onde a mobilidade quase não é abordada com relação à gestão acadêmica no país.

3. A IMPORTÂNCIA DO USO DE APLICAÇÕES MÓVEIS

3.1. Considerações Iniciais

Este capítulo apresenta o tema mobilidade e descreve o que significa ser móvel. Além disso, trata de maneira abrangente os subitens que compõem a mobilidade de fato. Em seguida, algumas considerações gerais são apresentadas e devem ser levadas em conta ao adquirir a mobilidade ou, de maneira abrangente, ao se tornar móvel uma empresa ou instituição.

3.2. Mobilidade

As pessoas expressaram sua vontade em poder ter a mesma estrutura (de equipamentos a informações) que detêm em algum estabelecimento, disponível para manipular em casa. Não apenas isso, como deixar o seu arsenal de conhecimento pronto para ser sincronizado, enviado ou recebido de sua casa com outros sistemas seja ele outra residência, seu escritório ou um cliente importante (MobileLife, 2005). Há poucos anos, esse tipo de desejo poderia ser mais uma aspiração categorizada como sonho tecnológico do que realidade. Porém, o que era cotidiano, agora é história. A mobilidade se fundiu à vida diária de milhares de pessoas e, atualmente, é a principal vertente pela qual se atinge o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis. Seguem algumas definições:

- De forma mais abrangente, mobilidade é a propriedade do que é móvel ou do que obedece às leis do movimento, inconstância, dinamismo;
- Segundo Netto (2006), mobilidade é o termo utilizado para identificar dispositivos que podem ser operados à distância ou sem fio. Dispositivos que podem variar desde um simples *bip* até os mais modernos *Pockets*;
- Mobilidade, afirma MeioBit (2006), é a facilidade de acessar recursos de informática (entrada de dados, *Web*, *e-mail*, consulta a dados) fora do ambiente principal de trabalho, podendo ou não estar em movimento. Também, deve ser considerado o uso do equipamento sem precisar de uma fonte de energia por pelo menos 4 horas de uso e poder usá-lo em pé;
- De acordo com MobileLife (2005), mobilidade pode ser definida como a capacidade de poder se deslocar ou ser deslocado facilmente. No contexto da computação

móvel, mobilidade se refere ao uso pelas pessoas de dispositivos móveis portáteis funcionalmente poderosos que ofereçam a capacidade de realizar facilmente um conjunto de funções de aplicação, sendo também capazes de conectar-se, obter dados e fornecê-los a outros usuários, aplicações e sistemas.

Para fazer isso, um dispositivo móvel deve possuir determinadas características. Por exemplo, ele deve ser portátil e o usuário ser capaz de transportá-lo com relativa facilidade. Um dispositivo móvel tem que ser altamente utilizável, funcional e permitir fácil conectividade e comunicação com outros dispositivos. Entretanto, de uma perspectiva do usuário, o dispositivo móvel ou solução que oferece melhor mobilidade geralmente terá alguma combinação dessas características.

Um usuário pode ser flexível em relação a algumas das características, se houver algum benefício compensatório em uma outra. Por exemplo, um usuário talvez permita alguma redução de portabilidade se um dispositivo móvel tiver muita funcionalidade.

Segundo Promon (2005), algumas categorias de mobilidade são definidas e variam de acordo com a localização de uso do dispositivo móvel, considerando profissionais vinculados a empresas ou instituições, a saber:

- Mobilidade entre Pontos Fixos

A mobilidade entre pontos fixos é aquela em que o profissional se desloca entre pontos com infra-estrutura. Nesses casos, o profissional não utiliza suas aplicações durante os deslocamentos e a mobilidade consiste em poder trabalhar remotamente a partir de qualquer ponto que ofereça a infra-estrutura mínima necessária. A maior parte dos executivos se encontra nessa categoria, deslocando-se entre escritórios, hotéis, salas de reunião e centros de convenções (Figura 3-1). Nesses locais, o profissional (quase) sempre tem acesso à infra-estrutura de conectividade (em geral, uma conexão *Ethernet* a uma rede local). Uma das tendências de evolução desse tipo de mobilidade é a infra-estrutura mínima necessária para que o profissional usufrua as aplicações corporativas, mesmo que restritas por *firewalls* ou *proxies*.

- Mobilidade *Indoor*

A mobilidade *indoor* consiste no deslocamento do profissional nas dependências da corporação. Nesse cenário, o profissional é capaz de utilizar suas aplicações móveis durante seus deslocamentos internos; um exemplo típico é receber um e-mail no corredor da empresa, no trânsito entre uma sala de reunião e outra sala (Figura 3-2). Três tecnologias despontam como mais interessantes nesse caso: WiFi, WiMax e

redes celulares. O WiFi é o mais utilizado em aplicações verticais; de sistemas de pedidos automatizados em restaurantes a aplicações de controle de estoque em grandes centros de distribuição em operações de logística. Para aplicações horizontais, no entanto, é comum o uso de redes celulares – o sistema de *e-mail* móvel *BlackBerry*, da *Research In Motion*, é o mais famoso exemplo nessa linha.



Figura 3-1 – Mobilidade/Pontos Fixos
(Fonte: Promon, 2005)

Figura 3-2 – Mobilidade Indoor (Fonte:
Promon, 2005)

- Mobilidade Urbana

O termo mobilidade urbana refere-se ao uso de aplicações durante o deslocamento em áreas metropolitanas. Em geral, o usuário está em ambiente aberto (*outdoor*), mas a mobilidade urbana inclui também o uso das aplicações em escritórios ou outras instalações corporativas. Exemplos de mobilidade urbana incluem o uso de *wireless e-mail* por executivos em um táxi ou a conexão remota à rede corporativa a partir de um restaurante sem infra-estrutura própria de conectividade. Nesse cenário, a tecnologia celular é dominante, com participação menor da transmissão via satélite (Figura 3-3).

- Mobilidade Global

A mobilidade global se refere à necessidade que alguns usuários (em especial, altos executivos ou grandes especialistas) têm de se comunicarem em qualquer lugar. Apesar de englobar os outros tipos de mobilidade descritos, existem algumas gradações nesse perfil. A maior distinção que se deve fazer é entre a mobilidade

global em áreas urbanas e a mobilidade global em localidades remotas (Figura 3-4), a saber:



Figura 3-3 – Mobilidade Indoor (Fonte: Promon, 2005)



Figura 3-4 – Mobilidade Global (Fonte: Promon, 2005)

- ✓ Mobilidade Global em Áreas Urbanas. Consiste apenas em adicionar *roaming* internacional às capacidades utilizadas na mobilidade urbana. Como na mobilidade urbana, as redes celulares são a solução mais adotada para garantir mobilidade global a um usuário, embora uma solução híbrida (entregar ao usuário um pacote contendo múltiplas tecnologias de acesso) seja a ideal. Dessa solução, deveria fazer parte, no mínimo, o acesso celular e WiFi;
- ✓ Mobilidade Global em Localidades Remotas. Aplica-se a usuários muito específicos, que requerem acesso às suas aplicações em regiões que oferecem pouca ou nenhuma infra-estrutura local. Exemplos desse tipo de profissionais são jornalistas/correspondentes de guerra e pesquisadores. Para esse tipo de aplicação, a única tecnologia viável é a transmissão via satélite capaz de oferecer cobertura nas regiões visitadas por esses profissionais.

3.2.1. Portabilidade

A portabilidade é definida como a capacidade que um dispositivo tem de ser transportado com certa facilidade. Hoje em dia, para ser considerado portátil, os dispositivos móveis têm que ser transportados facilmente na mão (MobileLife, 2005). Foi utilizada a expressão “hoje em dia” pois a definição de portabilidade pode-se alterar

ao longo do tempo. Assim, algo que foi considerado portátil no passado pode não ser considerado portátil hoje. Por exemplo, os primeiros PCs portáteis, desenvolvidos na década de 80, eram tão grandes quanto pequenas valises, enquanto os primeiros telefones celulares eram do tamanho de *walkie-talkies*.

Segundo MeioBit (2006), um equipamento é dito portátil se reúne, de forma compacta, uma representação do que se possui no seu ambiente de trabalho ou em casa, mas de forma que ele possa ser facilmente movido de lugar sem necessidade de usar componentes múltiplos como monitor, teclado e *mouse*. O melhor exemplo é um *notebook* de alta performance. Tem-se: tela, teclado, *mouse*, Internet sem fio e pelo menos 1 hora de bateria sem necessidade de um cabo de força e com recursos de processamento equivalentes a qualquer *desktop*.

Com o surgimento da rede digital de comunicações móveis, passou a ser possível a produção de equipamentos leves e mais compactos e a ser possível a utilização dos dispositivos móveis em qualquer espaço (mesmo no interior de edifícios) e em qualquer altura. Nos anos seguintes, assistiu-se a uma diminuição significativa das dimensões dos equipamentos móveis, com as várias marcas a concorrerem pelo equipamento de menores dimensões (Grilo, 2006).

Atualmente, dispositivos que são muitas vezes mais rápidos, menores e mais poderosos que aqueles antigos equipamentos podem ser transportados confortavelmente na palma da sua mão (MobileLife, 2005). Entretanto, a situação alterou-se ligeiramente, pois, com a entrada da terceira geração e com ela a possibilidade de utilizar aplicações multimídia nos equipamentos móveis, a tendência para diminuir dimensões modificou. Para que a utilização de aplicações multimídia seja eficiente, o monitor associado a um dispositivo móvel não pode ter dimensões muito reduzidas (Grilo, 2006). Os dispositivos móveis de 3ª geração são, na maioria dos casos, de dimensões superiores aos da geração anterior.

Posteriormente, a contínua miniaturização dos *chips* e dispositivos existentes deve permitir que outros ainda menores sejam fabricados. Os avanços em nanotecnologia podem permitir que minúsculos dispositivos portáteis sejam implantados dentro do corpo. Entretanto, o futuro deverá trazer uma integração entre portabilidade e tecnologia avançada.

De certa forma, dois fatores que influenciam na portabilidade de um dispositivo móvel são o tamanho e o peso do dispositivo (incluindo acessórios). Talvez, futuramente, acessórios ainda mais leves sejam fabricados; por ora, deve-se ressaltar que dispositivos móveis exigem alimentação, conectividade e acessórios para funcionar de forma ideal e esses itens têm tamanho e peso a serem considerados.

Muitos usuários estão habituados a transportar um *laptop* para os lugares, mas é certo que poucos gostam disso, uma vez que provoca algum transtorno devido ao seu peso e tamanho. Entretanto, um PDA, por exemplo, resolve aquilo que não seria um problema, mas um incômodo (Alves *et al.*, 2005).

3.2.2. Usabilidade

A cada dia que passa, a natureza dos dispositivos móveis sofre constante evolução, alterando suas características físicas em adaptação aos serviços a serem prestados aos usuários. As telas e os textos tiveram uma tendência a assumir maiores proporções, o número de teclas não sofreu grandes alterações e o tamanho do aparelho ainda continua diminuindo a cada novo modelo (Figura 3-5).

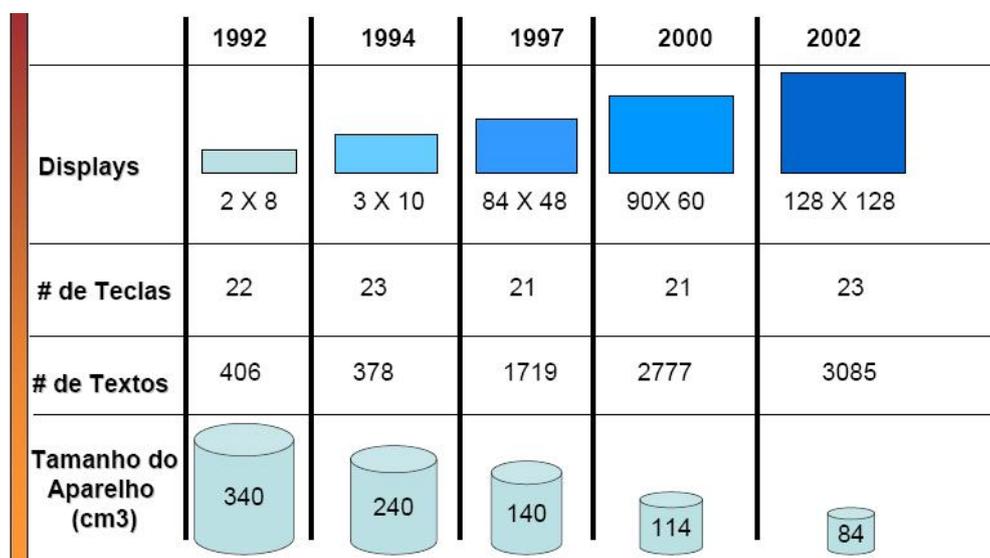


Figura 3-5 – Características dos dispositivos em franca evolução (Fonte: Fernandez, 2005)

A usabilidade de um dispositivo depende de vários fatores, incluindo o usuário, o ambiente e as características do dispositivo. Tais fatores são (MobileLife, 2005):

- Características do Usuário: A interação entre o usuário e um dispositivo móvel depende de suas características pessoais. Algumas características mais comuns são:
 - ✓ Tamanho e força. O tamanho e a força do usuário têm um efeito em sua interação com o dispositivo móvel. Por exemplo, um *laptop* não seria

- facilmente carregado por uma criança. Tal problema não seria encontrado por um adulto;
- ✓ Flexibilidade e destreza. A flexibilidade e destreza do usuário têm um efeito na usabilidade do dispositivo móvel. Um usuário adulto pode ter dedos maiores e precisar de um teclado maior ou um bombeiro que use um grosso par de luvas ache um dispositivo móvel inútil ou inacessível;
 - ✓ Conhecimento e capacidade. É difícil precaver-se contra a falta de conhecimento ou de capacidade do usuário. Geralmente, os dispositivos mais úteis são os simples e mais intuitivos de usar;
- Características do Ambiente: O ambiente do usuário afeta a escolha de dispositivo. Algumas considerações devem ser levadas em conta:
 - ✓ Condições Normais de Funcionamento. Um dispositivo móvel deve trabalhar sob as condições normais de trabalho do usuário. Por exemplo, caso um usuário tenha que trabalhar em pé durante longas horas, seria mais adequado um PDA ou um telefone celular;
 - ✓ Condições Extremas. Um dispositivo móvel pode ter que trabalhar sob condições extremas (calor, frio, umidade, seca). Por exemplo, um bombeiro trabalhando em condições de altas temperaturas e em alto risco pode precisar de um dispositivo móvel à prova d'água ou mais resistente que possa suportar o ambiente;
 - Características do Dispositivo: Os dispositivos móveis têm características próprias diferentes, que podem afetar a sua usabilidade. Algumas dessas são:
 - ✓ Tempo de inicialização. Caso um usuário precise utilizar o dispositivo móvel em tempo crítico, um dispositivo que inicialize imediatamente talvez seja muito melhor. Por exemplo, *Pocket PCs* levam somente um segundo aproximadamente para iniciar, ao passo que *Tablet PCs* e *laptops* podem levar minutos;
 - ✓ Integridade dos Dados. Caso não haja tolerância quanto à perda de dados e haja a necessidade de armazenamento permanente, um *laptop* é preferível a um *Pocket PC*;
 - ✓ Interface com o Usuário. As características intrínsecas ao dispositivo podem incapacitá-lo de desempenhar certas funções, devido à natureza da interface com o usuário. Por exemplo, é muito difícil criar desenhos à

mão livre usando um *mouse* em um *laptop*. É muito mais confortável e natural utilizar uma caneta em um *Tablet PC*;

- ✓ Robustez/resistência. Os dispositivos móveis geralmente não são robustos e podem se quebrar caso sejam derrubados. De certa forma, podem ser fabricados para serem mais resistentes, agüentando as tensões do ambiente do usuário, caso sejam colocados em uma bolsa protetora de plástico resistente. Assim, tornar um dispositivo mais robusto pode afetar sua portabilidade e sua usabilidade.

A usabilidade, para que seja garantida de forma integral, requer um processo de desenvolvimento. Segundo Fernandez (2005), tal desenvolvimento é tratado como uma engenharia de usabilidade que segue alguns passos primordiais para sua correta evolução, a saber: (Figura 3-6):

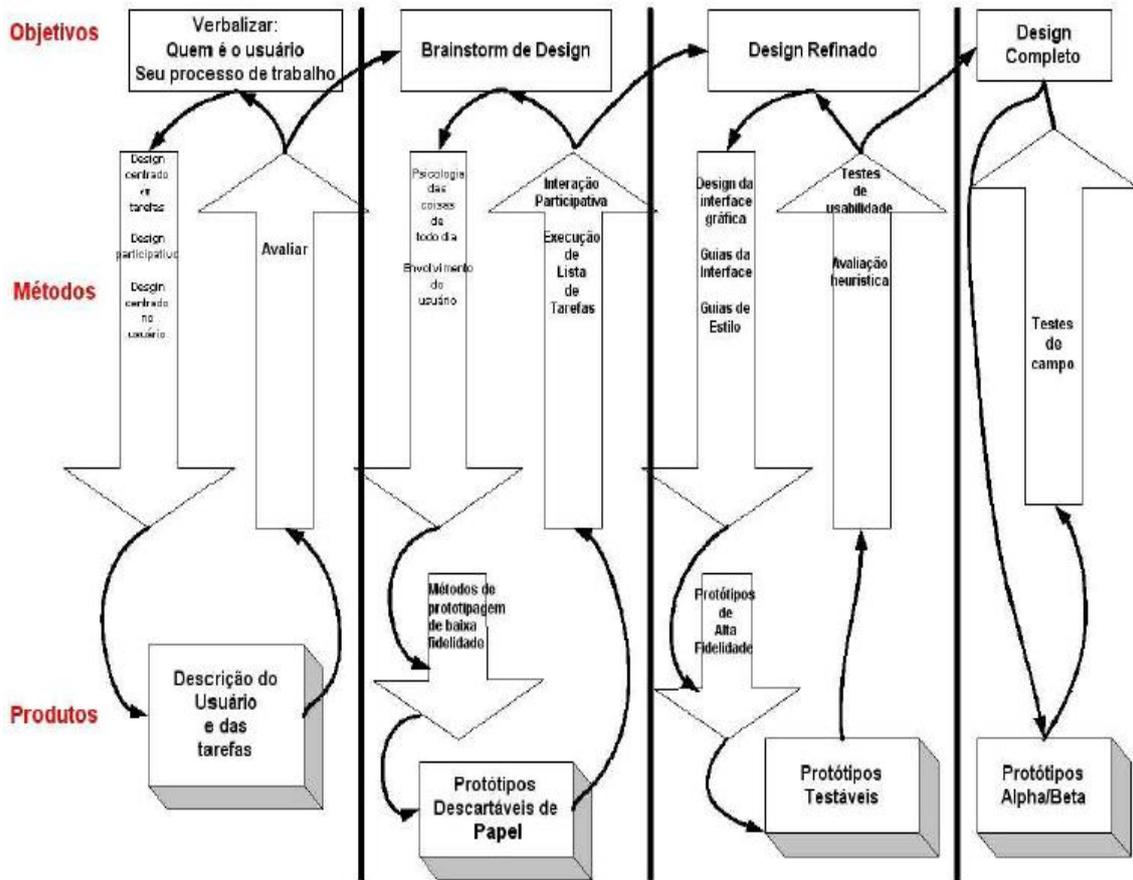


Figura 3-6 – Design e Engenharia de Usabilidade (Fonte: Fernandez, 2005)

1. Deve-se descobrir quem é o usuário e qual o seu processo de trabalho, utilizando, para isso, uma avaliação comum. Como resultado dessa etapa, tem-se a descrição do usuário e das tarefas;

2. Esta fase cobre o *Brainstorm* de *Design*, onde há uma interação participativa e a execução da lista de tarefas. Como resultado, são gerados protótipos descartáveis de papel, sujeitos à aprovação;
3. Passada a visualização informal, tem-se o *Design Refinado*, baseado em testes de usabilidade e avaliações heurísticas. A partir de agora, são gerados protótipos testáveis;
4. Finalmente, como fase final, faz-se o *Design Completo* a partir de testes de campo. Como resultado, têm-se os protótipos Alpha/Beta.

3.2.3. Funcionalidade

Os dispositivos móveis servem a múltiplos propósitos e têm diversos tipos de funcionalidade. A funcionalidade é implementada na forma de uma aplicação móvel e dispositivos móveis em geral têm múltiplas aplicações móveis que rodam neles.

De forma geral, pode-se enquadrar as aplicações móveis em duas categorias: i) aquelas que podem operar de modo independente (isto é, sem contato com outro usuário ou sistema); e ii) aquelas que são dependentes e que precisam conectar-se a outro usuário ou sistema (MobileLife, 2005). Eis alguns exemplos:

- Independentes: Relógio, Jogos e Calculadora;
- Dependentes: Calendário, Correio Eletrônico, Agenda, Contatos, Tarefas, Notícias e GPS.

Entretanto, vale ressaltar que, atualmente, há diversas aplicações móveis personalizadas que funcionam de modo independente durante um certo tempo, mas em última instância dependem de outros sistemas para carregar e baixar informações.

3.2.4. Conectividade

Como o homem, os dispositivos móveis de comunicação não são ilhas. Portanto, não têm o poder e a finalidade de operar inteiramente sozinhos durante longos períodos de tempo (MobileLife, 2005).

Assim, ainda que muitos dispositivos móveis tenham aplicações independentes que permitam aos usuários operar de forma independente durante certo tempo, sua função primária é conectar as pessoas e/ou sistemas, transmitindo e recebendo informações.

Os dispositivos móveis em geral operam em um de três modos: i) sempre conectado; ii) parcialmente conectado; e iii) nunca conectado. Ele pode estar sempre conectado a um sistema *back-end*. Alternativamente, um dispositivo móvel pode estar conectado de forma intermitente a um sistema *back-end*. Por fim, um dispositivo móvel pode operar inteiramente sem conexão a um sistema *back-end* (MobileLife, 2005).

Segundo Promon (2005), há muitas tecnologias de conectividade capazes de dar a um dispositivo móvel acesso a uma rede pública ou privada; entre protocolos proprietários e tecnologias padronizadas, não faltam opções para quem deseja implementar aplicações móveis que necessitem de algum tipo de conectividade.

Para entender quais tecnologias de conectividade são mais adequadas às demandas de um usuário específico, deve-se levar em consideração os conceitos de mobilidade que foram definidos anteriormente. Para tal, é preciso elaborar um mapa que descreva a abrangência dos deslocamentos do usuário durante seu uso da aplicação móvel. A título de ilustração do conceito, foi utilizada uma categorização bastante simples dessa abrangência, definindo os quatro possíveis graus de mobilidade para o usuário (Figura 3-7). A partir desse quadro, são apontadas as tecnologias mais adequadas a cada categoria de mobilidade.

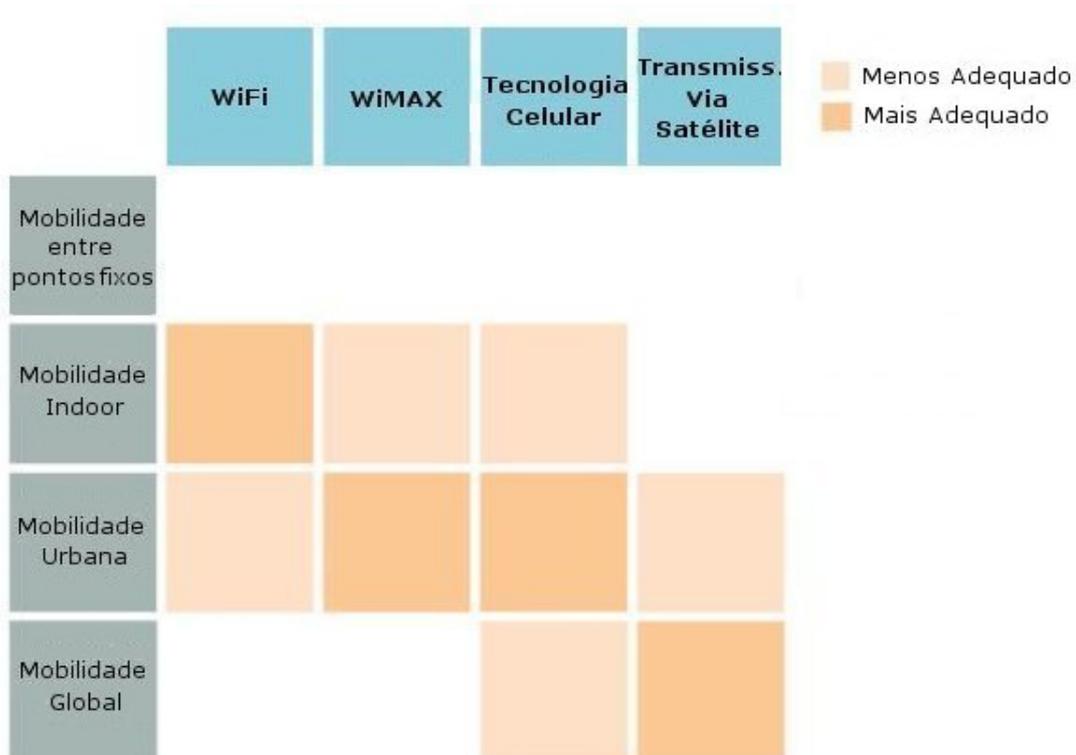


Figura 3-7 – Conectividade X Mobilidade (Fonte: Promon, 2005)

Vale ressaltar a importante diferenciação entre móvel e sem fio. Segundo MobileLife (2005), embora as duas palavras sejam comumente usadas de forma intercambiável, mobilidade não significa necessariamente ter uma conexão sem fio. É perfeitamente possível funcionar de forma móvel e estar completamente desconectado enquanto se coletam informações.

3.3. Contextualização do Recurso da Mobilidade

Este item aborda a inserção da mobilidade na vida cotidiana. Inicialmente, discute-se quem está utilizando o recurso da mobilidade e o que as pessoas desejam realizar com seus dispositivos móveis. Em seguida, trata-se das razões subjacentes ao se utilizar a tecnologia móvel para si mesmo ou para empresas e instituições.

Dessa forma, vale ressaltar que a conveniência e a poderosa funcionalidade oferecidas pelos dispositivos móveis tiveram como resultado muitas pessoas terem optado pelo uso da mobilidade. Dois dos maiores grupos de pessoas que utilizam dispositivos móveis, consumidores e profissionais, são apresentados a seguir (MobileLife, 2005).

3.3.1. Mobilidade entre Consumidores

Pode-se esperar que um grande número de consumidores utilize dispositivos e soluções móveis. Dois tipos que podem ser considerados são os consumidores móveis jovens e adultos. Estes tendem a utilizar telefones celulares e uma ou mais de uma combinação de PDAs, *Tablet PCs* e *laptops*, principalmente para uso doméstico, escolar e para atividades relacionadas ao lazer (MobileLife, 2005). Segue uma breve descrição destes dois tipos de consumidores:

- Jovens. Pode-se esperar que consumidores jovens utilizem dispositivos móveis para comunicação, entretenimento e finalidades educativas. A comunicação inclui uso regular de telefone celular, juntamente com troca de mensagens de texto. O entretenimento inclui o uso de dispositivos móveis para jogos, música e filmes. A parte educativa inclui a leitura de livros e outras informações baixadas da Internet e outras fontes de informações;
- Adultos. Dentre os consumidores adultos, incluem profissionais em atividades de lazer, pessoas interessadas em tecnologia, *gamers*, consumidores propriamente ditos e pessoas voltadas para atividades ligadas ao entretenimento em geral. Essas pessoas utilizam dispositivos móveis para comunicação, entretenimento e fins educativos.

Entretanto, é mais comum o uso de telefones celulares com menos troca de mensagens de texto. O entretenimento inclui o uso de dispositivos móveis para jogos, música e filmes. A parte educativa inclui leitura de livros, notícias e outras informações baixadas da Internet, além de outras fontes provedoras de informações.

3.3.2. Mobilidade entre Profissionais

Sob uma visão primária, os tipos de profissionais identificados como candidatos para mobilização incluem profissionais em trânsito, agentes de vendas e de serviços, consultores, profissionais em trânsito local e alguns profissionais de escritório (MobileLife, 2005). Segue uma breve descrição destes profissionais:

- Profissionais em trânsito remoto. São funcionários que viajam bastante a trabalho e, freqüentemente, permanecem em hotéis, utilizando vários meios de transporte públicos. Gerentes de diversos setores produtivos se enquadram nessa categoria genérica de profissional. Enquanto em trânsito, as atividades requeridas incluem: i) verificação de correio eletrônico, agendas, *status*; ii) reuniões a que comparecem; iii) gerenciamento remoto de pessoal; iv) leitura/redação de documentos de negócios; e v) atualização de correio eletrônico, agenda, *status*;
- Agente de vendas. Há profissionais de vendas atuando dentro de quase todas as áreas. Ainda que vender constitua um negócio complexo e altamente especializado, podem-se destacar atividades costumeiras que as pessoas ligadas a vendas comumente realizam, incluindo: i) preparação para reuniões com os clientes; ii) visitas às instalações dos clientes; iii) encontros com os clientes; iv) leitura/registro de anotações de negócios; v) realização de tarefas de acompanhamento; e vi) realização de tarefas administrativas. A preparação para uma reunião com um cliente pode envolver o *download* das informações da sua conta, das informações de produto ou de outros documentos, para um dispositivo móvel. Então, enquanto o profissional de vendas está viajando, um recurso navegacional (por exemplo, GPS) em um dispositivo móvel o ajuda a descobrir a localização do cliente. Durante a reunião com o cliente, um dispositivo móvel o ajuda a mostrar algumas informações novas sobre o produto ou o *status* dos pedidos do cliente;
- Agente de serviços. Muitos setores da economia e profissionais liberais fornecem serviços para clientes em um ou outro nível. Pode-se definir essa categoria de profissional como sendo aquele que regularmente viaja pela própria empresa a fim de fornecer um serviço para um cliente. Portanto, essa categoria inclui profissionais

de reparos, profissionais de leitura de medidores e profissionais de serviços de emergência. Embora existam numerosos tipos de serviços, há também várias atividades que são comuns a todos eles: i) receber chamadas de serviço; ii) obter informações de ordem de trabalho; iii) viajar para locais de serviço de atendimento ao cliente; iv) determinar o que fazer; v) realizar e fazer o acompanhamento de serviços; vi) realizar cobranças; vii) agendar atividades de acompanhamento; e viii) realizar tarefas administrativas;

- Consultores. Nessa categoria, são incluídas as pessoas ligadas às áreas de Informática, saúde e outros ramos especializados, que prestam consultoria⁸ a empresas, instituições ou qualquer organização que necessite do serviço prestado. As atividades típicas realizadas pelos consultores são: i) trabalhar junto ao cliente ou no próprio escritório; ii) determinar o que fazer; iii) realizar e fazer o acompanhamento de serviços; iv) realizar cobranças; v) agendar atividades de acompanhamento; e vi) realizar tarefas administrativas;
- Profissionais em trânsito local. São profissionais de escritório que têm de se movimentar muito por um escritório, para outro escritório ou sala de reuniões em outro andar ou prédio próximo. Frequentemente, eles precisam digitar ou tomar notas em um dispositivo a partir de locais diferentes;
- Profissionais de escritório. Trabalham dentro de uma empresa e, normalmente, não interagem pessoalmente com clientes. Esses funcionários podem incluir administradores de sistema e recursos humanos e o pessoal responsável por levantamento de inventário. Geralmente, o estilo de vida desse tipo de profissional não é altamente móvel, embora existam algumas exceções dignas de nota. Por exemplo, o pessoal de levantamento de inventário pode utilizar dispositivos móveis para realizar o inventário.

Sob uma visão corporativa, segundo Promon (2005), é possível mapear os atributos mais importantes para cada classe de usuário. Dessa forma, há uma classificação deles dentre os níveis gerencial e operacional (Figura 3-8). Especificamente, no caso das aplicações verticais, é possível, com uma divisão

⁸ Consultoria é também um tipo de serviço, mas a seqüência normal de eventos é um pouco diferente daquela descrita aos serviços anteriormente tratados. O ambiente de trabalho em geral também é mais estável, e a duração do fornecimento do serviço é maior.

funcional dos usuários, traçar algumas tendências em relação a essas demandas. Segue uma breve descrição destes níveis:



Figura 3-8 – Estrutura sob uma visão corporativa (Fonte: Promon, 2005)

- **Nível Gerencial.** As aplicações mais demandadas pelo corpo diretivo de uma corporação são as que implementam acesso móvel aos sistemas de suporte à decisão da empresa, disponibilizando para os executivos as informações que eles necessitam, diariamente, para a tomada de decisão fundamentada. Em geral, essas informações consistem em indicadores, relatórios e métricas gerenciais geradas a partir de outros sistemas pertencentes ao ambiente da empresa (notadamente dos sistemas de ERP). Entre os atributos comuns às aplicações móveis, esses profissionais têm, em geral, três demandas principais:
 - ✓ **Acesso em tempo real:** é uma das características mais valorizadas pelos profissionais, notadamente no que se refere a tarefas como a geração *on-line* de relatórios e a análise de dados *on-line*;
 - ✓ **Riqueza de mídia:** a necessidade de controle e acompanhamento de processos, por parte dos gerentes, torna o uso de vídeo uma das demandas mais comuns neste nível. Embora exista uma forte demanda reprimida por esse tipo de aplicação, a tecnologia necessária para sua implementação só amadureceu muito recentemente;
 - ✓ **Uso de notificações/alertas:** a atuação de diretores e gerentes é fortemente baseada em comunicação e controle de eventos; para lidar

com essa característica, são bem-vindos os tipos de notificação e os alertas automatizados que possam ser incorporados em uma aplicação.

- **Nível Operacional.** A adoção de aplicações móveis tem se focado nos profissionais de campo, com os sistemas de automação de força de vendas/equipe de campo surgindo no mercado corporativo como carro-chefe das aplicações verticais. Neste tipo de aplicação, a força de vendas da empresa tem acesso *on-line* ao seu ERP, podendo consultar indicadores atualizados que lhe permitam conduzir a negociação/transação da forma mais vantajosa possível. Exemplos comuns de indicadores e funcionalidade presentes em uma ferramenta de automação de força de venda incluem: i) posição atualizada de estoque; ii) preço de insumos; iii) histórico de compras do cliente; e iv) acesso ao sistema de análise de crédito da empresa. Entre os atributos mais valorizados no nível operacional, dois merecem destaque:
 - ✓ **Localização:** aplicações enriquecidas com informações geográficas são cada vez mais valorizadas; aplicações de automação de equipe de campo são beneficiadas por esse tipo de integração;
 - ✓ **Riqueza de mídia:** no nível operacional, o vídeo adquire muita importância e representa forte tendência. Nesse sentido, a vigilância é a principal aplicação operacional baseada em vídeo. Além dela, o acompanhamento de processos através de câmeras, sobretudo em áreas perigosas, também desponta com destaque como forte demanda.
- **Áreas de Suporte.** O usuário administrativo, definido como pertencente às áreas de suporte da empresa, tem necessidade de acessar o *back-end* da empresa, com o qual trabalha diariamente. Assim, suas aplicações móveis têm interface direta com os sistemas de suporte à operação e compartilham os atributos apresentados anteriormente para gerentes e diretores.

3.3.3. Áreas de Atuação da Tecnologia Móvel

Parece não haver fim para as utilizações engenhosas das soluções móveis. As utilizações primordiais, no entanto, parecem concentrar-se na comunicação e no trabalho, entretenimento, educação e localização. Em acréscimo, segundo Santos *et al.* (2005), há atualmente uma grande diversidade de produtos de *software* para inúmeras outras áreas de interesse, tais como: negócios, bases de dados, ferramentas de desenvolvimento, gestão de documentos, indústria, medicina, multimídia, viagens e

utilitários. A seguir, são descritos alguns desses ramos que fazem uso dos dispositivos móveis:

- Comunicação. Provavelmente, a coisa mais fundamental que um usuário móvel deseja é comunicar-se. A comunicação, nesse contexto, refere-se à capacidade de trocar informações de voz, áudio, texto e imagem (MobileLife, 2005). Com a possibilidade de interligação dos vários dispositivos móveis, nomeadamente pela *Web*, existem no mercado várias aplicações que têm como finalidade suportar a comunicação entre os vários utilizadores, a saber: i) voz: os usuários comunicam-se uns com os outros por voz utilizando dispositivos móveis como telefones celulares; ii) áudio: os usuários utilizam dispositivos móveis para reproduzir e ouvir música; iii) texto: os usuários podem receber e enviar dados de texto entre si e para outros sistemas por dispositivos móveis; e iv) imagens: os usuários podem receber e enviar dados de imagem entre si e para outros sistemas.

Segundo Teleco (2005), nos últimos anos, a maioria dos serviços a partir de aplicações móveis evoluiu de somente texto para utilização de imagens e gráficos, melhorando muito a experiência do usuário e, conseqüentemente, ampliando a base de pessoas dispostas a tentar utilizar os serviços (Figura 3-9).



Figura 3-9 – Evolução dos serviços oferecidos pelas aplicações móveis (Fonte: Teleco, 2005)

Tem-se ainda acesso a um vasto leque de conteúdos, que permite distração ou informação sobre o ambiente geográfico imediato (Alves *et al.*, 2005);

- Trabalho. Os profissionais querem que seu dispositivo ou aplicação móvel torne de alguma forma o seu trabalho mais fácil. Os dispositivos móveis oferecem várias

maneiras para isso, incluindo a simplificação do intercâmbio de informações e a emissão de instruções (MobileLife, 2005):

- ✓ Intercâmbio de informações. Os tipos de informações trocadas entre clientes móveis e aplicações, que funcionam em um servidor, são variados. Seguem alguns tipos comuns de informações que os usuários geralmente trocam: i) correio eletrônico e mensagens instantâneas; ii) notícias; iii) agendas; iv) tarefas e atribuições; v) informações de vôo; vi) informações geográficas; vii) pedidos e contas; viii) informações sobre entrega de mercadorias; e ix) dados médicos;
- ✓ Emissão de instruções. A capacidade de emitir instruções para um conjunto de sistemas de aplicação de negócios através de um dispositivo móvel é extremamente interessante, porque permite aos profissionais tomar decisões enquanto estão fora do escritório. Algumas instruções que usuários móveis costumam emitir são: i) pedidos de compra e venda; e ii) transferências bancárias.
- Entretenimento. Os usuários utilizam dispositivos móveis para entretenimento e com finalidades de lazer. A indústria do entretenimento dá suporte a diversos tipos de computação móvel, incluindo jogos de divertimento e de azar, música e filmes (MobileLife, 2005). As utilizações mais comuns em alguns países são: i) jogos de divertimento; ii) jogos de azar; iii) músicas; e iv) Filmes;
- Educação. Os usuários podem utilizar dispositivos móveis para fins educacionais. Isso pode variar desde atividades mais individualizadas, como a leitura de notícias, a outras atividades com mais envolvimento, como aprendizagem interativa (MobileLife, 2005). A seguir são descritos estes tipos:
 - ✓ Atividade Individualizada. Os dispositivos móveis podem fornecer uma alternativa menos volumosa e que apresenta menor desperdício em relação à mídia de papel tradicional. Os usuários podem ler livros eletrônicos em *software* de leitura ou navegar pelas notícias usando um navegador. Propostas como essas ainda estão nos planos das operadoras, mas são promessas em curto prazo. Os professores podem exibir apresentações de slides para seus alunos, ao invés de utilizar papel. Outra vantagem, especialmente para usuários com deficiência visual ou para usuários mais jovens, é a capacidade do dispositivo móvel de ler uma matéria de forma audível. Vale ressaltar também o interesse em se

produzir aplicações móveis que favoreçam aquelas pessoas deficientes auditivas;

- ✓ Atividade Interativa. Os usuários podem utilizar seus dispositivos móveis para aprender de um modo mais pró-ativo e interativo. Por exemplo, professores podem utilizar *software* especial de serviço de teste educacional para propor questões aos alunos em seus dispositivos móveis. Além disso, professores e alunos podem se comunicar e trocar informações via *chat*, utilizando um telefone celular.
- Localização. Os usuários podem utilizar seus dispositivos móveis para serviços de localização. Isso inclui o acesso a informações sobre a localização atual do usuário e a informações sobre seu destino (MobileLife, 2005):
 - ✓ Informações de localização do usuário. Os dispositivos móveis podem fornecer informações sensíveis ao contexto sobre o local onde o usuário se encontra. Isso frequentemente é feito usando-se um GPS ou detectores interiores de localização;
 - ✓ Informações de destino. Os dispositivos móveis podem fornecer aos usuários informações sobre como chegar a um destino específico.

3.3.4. Viabilidade de Implantação da Tecnologia Móvel

Tendo um aparato de quem está optando pela mobilidade e do que as pessoas estão fazendo, resta saber quando é útil tornar-se móvel ou dar a uma empresa ou instituição o conceito de mobilidade.

Dada a evolução das aplicações em direção às interações em tempo real, o conceito de estação de trabalho ou de *desktop* não é suficiente: uma empresa requer acesso imediato às suas aplicações corporativas, possibilitando a tomada de decisões a qualquer hora e em qualquer lugar, com máxima flexibilidade (Promon, 2005). Ao tornar as ferramentas corporativas móveis, rompe-se o laço que prendia o executivo à infra-estrutura da empresa e cria-se a possibilidade de trabalhar em tempo real. Assim, a mobilidade é um imperativo do ambiente de competitividade atual e não uma tendência advinda do puro avanço tecnológico.

Para a maioria das empresas que necessitam de agilidade e, particularmente, para as do segmento de pequenas e médias empresas, a mobilidade traz inúmeras vantagens.

No entanto, segundo Ribas (2006), antes de dar os primeiros passos rumo à mobilidade, é necessário elaborar uma estratégia para empregar os recursos financeiros de forma inteligente e eficiente nessa jornada. Em primeiro lugar, deve-se examinar bem o ambiente de trabalho e a posição que a empresa ocupa no mercado. Posteriormente, é viável conversar com os sócios, os clientes e os funcionários para saber o que eles gostariam que fosse melhorado. Deve ficar bem claro se a mobilidade, otimizada com acesso remoto ou por mensagens, aplicações ou dados, ajudaria a melhorar algum desses processos. A seguir, são discutidas várias vantagens e desvantagens dessa implantação na vida cotidiana das pessoas ou em determinada empresa ou instituição.

3.3.4.1. Vantagens

A capacidade de se conectar e tornar as pessoas móveis tem conseqüências sutis e extraordinárias na maneira como se interagem as tecnologias existentes (MobileLife, 2005). São descritos alguns benefícios do empreendimento móvel. Alguns afetam diretamente os funcionários de uma empresa, enquanto outros afetam a sua interação com os clientes e as aplicações de negócios existentes, ao passo que outros afetam ainda a parte financeira do negócio. Algumas vantagens são:

- Melhorar a vida das pessoas. Soluções móveis podem ajudar a melhorar a vida pessoal e profissional das pessoas. Por exemplo, telefones celulares podem ajudar os pais a se comunicar com seus filhos, com pessoas que cuidam de crianças ou que administram escolas, variando desde a logística pura e simples até o auxílio a uma melhor proteção às crianças através de contato permanente com elas;
- Aumentar a flexibilidade e a acessibilidade dos funcionários. Fornecer aos funcionários soluções móveis proporciona flexibilidade em uma perspectiva de tempo e espaço. Ao se tornarem capazes de acessar informações cruciais em campo, os funcionários podem deslocar atividades. É fundamental listar a quantidade de informações internas que os funcionários desejam acessar em formato digital. É possível que se tenha que incluir neste plano a necessidade de converter registros de cópias impressas em formato digital, para que estejam disponíveis eletronicamente aos funcionários (Ribas, 2006);
- Melhorar a segurança do funcionário. Fornecer informações atualizadas sobre a situação pode melhorar a segurança dos profissionais, especialmente aqueles que trabalham em um ambiente de risco;

- Melhorar a eficiência do fluxo de trabalho e a produtividade. A mobilização ajuda a eliminar atividades redundantes;
- Melhorar a atualização e a precisão de dados. Uma força de trabalho mobilizada pode receber e fornecer informações para os sistemas de negócios existentes de uma forma oportuna. O número de erros também pode ser reduzido durante a coleta de dados e no processo de criação dos relatórios. Portanto, a atualização e a precisão dos dados são melhoradas. Segundo Promon (2005), o uso de dispositivos móveis e a conectividade sem fio permitem ao usuário manter-se conectado às aplicações de negócio;
- Aprimorar os seus processos de negócios. Pode-se imaginar uma equipe de trabalho mobilizada como um canal adicional que fornece e recebe dados de/para os sistemas de negócios preexistentes. Agindo assim, as empresas tornam-se capazes de descobrir melhorias e eliminar redundâncias nos fluxos de trabalho existentes;
- Aumentar a satisfação do cliente. A satisfação do cliente pode ser melhorada quando vendas e processos de serviços se tornam mais eficientes e responsivos. Isso, por sua vez, pode levar a um incremento na rentabilidade.

3.3.4.2. Desvantagens

Entretanto, diante dos argumentos citados anteriormente, ainda existem algumas razões de negócios sociais, de privacidade/segurança social e ambiental, que devem ser levadas em consideração em uma implantação da mobilidade. Deve ser feita uma análise de custos de implantação, considerações de privacidade e segurança em utilizar tal serviço, entre outras, que serão dependentes da aplicação para que se tenha uma prévia da viabilidade real. Tais considerações são:

- Considerações de negócios. Antes de dar mobilidade a determinada organização, deve-se fazer um estudo do custo-benefício em se aplicar tal tecnologia. Alguns fatores que devem ser considerados são: i) custos de *hardware* e *software*; ii) custos de comunicação; iii) custos de desenvolvimento e implantação; iv) ruptura de serviços existentes; e v) custos de operações;
- Considerações Sociais. Considerando a questão social, vale ressaltar que as pessoas sentem que o uso excessivo de dispositivos móveis é de certo modo algo anti-social. De fato, o abuso de telefones celulares em lugares públicos foi tanto que, em alguns deles o seu uso foi proibido;

- Privacidade e considerações de segurança. Embora o acesso a informações em um dispositivo móvel seja algo muito conveniente, é necessário que se leve em consideração questões de privacidade e de segurança quando informações do usuário, da empresa ou do cliente são transferidas para o dispositivo. Os dispositivos móveis não são altamente seguros. Eles são perdidos facilmente e os dados armazenados podem ser comprometidos se as precauções necessárias para mantê-los em segurança não forem tomadas;
- Considerações Ambientais. Com frequência, os dispositivos móveis são tratados como se fossem descartáveis. O fato de serem pequenos, não torna seus componentes menos tóxicos.

3.4. Considerações Finais

Uma vez que tenham sido consideradas as vantagens e as desvantagens, será tempo de definir as prioridades. Quais melhorias trariam impacto positivo sobre o resultado final e quais fatores seriam imprescindíveis ao negócio. Devem-se pesquisar as soluções móveis disponíveis e determinar qual a opção que, mais efetivamente, vai ao encontro das prioridades da organização. Algumas dicas com relação à obtenção do dispositivo adequado, segundo Ribas (2006), são:

1. Se a criação de conteúdo é mais importante para profissionais que trabalham remotamente ou para pessoas que viajam constantemente, observar as opções de *notebooks*;
2. Se o acesso às informações pessoais é mais importante, começar pelos *Pocket PCs*;
3. Se as mensagens instantâneas são prioridade, comparar as soluções de um *Pocket PC* e dos *notebooks*, ambas em termos de *hardware* e *software* disponíveis;
4. Se necessitar de acesso móvel a dados ou aplicações, determinar se um *Pocket PC* poderia proporcionar o tipo de acesso necessário ou se seria preciso um *notebook*, que conta com mais recurso e uma tela maior;
5. Se as apresentações com aparência profissional são importantes, pesquisar as opções de projetores móveis que podem ajudar à equipe de vendas a se destacar sobre a concorrência;
6. Se tiver pessoal fora do escritório, que perde tempo preenchendo formulários ou se os funcionários simplesmente preferem o lápis ao teclado, pensar no *Tablet PC*;
7. Se os funcionários de vendas ou de campo podem concluir negócios mais rapidamente ou proporcionar um melhor serviço ao cliente, imprimindo contratos,

relatórios ou apresentações onde quer que se encontrem, pesquisar sobre as impressoras móveis;

8. Se possuir empregados que precisam imprimir continuamente a fim de manter a produtividade enquanto permanecem em constante movimento dentro dos escritórios, pesquisar sobre as impressoras sem fio e o *software* de impressão para os *notebooks* e os *Pocket PCs*.

Diante das informações apresentadas, pode-se concluir que um amplo espectro de pessoas e organizações está se mobilizando para fins de comunicação, trabalho, entretenimento, educação e outros motivos. Há diversas e excelentes razões para tornar determinada empresa ou instituição móvel. Entretanto, somente se deve prosseguir nessa direção tendo um embasamento sólido das vantagens em utilizar tal mobilização.

4. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES MÓVEIS

4.1. Considerações Iniciais

Neste capítulo, é tratado e discutido o desenvolvimento de aplicações móveis. Inicialmente, são descritos alguns conceitos e termos gerais relacionados às próprias aplicações sendo tratada a arquitetura de implantação cliente-servidor, considerando a conectividade entre ambos.

Além disso, a interface entre um dispositivo móvel e o usuário é detalhada, demonstrando meios de manipulação de acordo com o usuário em questão. Em acréscimo, são mostrados alguns métodos e princípios para fazer a modelagem de uma aplicação móvel e, finalmente, a tendência de evolução de tais aplicações.

4.2. Arquiteturas de Aplicação Móvel

Nesta seção, são discutidas as arquiteturas de aplicação móvel e são apresentados alguns padrões de arquitetura, explicados quanto à sua utilidade.

4.2.1. Cliente-Servidor

As arquiteturas de aplicação freqüentemente são modeladas para destacar ou ilustrar o *layout* do *software* (código da aplicação e plataforma) e *hardware* (cliente, servidor e dispositivos de rede) (Lee *et al.*, 2005). Embora existam muitas combinações possíveis de *software* e *hardware*, as arquiteturas de aplicação podem ser encaixadas em uma série de padrões reconhecíveis.

Antigamente, faziam-se presentes os sistemas monolíticos e *mainframes*, onde a interface com o usuário, a lógica do negócio e a funcionalidade de acesso aos dados estavam contidas em uma única aplicação (Almeida, 2002). Neste antigo modelo de computação centralizada, os poderosos *mainframes* atendiam a uma série de terminais, pois se limitavam à exibição de dados.

Atualmente, as arquiteturas de aplicação são modeladas em termos de uma arquitetura cliente-servidor, na qual um ou mais dispositivos clientes solicitam informações a um servidor que responde com as informações solicitadas. De acordo

com Comtempory (2003-2004), a utilização de uma arquitetura cliente-servidor é um dos fatores fundamentais ao sucesso no manuseio de grandes volumes de informação.

Uma aplicação cliente-servidor é aquela na qual o cliente, que instancia a interface do usuário da aplicação, liga-se a um servidor de aplicação ou sistema de banco de dados. Quando um cliente se conecta diretamente com um sistema de base de dados ou com uma aplicação servidora monolítica, a arquitetura da aplicação é uma arquitetura duplamente ligada.

A arquitetura cliente-servidor, afirma Mattos (2004), possui uma premissa simples: computadores diferentes executam tarefas diferentes e cada computador pode ser otimizado para uma tarefa em particular.

De acordo com Almeida (2002), a arquitetura cliente-servidor caracteriza-se por ter parte do processamento realizado junto aos usuários, onde a estes é dado um maior poder. Além disso, vale destacar uma computação mais acessível nesse tipo de arquitetura. Entretanto, há desvantagens em utilizar arquitetura cliente-servidor:

- a funcionalidade de acesso ao banco de dados e a lógica do negócio estão contidas no componente cliente;
- mudanças na lógica do negócio envolvem a substituição dos clientes;
- aplicações são mais frágeis.

Nos aplicativos cliente-servidor, o servidor é diretamente conectado e responsável por cada dispositivo cliente que está operando com suas informações. Desse modo, segundo InfoClientServ (2005), se existem 1000 usuários no mundo acessando um dado aplicativo, seu servidor terá que usar seus recursos para gerenciar as solicitações de cada um deles. A inviabilidade desse tipo de responsabilidade, em uma época em que alguns dos produtos de *software* mais populares da *Web* são acessados por milhões de usuários diariamente, criou a necessidade de uma nova arquitetura de *software*. Uma arquitetura que fosse capaz de dar conectividade e produtividade a grandes quantidades de usuários simultâneos; surgiu a arquitetura em multicamadas.

Assim, a partir desse novo conceito, a comunicação realizada na arquitetura cliente-servidor passou a utilizar camadas e filas.

4.2.1.1. Camadas

A funcionalidade do código elaborado não é necessariamente uniforme na aplicação. Certas seções de código são mais adequadas para tratar a interface com o

usuário, enquanto outras seções são desenvolvidas com a finalidade de gerenciar a lógica do negócio ou comunicar-se com o banco de dados. Assim, surge a divisão em camadas, que descreve a divisão de trabalho dentro do código da aplicação em uma única máquina.

No código do lado do cliente, existem de zero a três camadas de código da aplicação. No código do lado do servidor, há de uma a três camadas. Isso é em parte uma questão de um bom projeto de *software* – o que ajuda na capacidade de reutilização do código – e uma questão de segurança e conveniência.

Um cliente sem camada de código não tem código da aplicação personalizado. Esse tipo de cliente é denominado cliente magro (*thin client*) sendo possível utilizá-lo na arquitetura cliente-servidor, se o servidor armazenar o código personalizado da aplicação. Um cliente com uma a três camadas de código da aplicação é denominado cliente gordo (*fat client*). Vale ressaltar também que um servidor pode ter de uma a três camadas de código da aplicação personalizado.

A camada de código que interage mais perto do usuário é chamada de camada de apresentação. A segunda camada é denominada camada de negócios, pois em geral ela trata da lógica existente na aplicação como um todo. A terceira camada é denominada camada de acesso a dados. Em geral, ela trata da comunicação com o banco de dados ou com a origem de dados.

Diante do que foi exposto, podem ser citados os modelos de duas e três camadas, mais utilizados e mais viáveis em uma arquitetura cliente-servidor:

- **Modelo de duas camadas.** A necessidade de compartilhar a lógica de acesso a dados entre vários usuários simultâneos fez surgir aplicações em duas camadas. A aplicação cliente solicita dados de um banco de dados e os exibe em um ou mais formulários. Uma vez que os dados estão no dispositivo cliente, a aplicação pode processá-los. O dispositivo cliente é inteiramente capaz de manipular os dados localmente, sem que o servidor se envolva no processo (Mattos, 2004). Nesta estrutura, a base de dados foi colocada em uma máquina específica, separada das máquinas que executam as aplicações. Os dados são acessíveis em outra máquina através de uma conexão a essa base de dados. Alterações na lógica de acesso a dados não devem interferir com o restante. No limite desta arquitetura, resalta SisInfo (2005), a camada de acesso aos dados pode ser trocada. Um outro banco de dados pode ser utilizado sem interferência nas outras duas camadas desde que a interface

entre elas não mude. Em tal abordagem, segundo Macoratti (2005), tem-se aplicativos instalados em estações clientes contendo a lógica da aplicação. Um grande problema neste modelo é o gerenciamento de versões, pois para cada alteração os aplicativos precisam ser atualizados nas máquinas clientes;

- **Modelo de três camadas.** Neste modelo, a lógica de apresentação está separada em sua própria camada lógica e física. Portanto, diferentes tipos de meios de apresentação podem ser utilizados para acessar a lógica de negócio. De acordo com Macoratti (2005), a separação em camadas lógicas torna os sistemas mais flexíveis permitindo que as partes possam ser alteradas de forma independente. Além da flexibilidade proporcionada pela separação lógica, a separação em camadas físicas diferentes pode oferecer uma maior flexibilidade em relação ao *hardware*, pois pode permitir a separação da aplicação em máquinas diferentes (SisInfo, 2005). A funcionalidade da camada de negócios pode ser dividida em classes e que podem ser agrupadas em pacotes ou componentes reduzindo as dependências entre classes e pacotes. Tais classes podem ser reutilizadas por diferentes partes da aplicação e por aplicações diferentes. O modelo em três camadas, segundo Mattos (2004), divide os componentes de uma aplicação em três categorias:

- ✓ Camada de Apresentação: É executada no cliente e interage com o usuário. As aplicações para a camada de apresentação são chamadas de serviços do usuário;
- ✓ Camada de Negócios: Conhecida como camada de regras do negócio, esta camada contém a lógica da aplicação. Isso simplifica o acesso do cliente ao banco de dados por meio do isolamento do serviço de usuários do banco de dados;
- ✓ Camada de Acesso a Dados: Esta camada está no servidor de banco de dados que atende às solicitações feitas pelos clientes. O servidor do banco de dados deve atualizá-lo e proteger sua integridade.

Em modelos de três ou mais camadas, há uma separação clara entre as diversas responsabilidades envolvidas no desempenho de cada função, de modo que a aplicação não é mais dividida entre um servidor e um cliente, mas em três ou mais camadas que se comunicam entre si quando há necessidade.

No entanto, o que torna essa abordagem diferente é o fato de que cada uma das camadas funcionar de forma separada e inteligentemente, levando em consideração a

estrutura e a semântica de cada função a ser exercida. Isso é um imenso salto de qualidade, mas exige que o projeto e a implementação sejam planejados e construídos de forma especial; assim, é possível atingir o resultado desejado. Segundo InfoMulti (2005), uma arquitetura em multicamadas tem inúmeras vantagens em relação ao modelo cliente-servidor tradicional, a saber:

- melhor balanceamento do aplicativo, à medida que cada camada divide responsabilidades na interação com os usuários, economizando os recursos das camadas mais profundas, como memória e processamento;
- melhor documentação e organização de projeto, de tal forma que a aplicação pode fazer uso de técnicas de projeto orientado a objeto, o que significa manutenção e evolução mais barata;
- maior segurança, pois os módulos desenvolvidos na camada de apresentação não têm acesso direto aos dados no servidor de banco de dados;
- melhor gerenciamento de recursos, pois, com a presença de uma camada de lógica de negócios, o acesso aos recursos é gerenciado, ao invés de ter cada usuário conectado consumindo os recursos de seu servidor.

4.2.1.2. Filas

Embora a divisão do código da aplicação em camadas favoreça a reutilização do código, ela não torna a arquitetura escalável. Para isso, é importante distribuir o código entre diversas máquinas, criando-se as filas para tal distribuição (Lee *et al.*, 2005). A segmentação em filas geralmente envolve a colocação de módulos de código em máquinas diferentes em um ambiente de servidores distribuídos. Se o código da aplicação estiver em camadas, o processo de segmentação em filas ficará mais simples.

O código que interage mais próximo do usuário é colocado na fila de apresentação. A segunda fila, que armazena a lógica de negócios da aplicação e a lógica de acesso a dados, é denominada fila de aplicação. A terceira fila abriga o próprio banco de dados ou origem de dados sendo denominada fila de banco de dados.

Os servidores que compõem cada uma das filas podem variar em número e capacidade. Por exemplo, segundo Lee *et al.* (2005), em um ambiente de aplicação *Web* amplamente distribuído, há um número grande de servidores *Web* de baixo custo na fila de apresentação, um número menor de servidores de aplicação na fila de aplicação e dois servidores clusterizados de banco de dados de alto custo na fila de banco de dados.

A capacidade de adicionar servidores é denominada escalonamento horizontal (*scaling out*) e a capacidade de adicionar servidores mais poderosos é denominada escalonamento vertical (*scaling up*). A segmentação em filas do código da aplicação dessa maneira facilita significativamente a capacidade de escalonamento das aplicações.

Em aplicações *Web* amplamente distribuídas, as filas geralmente ficam entre *firewalls*. Por exemplo, um *firewall* pode ser colocado na frente da fila de apresentação, enquanto um segundo *firewall* pode ser colocado na frente da fila de aplicação. A fila de apresentação é compactada entre *firewalls*, o que é chamado de DMZ (*Demilitarized Zone* – zona desmilitarizada), enquanto os servidores das filas de aplicação e de banco de dados permanecem protegidos por um segundo *firewall*, onde fica a chamada zona de Intranet (Lee *et al.*, 2005). A segmentação em filas facilita a segurança e permite que grandes empresas criem um escudo para os seus preciosos sistemas internos, protegendo-os do tráfego originário de zonas não confiáveis como a Internet e a DMZ. Sem segmentação em filas, torna-se muito difícil criar sistemas internos seguros.

Vale ressaltar, diante dos dados apresentados, que as filas descrevem arquiteturas de servidor e, em geral, não é comum utilizar dispositivos de cliente como uma fila.

4.2.2. Clientes

Existem muitos tipos de dispositivos móveis e os clientes têm o problema da falta de recursos, fazendo com que certas operações, realizadas pelos clientes, sejam executadas pelo servidor. Esta condição, se o cliente executa ou o servidor executa, traz à tona um assunto discutido, em que termos como cliente magro (*thin client*) e cliente gordo (*fat client*) são tratados com relação ao local onde as operações estão implementadas (Wildt, 2000).

Tais operações estando no servidor implicam o cliente sempre conectado, enquanto, se as operações estão no cliente, o cliente pode estar desconectado (Wildt, 2000). A arquitetura cliente-servidor flexível generaliza as arquiteturas de cliente magro e cliente gordo, em que os papéis de cliente e servidor e a lógica das aplicações podem ser realocados e executados em computadores móveis ou fixos. A conexão pode ser feita dinamicamente durante a execução da aplicação.

4.2.2.1. Clientes Magros (*Thin Clients*)

O termo cliente magro refere-se à camada de *software*, que suporta uma interface local para o usuário, baseada em janelas no dispositivo, enquanto a execução da aplicação é feita em um computador remoto, afirma (Coulouris *et al.*, 2001).

De acordo com JavaFree (2005), o cliente magro está restrito essencialmente à funcionalidade da interface com o usuário. Assim, nesse tipo de cliente, a parte da lógica de negócio e da persistência fica no servidor.

Os clientes magros têm pouca capacidade de processamento, fazendo com que as aplicações executadas nos clientes sejam processadas no servidor. Tais dispositivos clientes não possuem armazenamento local, pelo fato de haver pouco processamento. Esses dispositivos trazem a vantagem de não necessitar de instalação local de *software*, uma vez que o servidor provê o sistema operacional, aplicativos e dados. Entretanto, como o processamento é realizado no servidor, o mesmo deve ser capaz de suportar o processamento dos dispositivos clientes magros a ele conectados (MetaSys, 2006).

Os clientes magros não possuem código da aplicação personalizado e dependem completamente do servidor para sua funcionalidade (Figura 4-1). Tais clientes utilizam navegadores *Web* amplamente disponíveis e navegadores WAP (*Wireless Application Protocol*) para exibir os seguintes tipos de páginas de conteúdo de aplicação: i) *Web* (HTML, XML); e ii) WAP (WML).

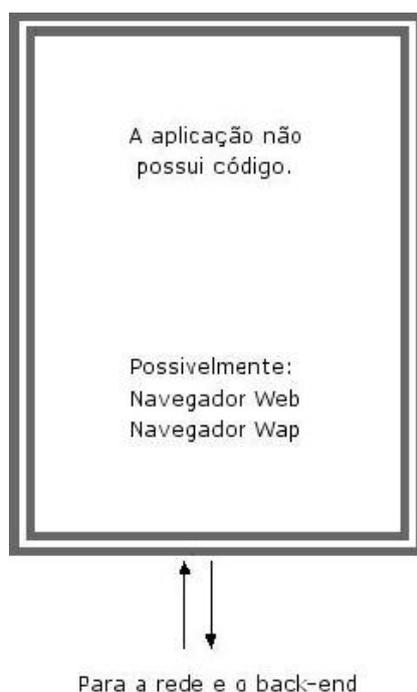


Figura 4-1 – Cliente magro sem camadas (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

Por exemplo, se páginas *Web* não são exibidas, um *Pocket PC* pode exibi-las por meio do *Microsoft Pocket Internet Explorer*, enquanto um *Tablet PC* e um *laptop* podem exibi-las no *Microsoft Internet Explorer* ou no *Netscape Navigator*. De maneira semelhante, um navegador WAP de um telefone celular pode exibir páginas WML.

No entanto, o problema dos clientes magros é estarem em comunicação constante com o servidor, pois ele é a sua fonte para atualizar e obter dados. Outra dificuldade desta arquitetura é quando se tem alta atividade de interação gráfica na qual as demoras experimentadas pelos usuários aumentam com a necessidade de transferir imagens e informações vetoriais entre o cliente magro e o processo da aplicação (Coulouris *et al.*, 2001).

As aplicações de cliente magro são muito menos dependentes de dispositivos e de sistemas operacionais específicos do que os clientes gordos (Lee *et al.*, 2005). Isso acontece porque o código de aplicação personalizado não é instalado no dispositivo móvel. Em vez disso, os usuários acessam a aplicação do servidor através de *software* padrão da indústria, com um navegador *Web* ou WAP.

No entanto, mesmo que os clientes magros sejam menos dependentes de dispositivos e de sistemas operacionais específicos, há algumas dependências de dispositivo a considerar, como o tamanho da área de exibição e as linguagens de marcação que os navegadores podem interpretar. Portanto, tem-se ainda que decidir a quais dispositivos móveis específicos precisa dar suporte e *renderizar* o conteúdo de página apropriado a tais dispositivos de maneira correspondente.

As páginas podem ser geradas pelo uso de um *renderizador*. Trata-se de um programa que atua na camada de apresentação do servidor cuja finalidade é receber dados de uma fonte de dados e os *renderizar* ou gravar em vários formatos diferentes dependendo do tipo específico do dispositivo móvel (Lee *et al.*, 2005) (Figura 4-2).

Além disso, um navegador *Web* pode suportar linguagem de criação de *scripts* do lado do cliente como *JavaScript* ou *VBScript* para validação de formulários. O servidor tem um mecanismo de *renderização* como parte de sua camada de apresentação sendo capaz de exibir o conteúdo apropriado para aquele dispositivo móvel (Figura 4-3).



Figura 4-2 – Criando conjuntos separados de páginas com o *renderizador* (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

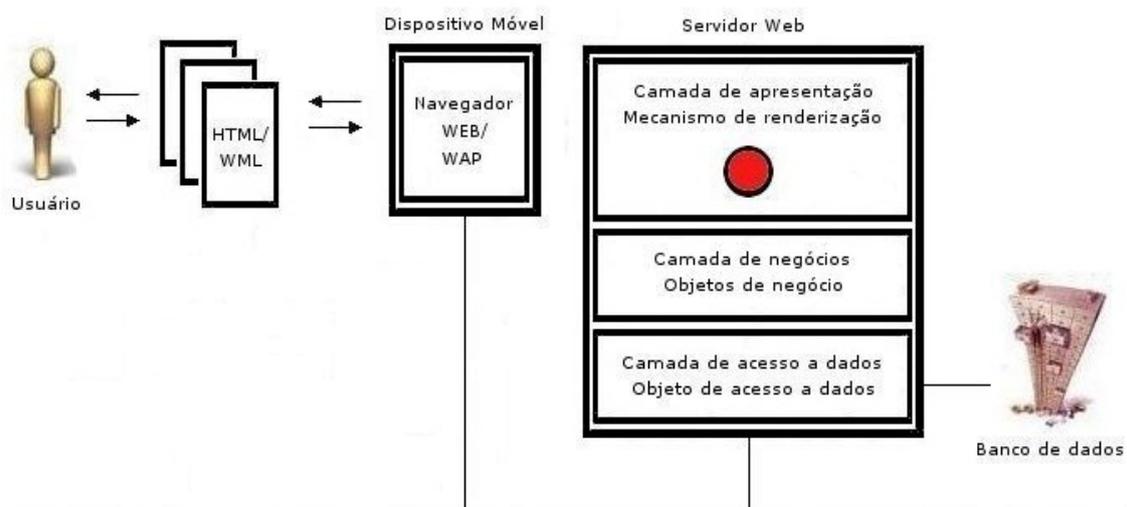


Figura 4-3 – Arquitetura de Aplicação – Cliente Magro (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

4.2.2.2. Clientes Gordos (*Fat Clients*)

Em uma arquitetura cliente-servidor, um cliente gordo é um dispositivo cliente que executa parte do processamento, com participação do servidor. O cliente trata da apresentação e das funções e o servidor gerencia os dados e os acessa (NetPedia, 2005).

Segundo DecisProj (2006), o cliente gordo é aquele que congrega a funcionalidade de interface do usuário com a lógica da aplicação. Neste caso, o servidor é essencialmente um provedor e armazenador de dados.

Os clientes gordos possuem de uma a três camadas de código da aplicação e podem operar independentemente de um servidor por certo período. São mais úteis em situações em que não há garantia de comunicação permanente entre o cliente e o servidor (Lee *et al.*, 2005). Por exemplo, uma aplicação de cliente gordo pode ser capaz de aceitar entrada de usuário e dados de um banco de dados local até que a conectividade seja restabelecida e os dados possam ser movidos para o servidor. Isso permite que o usuário continue trabalhando, mesmo se estiver sem contato com o servidor.

No entanto, tais clientes dependem muito do sistema operacional e do tipo de dispositivo móvel; por isso, pode ser difícil liberar e distribuir o código e ser necessário dar suporte a várias versões de código para diversos dispositivos.

Os clientes gordos podem ser implementados utilizando-se uma, duas ou três camadas de código da aplicação. Entretanto, se for utilizada somente uma camada, é extremamente difícil isolar as áreas de funcionalidade individuais, de forma a reutilizar e distribuir o código em diversos tipos de dispositivos (Figura 4-4). Portanto, segundo Lee *et al.* (2005), é melhor utilizar duas camadas (Figura 4-5) ou, de preferência, três camadas (Figura 4-6), de modo que se possa reutilizar o que for possível do código da aplicação.

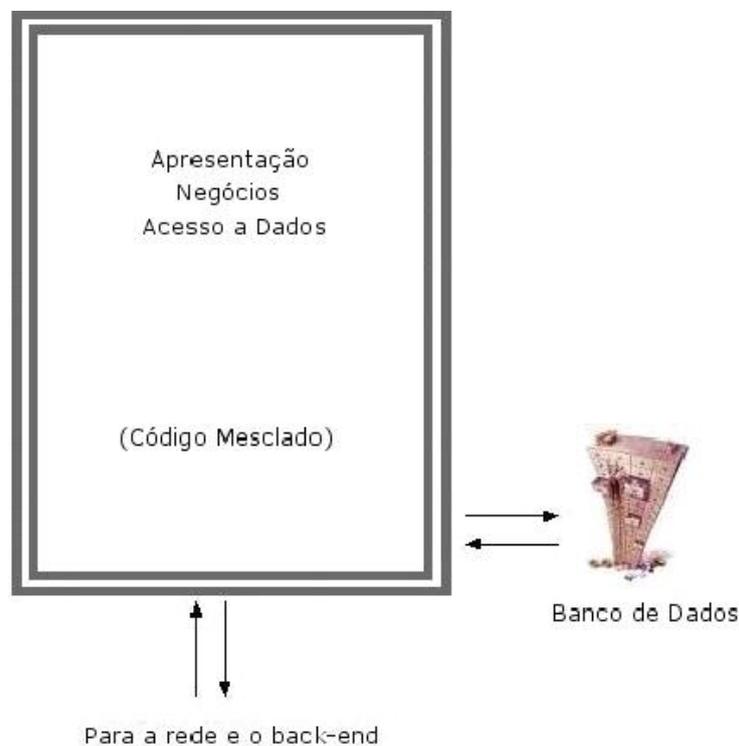


Figura 4-4 – Cliente Gordo (1 Camada) (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

Pode-se dizer, como ressalva, em se utilizar tal tipo de cliente, que o volume de dados trafegado entre o cliente e o servidor no cliente gordo é muito maior que no cliente magro. Porém, clientes gordos fazem menos acessos ao servidor do que clientes magros (GISPuc, 2005).

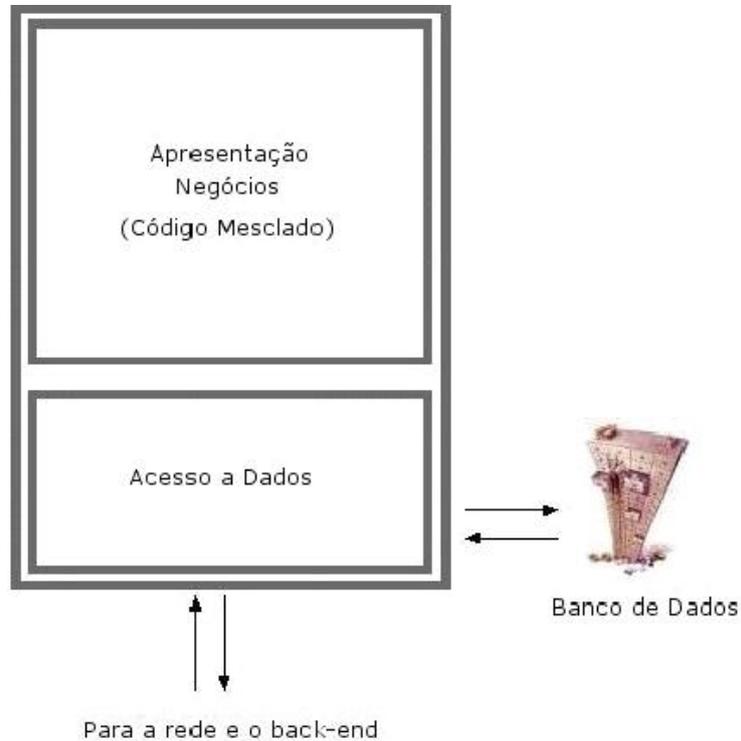


Figura 4-5 – Cliente Gordo (2 Camadas) (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

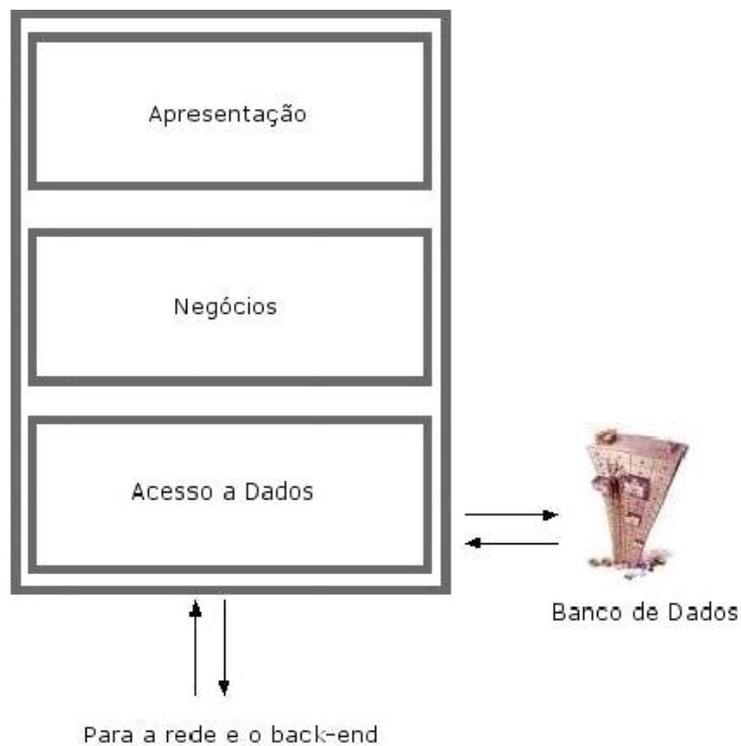


Figura 4-6 – Cliente Gordo (3 Camadas) (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

Por exemplo, uma aplicação construída para um *Pocket PC* não trabalha em um dispositivo RIM (*Research In Motion*) nem em um *Tablet PC*. Ao utilizar determinada plataforma, deve-se garantir reutilização de objetos construídos, como padrão de bom desenvolvimento.

Há várias formas de uso que são comuns para muitas indústrias, incluindo as áreas de saúde, governo, finanças e ciências, a saber:

- *Login*. A maioria das aplicações móveis tem algum tipo de mecanismo de *login*. Isso é uma importante consideração de segurança para aplicações móveis, pois um desses dispositivos pode facilmente ser perdido ou roubado;
- Seleção de tarefa. Uma vez que um usuário tenha efetuado *login* na aplicação, provavelmente desejará exibir alguma espécie de formulário ou *menu* que permita a ele selecionar uma tarefa a ser realizada. Vale ressaltar que esse *menu* de seleção de tarefa deve ser sensível ao contexto;
- Edição local de dados. A aplicação pode permitir a um usuário pesquisar, adicionar e editar dados locais. Esses requisitos específicos irão variar significativamente dependendo dos requisitos da aplicação;
- *Upload* de alterações. Quando um usuário se reconecta à rede, é necessário permitir que ele faça carga de dados. Devem-se carregar os dados ou permitir que o usuário selecione certos itens a serem carregados para o servidor.

Embora utilizem tecnologias diferentes, há diretrizes de arquitetura comuns que os variados dispositivos devem seguir. A aplicação de cliente gordo contém os seguintes itens: i) *windows forms*; ii) objetos de negócios; iii) objeto de acesso a dados; e iv) banco de dados (Figura 4-7).

Destacando a arquitetura de aplicações de cliente gordo com três camadas, tem-se:

- Camada de Apresentação. Consiste nos *windows forms* e utilizará controles tradicionais como caixas de texto, caixas de listagem, caixas de combinação e botões de opção a fim de exibir e reunir dados do usuário;
- Camada de Negócios. Consiste em um conjunto de objetos que contém negócio e lógica de aplicação. Algumas considerações ao desenvolver objetos de negócio incluem: i) reutilização de objetos; ii) projeto de objetos; e iii) propriedades comuns de objeto e métodos. Cada objeto pode ter um conjunto de propriedades, que

representam as características de um objeto, e um conjunto de métodos, que são representados utilizando-se Diagramas de Classe UML;

- Camada de Acesso a Dados. Consiste no objeto de acesso a dados e no próprio banco de dados. Alguns pontos a serem considerados ao desenvolver a camada de acesso a dados são: i) o objeto de acesso a dados; ii) o banco de dados local; e iii) a sincronização de banco de dados.

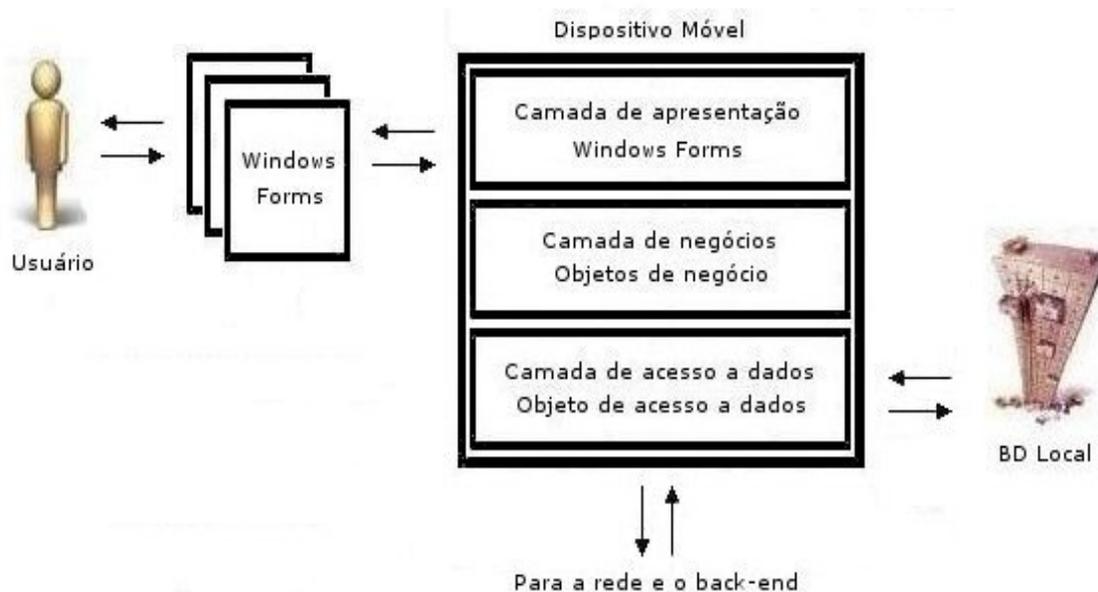


Figura 4-7 – Arquitetura de aplicação móvel – Cliente Gordo (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

4.2.3. Servidor

As arquiteturas de servidor são compostas de uma a três camadas de código implementado em uma a três filas. Embora seja mais usual construir sempre arquiteturas de três filas, há vantagens e desvantagens nessa empreitada. Por exemplo, pode ser caro implementar arquiteturas de três filas em larga escala. Se a aplicação real for criada para um número limitado de usuários, isso pode ser um exagero. As arquiteturas de servidor são (Lee *et al.*, 2005):

- Arquitetura de uma fila (*one-tier*). Uma arquitetura de uma fila pode ser desenvolvida de modo que as três camadas de código coexistam em um único servidor (Figura 4-8). Há vantagens e desvantagens:
 - ✓ Vantagens: i) muito conveniente; e ii) rápida de desenvolver e implantar;
 - ✓ Desvantagens: i) menos escalonável; e ii) dificuldades de segurança.

É muito conveniente poder desenvolver código em uma única máquina. Por outro lado, é extremamente difícil escalonar a aplicação. No caso de uma aplicação de

Internet, é difícil proteger o servidor usando *firewalls* e zonas de segurança, pois será preciso colocar o servidor na DMZ, o que pode expor o seu banco de dados a um risco de segurança inaceitavelmente alto.

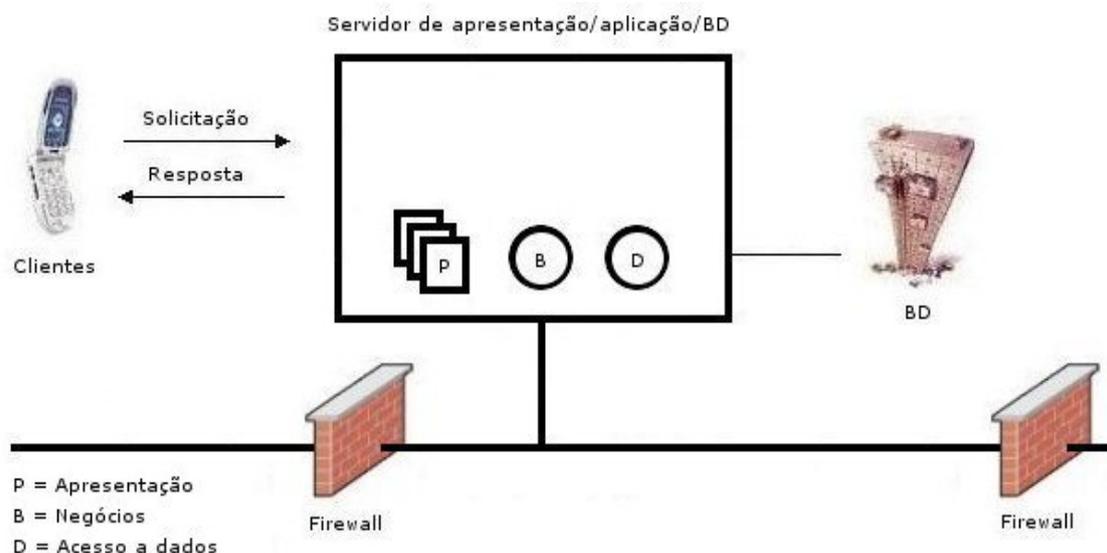


Figura 4-8 – Arquitetura de uma fila (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

- Arquitetura de duas filas (*two-tier*). Uma arquitetura de duas filas pode ser desenvolvida, de modo que um servidor do banco de dados fique separado do servidor de apresentação/aplicação (Figura 4-9). Há vantagens e desvantagens:
 - ✓ Vantagens: i) conveniente; e ii) permite a especialização de servidor do banco de dados;
 - ✓ Desvantagens: i) menos escalonável; ii) dificuldades de segurança; e iii) mais cara.

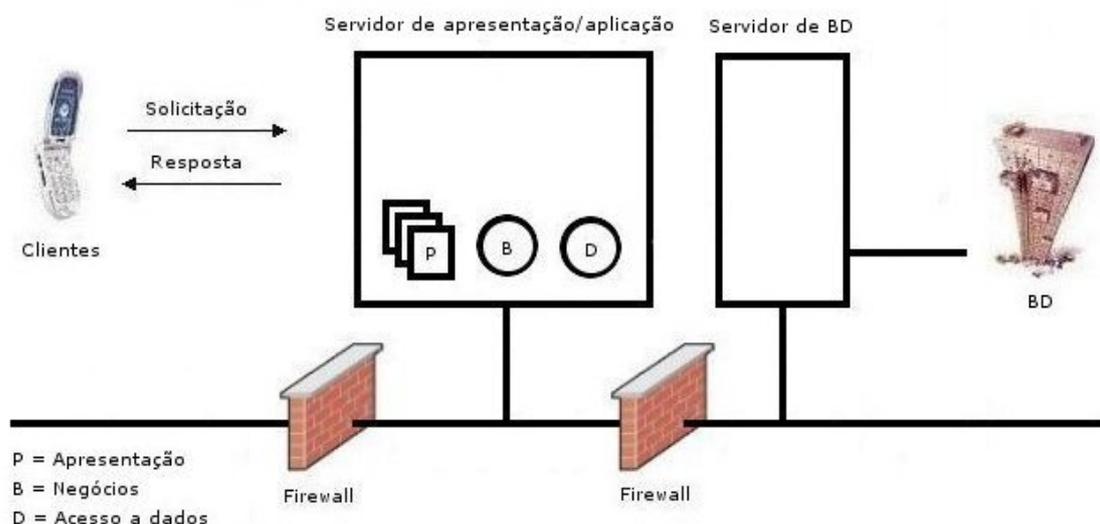


Figura 4-9 – Arquitetura de duas filas (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

Isolar o servidor do banco de dados permite que o servidor seja mais especializado. No entanto, é muito difícil escalonar a aplicação. Também é difícil proteger os servidores com *firewalls* e zonas de segurança, embora isso seja bem mais fácil do que em uma arquitetura de uma fila. Contudo, há um risco em expor a aplicação a riscos de segurança inaceitavelmente altos;

- Arquitetura de três filas (*three-tier*). Uma arquitetura de três filas pode ser desenvolvida de modo que os servidores de apresentação, aplicação e banco de dados fiquem separados (Figura 4-10). Há vantagens e desvantagens:

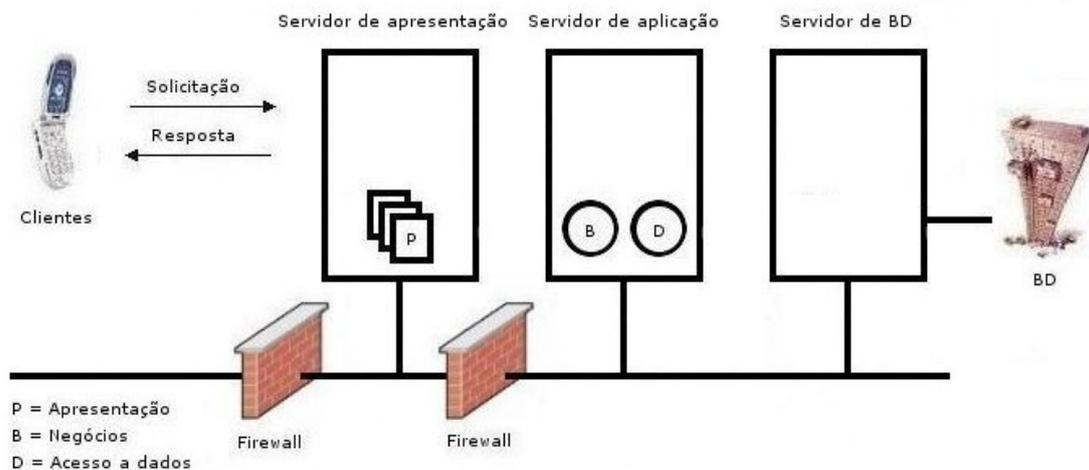


Figura 4-10 – Arquitetura de três filas (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

- ✓ Vantagens: i) escalonável; ii) protegida por trás de *firewalls* e zonas; e iii) permite a especialização de servidor do banco de dados;
- ✓ Desvantagens: i) mais difícil de ser desenvolvida; ii) mais difícil de ser gerenciada; e iii) mais cara.

Isolar o banco de dados permite que o servidor do banco de dados seja mais especializado. Isolar os servidores de apresentação e de aplicação permite a especialização desses servidores. É possível proteger a aplicação e os servidores atrás de *firewalls* e zonas, desde que os servidores de apresentação possam ser colocados no DMZ e os servidores do banco de dados e de aplicação possam ser colocados na zona de Intranet.

4.3. Interface com o Usuário

A interface é o elemento do sistema que medeia a interação entre o ser humano e o sistema (Faulkner, 1997). Deve proteger o usuário das idiossincrasias do sistema e

conduzi-lo a formar um modelo mental sobre o modo de funcionamento do sistema (Alçada, 2004). Uma boa interface aparenta ser uma forma natural de desempenhar a tarefa. O sistema deve adaptar-se às necessidades do usuário e não esperar que ele se adapte à sua forma de funcionamento.

De acordo com Faulkner (1997), são apresentados alguns princípios de *design* de interfaces para qualquer tipo de dispositivo. A interface deve possuir:

- Naturalidade. Deve refletir a semântica do usuário e evitar o pré/pós-processamento humano. Deve utilizar a linguagem da tarefa em um tom claro e pessoal, mas evitando a intimidade. A aplicação deve adaptar-se ao usuário e não o contrário;
- Consistência. Deve corresponder e reforçar as expectativas do usuário, que foram criadas em interações anteriores no sistema. Deve manter fixa a localização de comandos e utilizar a mesma linguagem das mensagens localizadas no mesmo local. O usuário não deve aprender um método para uma área e outro para outra área. A apresentação da informação também deve ser consistente;
- Relevância para executar sua função. Deve pedir informação relevante à tarefa e evitar a introdução de demasiada informação. O sistema não deve pedir o que foi introduzido em outra área. A informação disponibilizada na tela após a tarefa deve ser curta e relevante. O usuário não deve ter material desnecessário. Para obter essa informação, o usuário deve usar o mínimo de esforço associado ao uso do teclado, maximizando o desempenho e minimizando a ocorrência de erros;
- Suporte. Deve ajudar a completar a tarefa, isto é, fornecer ajuda sobre como e o que vai resultar a operação. Deve informar sobre o estado atual do sistema, respondendo às perguntas do usuário sobre onde está, como chegou a essa área, o que está acontecendo, como pode sair ou qual deveria ser o próximo passo do usuário;
- Flexibilidade. A interface deve adaptar-se às diferenças nos requisitos, às diferenças das preferências e aos diferentes níveis de desempenho de cada usuário, de modo a permitir uma maior adaptabilidade da interface ao usuário. Deve ter vários níveis de ajuda e considerar requisitos diferentes em relação à mesma tarefa.

Considerando a interface homem-máquina, pode-se dizer que os princípios citados anteriormente estabelecem vários fatores como a facilidade de uso e aprendizagem por parte do usuário e maior desempenho e satisfação do usuário na realização de tarefas.

Todavia, conforme Silva Filho (2004), enquanto a diversidade humana é um aspecto positivo no que tange ao enriquecimento sócio-cultural e troca de experiências dos seres humanos, ela constitui-se em um desafio aos *designers* de interface. Nesse sentido, um conjunto de características é considerado:

- Habilidades de percepção e cognição: capacidade de memorização, atenção e solução de problemas;
- Fatores que afetam o desempenho motor e perceptivo: fadiga, ansiedade, medo, envelhecimento;
- Diferenças culturais: descrição de datas, horário, peso (e outras medidas), endereços e significado de cores e ícones;
- Deficiências nos usuários de equipamentos: auditiva, motora, cognitiva e de fala.

O *design* de interface tem sido uma atividade que requer cada vez mais o conhecimento da população usuária. Portanto, torna-se imperativo conhecer o perfil de usuário de um dispositivo a fim de que as características dos dispositivos e sua interface estejam de acordo com sua população de usuários. Desconsiderar esta simples regra significa conduzir um produto ao insucesso ou mesmo à frustração de expectativas.

4.3.1. Interface para Clientes Móveis

Uma interface de cliente móvel, segundo Alçada (2004), é elaborada recorrendo-se a algumas noções de *design* da interface e de disposição das informações a serem exibidas. Nos dispositivos móveis, os formulários são as várias telas apresentadas ao usuário e os controles são os elementos interativos. Vale ressaltar que uma boa interface melhora a experiência do usuário; uma interface pobremente projetada pode pôr em risco o uso da aplicação móvel.

Uma interface gráfica atraente é sem dúvida um pré-requisito para o sucesso de qualquer aplicação. Entretanto, quando o assunto é interface para dispositivos móveis, existe um outro fator muito importante: a acessibilidade aos recursos do aplicativo. Além disso, o desenvolvedor de aplicações para dispositivos móveis deve estar atento a estes fatos de maneira tal que os *menus* da interface gráfica tenham uma boa navegabilidade e que os gráficos não consumam muitos recursos do aparelho, o que prejudica a performance da aplicação (WebMobile, 2005).

Assim, essa interface é a área primária de interação, onde um usuário insere as informações em um dispositivo móvel utilizando um ou vários periféricos, como um

teclado, *mouse*, *stylus* ou caneta. O dispositivo móvel manda as informações para a tela em forma de páginas. Essas páginas são páginas *Web* ou *windows forms*.

A seguir, são considerados os mecanismos básicos de entrada e saída (E/S) usados para a comunicação entre um usuário e um dispositivo móvel. Discutem-se os vários tipos de conteúdo de aplicação e examina-se a experiência do usuário em termos do que ele deseja ao utilizar aplicações móveis.

4.3.2. Entrada/Saída de Dispositivo

Um usuário é capaz de comunicar-se com um dispositivo móvel através de uma variedade de métodos. Em geral, os métodos de entrada de dispositivo incluem um teclado, mouse, *stylus*, caneta, tela sensível ao toque, scanner e comandos de voz, enquanto os métodos de saída de dispositivo incluem uma tela, impressora e a fala (Figura 4-11) (Lee et. al.,2005).



Figura 4-11 – Interface com o usuário (Fonte: Lee et al., 2005)

Os periféricos de dispositivo móvel que permitem aos usuários realizarem operações de entrada e saída podem ser pequenos. Por exemplo, um telefone celular tem uma tela muito pequena, enquanto um PDA tem uma tela um pouco maior e um teclado virtual.

Conforme Alçada (2004), a maioria dos PDAs utiliza uma caneta própria como meio preferencial para a entrada de dados, em lugar do teclado. Isso significa que possuem um sistema de reconhecimento de escrita.

Entretanto, os *Tablet PCs* possuem uma caneta para entrada de dados e um monitor de cristal líquido *touch screen* para saída de dados, que possibilitam aos usuários escreverem na tela como no papel, semelhante a um *WebPAD* (EBookZine, 2003). Em acréscimo, trata-se de um regresso à lousa, esta feita virtual. O fato é que há uma lousa com capacidade de conexão sem fio, permitindo a ligação do *Tablet PC* à Internet ou a uma rede local, aumentando sua mobilidade (Seara, 2005).

Esses são desafios para o desenvolvedor da aplicação móvel. Por exemplo, se o usuário necessita ler muito, o desafio é exibir as informações de forma sucinta e útil em uma tela pequena. De modo semelhante, se o usuário tiver de digitar ou escrever muito, o desafio será permitir que ele insira as informações de modo rápido e preciso e ao mesmo tempo reduzir ao máximo possível a quantidade de digitação. Nas subseções a seguir, são discutidos alguns dispositivos de entradas/saída mais detalhadamente.

4.3.2.1. Teclado

O teclado é um periférico de entrada que possui importância variada diante de cada dispositivo móvel. Por exemplo, um teclado é provavelmente o dispositivo de entrada mais importante em dispositivos móveis como o *laptop*. No entanto, embora um *Tablet PC* possua um teclado, a intenção é que o teclado seja relegado a um papel secundário, com o *stylus* ou a caneta óptica superando-o em importância como o principal método de entrada.

Há opções de teclado e acessórios disponíveis – como teclados deslizantes ou dobráveis – que possibilitam o luxo de um teclado maior para digitar melhor em um dispositivo móvel menor, implicando em um periférico adicional para carregar. **A Erro! Vínculo não válido.** mostra os padrões de teclado para alguns dispositivos móveis.

Tabela 4-1 – Padrões de teclados para alguns dispositivos móveis (Fonte: Lee *et al.*, 2005)

Tipos de Dispositivos Móveis	Tamanho Típico de Teclado
Dispositivo de Pager/RIM	Miniatura
Telefone Celular	Miniatura
PDA	De nenhum ao muito pequeno
Tablet PC	Médio
Laptop	De médio para tamanho completo

Os PDAs não têm um teclado, mas fornecem um teclado virtual na tela. Esse tipo de entrada acabou por causar problemas aos usuários que precisam digitar um pouco mais, por causa do incômodo e das inexactidões envolvidos em digitar durante muito

tempo em teclados pequenos. A fim de aliviar esse problema, alguns engenhosos mecanismos foram desenvolvidos. Teclados desmontáveis ou que podem ser dobrados permitem dar entrada rapidamente em grandes quantidades de dados (Lee *et al.*, 2005).

Os telefones celulares não têm um teclado, embora certos modelos com maior funcionalidade possuam teclados desmontáveis.

4.3.2.2. Mouse

Atualmente, o *mouse* externo não tem sido tão exigido em dispositivos móveis, que possuem um meio de navegabilidade interno.

No caso de *laptop*, um *mouse* é bastante utilizado, mas vem embutido no dispositivo. No entanto, determinados usuários ainda utilizam um *mouse* externo e aceitam a inconveniência de transportar um pequeno peso adicional pelo conforto e a flexibilidade proporcionada. Entretanto, segundo Microsoft (2005), ainda que se tenha um peso adicional, pode-se dizer que o *mouse* é menor e mais fácil de armazenar durante viagens. Ele tem um fio retrátil menor que dificilmente atrapalhará, aumentando consideravelmente a portabilidade do dispositivo.

No entanto, em dispositivos móveis como PDAs, o *stylus* ou a caneta substituíram de forma ampla – se não completamente – o *mouse* como o principal dispositivo para apontar e selecionar.

4.3.2.3. Fala

Embora reconhecida como um método de entrada, a fala é mais utilizada como método de saída. Por exemplo, dispositivos móveis podem ler notícias, matérias e outras informações para usuários em voz alta. Certos dispositivos inteligentes podem realizar autodiagnóstico e, de forma audível, relatar informações sobre *status* ou problemas para usuários. Informações de localização para motoristas podem ser dadas verbalmente, o que pode ser uma opção mais segura do que olhar para um mapa em uma tela enquanto se está dirigindo (Lee *et al.*, 2005). Usuários com problemas visuais podem se beneficiar da assistência verbal. Por outro lado, usuários podem simplesmente ouvir histórias para fins de entretenimento.

Segundo Sato (2004), algumas tecnologias de estabelecimento da fala podem ser citadas: i) reconhecimento de voz; ii) interpretação de linguagens; iii) geração de linguagem; e iv) síntese de voz.

Entretanto, em termos de entrada de comando de voz, algumas tecnologias mais avançadas existem, incluindo o *Microsoft Agent*. Por exemplo, um usuário pode consultar um *Microsoft Agent* para assistência por entrada de voz. Esses agentes utilizam tecnologia *ActiveX* e têm um *kit* de desenvolvimento de *software* que pode ser utilizado para criar suas próprias caricaturas e programar o seu próprio agente (MicrosoftAgent, 2003).

4.3.2.4. Tela

A tela de um dispositivo móvel é a principal fonte de saída de dados. Dois tipos de telas, segundo Lee *et al.* (2005), encontram-se atualmente disponíveis em dispositivos móveis: as telas planas e a tela interativa sensível ao toque. Os PDAs e os *Tablet PCs* têm tela sensível ao toque, que permitem utilizar *stylus* e canetas para fazer seleções precisas de tela e escrever sem que seja preciso usar um *mouse*. A Erro! Vínculo não válido.mostra os tamanhos de tela para vários tipos de dispositivos móveis.

Tabela 4-2 – Tamanhos de tela para alguns dispositivos móveis (Fonte: Muchow, 2004)

Tipos de Dispositivos Móveis	Tamanho Típico de Tela
Dispositivo de <i>Pager</i> /RIM	7,62 cm
Telefone Celular	3,81 cm
PDA	10,16 cm (PC <i>handheld</i> com até 23,87 cm)
<i>Tablet PC</i>	26,42 cm
<i>Laptop</i>	26,42 cm a 40,80 cm

Vale ressaltar que as características específicas de uma tela de dispositivo móvel afetam a interface com o usuário de aplicação móvel (Lee *et al.*, 2005). Tais características são:

- Tipo de vídeo. Um vídeo tem uma variedade de características intrínsecas. Alguns telefones celulares e dispositivos RIM são monocromáticos, ao passo que PDAs, *Tablet PCs* e *laptops* têm monitor colorido. As diferenças são evidentes entre os dispositivos e devem ser levadas em consideração durante a sua escolha para abrigar uma determinada aplicação móvel. Portanto, se estiver contando com cor na apresentação das informações, é importante que os valores sejam diferenciados, mesmo se a exibição for monocromática;
- Tamanho do vídeo. O tamanho de exibição de vários dispositivos móveis é de importância quando se consideram as interfaces com o usuário. Em outras palavras, se estiver desenvolvendo uma aplicação móvel para um telefone celular, pode-se estar limitado a um tamanho de exibição muito pequeno que não pode ser

aumentado. Segundo Maxwell (1999), a dimensão da tela de vários dispositivos impõe uma restrição à criação da interface. Aplicações que necessitam apresentar grandes volumes de informação não são adequadas a dispositivos móveis. A aplicação tem que ser uma versão reduzida com informação indispensável e mais relevante. Isto permite verificar se uma dada aplicação se adequa à plataforma móvel sem influenciar a sua utilidade;

- Resolução de vídeo. Uma tela em geral tem resolução máxima que normalmente está relacionada à qualidade do dispositivo e ao custo. Uma tela de alta resolução é bastante desejável, mas é também mais cara;
- Orientação do vídeo. Em uma tentativa para utilizar tanta área de tela quanto possível, alguns dispositivos móveis permitem trabalhar nos modos vertical e horizontal. Embora esse recurso seja aparentemente útil, também significa que um usuário terá que aprender um novo modo de ver as coisas.

4.3.3. Conteúdo de Aplicação

As páginas são o principal meio de exibição de conteúdo, considerando-se um cliente móvel. Entretanto, ainda que haja uma grande variedade de itens a serem incluídos nas páginas, deve-se ter cuidado com um conteúdo complexo. Dessa forma, como observa Alçada (2004), a aplicação móvel não deve agregar grandes volumes de informação em uma única página, visto que isso dificulta a leitura e a compreensão. Deve-se organizar a informação logicamente ao longo de várias páginas.

Uma atenção particular deve ser dada à apresentação de informação sob a forma tabular. Várias colunas dificultam a visualização e a compreensão. Uma solução é apresentar a informação essencial em duas ou três colunas e criar um modo de visualização detalhada vertical (Alçada, 2004).

A parte interativa da página deve ser utilizada para campos de visualização/entrada de dados. Deve-se evitar sempre que possível a complexidade e os controles devem ser ativados com um único toque, pois o objetivo é facilitar a identificação rápida de informação e a funcionalidade. A dimensão dos controles deve ser confortável para a seleção, evitando a ocorrência de erros ao usuário. O número de controles deve ser mantido no mínimo indispensável em cada formulário, deixando espaço de visualização para os dados do usuário (Maxwell, 1999).

O conteúdo e o *layout* da aplicação constituem a interface de uma aplicação móvel. Nas seções a seguir, são discutidos os vários tipos de conteúdo que se pode fornecer aos usuários clientes móveis.

4.3.3.1. Texto

Segundo Lee *et al.* (2005), o texto é a área mais importante em termos de conteúdo de aplicação. Bom conteúdo de texto prende a atenção do usuário. Provavelmente, pode-se afirmar com segurança que o texto é a única mídia universal para os dispositivos móveis.

Criar bom conteúdo de texto segue as mesmas regras de uma boa composição escrita. O texto deve ter um propósito e fornecer as informações apropriadas àquele propósito. Além do mais, é razoável esperar que um conteúdo de texto da aplicação móvel seja bem escrito, informativo e livre de erros tipográficos, jargão e gíria.

Se há uma grande quantidade de texto, deve-se estruturá-lo dentro de tabelas ou formulários. As tabelas podem apresentar quantidades enormes de dados muito mais sucintamente do que parágrafos de texto. Além disso, diferentes fontes e tamanhos, destaques (negrito, itálico) e cores diferentes de texto podem ser utilizadas para construir páginas efetivas e bonitas com baixa carga durante o *download*.

As informações devem ser oportunas e exatas. Por exemplo, se a aplicação é destinada a um controle monetário mensal, deve exibir exatamente as informações necessárias para créditos, débitos (diários) e totais (mensais), limitando-se ao objetivo principal do sistema.

4.3.3.2. Imagens

As imagens são menos importantes apenas do que o texto no que diz respeito ao conteúdo de aplicação. Podem ser criadas e manipuladas utilizando-se qualquer um dentre os produtos de *software* (Lee *et al.*, 2005).

As imagens podem ser capturadas pelo uso de câmeras digitais e *scanners* de imagem. Caso se tenha uma câmera digital, podem-se tirar fotografias de itens, editá-las e prepará-las para utilização pela aplicação móvel.

4.3.3.3. Animação

A animação é um recurso amplamente utilizado para, principalmente, atrair a atenção do usuário diante do que é exibido.

Tecnicamente, arquivos de imagem animados são fáceis de criar, embora a composição de seqüência da animação possa ser difícil. Cria-se um conjunto de imagens que contêm a imagem, ligeiramente modificada. Depois que a seqüência de imagem estiver completa, cria-se um único arquivo composto que contém a seqüência de animação.

Entretanto, ao animar uma página, é importante levar em consideração o seu público-alvo. Se a página que está sendo lida contiver grande quantidade de texto, deve-se utilizar a animação com parcimônia, pois imagens que piscam, reluzem ou são rotacionadas ao extremo, podem distrair o usuário. Por outro lado, se estiver tentando anunciar algo, recursos mais espalhafatosos podem ser criados para enfatizar o produto.

4.3.3.4. Sons

Os sons podem ser registrados e convertidos em um formato adequado para serem reproduzidos em um dispositivo móvel.

Entretanto, o som deve ser utilizado criteriosamente. A maioria das aplicações roda relativamente em silêncio, com um *beep* ou som ocasional quando há um problema ou para destacar algum evento que ocorre no dispositivo móvel. Geralmente, segundo Lee *et al.* (2005), não é uma boa idéia incluir música externa nem sons, a menos que essa seja a intenção específica da aplicação.

Além disso, *beeps* contínuos, barulhos e outros sons podem irritar o usuário e aqueles em volta dele. De fato, muitos usuários configuram o som dos seus dispositivos com a opção *mute* (mudo) a fim de evitar esse problema. Dessa forma, não se deve contar apenas com o som para transmitir informações importantes.

4.3.3.5. Filmes

Há muitas ferramentas disponíveis capazes de capturar, editar, criar, transformar e distribuir imagens de filmes em formato digital, uma vez em formato digital há vários *players* multimídia que permitem aos usuários reproduzir esse conteúdo em dispositivos móveis.

No entanto, a reprodução de filmes deve ser feita criteriosamente. A qualidade das imagens é apenas medianamente aceitável nos dispositivos móveis atuais. Além disso, se estiver acessando filmes *on-line*, a largura de banda de comunicações do dispositivo pode não ser suficiente para reproduzi-los com sucesso. Mais ainda, tentar

visualizar filmes em dispositivos como PDAs pode consumir muito a memória do dispositivo e o seu armazenamento temporário.

4.3.4. Experiência do Usuário

O usuário, em geral, procura sempre uma aplicação rica em conteúdo e interativa, onde tal conteúdo é organizado em páginas.

Se há uma quantidade substancial de conteúdo de aplicação, a aplicação deve ter recursos excelentes de navegação junto com ajuda e capacidade de pesquisa. A personalização é importante, permitindo a cada indivíduo ter impressões pessoais da aplicação.

As seções a seguir descrevem os recursos que foram mencionados em mais detalhes e que são primordiais à crescente e eficiente experiência do usuário. Esses recursos são baseados em uma avaliação diante do amplo espectro de usuários. Entretanto, quando se estiver realmente desenvolvendo uma aplicação móvel, devem-se verificar essas generalidades com a população específica de usuários.

4.3.4.1. *Layout* de Página e Navegação

Uma parte crítica da experiência de usuário é a capacidade de facilmente navegar pela aplicação a fim de visualizar o seu conteúdo. Geralmente, quando o conteúdo possui níveis hierárquicos dentro da aplicação, esta utiliza *menus* e *submenus* para facilitar a navegabilidade.

A utilização de *menus* em uma aplicação permite que o usuário reconheça a informação em vez de recordá-la. Os *menus* são um tipo de diálogo comum em muitas interfaces, que permite um conjunto restrito e uma seleção de cada vez. O número de elementos deve estar contido entre 5 e 9. Se for necessário o uso de mais elementos, criam-se seções agrupadas de acordo com a tarefa (Alçada, 2004). As opções dos *menus* devem ser identificadas sem ambigüidade em relação à sua funcionalidade, através de nomes sugestivos, tendo em conta que devem ser breves, memoráveis e óbvios.

Os botões devem posicionar-se no fundo da página e não na barra de título. Essa disposição permite que os dados não fiquem obscurecidos pela mão do usuário. Não se deve utilizar botão icônico, é preferível utilizar texto, uma vez que a funcionalidade de um botão icônico nem sempre é aparente para os usuários. Além disso, consomem mais

memória do que os botões de texto, de acordo com Alçada (2004), tornando a aplicação mais lenta e aumentando a utilização de recursos.

A disposição de controles e dos formulários deve ser feita atendendo à lógica da tarefa e deve ser consistente. A página principal, segundo Alçada (2004), deve estar à distância de um toque, sendo assim mais acessível. As páginas secundárias devem estar à distância de dois toques, sendo menos acessíveis, uma vez que devem incluir controles menos frequentes. As páginas terciárias situam-se a três toques de distância, sendo as menos acessíveis, pois incluem itens mais avançados para usuários frequentes ou experientes.

Os títulos dos controles devem possuir legendas bem escolhidas, usando preferencialmente construções afirmativas, em uma linguagem acessível, e não usar mais de duas palavras (devido ao espaço disponível no dispositivo). Por exemplo, em vez de usar “Não Alterar” deve-se usar “Cancelar”; “Não Efetuado” deve-se usar “Anulado”. Os erros de introdução de dados devem ser detectados a tempo, de modo a evitar que o usuário introduza dados que introduziu previamente (Maxwell, 1999).

Entretanto, talvez a coisa mais importante a se lembrar ao desenvolver uma navegação de aplicação é o fato de o usuário não ficar perdido. O usuário deve ser capaz de navegar para qualquer parte da aplicação que utiliza com o mínimo possível de pressionamentos de tecla. Se a navegação for projetada adequadamente, mesmo em aplicações muito grandes, fica fácil navegar.

A seguir, são discutidos, de acordo com Lee *et al.* (2005), dois *layouts* típicos em interfaces de aplicações móveis, a saber:

- *Layout de Windows Form Grande*. Em um aplicativo para *Windows*, a parte superior do formulário é ocupada por um *banner* que contém o nome da aplicação. O *banner* pode conter botões para minimizar, maximizar e fechar a tela de aplicação (Figura 4-12). Logo abaixo do *banner* está a área principal de navegação. Os *menus* do *Microsoft Windows* são listas de escolhas que contêm *menus* adicionais até que uma lista final de escolhas seja apresentada. Os *menus* são colocados na parte superior de uma página e se desenrolam para baixo, a fim de oferecer opções de escolhas. Ao ser selecionada uma opção, ela desencadeia uma função que dispara alguma ação, causando a exibição de outra página que pode ser visualizada na área de conteúdo. O conteúdo pode incluir texto, imagens, animações, sons ou filmes. Desse modo, usuários podem navegar de formulário para formulário, onde ações diferentes podem

ser tomadas. Na parte inferior do formulário, há um rodapé que consiste em informações de suporte complementares;

- *Layout de Windows form Pequeno.* Aplicações para *Pocket PC* utilizam um *layout* de estilo *Windows Form Pequeno*. Duas diferenças significativas, entretanto, encontram-se na disposição do *menu* na parte inferior e no uso de um teclado virtual (Figura 4-13). Em uma aplicação típica para *Pocket PC*, a parte superior do formulário é ocupada por um *banner* que contém o nome da aplicação e um botão para fechar a sua tela. É importante observar que no *Pocket PC* esse botão oculta a aplicação, mas a deixa executando, enquanto em um aplicativo *Windows* esse botão realmente pára o programa. Logo abaixo do *banner*, está a área do conteúdo principal. O conteúdo pode incluir textos, imagens e controles de entrada (caixas de texto e de listagem). Quando telas de entrada de dados estiverem sendo desenvolvidas, deve-se tentar minimizar a quantidade de digitação necessária. Na parte inferior do formulário, fica a área de navegação principal. Um formulário de *Pocket PC* é um pouco diferente de um *windows form* tradicional, pelo fato dos *menus* ficarem na parte inferior da tela. Outra diferença entre um formulário de *Pocket PC* e um tradicional do *Windows* é a necessidade de administrar a exibição do teclado virtual ou *SIP (Soft Input Panel)*. O *Pocket PCs* e o *Tablet PCs* possuem um *SIP* tradicional que, quando é exibido, pode bloquear alguns outros controles de entrada. Será preciso assegurar-se que o *SIP* irá se tornar visível quando o usuário tentar inserir dados em uma caixa de texto e fazê-lo desaparecer quando não for mais necessário.

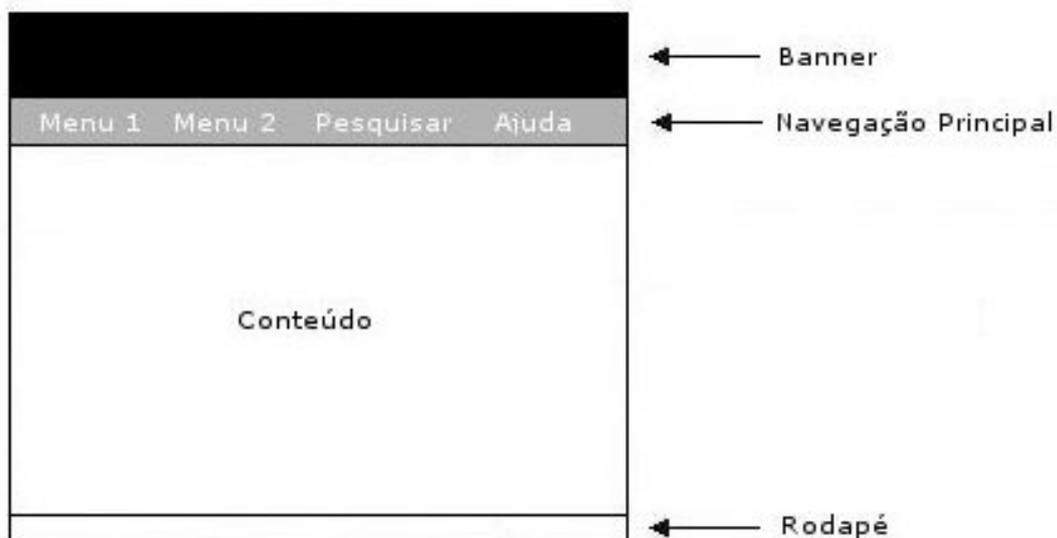


Figura 4-12 – Layout de windows form grande (Lee et al., 2005)

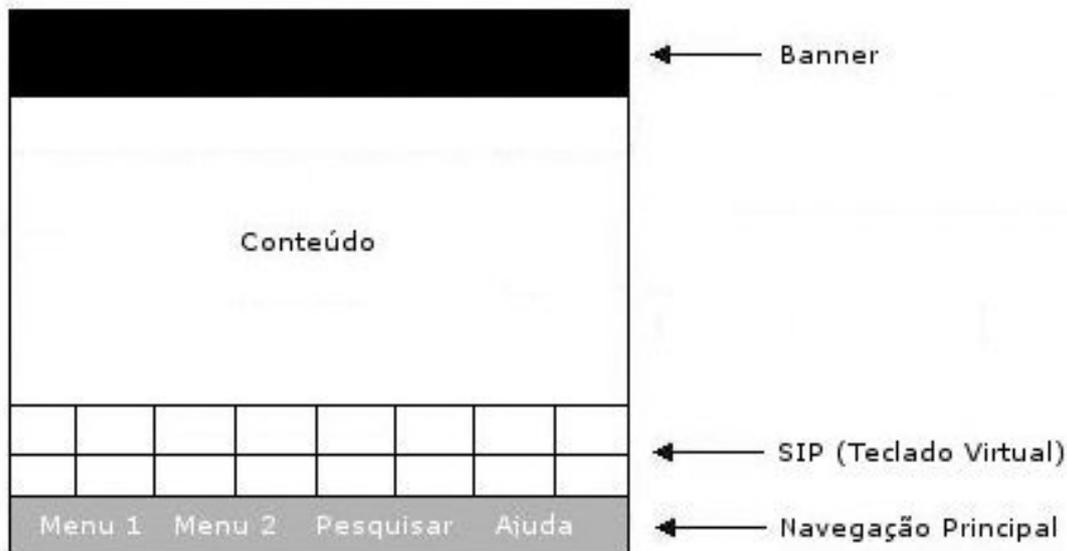


Figura 4-13 – Layout de Windows Form pequeno (Lee et al., 2005)

4.3.4.2. Personalização e Customização

A personalização e a customização de uma aplicação *Web* podem assumir várias formas, incluindo a personalização da aparência, do acesso e do conteúdo solicitado e direcionado. De acordo com Lee *et al.* (2005), tais formas são:

- Aparência e comportamento personalizados. As aplicações *Web* poderosas podem fornecer aos usuários a capacidade de alterar e personalizar a aparência e o comportamento da aplicação. Os itens que frequentemente podem ser personalizados incluem: i) *layout* de página; ii) *layout* de navegação; iii) *layout* de conteúdo; iv) conteúdo; v) segundo plano e primeiro plano coloridos; e vi) texto colorido;
- Acesso personalizado. Muitas aplicações *Web* são escritas de modo que o usuário possa utilizar e ver aspectos diferentes da aplicação. Isso depende de uma variedade de atributos de usuário, incluindo: i) identidade de usuário; ii) grupo de usuários; e iii) direitos do usuário;
- Conteúdo solicitado personalizado. Um usuário pode querer personalizar o conteúdo fornecido por uma aplicação. A fim de personalizar essa página, um usuário torna disponíveis informações pessoais para o provedor de serviço de informações, incluindo nome do endereço de correio eletrônico. Essa informação é armazenada no servidor e permite que o usuário veja seu histórico pessoal de ações. A demanda para conteúdo personalizado é muito alta, pois significa dar ao usuário informações personalizadas e específicas de uma forma flexível onde quer que ele se encontre;

- Conteúdo personalizado direcionado. As informações que usuários fornecem podem ser utilizadas para enviar conteúdo direcionado e anúncios publicitários para eles.

4.4. Tendências de Evolução das Aplicações Móveis

Atualmente, a telefonia celular é considerada a *killer application* do mundo móvel, onde as chamadas de voz são a principal aplicação móvel pessoal e corporativa. No futuro, porém, não se vislumbra uma nova *killer application*; o que fica claro é que irão existir algumas características-chave comuns às aplicações móveis de sucesso, que se comportam como blocos básicos a partir dos quais se constroem novos serviços e aplicações. Há algumas características-chave das novas aplicações móveis, que podem ser exibidas, conforme Promon (2005) (Figura 4-14).



Figura 4-14 – Características-chave das novas aplicações móveis (Fonte: Promon, 2005)

4.4.1. Riqueza de Informação

Uma das mais fortes tendências de evolução das aplicações móveis é o enriquecimento da informação por elas manipulada, fruto do aprimoramento das transações de negócio e da sofisticação das demandas dos profissionais por comunicação interativa. Nesse contexto, considera-se informação rica aquela que apresenta, de acordo com Promon (2005), um ou mais dos seguintes atributos:

- Multimídia. Utilização combinada de vídeo, áudio, imagens digitais e, em alguns casos, arquivos de diversos tipos. Entretanto, um dispositivo móvel tem recursos limitados sendo importante utilizá-los cuidadosamente. Além disso, a comunicação

entre um dispositivo móvel e uma aplicação *back-end* pode ser feita através de uma conexão lenta. Além disso, se for necessário utilizar arquivos GIF (*Graphics Interchange Format*) animados na aplicação móvel, deve-se tentar manter o tamanho desses arquivos GIF tão pequenos quanto possível. Dentre outras considerações relacionadas, inclui-se verificar quantas iterações faz o *loop* da seqüência de animação e quão rápido é ele;

- Personalização/Customização. A informação disponibilizada e consumida pela aplicação deve preferencialmente ser personalizada (dirigida especificamente ao usuário que a acessa no momento) e customizável (passível de sofrer modificações e adequações feitas pelo próprio usuário, segundo suas preferências). Este tópico foi tratado na seção anterior com maiores detalhes;
- Dependente de Contexto. Em um ambiente de aplicações em tempo real, a informação deve ser relevante ao contexto em que é acessada. Um caso particular de adequação ao contexto são as aplicações sensíveis à localização, recentemente popularizadas pelas operadoras de telefonia móvel. Nessas aplicações, conhecidas como LBS – *Location Based Services* (Figura 4-15), o apelo da sensibilidade ao contexto assume quatro diferentes ângulos, compondo uma proposição de valor bastante atraente para o usuário final. Segundo Promon (2005), a capacidade de determinar a localização do usuário torna-se, a cada dia, um importante atributo diferenciador. Prova disso é o sucesso das aplicações móveis de localização oferecidas por operadoras celulares e operadoras de rádio despacho.



Figura 4-15 – Serviços LBS (*Location Based Services*) (Fonte: Promon, 2005)

4.4.2. Imediatismo

Com a aceleração das transações e a evolução rumo à gestão em tempo real, o ciclo de vida da informação tem se encurtado significativamente. Esse fato gera a necessidade do imediatismo nas aplicações móveis: o usuário necessita de um acesso instantâneo à aplicação e às informações que ela disponibiliza, acessa ou processa. Em geral, afirma Promon (2005), esse imediatismo é atingido através da combinação de estratégias complementares:

- Conectividade *Always On*. Utilização de tecnologias de rede que permitam à aplicação se manter conectada continuamente;
- Informação Sincronizada/Acessível *Off-line*. Embora a visão corrente seja a dos dispositivos móveis estarem conectados, há muitas ocasiões em que eles ficam sem conexão durante períodos prolongados. Neste caso, a aplicação mantém os dados manipulados pelo usuário armazenados localmente no dispositivo móvel. Esta abordagem traz a vantagem de tornar o usuário independente da disponibilidade momentânea de uma rede de telecomunicações. Por outro lado, a implementação da aplicação traz o desafio de fazer o sincronismo dessas informações com acurácia e periodicidade adequadas, respeitando as regras relevantes de negócio;
- Abordagem Mista. A melhor solução consiste no uso simultâneo dessas duas estratégias na mesma aplicação. Assim, não é incomum que uma aplicação trabalhe *off-line*, mas possa sincronizar remotamente, provavelmente através de uma solução de conectividade *always on*.

Por fim, vale mencionar o papel da Gestão de Presença no imediatismo das aplicações móveis: ao representar o *status* do usuário, o perfil de presença permite à aplicação tratar os eventos externos de maneira diferenciada, adequada às necessidades desse usuário (Promon, 2005).

O impacto da Gestão de Presença no imediatismo é o fato de, ao possibilitar o tratamento diferenciado de determinadas comunicações, o usuário manter-se sempre conectado (*always on*). Na pior das hipóteses, caso o usuário esteja completamente indisponível, será possível receber comunicações não-interativas baseadas em texto, suficientes para atender boa parte das demandas por aplicações móveis nas empresas.

4.4.3. Facilidade de Uso

As aplicações móveis devem ser simples e de uso intuitivo. Interfaces gráficas aderentes a padrões de usabilidade, suporte a comandos de voz e dispositivos de entrada e saída adequados contribuem para essa simplicidade.

A questão da entrada de dados é especialmente importante em uma aplicação móvel, sendo fortemente dependente do dispositivo móvel empregado. Recentemente, novas formas de entrada de dados têm surgido no mercado, tornando-se rapidamente bastante populares. Entre elas, destacam-se: i) o *Click Wheel*, controle sensível ao toque desenvolvido pela *Apple* para a sua linha iPod de equipamentos móveis de mídia; ii) o mini-teclado conhecido como *thumb keyboard*, desenvolvido pela *Research In Motion* (RIM) para equipar seu terminal móvel, iii) o popular *BlackBerry*; e iv) os teclados virtuais para computadores de mão, otimizados para a digitação com canetas específicas (como o *MessageEase* ou o *Fitaly Easy*). Como tendência futura, o reconhecimento de voz deverá ter um papel importante na entrada de dados e no comando de dispositivos móveis (Promon, 2005).

No caso das interfaces de saída, diversos avanços tecnológicos têm contribuído para o aumento da facilidade de uso dos dispositivos. Entre esses avanços, destaca-se a melhoria contínua das tecnologias de exibição e os progressos significativos na tecnologia de *text-to-speech*, permitindo que o dispositivo apresente as informações ao usuário através de voz sintetizada.

Uma das funções que mais requerem facilidade de uso é a mencionada Gestão de Presença. Por requerer constantes atualizações por parte do usuário, o sistema de Gestão de Presença deve ser realmente intuitivo em sua utilização. Para tal, recorre-se a *ícones* que sumarizam de maneira lúdica as diferentes combinações de estado que configuram o perfil de presença do usuário.

4.5. Considerações Finais

Inicialmente, diante do que foi exposto, as arquiteturas de aplicação móvel podem ser modeladas convenientemente em termos de arquiteturas cliente-servidor. Os clientes podem estar sempre, parcialmente ou nunca conectados a um servidor e ambos podem, também, estar distribuídos em camadas. Um cliente pode ter de zero até três camadas, enquanto um servidor tem de uma a três camadas.

A arquitetura servidora pode ter de uma a três filas, sendo que há vantagens e desvantagens em utilizar arquiteturas em diferentes filas. Em qualquer caso, os princípios de bons projetos de arquitetura, tais como disponibilidade e escalabilidade, devem ser respeitados.

A interface com o usuário, além da arquitetura da aplicação, é uma área criticamente importante que os desenvolvedores precisam levar em consideração ao desenvolver uma aplicação móvel. Um conteúdo de aplicação cliente móvel pode incluir texto, imagens, animação, sons ou filmes. Geralmente, pode-se ter certeza de que os textos e imagens sempre ou quase sempre serão exibidos. Além disso, outra mídia, como som, pode ou não ser suportada por vários navegadores e *displays*.

Uma interface funcional e bem construída de acordo com o usuário final atrai as pessoas para a sua aplicação, ao passo que uma boa funcionalidade e o conteúdo a mantêm nela. A utilização criteriosa de texto e imagens para criar navegação intuitiva e aplicações móveis personalizadas ajuda a melhorar a experiência de usuário.

Finalmente, é de considerável importância citar que as características de arquitetura e de interface que foram tratadas não terão sentido se não estiverem acompanhando a evolução natural da tecnologia móvel, no que diz respeito aos prazeres e às necessidades do usuário. Por isso, é de suma importância estabelecer uma divisão funcional do projeto de aplicação, de tal forma que se tenha partes bem definidas da aplicação móvel e que podem ser tratadas com o maior rigor, buscando sempre o uso racional da informação em questão.

5. SisGAM – SISTEMA PARA GESTÃO ACADÊMICA MÓVEL

5.1. Considerações Iniciais

O **SisGAM** (**S**istema para **G**estão **A**cadêmica **M**óvel) foi desenvolvido com o intuito de tornar a manipulação de informações no meio acadêmico de ensino superior mais eficiente e prática, oferecendo maior mobilidade aos administradores, alunos e professores e permitindo fácil interação deles com os dados acadêmicos a partir de dispositivos móveis. A documentação do produto de *software* surgiu com o propósito de satisfazer as necessidades apontadas por uma posterior manutenção, possibilitando sua melhor utilização dentro da instituição e pelo público em geral, através dos serviços que compõem a funcionalidade do **SisGAM**.

Este capítulo fornece uma visão completa do desenvolvimento do **SisGAM**, incluindo as suas telas de apresentação e sua modelagem, além da descrição detalhada de cada função disponibilizada pelo sistema.

5.2. Visão Geral do SisGAM

O **SisGAM** vem ao encontro da base teórica discutida até o momento, tendo como objetivos principais a gestão e o controle sobre os dados acadêmicos mantidos por uma instituição de ensino superior. Os serviços prestados pelo **SisGAM** são realizados através de um dispositivo móvel, de tal forma que os usuários possam obter seus dados acadêmicos sob uma abrangência de localização muito maior. Além disso, pode-se alcançar facilmente uma ligação entre administração-docentes-discentes, aumentando o espaço de manipulação de dados em ambas as partes.

Observou-se que o **SisGAM** representa uma experiência profissional, ainda que tenha sido produzido a título de simulação, ou seja, sem a sua efetiva utilização em um dispositivo móvel. Isso pode ser dito, pois, ele foi desenvolvido sob a plataforma Java (J2SE, 2006) e pode ser utilizado por qualquer dispositivo que suporte essa tecnologia. O **SisGAM** visa atender às pessoas que têm um vínculo com uma instituição de ensino superior. Isso é importante, pois aumenta a interação usuário-dispositivo móvel, ainda que essa interação tenha sido difundida há algum tempo. Além disso, propicia-se eficácia no desenvolvimento de trabalhos em gestão acadêmica e tópicos relacionados aos próprios usuários.

Durante o processo de embasamento teórico, vários exemplos de sistemas de gestão acadêmica foram vistos e avaliados para que o **SisGAM** pudesse ser elaborado de acordo com a realidade vigente, não despertando qualquer tipo de receio.

O **SisGAM** foi elaborado baseando-se em uma arquitetura cliente-servidor em três camadas: aplicação, negócios e acesso aos dados. Foi utilizado um cliente gordo (*fat client*) que mantém uma camada da aplicação, responsável pela apresentação dos dados. Dessa forma, o cliente fica com uma pequena parte do processamento; entretanto, o módulo servidor garante a parte principal da lógica de negócios e o acesso a dados em uma arquitetura de uma fila, de tal forma que essas duas camadas coexistem em um único servidor.

Com a introdução e a sedimentação de seus módulos de abrangência, o **SisGAM** começou a ser desenvolvido e passou por várias etapas, mantidas entre cliente e servidor. Pode-se dizer, entretanto, que houve praticamente uma interação cliente-servidor, onde cada módulo da aplicação cliente depende de sua respectiva ação no servidor e vice-versa. Assim, cada módulo ou sub-módulo foi desenvolvido mantendo-se uma relação de completa integração entre cliente e servidor, onde ambos representavam uma funcionalidade da aplicação como um todo.

Vale citar que o **SisGAM** possui, diferentemente dos ambientes *desktop* para gestão acadêmica, discutidos no Capítulo 2, algumas características, tais como:

- manipulação de dados acadêmicos independentemente de localização, onde cada usuário pode utilizar informações mantidas em um servidor central da instituição a partir de seu dispositivo móvel;
- interface gráfica útil e funcional, na qual são mantidos *menus* e opções de modo prático e de fácil manipulação;
- conteúdo textual simples, evitando interpretações duvidosas ou incertezas do usuário para com as funções da aplicação;
- realização das tarefas passo a passo, mostrando a cada tela claramente quais ações o usuário pode realizar, melhorando a visualização e o entendimento;
- legendas explicativas em telas onde há a exibição de gráficos ou outros elementos que sejam necessários para sua compreensão.

Foram dedicados módulos separadamente para cada tipo de usuário do **SisGAM**, visto que o reuso de código e uma possível divisão da arquitetura em filas podem ser configurados de acordo com essa disposição. Optou-se por manter um vínculo direto

com o servidor para cada busca aos dados neste mantidos (*fat server*), evitando-se que esses dados pudessem estar no dispositivo cliente, o que aumentaria a insegurança por parte do usuário e as suas informações poderiam estar desatualizadas.

Com relação à segurança durante a comunicação cliente-servidor, foi determinada uma autenticação que deve ser efetuada e seguida pelos usuários do **SisGAM** através da camada de apresentação, a partir do dispositivo móvel. Diante dessa autenticação, fornecendo um nome de usuário e uma senha, o usuário é remetido a um nível de funcionalidade adequado ao tipo correspondente (administrador, professor ou aluno). Portanto, a segurança do **SisGAM** é tratada no cliente através de autenticação no sistema, antes que seja feita qualquer requisição do usuário para o módulo servidor. Vale ressaltar que os dados para autenticação (nome de usuário e senha), fazem parte dos dados cadastrais do próprio usuário, que são inseridos pelo administrador.

O administrador tem completo controle do **SisGAM**, podendo atualizar qualquer área ou item, de tal forma que o resultado final da atualização fique por sua conta e risco. Os professores e os alunos possuem um grau de acessibilidade mais baixo, podendo usufruir apenas de funções específicas, adequadas para cada um destes tipos de usuário. As operações que podem ser efetuadas pelos professores e pelos alunos estão restritas à manipulação de seus próprios dados pessoais e de dados acadêmicos aos quais estão relacionados.

São mantidos dados sobre departamentos, cursos, estabelecimentos, disciplinas e ministrações. Cursos podem pertencer a departamentos, disciplinas pertencem a determinado curso e disciplinas são lecionadas em estabelecimentos previamente cadastrados no **SisGAM**.

5.3. Módulo Servidor

Como foi dito anteriormente, o módulo servidor é tratado unicamente em uma fila, ou seja, em uma única máquina. Esse módulo abrange a camada de negócios e a camada de acesso aos dados. Assim, pode-se dizer que tal módulo tem como funcionalidade fornecer dados ao dispositivo cliente, que faz requisições às informações necessárias. Além disso, tem o papel armazenar informações úteis ao sistema, no banco de dados, para posterior utilização.

As funções no módulo servidor são desempenhadas através de *servlets*, que constituem blocos de código capazes de executar determinadas ações, retornando ao

usuário o resultado desejado. Para que isso seja realizado, um vínculo é mantido no módulo cliente, onde uma determinada classe recebe os dados fornecidos pela *servlet* diante da informação requisitada.

Vale ressaltar que cada *servlet* tem um único propósito, ou seja, para cada conjunto de informações requerido pelo cliente há uma *servlet* na máquina servidora que é capaz de atender a esse pedido.

Os dados são enviados ao cliente diante de uma seqüência (*string*) previamente determinada. Nessa *string*, entre cada dois valores retornados, há um “&”, utilizado exclusivamente para a separação e melhor recepção da resposta. No cliente, a *string* é separada e os valores são dispostos em um vetor, que é repassado à classe adequada. Além dos dados, é enviada ao cliente uma variável que armazena a quantidade de dados incluídos na *string* de retorno.

São mantidos, no servidor, dados de configuração do **SisGAM**, onde o administrador, antes de utilizá-lo, deve fazer os devidos ajustes. Além desses, são mantidos dados relativos à instituição. Esses dados também devem ser configurados antes da sua utilização e são mantidos utilizando métodos diferentes de manipulação e obtenção.

Os dados de configuração do **SisGAM** são armazenados, seqüencialmente, em um arquivo de dados (*config_bd.dat*). Estes dados são *host*, porta, *driver*, banco de dados, usuário e senha de acesso ao banco de dados.

Entretanto, os dados de configuração da instituição são armazenados no próprio banco de dados, em uma tabela denominada *config_instituicao*. Nessa tabela, são armazenados: i) nome (nome da instituição); ii) periodo (anual ou semestral); iii) media (média mínima para aprovação); iv) frequencia (frequência mínima para aprovação); v) mes_inicio (mês de início do período letivo); e vi) mes_fim (mês de término do período letivo).

Vale ressaltar que os dados de configuração do **SisGAM** foram armazenados em um arquivo de dados (.dat) por causa de uma lógica a ser seguida. Nessa lógica, o usuário não tem como recuperar os dados de acesso ao banco de dados no próprio banco de dados.

A manipulação do banco de dados é tratada em classes específicas, fazendo com que *servlets* componentes da camada de negócios façam uso de objetos ligados a essas

classes. Essa separação lógica funciona de tal forma que as camadas de negócios e de acesso a dados se tornem visivelmente distintas diante a manutenção do código.

Pelo SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) MySQL, é mantido um banco de dados que armazena as informações pertencentes ao **SisGAM**. Neste banco de dados, tais informações são divididas em dados ativos e dados que não são utilizados atualmente. Para que isso seja válido, é definido o conjunto de tabelas que formam o banco de dados principal e o conjunto daquelas que formam o arquivo morto. As tabelas do banco de dados principal são replicadas e compõem o arquivo morto. A diferença é caracterizada pelo sufixo "_arq", colocado nos nomes das tabelas do arquivo morto.

As tabelas que formam os dados ativos são abastecidas com as informações vindas do dispositivo cliente. No entanto, estas informações são armazenadas de acordo com os conceitos de integridade referencial, mantendo a veracidade das informações. Como dados ativos, formando a base de dados principal, tem-se as seguintes tabelas:

- *config_instituicao* (dados de configuração da instituição vinculada);
- *calendario* (conjunto de datas que compõem o período letivo);
- *administradores* (dados pessoais e acadêmicos de cada administrador);
- *professores* (dados pessoais e acadêmicos de cada professor);
- *alunos* (dados pessoais e acadêmicos de cada aluno);
- *departamentos* (departamentos pertencentes à instituição);
- *cursos* (cursos presentes – ligados ou não a algum departamento);
- *disciplinas* (disciplinas ministradas e ligadas a determinado curso);
- *estabelecimentos* (estabelecimentos pertencentes à instituição);
- *prof_disc* (cadastro de ministração);
- *disc_horario* (registros de todos os horários de cada ministração);
- *aluno_disc* (alunos vinculados a cada ministração).

O arquivo morto é uma forma de armazenamento de dados que não são utilizados atualmente, mas podem ser consultados posteriormente, caso seja necessário.

Ao cadastrar cada item no **SisGAM**, faz-se uma cópia do registro no arquivo morto. Essa cópia é necessária para garantir a restrição de integridade, caso haja alguma referência a este item vinda de outras tabelas, que possuam dados anteriores armazenados também no arquivo morto.

Entretanto, caso não fosse feita essa cópia, seria difícil que, por exemplo, uma ministração referenciasse um estabelecimento ainda ativo nas tabelas do banco de dados principal, visto que um item, tal qual um estabelecimento, somente é remetido ao arquivo morto em caso de exclusão.

Ao excluir um registro, são verificadas as suas referências no arquivo morto, ou seja, são localizadas as tabelas nas quais a chave primária desse item funciona como chave estrangeira. Dessa forma, são abordadas as interligações presentes, evitando qualquer tipo de inconsistência no banco de dados principal e no arquivo morto. Caso haja relações com outras tabelas, o registro é mantido no arquivo morto e somente excluído do banco de dados principal.

Para evitar inconsistências entre o banco de dados principal e o arquivo morto, toma-se a seguinte atitude. Ao se incluir um novo item, tal chave é verificada tanto no banco de dados principal como no arquivo morto. Caso haja um item com esta chave no banco de dados principal, a inclusão é negada. Entretanto, se houver uma mesma chave no arquivo morto, será feito um processo de reativação do registro, ou seja, aquele registro que foi excluído e está mantido no Arquivo Morto poderá ser reativado pelo Administrador, caso queira. Portanto, esta será a única forma de utilizar a chave mantida por tal registro no arquivo morto novamente, a não ser que este registro seja excluído pelo Administrador.

As ministrações que foram definidas durante o período letivo atual, em seu término, são enviadas para suas respectivas tabelas que fazem parte do arquivo morto. Juntamente com estas, serão enviados o horário definido para cada ministração e os alunos matriculados, fazendo com que seja mantido no banco de dados principal somente os dados do período letivo atual, facilitando o processo de consulta.

5.4. Módulo Cliente

O módulo cliente é o responsável pela camada de aplicação, ou seja, é aquele que faz a apresentação de dados. Portanto, pode-se dizer que este módulo está intimamente ligado ao dispositivo cliente, onde as interfaces que compõem a parte visual do **SisGAM** são exibidas, interagindo diretamente com o usuário.

Visto isso, o módulo cliente é composto por várias classes que desempenham funções bem definidas, privando pelo princípio de reuso de código e evitando o retrabalho. Assim, as classes são divididas em pacotes que servem para facilitar

posterior manutenção do **SisGAM** e qualquer reutilização de código que possa ser efetuada. Trata-se de uma divisão lógica, por assunto, do conteúdo elaborado. Tem-se, portanto, claramente separados: administradores, professores, alunos, configuração e área principal.

As interfaces foram desenvolvidas utilizando-se J2ME (*Java 2 Micro Edition*), que é uma plataforma Java especializada em programação para dispositivos móveis. Estas interfaces para interação com o usuário foram elaboradas visando sempre o conjunto de melhores práticas de desenvolvimento, considerando que esta é uma área criticamente importante ao desenvolver uma aplicação móvel.

A manipulação de interfaces foi tratada utilizando a estrutura de dados pilha, através de uma classe específica para esse tratamento. Dessa forma, inicialmente, a tela principal é inserida na pilha. À medida que o usuário avança, novas telas são empilhadas. Entretanto, caso o usuário retorne a um passo anterior, a tela atual é retirada da pilha, visando o princípio seguido pela estrutura utilizada, ou seja, retira-se o último elemento inserido (LIFO - *Last In First Out*).

Apesar da aplicação estar habilitada a ser executada em qualquer dispositivo móvel que suporte a tecnologia Java, as interfaces foram elaboradas utilizando um simulador de telefone celular. Esse direcionamento permitiu produzir aparência e comportamento de excelente qualidade com tabelas, texto e imagens assentados com muita precisão. No entanto, isso reduziu a capacidade desta interface ser exibida sem modificação quando visualizada em diferentes tipos de dispositivos.

Assim, foi tomada a seguinte decisão: exercer um bom controle com as dimensões definidas no código, mas com dependências de exibição, em vez de ter menos controle utilizando proporções e ganhando em independência de exibição.

É importante considerar que, em dispositivos móveis, tem-se um espaço de tela limitado. Por isso, deve-se fazer o melhor uso possível desse espaço. Um item-chave de uma perspectiva de usabilidade é minimizar ou, preferivelmente, evitar a necessidade de rolagem horizontal. Portanto, conforme Lee *et al.* (2005), uma página de texto que role horizontal e verticalmente torna a aplicação quase inútil, pois o usuário precisa rolar a tela horizontalmente para ler cada linha de texto.

Diante disso, os textos, as imagens e as tabelas apresentadas nas interfaces foram projetados de tal forma que as informações presentes fossem visualizadas sem o uso de

barras de rolagem horizontal e vertical. Atentou-se também pela usabilidade ligada à interação com o usuário.

Também é válido considerar que, segundo Lee *et al.* (2005), um dispositivo móvel possui limitados recursos sendo importante utilizá-los cuidadosamente. Além disso, a comunicação entre um dispositivo móvel e uma aplicação *back-end* pode ocorrer sob *links* de comunicação lentos.

Como resultado, nesta aplicação, utilizou-se como boa prática uma extensa quantidade de textos e tabelas, reduzindo o uso de arquivos de dados grandes como imagens, sons e animações. Vale considerar que tal aplicação ganha um certo valor por causa do menor *overhead* existente na comunicação.

É fato, também, o incômodo proporcionado pela inserção de dados em um dispositivo móvel; isso pode ser ao mesmo tempo difícil e sujeito a erros. Portanto, os campos de inserção de texto foram utilizados apenas nos casos em que eram notadamente essenciais.

Por outro lado, foi utilizada uma redução na quantidade real de digitação em benefício do usuário sempre que houve possibilidade, através de componentes como caixas *drop-down*, botões de opção e caixas de seleção. Esses tipos de inserção são mais úteis e fazem com que o usuário tenha uma experiência mais agradável.

5.4.1. Administradores

O administrador é o usuário com maior privilégio no **SisGAM**, tendo total controle na sua configuração e podendo manipular quaisquer tipos de dados. Assim sendo, este usuário é responsável pelas configurações do **SisGAM** e da instituição. Dessa forma, tem a incumbência de fazer com que o sistema se torne operante e cadastrar e/ou atualizar os dados relativos à instituição.

Pelo privilégio que lhe é dado, o administrador pode manipular dados das áreas ligadas ao **SisGAM**, podendo ser citadas: alunos, professores, estabelecimentos, departamentos, cursos, disciplinas e ministrações. As áreas de manipulação pela administração, além das suas respectivas interfaces junto à aplicação cliente, são mostradas detalhadamente a seguir.

5.4.1.1. Área de Configuração

A área de configuração abrange: sistema, instituição e calendário relativo ao período letivo. As informações ligadas a esses três ramos são extremamente importantes e básicas ao funcionamento do **SisGAM**.

São mantidos dados de configuração do **SisGAM**, onde o administrador, antes de utilizá-lo, deve fazer as devidas atualizações. Esses dados são armazenados no *host* onde reside o módulo servidor. Portanto, ao serem cadastradas, as informações necessárias são enviadas a um arquivo de dados para armazenamento e posterior consulta. Tais dados referentes ao servidor e ao banco de dados são:

- **HOST**: *Host* onde se encontra o servidor e o banco de dados;
- **PORTA**: Porta de comunicação com o *host*;
- **DRIVER**: *Driver* para gerenciamento da linguagem com o banco de dados;
- **BD**: Banco de dados para acesso à informações e armazenamento das mesmas;
- **USUARIO**: Nome de usuário para acesso ao banco de dados;
- **SENHA**: Senha para acesso ao banco de dados.

A interface para cadastro/atualização dos dados de configuração do **SisGAM** é um formulário que possui campos de preenchimento de acordo com as informações anteriormente citadas (Figura 5-1).

Caso os dados de configuração do **SisGAM** estejam nulos ou incompletos, é tomada uma atitude de acordo com o tipo de usuário que efetua o *login*. Assim, caso seja um aluno ou um professor, é exibida uma mensagem de erro, indicando que a configuração do **SisGAM** não foi corretamente efetuada. Entretanto, caso seja um administrador, seu conjunto de possibilidades será corretamente mostrado, mas limitado apenas pela opção de configuração do **SisGAM**.

Depois de efetuada a atualização dos dados relativos ao **SisGAM**, torna-se necessário o cadastro das informações que irão identificar a instituição. Esses dados devem ser configurados antes da utilização da aplicação, pois há funções que desses parâmetros dependem. São eles:

- **NOME***: Nome da instituição;
- **PERIODO (Anual ou Semestral)***: Identifica o período letivo adotado pela instituição, ou seja, se cada período é tratado por ano ou por semestre;
- **MEDIA***: Média mínima para aprovação;

- **FREQUENCIA:** Frequência mínima para aprovação. Caso esse campo seja nulo, significa que a frequência não é objeto de avaliação para a aprovação do aluno;
- **MES_INICIO*:** Mês de início do período letivo. Utilizado para a configuração do calendário do período;
- **MES_FIM*:** Mês de término do período letivo. Utilizado para a configuração do calendário do período.

(*) Campos que não podem ser nulos.

A interface para cadastro/atualização dos dados de configuração da instituição é um formulário que possui campos de preenchimento de acordo com as informações anteriores relativas à instituição (Figura 5-2).

Figura 5-1 – Tela para atualização de dados – Configuração do SisGAM

Figura 5-2 – Tela para atualização de dados – Configuração da Instituição

Se os dados que precisam ser preenchidos (assinalados por *) estiverem nulos ou incompletos, será tomada uma atitude de acordo com o tipo de usuário que efetua o *login*. Caso seja um aluno ou um professor, é exibida uma mensagem de erro, indicando que a configuração da instituição não foi corretamente efetuada. Mas, caso seja um administrador, é dado prosseguimento ao processo inicial de configuração com a atualização do calendário relativo ao período letivo corrente.

Os usuários terão acesso ao calendário do período letivo; entretanto, somente os administradores poderão modificá-lo. Cada data, que não seja um dia letivo NORMAL, fará parte da tabela no banco de dados e conterà os seguintes campos:

- **DATA:** Data (dd/mm/aa) que possui caráter especial;
- **TIPO:** Tipo de data incluída. Podem ser: INI_PERIODO (início do período letivo), FIM_PERIODO (término do período letivo), FERIADO, RECESSO, INI_MATRICULA (início do processo de matrícula), FIM_MATRICULA (término do processo de matrícula), ENT_NOTAS (data limite para entrega de notas), OUTROS (algum outro tipo não incluído nesta lista);
- **DESCRIÇÃO:** Descrição detalhada da data definida. Ainda que possa estar ligada a cada tipo definido acima, é utilizada quando o tipo de data é **OUTROS**.

A interface para inclusão/atualização de datas no calendário do período letivo corrente é uma tabela, a partir da qual os meses definidos entre MES_INICIO e MES_FIM podem ser percorridos (Figura 5-3).



Figura 5-3 – Tela de manipulação do calendário do período letivo

As datas são identificadas por cores diversas, funcionando como uma legenda e facilitando o entendimento do usuário. Além disso, como função adicional, o usuário pode ir diretamente para uma determinada data, sem ter que percorrer os meses. A disponibilidade do processamento de matrícula aos discentes e a funcionalidade do **SisGAM** são baseadas nesse calendário preenchido. Alguns tipos de datas devem, obrigatoriamente, ser preenchidos para o correto funcionamento do **SisGAM**. São eles: INI_PERIODO, FIM_PERIODO, INI_MATRICULA, FIM_MATRICULA.

Além disso, vale ressaltar que, a data de entrega das notas deve ser menor ou igual à data de término do período letivo. Isso foi pré-determinado porque, ao término

do período letivo, os dados dos alunos são enviados ao arquivo morto e não mais atualizados.

A verificação do término do período letivo é feita em *servlet*, ao ser analisada a configuração dos dados da instituição. A partir daí, pode ser gerada uma mensagem indicando que o período letivo terminou e que as configurações devem ser atualizadas.

Como parte da atualização, pode ser citado o fato de enviar os dados de ministração das tabelas que compõem os dados ativos para o arquivo morto. Isso inclui as relações: *prof_disc*, *aluno_disc* e *disc_horario*. Essas informações compreendem, respectivamente, os dados de cadastro da própria ministração, os alunos matriculados e o horário definido para cada ministração. Além disso, são removidas as datas definidas no calendário que compreendem os meses do período anterior.

Após o término do período letivo, os dados do período anterior são descarregados no arquivo morto e o calendário é ajustado para o próximo período letivo. Assim, o **SisGAM** ficará operante somente quando o novo calendário tiver sido devidamente configurado pelo administrador.

5.4.1.2. Manipulação de Informações Pessoais e Profissionais

O administrador possui um conjunto de dados pessoais e outro conjunto de informações que são relativas ao seu vínculo com a instituição. Diante disso, o **SisGAM** permite que ele realize consultas e/ou atualizações nesses dados, que são mantidos em uma base de dados no servidor. Tais informações são:

- **ID***: Código de identificação única no **SisGAM**;
- **SENHA**: Senha que compõe o ID. Também é utilizada para acesso ao **SisGAM**;
- **NOME***: Nome completo;
- **RG***: RG;
- **CPF***: CPF;
- **DATA_NASC**: Data de nascimento (dd/mm/aaaa);
- **EMAIL**: *E-mail* para contato;
- **RUA, NUMERO, COMPLEMENTO, BAIRRO, CIDADE, ESTADO, PAIS, CEP**: Dados que formam o endereço;
- **TEL_RESIDENCIAL, TEL_COMERCIAL**: Telefones residencial e comercial;
- **Chave Primária**: ID;

(*) Campos que não podem ser nulos.

A interface para inclusão/alteração dos dados é formada por campos de preenchimento, além de listas *drop-down*, facilitando a interação com o usuário. Ao todo, para a inclusão/atualização do conjunto de dados, o usuário terá que percorrer três interfaces, dispostas em: perfil, endereço atual e telefones para contato. A única diferença da inclusão para a alteração é que, no caso de alteração, os dados estão previamente preenchidos e o registro é somente atualizado no banco de dados. A Figura 5-4, a Figura 5-5 e a Figura 5-6 mostram as telas de apresentação desta etapa.

A imagem mostra uma interface de usuário em um dispositivo móvel para a alteração de perfil. O título da tela é "Perfil" com o subtítulo "Alteração...". O formulário contém os seguintes campos:

Id *	Senha
root	*****
Nome *	
SuperUsuário	
RG *	CPF *
12800877	05773405652
Data de Nascimento ▼ 18 ▼ 7 ▼ 1984	
E-mail	
root@localhost	

Na base da tela, há dois botões: "Voltar" e "Avançar".

Figura 5-4 – Atualização de dados do administrador – Perfil

O usuário é forçado a inserir os dados que fazem parte da chave primária previamente, evitando que seja reconhecido um registro de mesma chave primária ao término do preenchimento. Tal manipulação forçaria o retrabalho e o usuário teria que preencher os campos novamente. Por isso, informando anteriormente a chave primária, é feita uma consulta no banco de dados por *servlet*, que retorna se o usuário referenciado por essa chave existe. Caso exista, os valores dos campos formadores da chave primária são apagados e o usuário deve informar os dados novamente.

Figura 5-5 – Atualização de dados do administrador – Endereço Atual

Figura 5-6 – Atualização de dados do administrador – Telefones para Contato

5.4.1.3. Manipulação de Informações Acadêmicas

Além dos seus próprios dados, o administrador tem o importante privilégio de manipular as áreas que compõem a aplicação, inserindo, consultando, atualizando ou excluindo informações de várias áreas que são identificadas pelo sistema (Figura 5-7).

Os formulários para inclusão/atualização são formados por campos de texto, listas *drop-down* ou caixas de seleção. Os campos presentes nos formulários seguem aqueles que são mantidos nas tabelas em uma base de dados no servidor.

Área	Sub-Á	Opção
Departamentos		
	Alunos	
	Cursos	
	Disciplinas	
	Estabelecimentos	
	Professores	
	Ministrações	
		pais

Figura 5-7 – Manipulação de Dados Acadêmicos – Administrador

Cada tabela armazenada possui uma chave primária que identifica o registro. Durante o preenchimento de um formulário de inclusão/atualização, a chave primária deve ser informada primeiramente, evitando que, diante de uma posterior verificação, o usuário tenha que fornecer novamente os dados que foram preenchidos.

Assim, ao serem informados, os valores que compõem a chave primária são repassados a *servlet*, que verifica se eles existem. Caso existam, uma mensagem de erro é retornada ao usuário e os campos são apagados, para um novo preenchimento. Entretanto, se os dados foram fornecidos corretamente, é exibida ao usuário uma mensagem de êxito no processamento.

Cada consulta a dados é antecipada por dois formulários. No primeiro, o usuário define se visualiza Dados Ativos ou Histórico; no segundo, uma tabela com um conjunto de itens semelhantes para a escolha do usuário é apresentada. A Figura 5-8 e a Figura 5-9 apresentam as telas iniciais de apresentação de Departamentos. Essas telas são similares aos outros itens manipulados pelo **SisGAM**.

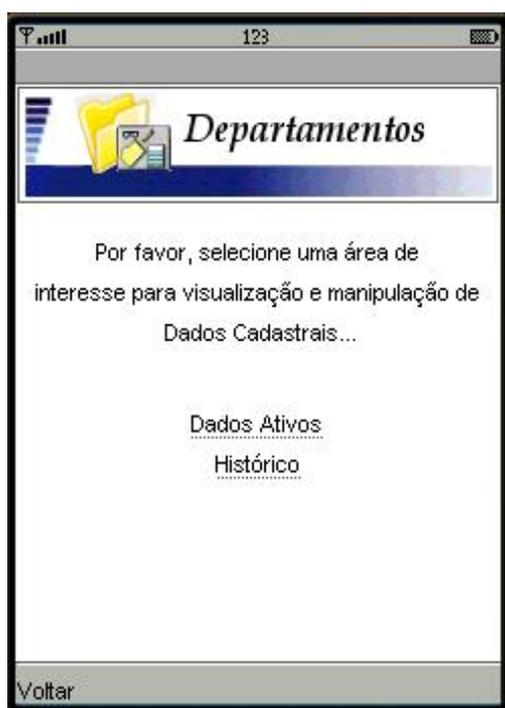


Figura 5-8 – Tela Inicial de Manipulação de Dados dos Departamentos (1)

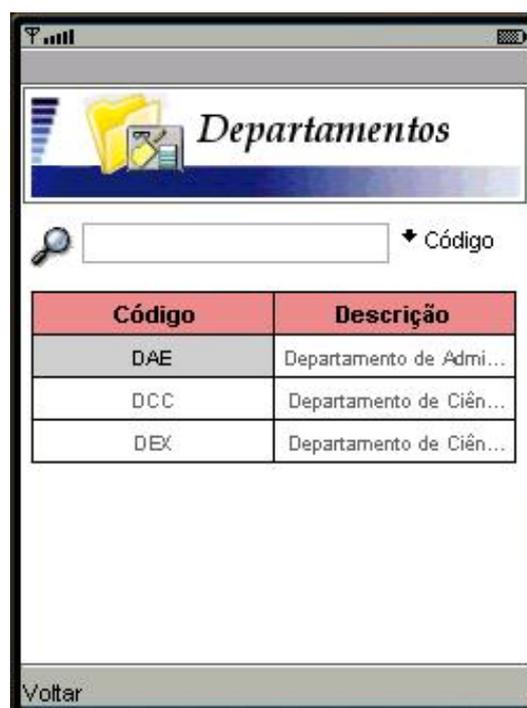


Figura 5-9 – Tela Inicial de Manipulação de Dados dos Departamentos (2)

No primeiro formulário, os dados ativos correspondem aos que estão vigentes no **SisGAM**, ou seja, aqueles dados que ainda são válidos para atualização. Tais dados constituem o conjunto principal de tabelas mantidas na base de dados. Entretanto, há o

conjunto identificado no formulário por histórico, cujo resultado engloba os dados que não mais estão ativos, ou seja, servem somente para consulta.

Em seguida, o usuário é repassado ao segundo formulário, que mostra uma tabela com um conjunto de itens semelhantes. Este conjunto pode sofrer alteração de acordo com os campos a serem preenchidos. Isto pode ser dito, pois o formulário, além da tabela, possui um campo de texto e uma lista *drop-down*. Através desta, deve ser selecionado um campo para consulta e o seu valor deve ser preenchido.

O resultado obtido pela tabela pode ser ordenado de forma crescente ou decrescente. Para isso, a função é habilitada através da seleção do título correspondente à coluna pela qual se deseja estabelecer a ordenação. Caso o usuário habilite a ordenação crescente, o título do botão indicará Ordem Decrescente e vice-versa.

Considerando a exclusão de determinado item, pode-se dizer que ela é antecipada por um formulário de visualização dos dados do registro a ser excluído. Assim, o usuário deverá demonstrar a certeza em excluí-lo. É uma forma de aumentar a segurança, evitando que o usuário exclua equivocadamente um registro. Ao confirmar a exclusão, é remetida à aplicação cliente uma mensagem indicando se a exclusão foi ou não efetuada com êxito. Vale ressaltar, que a exclusão somente é efetuada corretamente caso nenhum outro registro, de qualquer tabela, dependa do item a ser excluído. A dependência ocorre quando a chave primária do item a ser excluído funciona como chave estrangeira em outro item. A seguir, descreve-se detalhadamente cada área de manipulação, juntamente com suas respectivas telas de apresentação.

5.4.1.3.1. Estabelecimentos

Podem ser mantidos pelo **SisGAM** os estabelecimentos que fazem parte da instituição vinculada e que possam vir a ser local de alguma ministração. A tabela Estabelecimentos possui os seguintes campos:

- **CODIGO***: Código de identificação única no **SisGAM**;
- **NOME***: Nome/descrição;
- **CAPACIDADE**: Capacidade máxima (em número de pessoas);
- **AREA**: Área total (em metros quadrados);

Chave Primária: CODIGO;

(*) Campos que não podem ser nulos.

A interface para inclusão/atualização dos dados de cada estabelecimento é um formulário que possui campos de preenchimento para as informações anteriormente citadas (Figura 5-10).

O usuário pode visualizar os dados incluídos através do formulário de consulta ao estabelecimento (Figura 5-11). Para acessar os dados, o estabelecimento desejado deve ser selecionado na tabela previamente exibida. A busca pelo estabelecimento pode ser feita diante dos campos (CODIGO, NOME, CAPACIDADE e AREA). O conteúdo da tabela ajusta-se automaticamente de acordo com o valor fornecido no campo de texto e de acordo com o item selecionado da lista.

É também uma função a ser observada a exclusão de um determinado estabelecimento. Entretanto, este somente poderá ser excluído caso não tenha sido definido como local de ministração para alguma disciplina.

Estabelecimentos
Alteração...

Código *
P158

Nome *
Pav. I

Capacidade (Pess.) **Área (m2)**
150 200

Voltar Alterar

Figura 5-10 – Telas de Atualização de Dados de Estabelecimento

Estabelecimentos
Consulta...

Código: P158
Nome: Pav. I
Capacidade: 150 pessoas
Área: 200 (m2)

OK

Figura 5-11 – Telas de Consulta dos Dados de Estabelecimentos

5.4.1.3.2. Departamentos

A aplicação permite a manipulação de departamentos, que compõem a organização acadêmica da instituição. Diante disso, a tabela Departamentos possui os seguintes campos:

- **CODIGO*:** Código de identificação única no SisGAM;
- **DESCRICA*:** Descrição/nome;

Chave Primária: CODIGO;

(*) Campos que não podem ser nulos.

A interface para inclusão/atualização dos dados de cada departamento é obtida através de um formulário que possui campos de preenchimento das informações anteriormente citadas (Figura 5-12).

O usuário pode visualizar os dados incluídos através do formulário de consulta ao departamento (Figura 5-13). Para acessar os dados, o departamento desejado deve ser selecionado na tabela previamente exibida. A busca pelo departamento pode ser feita diante dos campos (CODIGO, DESCRICAO). O conteúdo da tabela ajusta-se automaticamente de acordo com o valor fornecido no campo de texto e de acordo com o item selecionado da lista.

A exclusão de um departamento somente poderá ser feita caso não tenha cursos vinculados.

The screenshot shows a mobile application interface for editing department data. At the top, there is a header with a pencil icon and the title 'Departamentos' followed by 'Alteração...'. Below the header, there are two text input fields. The first is labeled 'Código *' and contains the text 'DEX'. The second is labeled 'Descrição *' and contains the text 'Departamento de Ciências Exatas'. At the bottom of the screen, there are two buttons: 'Voltar' on the left and 'Alterar' on the right.

Figura 5-12 – Tela de Atualização de Dados de Departamento

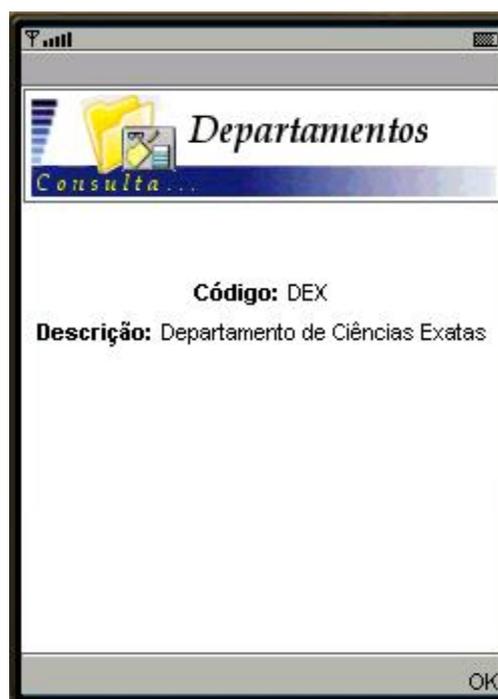
The screenshot shows a mobile application interface for consulting department data. At the top, there is a header with a folder icon and the title 'Departamentos' followed by 'Consulta...'. Below the header, the data is displayed in a simple text format: 'Código: DEX' and 'Descrição: Departamento de Ciências Exatas'. At the bottom right of the screen, there is an 'OK' button.

Figura 5-13 – Tela de Consulta a Dados de Departamento

5.4.1.3.3. Cursos

Associados aos departamentos, haverá cursos fornecidos pela instituição. Estes cursos contêm disciplinas, as quais são ministradas por professores cadastrados no **SisGAM**. Portanto, a tabela Cursos possui os seguintes campos:

- **CODIGO*:** Código de identificação única no **SisGAM**;

- **NOME***: Nome;
- **DESCRICAO**: Descrição;
- **DURACAO**: Duração média (em períodos) para conclusão do curso;
- **COD_DEPTO**: Código do departamento ao qual pertence determinado curso.

Chave Primária: CODIGO

Chave Estrangeira: COD_DEPTO → departamentos(CODIGO).

(*) Campos que não podem ser nulos.

A interface para inclusão/atualização dos dados de cada curso é um formulário que possui campos de texto para CODIGO e NOME. Os campos DURACAO e DEPARTAMENTO são selecionados em listas *drop-down*, sendo que a última mostra os departamentos que estão ativos no **SisGAM**. Entretanto, o campo DESCRICAO tem um tamanho maior e deve ser preenchido em um outro formulário, ao qual é remetido o usuário selecionando o *link* exposto na tela (Figura 5-14).

O usuário poderá visualizar os dados cadastrados através do formulário de consulta ao curso (Figura 5-15). Para acesso a estes dados, o curso desejado deverá ser selecionado na tabela previamente exibida. A busca pelo curso poderá ser feita diante dos campos (CODIGO e NOME). O conteúdo da tabela ajusta-se automaticamente de acordo com o valor fornecido no campo de texto e de acordo com o item selecionado da lista.

A exclusão de um curso somente pode ser feita caso não tenha alunos matriculados.

Ainda em relação à manipulação de cursos, encontra-se a tabela denominada *disc_curso*, que trata o relacionamento existente entre disciplinas e cursos. Nesta etapa, são manipuladas as informações diante do vínculo existente entre as disciplinas e os cursos. Os campos pertencentes à tabela e suas respectivas descrições são:

- **COD_DISC***: Código da disciplina;
- **COD_CURSO***: Código do curso;
- **TIPO***: Tipo da disciplina para o curso (OB - Obrigatória, EL - Eletiva ou OP - Optativa);
- **PERIODO**: Período do curso em que a disciplina estará vinculada. Vale ressaltar que este campo, necessariamente, não será nulo para disciplinas obrigatórias;
- **DISC_REQ_FORTE**: Código de alguma disciplina existente e que funcione como pré-requisito forte para a disciplina indicada por COD_DISC;

- **DISC_REQ_FRACO:** Código de alguma disciplina existente e que funcione como pré-requisito fraco para a disciplina indicada por COD_DISC;

Chave Primária: COD_DISC, COD_CURSO, TIPO.

Chaves Estrangeiras: COD_DISC → disciplinas (CODIGO)

COD_CURSO → cursos (CODIGO)

(*) Campos que não podem ser nulos.

The screenshot shows a mobile application interface for updating course data. At the top, there is a header with a graduation cap icon and the title 'Cursos'. Below the header is a blue bar with the text 'Alteração...'. The main content area contains several fields: 'Código *' with the value '01', 'Nome *' with the value 'Ciência da Computação', 'Duração Média' with a dropdown arrow and the value '8 Períodos', and 'Departamento:' with a dropdown arrow and the value 'DCC'. At the bottom of the main area, there is a 'Descrição' field with a '< Alterar >' button. The bottom navigation bar has 'Voltar' on the left and 'Alterar' on the right.

Figura 5-14 – Tela de Atualização de Dados de Cursos

The screenshot shows a mobile application interface for consulting course data. At the top, there is a header with a folder icon and the title 'Cursos'. Below the header is a blue bar with the text 'Consulta...'. The main content area displays the following information: 'Código: 01', 'Nome: Ciência da Computação', 'Duração: 8 períodos', 'Departamento: DCC', and 'DESCRIÇÃO'. The bottom navigation bar has 'OK' on the right.

Figura 5-15 – Tela de Consulta a Dados de Cursos

Para acessar a área de manipulação indicada por disc/curso, o usuário deve selecionar um curso, diante de uma lista de cursos mostrada na tela. Em seguida, ele é remetido a outro formulário, que indica o curso em questão. Além disso, este próximo formulário contém duas listas *drop-down*, que possuem, respectivamente, o tipo das disciplinas (Obrigatórias, Eletivas, Optativas) e o período do curso, através dos quais deseja-se atualizar e/ou consultar disciplinas (Figura 5-16).

Identificadas essas duas informações, tem-se o formulário de manipulação de disciplinas ligadas a um determinado curso. Este formulário mostra um conjunto de disciplinas, de acordo com a seleção das listas indicadas anteriormente (Figura 5-17).

Diante dos dados mostrados, o usuário pode detalhar a disciplina selecionada, incluir novas disciplinas ou excluir alguma delas.

A inclusão remete o usuário a um formulário no qual ele deve selecionar a disciplina que deseja incluir, além de seus pré-requisitos forte e fraco (Figura 5-18). O tipo da disciplina e o período ao qual ela está vinculada são obtidos do formulário anterior. Os campos que correspondem aos códigos da própria disciplina e dos pré-requisitos forte e fraco não são editáveis, tendo o usuário que selecioná-los diante de uma lista, que é exibida selecionando a respectiva imagem.

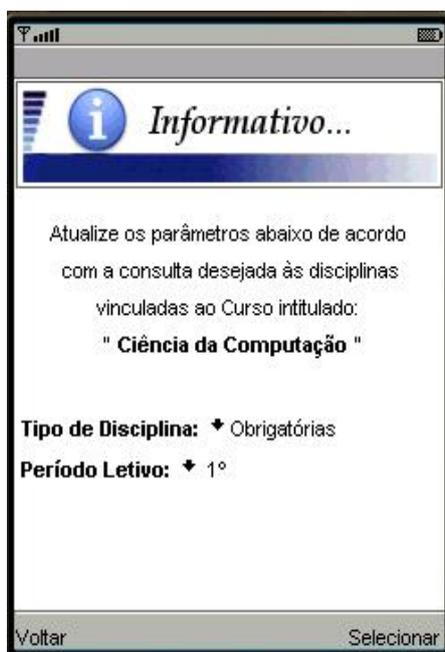


Figura 5-16 – Tela Informativa



Figura 5-17 – Tela para Manipulação de Disciplinas ligadas a Cursos



Figura 5-18 – Tela para Inclusão de Disciplinas em um Curso

O usuário pode visualizar os dados da disciplina relacionados ao curso. Para isso, ele deve selecionar a opção Detalhar, contida na tela de listagem das disciplinas. Feito isso, é exibido um formulário contendo os dados da tabela disc_curso e um *link* para a ementa da disciplina (Figura 5-19).

Como última possibilidade, ao selecionar a opção Excluir, o usuário está habilitado a excluir o vínculo existente entre a disciplina que foi selecionada e o curso em questão. Entretanto, para que isso ocorra, ele deve demonstrar a certeza em realizar tal ação, através de um formulário que antecede a exclusão (Figura 5-20).



Figura 5-19 – Tela para Visualização de Dados da Disciplina

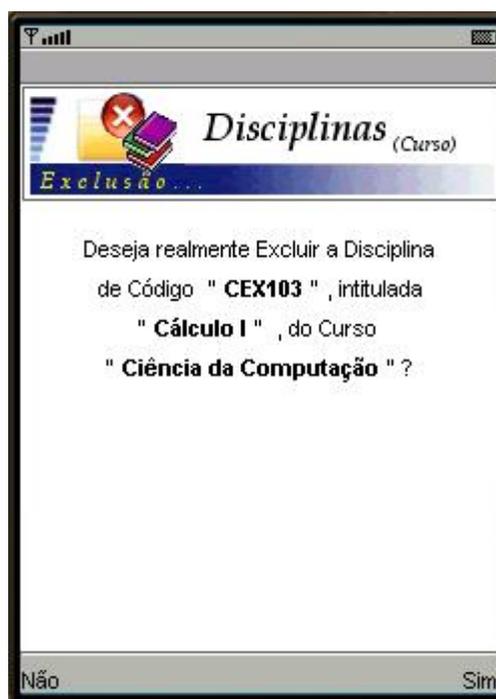


Figura 5-20 – Tela para Exclusão do Vínculo Disciplina/Curso

5.4.1.3.4. Disciplinas

Para o armazenar os dados de disciplinas, há a tabela denominada disciplinas. Os campos pertencentes à tabela e suas respectivas descrições são:

- **CODIGO***: Código de identificação única no **SisGAM**;
- **DESCRICAO***: Descrição/Nome;
- **EMENTA**: Texto que compõe a ementa;
- **CARGA_HORARIA**: Número de horas para ministração;
- **CREDITOS**: Número de créditos correspondentes.

Chave Primária: CODIGO.

(*) Campos que não podem ser nulos.

A interface para inserção/atualização dos dados de cada disciplina é obtida através de um formulário que possui campos de texto para CODIGO, DESCRICAO, CARGA_HORARIA e CREDITOS. Entretanto, o campo EMENTA tem tamanho maior e deve ser preenchido em um outro formulário, ao qual é remetido o usuário quando seleciona o *link* exposto na tela (Figura 5-21).

Carga Horária	Créditos
75	5

Figura 5-21 – Tela de Atualização de Dados de Disciplinas

O usuário pode visualizar os dados cadastrados através do formulário de consulta à disciplina (Figura 5-22). Para acessar os dados, a disciplina desejada deve ser selecionada na tabela previamente exibida. A busca pela disciplina pode ser feita pelos campos (CODIGO e DESCRICAO). O conteúdo da tabela ajusta-se automaticamente de acordo com o valor fornecido no campo de texto e de acordo com o item selecionado da lista.

A exclusão de uma disciplina pode ser feita caso não haja cursos associados.

5.4.1.3.5. Alunos

O **SisGAM** possui a tabela Alunos para manter os dados necessários ao reconhecimento dos alunos pertencentes à instituição e possui os seguintes campos:

- **MATRICULA***: Matrícula na instituição. Identificação única no **SisGAM**;
- **SENHA**: Senha que compõe a MATRICULA. É utilizada para acesso ao **SisGAM**;
- **NOME***: Nome completo;
- **RG***: RG;
- **CPF***: CPF;

- **COD_CURSO***: Curso ao qual está vinculado o aluno;
- **DATA_NASC**: Data de nascimento (dd/mm/aaaa);
- **EMAIL**: *E-mail* para contato;
- **RUA, NUMERO, COMPLEMENTO, BAIRRO, CIDADE, ESTADO, PAIS, CEP**: Dados que formam o endereço atual;
- **RUA_ORIGEM, NUMERO_ORIGEM, COMPLEMENTO_ORIGEM, BAIRRO_ORIGEM, CIDADE_ORIGEM, ESTADO_ORIGEM, PAIS_ORIGEM, CEP_ORIGEM**: Dados que formam o endereço de origem;
- **TEL_ORIGEM, TEL_RESIDENCIAL, TEL_CELULAR**: Telefones da cidade de origem, residencial (atual) e celular para contato;
- **PERIODO**: Período que o aluno atualmente está cursando. Este campo é automaticamente incrementado pelo **SisGAM** a cada período letivo;
- **DATA_ADMISSAO**: Data de admissão na instituição;
- **STATUS_MATRICULA***: C = Concluída; A = Em Andamento; N = Não Realizada.

Chave Primária: MATRICULA.

Chave Estrangeira: COD_CURSO → cursos(CODIGO)

(*) Campos que não podem ser nulos.



Figura 5-22 – Tela de Consulta de Dados de Disciplinas

A interface para inclusão/alteração dos dados é formada por campos de preenchimento, além de listas *drop-down*, facilitando a interação com o usuário. Ao todo, para a inclusão/atualização do conjunto de dados, o usuário terá que percorrer

quatro interfaces, que são: i) perfil; ii) endereço atual; iii) endereço de origem; e iv) telefones para contato. A única diferença da inclusão para a alteração é que, no caso de alteração, os dados estão previamente preenchidos e o registro é somente atualizado no banco de dados. A Figura 5-23, a Figura 5-24, a Figura 5-25 e a Figura 5-26 mostram as telas de apresentação.

Perfil
Alteração...

Matrícula * Senha

Nome *

RG * CPF *

Curso ▾ Ciência da Computação

Data de Nascimento ▾ 1 ▾ 1 ▾ 1960

E-mail

Voltar Avançar

Figura 5-23 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (1)

Endereço Atual
Alteração...

Rua Número

Complemento Bairro

Cidade ▾ AC

País CEP

Voltar Avançar

Figura 5-24 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (2)

Endereço de Origem
Alteração...

Rua Número

Complemento Bairro

Cidade ▾ AC

País CEP

Voltar Avançar

Figura 5-25 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (3)

Contato...
Alteração...

Tel. Residencial (Cidade de Origem)

Tel. Residencial

Tel. Celular

Voltar Avançar

Figura 5-26 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Alunos (4)

O usuário pode visualizar os dados existentes através do formulário de consulta ao aluno (Figura 5-27). Para acessar os dados, o aluno deve ser selecionado na tabela previamente exibida. A busca pelo aluno pode ser feita pelos campos (MATRICULA e NOME). O conteúdo da tabela ajusta-se automaticamente de acordo com o valor fornecido no campo de texto e de acordo com o item selecionado da lista.

A exclusão de um aluno pode ser feita caso não haja cursos e/ou disciplinas associados.

O administrador tem acesso aos horários dos alunos através do *submenu* Horário. Conseqüentemente, surge um formulário que lista os alunos existentes. Para acessar o horário, o aluno deve ser selecionado nesta tabela (Figura 5-28). Em seguida, um outro formulário é exibido contendo dados principais de matrícula do aluno (Figura 5-29).



Figura 5-27 – Tela de Consulta aos Dados do Aluno

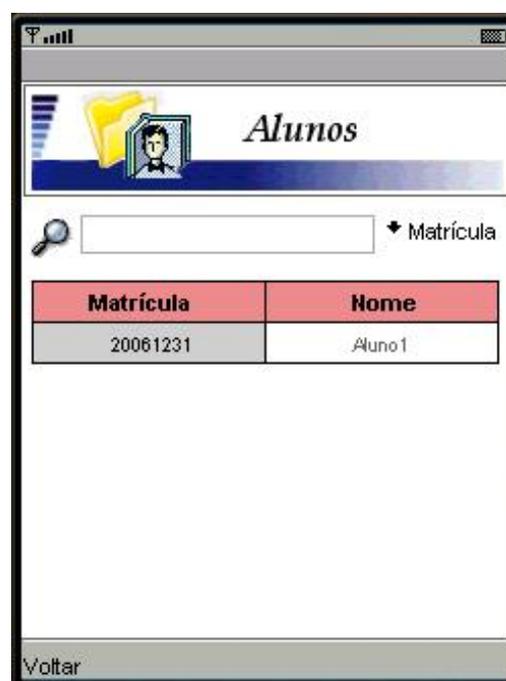


Figura 5-28 – Tela Prévia de Seleção do Aluno em uma Listagem

Confirmados esses dados principais, o usuário é remetido a um formulário que lista os alunos cadastrados. A partir daí, tem-se um outro formulário com o horário propriamente dito. Trata-se de uma tabela que contém os horários das disciplinas nas quais o aluno está inscrito durante toda a semana. Em cada célula da tabela, aparece o código da disciplina, utilizado para o seu reconhecimento (Figura 5-30). Complementando a funcionalidade deste formulário, o usuário pode, quando selecionada a disciplina, efetuar uma consulta detalhada de seus dados.

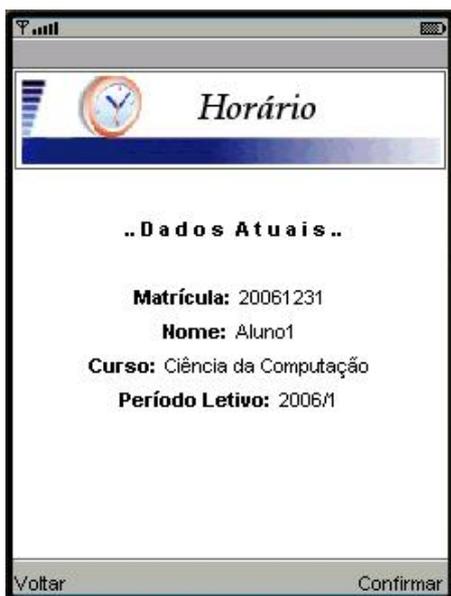


Figura 5-29 – Tela de Confirmação dos Dados do Aluno



Figura 5-30 – Tela de Apresentação do Horário do Aluno

O administrador pode visualizar as disciplinas cursadas pelos alunos, através do item de *submenu* Histórico. Ao selecioná-lo, o usuário será remetido a um formulário que lista os alunos que cursaram disciplinas em períodos letivos anteriores. Após selecionar o aluno, o próximo formulário traz uma interface com os dados principais do aluno para confirmação (Figura 5-31). Assim, a partir da confirmação desses dados, tem-se o formulário de exibição do histórico, apresentando: período, código da disciplina, nota, frequência e situação em ordem crescente de período letivo (Figura 5-32).

5.4.1.3.6. Professores

O **SisGAM** possui a tabela Professores para manter os dados necessários ao reconhecimento dos professores pertencentes a determinada instituição. Tal tabela possui os seguintes campos:

- **CODIGO***: Código na instituição. Identificação única no **SisGAM**;
- **SENHA**: Senha que compõe o CODIGO. É utilizada para acesso ao **SisGAM**;
- **NOME***: Nome completo;
- **RG***: RG;
- **CPF***: CPF;
- **DATA_NASC**: Data de nascimento (dd/mm/aaaa);
- **EMAIL**: *E-mail* para contato;
- **TITULACAO***: Titulação do professor: Graduado, Mestre ou Doutor;

- **COD_DEPTO:** Código do departamento ao qual está vinculado o professor;
- **OBS:** Observações Adicionais em caráter profissional;
- **RUA, NUMERO, COMPLEMENTO, BAIRRO, CIDADE, ESTADO, PAIS, CEP:** Dados que formam o endereço atual;
- **TEL_RESIDENCIAL, TEL_CELULAR:** Telefones residencial e celular para contato.

Chave Primária: CODIGO.

(*) Campos que não podem ser nulos.



Figura 5-31 – Tela de Confirmação de Dados do Aluno



Figura 5-32 – Tela de Apresentação dos Dados do Histórico do Aluno

A interface para inclusão/alteração dos dados é formada por campos de preenchimento, além de listas *drop-down*, facilitando a interação com o usuário. Ao todo, para a inclusão/atualização do conjunto de dados, o usuário percorre quatro interfaces, dispostas em: i) perfil; ii) dados profissionais; iii) endereço atual; e iv) telefones para contato. A única diferença da inclusão para a alteração é que, no caso de alteração, os dados estão previamente preenchidos e o registro é somente atualizado no banco de dados. A Figura 5-33, a Figura 5-34, a Figura 5-35 e a Figura 5-36 mostram as telas de apresentação.

O usuário pode visualizar os dados cadastrados através do formulário de consulta ao professor (Figura 5-37). Para acessar os dados, o professor deve ser selecionado na tabela previamente exibida. A busca pelo professor pode ser feita pelos campos

(CODIGO e NOME). O conteúdo da tabela ajusta-se automaticamente de acordo com o valor fornecido no campo de texto e de acordo com o item selecionado da lista (Figura 5-38).

The screenshot shows a mobile application interface for editing a teacher's profile. The title is "Perfil" with a sub-header "Alteração...". The form contains several fields: "Código *" and "Senha" (password) in a two-column layout; "Nome *" (Name); "RG *" and "CPF *" (Brazilian identification numbers) in a two-column layout; "Data de Nascimento" (Date of Birth) with a dropdown menu showing "1", "1", and "1960"; and "E-mail". At the bottom, there are "Voltar" (Back) and "Avançar" (Next) buttons.

Figura 5-33 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (1)

The screenshot shows a mobile application interface for editing a teacher's professional level. The title is "Nível Profissional" with a sub-header "Alteração...". The form contains: "Titulação" (Degree) with a dropdown menu showing "Graduado"; "Departamento Vinculado:" (Linked Department) with a dropdown menu showing "< Nenhum >"; and "OBS" (Observations) with a large text area. At the bottom, there are "Voltar" (Back) and "Avançar" (Next) buttons.

Figura 5-34 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (2)

The screenshot shows a mobile application interface for editing a teacher's current address. The title is "Endereço Atual" with a sub-header "Alteração...". The form contains: "Rua" (Street) and "Número" (Number) in a two-column layout; "Complemento" (Complement) and "Bairro" (Neighborhood) in a two-column layout; "Cidade" (City) with a dropdown menu showing "AC"; "País" (Country) and "CEP" (Postal Code) in a two-column layout. At the bottom, there are "Voltar" (Back) and "Avançar" (Next) buttons.

Figura 5-35 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (3)

The screenshot shows a mobile application interface for editing a teacher's contact information. The title is "Contato..." with a sub-header "Alteração...". The form contains: "Tel. Residencial" (Residential Phone) and "Tel. Celular" (Cellular Phone), each with a text input field. At the bottom, there are "Voltar" (Back) and "Avançar" (Next) buttons.

Figura 5-36 – Telas de Inclusão/Atualização de Dados dos Professores (4)

É uma função a ser observada a exclusão de um determinado professor. Entretanto, este pode ser excluído caso não tenha sido vinculado a um departamento e não esteja ministrando disciplinas.



Figura 5-37 – Tela de Consulta aos Dados do Professor

5.4.1.3.7. Ministrações

O **SisGAM** permite a manipulação das ministrações efetuadas durante o período letivo atual, além da visualização daquelas presentes em períodos letivos anteriores. A tabela `prof_disc` possui os seguintes campos:

- **CODIGO***: Código que a identifica unicamente no **SisGAM**. O valor desse campo é auto-incrementado;
- **COD_DISC***: Código da disciplina;
- **COD_PROF***: Código do professor;
- **ANO**: Ano para ministração;
- **SEMESTRE**: Semestre para ministração. Utilizado quando o período letivo definido é semestral;
- **TURMA***: Identificação da turma para a qual será realizada a ministração.

Chave Primária: CODIGO.

Chaves Estrangeiras: COD_DISC → disciplinas(CODIGO)

COD_PROF → professores(CODIGO)

(*) Campos que não podem ser nulos.

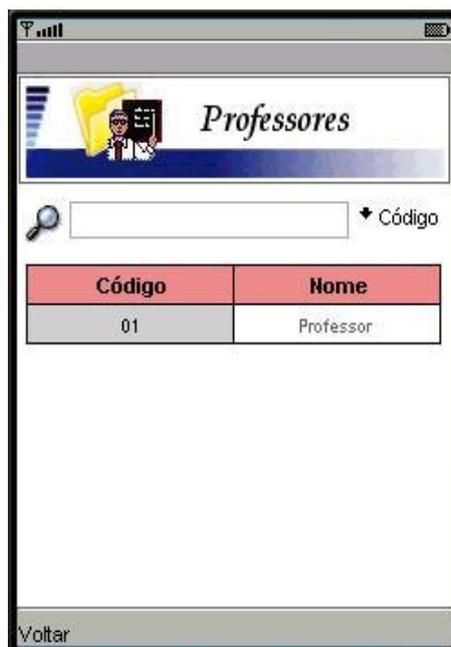


Figura 5-38 –Tela Prévia de Seleção do Professor em uma Listagem

A manipulação de ministrações pelo **SisGAM** é dividida em três funções básicas:

- **Alocação de professores.** Tem o objetivo de associar um professor a uma disciplina no período letivo corrente, ou seja, cadastrar uma ministração. Além disso, para cada ministração incluída, pode-se alterá-la ou excluí-la. Inicialmente, selecionando a sub-área Alocação de Professores, o usuário é remetido a um formulário onde deve selecionar entre Ministrações Atuais ou Histórico. Nesta etapa, deve-se decidir entre manipular ministrações do período letivo corrente ou apenas visualizar aquelas ministrações existentes (Figura 5-39). Feito isso, há uma lista das ministrações segundo a opção selecionada anteriormente (Figura 5-40).

A tabela, além de permitir a visualização dos dados, tem como funções: i) inclusão, alteração ou exclusão de ministrações; ii) consulta à ministração e iii) consulta aos dados do professor. A inclusão/alteração de ministrações exibe um formulário que possui campos de texto para o preenchimento dos dados definidos anteriormente (Figura 5-41).

Vale ressaltar que os códigos do professor e da disciplina são selecionados a partir de listas destes itens. É importante considerar que o período letivo não é um campo editável, visto que seu conteúdo é recuperado do formulário anterior. Entretanto, a exclusão de uma ministração é precedida por um formulário que exibe, além dos dados da ministração selecionada, uma lista de turmas para as quais ocorre tal ministração (Figura 5-42). A partir dessa lista, o usuário pode excluir apenas uma

única turma, diante da lógica definida para a aplicação. Tal procedimento, além de seguro, facilita a visualização por parte do usuário. As consultas à ministração e ao professor mostram os dados para cada um destes em um formulário. No caso do professor, segue uma seqüência de quatro formulários dispostos da mesma forma que em inclusão/alteração de dados de professor.



Figura 5-39 – Tela de Seleção de Ministrações

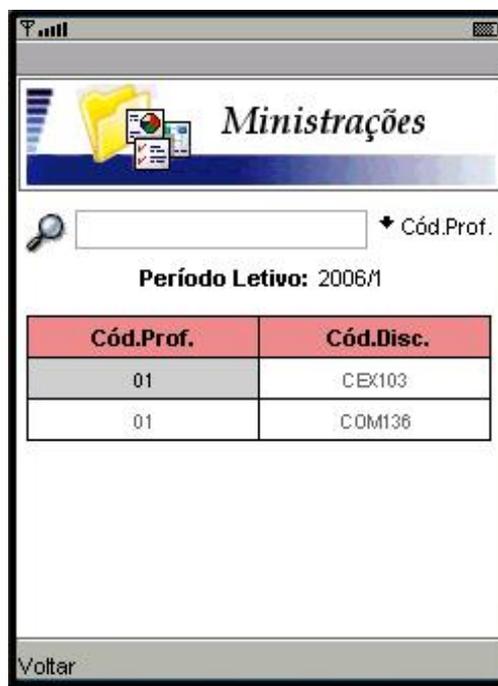


Figura 5-40 – Tela de Listagem das Ministrações

- **Tabela de horários.** O controle de horários vinculados às ministrações é executado pela aplicação através de alguns formulários que são abordados mais à frente. Entretanto, a informação que circula por entre eles e que é essencial ao tratamento dessa sub-área pode ser recuperada a partir da tabela `disc_horario`, utilizada para o armazenamento das informações necessárias, a saber:

- ✓ **COD_MINISTRACAO***: Código da ministração;
 - ✓ **COD_ESTABELECIMENTO***: Código do estabelecimento onde estará sendo realizada a ministração;
 - ✓ **DIA_SEMANA***: Lista numérica que define os dias da semana (0..6);
 - ✓ **HORARIO***: Horário de ministração para o dia definido anteriormente. De forma similar aos dias da semana, foi definida também uma lista que possibilita a escolha diante dos 12 horários disponíveis (07:00 a 17:50).
- Chave Primária:** COD_MINISTRACAO, DIA_SEMANA, HORARIO.
Chaves Estrangeiras:

COD_ESTABELECIMENTO → estabelecimentos (CODIGO)

COD_MINISTRACAO → prof_disc (CODIGO)

(*) Campos que não podem ser nulos.



Figura 5-41 – Inclusão de Ministrações

Figura 5-42 – Exclusão de Ministrações

Após a seleção da sub-área Tabela de Horários, é exibido um formulário com uma lista das ministrações cadastradas até o momento. Em seguida, um outro formulário é apresentado com o código do professor, o código da disciplina e o período letivo atual, sendo esses os dados da ministração selecionada (Figura 5-43). Confirmados os dados, segue o formulário de exibição do horário da ministração, formado por uma tabela onde as linhas compõem os horários e as colunas, os dias da semana (Figura 5-44). Como funcionalidade da tabela tem-se: inclusão, edição e exclusão de horários.

O usuário, selecionando determinada célula da tabela, relaciona um horário a um determinado dia da semana, de acordo com as linhas e as colunas conforme estão dispostas. Depois de selecionada uma dada célula da tabela, o usuário é encaminhado a um formulário para a inclusão/alteração de um horário para a ministração (Figura 5-45). Dessa forma, ele deve definir o código do estabelecimento e as turmas com as quais é efetuada tal ministração. O dia da semana e o horário são preenchidos previamente, sendo campos não editáveis. Como ressalva, tem-se que o código do estabelecimento possui um campo não

editável, visto que ele deve ser selecionado a partir de uma lista de estabelecimentos cadastrados, obtida a partir da imagem ao lado do campo. A função de exclusão de horários é antecipada por um formulário de confirmação, onde o usuário deve conferir os dados e dizer se deseja realmente efetuar tal ação (Figura 5-46).

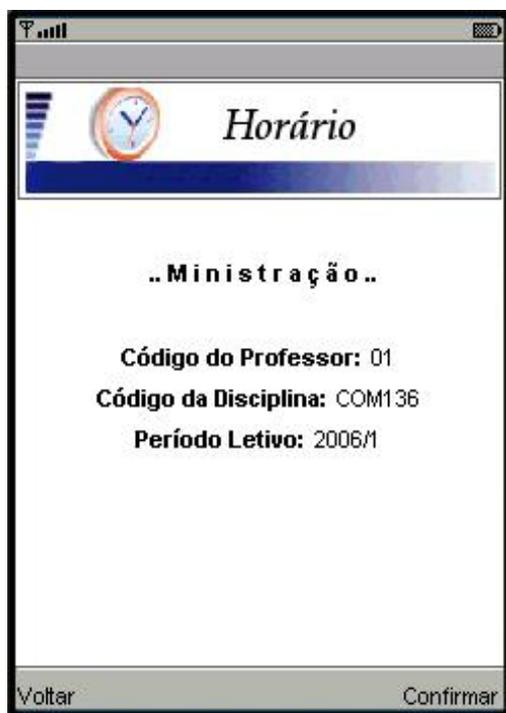


Figura 5-43 – Confirmação dos Dados da Ministração



Figura 5-44 – Exibição do Horário

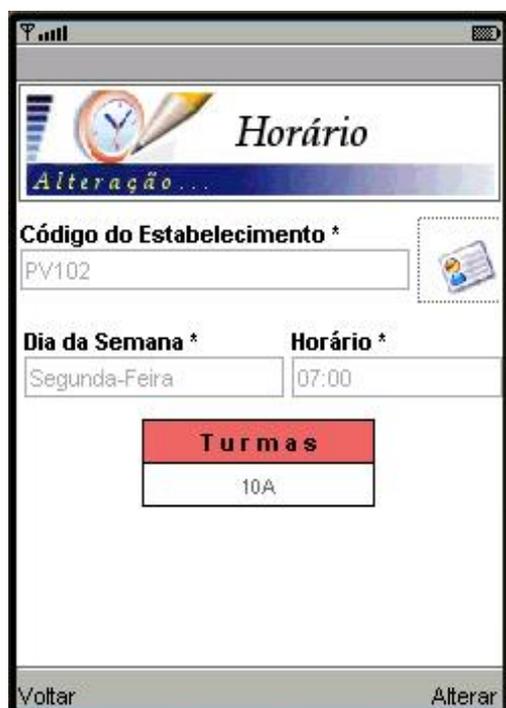


Figura 5-45 – Inclusão/Alteração de Horários



Figura 5-46 – Tela Prévia para Exclusão

- **Alunos vinculados.** O tratamento de alunos vinculados às ministrações é executado pela aplicação através de formulários capazes de efetuar as operações necessárias. Entretanto, a informação que circula por entre eles e que é essencial ao tratamento dessa sub-área pode ser recuperada a partir da tabela `aluno_disc`, utilizada para o armazenamento dos dados requeridos, a saber:

- ✓ **MAT_ALUNO*:** Matrícula do aluno;
- ✓ **COD_MINISTRACAO*:** Código da ministração;
- ✓ **NOTA:** Nota do aluno ao término da ministração. Assume valor nulo enquanto o aluno cursa a disciplina;
- ✓ **FREQUENCIA:** Frequência do aluno ao término da ministração. Assume valor nulo enquanto o aluno cursa a disciplina;
- ✓ **SITUACAO*:** A = Aprovado(a), R = Reprovado(a), C = Cursando.

Chave Primária: MAT_ALUNO, COD_MINISTRACAO

Chaves Estrangeiras: MAT_ALUNO → alunos (MATRICULA)

COD_MINISTRACAO → prof_disc (CODIGO)

(*) Campos que não podem ser nulos.

Após a seleção da sub-área Alunos Vinculados, é exibido um formulário com uma lista das ministrações cadastradas até o momento. Em seguida, um formulário é apresentado com o código do professor, o código da disciplina, o período letivo atual e uma lista de turmas. Assim, uma das turmas listadas deve ser selecionada para manipulação (Figura 5-47).

Confirmados os dados e selecionada a turma, segue o formulário de exibição dos alunos matriculados. Esse formulário é formado por uma tabela que mostra a matrícula e o nome dos alunos que fazem parte da ministração em questão (Figura 5-48). O usuário, além dos alunos matriculados, pode visualizar, na parte superior da tabela, o número de alunos matriculados até o momento e a capacidade total da turma.

Como funcionalidade fornecida pela sub-área há: i) inclusão e exclusão de alunos; ii) consulta aos dados do aluno; iii) atualização de dados; e iv) detalhamento da tabela. A inclusão de determinado aluno é realizada de forma simples e prática. O usuário deve selecionar a opção Incluir; em seguida, é exibido um formulário que possui uma lista com os alunos que ainda não foram incluídos nesta ministração e não a cursaram (Figura 5-49). Assim, deve-se selecionar o aluno para que a lista seja

atualizada e exibida. A exclusão é precedida por um formulário de exibição dos dados a serem excluídos (Figura 5-50).



Figura 5-47 – Tela Inicial de Alunos/Ministrações



Figura 5-48 – Listagem de Alunos Matriculados

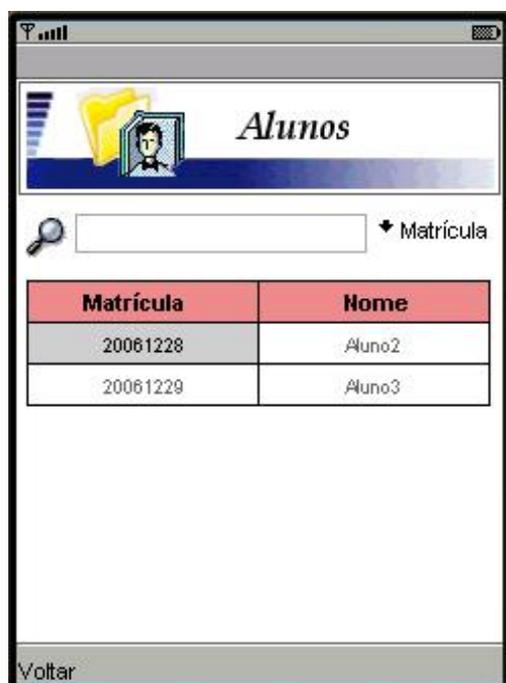


Figura 5-49 – Listagem de Alunos para Inclusão



Figura 5-50 – Formulário Prévio para Exclusão

Caso o usuário deseje atualizar os dados de ministração de determinado aluno, deve-se selecionar a opção Atualizar Dados. Assim, ele é remetido a um formulário que

exibe, em campos não editáveis, a matrícula, o nome e a situação do aluno. Para preenchimento, há os campos que definem a nota e a frequência obtidas (Figura 5-51). Vale ressaltar que a *string* exibindo a situação do aluno é automaticamente atualizada à medida que os dados são preenchidos. Em acréscimo à funcionalidade descrita, há uma outra forma de visualização da tabela que lista os alunos vinculados a determinada ministração. Ao selecionar Detalhar Tabela, é gerada uma nova tabela que mostra a nota, a frequência e a situação do aluno (Figura 5-52).

Figura 5-51 – Atualização de Dados de Aluno/Ministração

Matrícula	Nota	Freq	Sit
20061228	50	50	R
20061229	80	70	A
20061231	90	50	A

Figura 5-52 – Tabela Detalhada de Alunos Matriculados

5.4.2. Professores

O professor é o usuário que possui nível de privilégio que está entre o administrador e o aluno. Tem total controle sobre as disciplinas ministradas e pode manipular os dados ativos relacionados às ministrações, visualizando aqueles mantidos em histórico.

Dessa forma, tem a responsabilidade de fazer com que a frequência e a nota dos alunos sejam atualizadas devidamente, considerando uma data limite que é definida pelo administrador no calendário do período letivo. Além disso, cabe a ele consultar/atualizar os seus dados pessoais e/ou profissionais relativos ao vínculo existente com a instituição. Esta manipulação e suas telas de apresentação foram tratadas anteriormente na seção de administradores. A área para manipulação de informações acadêmicas pelo

corpo docente e as suas respectivas interfaces junto à aplicação cliente são apresentadas nas seções a seguir.

5.4.2.1. Manipulação de Informações Acadêmicas

Além dos seus próprios dados, o professor tem o importante privilégio de manipular as informações que fazem o vínculo entre cada ministração para ele definida e seus respectivos alunos. Além disso, é concedida a consulta ao calendário do período letivo e um serviço de localização de informações cadastradas no **SisGAM**.

Os formulários para inclusão/atualização/visualização são formados por campos de texto, listas *drop-down* ou caixas de seleção. Os campos presentes nos formulário seguem aqueles que são mantidos nas tabelas em uma base de dados no servidor.

5.4.2.2. Verificação de Ministrações

É pertinente ao corpo docente a manipulação de informações que dizem respeito às suas respectivas ministrações. Por isso, cabe a cada professor atualizar os dados que forem necessários em cada período letivo, sendo possível visualizar os dados de períodos letivos anteriores. Após selecionar a opção Dados Acadêmicos, o professor é encaminhado a outra lista de opções: Verificar Ministrações e Localizar...

Ao selecionar a opção Verificar Ministrações, o professor é remetido a um formulário onde deve decidir em manipular informações ligadas a ministrações atuais ou visualizar informações de ministrações anteriores, opção esta indicada por Histórico (Figura 5-53).

Em ministrações atuais, tem-se um formulário com uma lista de disciplinas, que indica as disciplinas ministradas no período letivo corrente. Assim, selecionada a disciplina, podem-se detalhar seus dados ou atualizar informações relativas aos alunos vinculados (Figura 5-54).

A subopção Detalhar... remete o professor a um formulário para a visualização dos dados cadastrais da disciplina, incluindo a consulta a sua ementa. Entretanto, considerando a subopção Atualizar Dados, há um formulário onde o professor deve confirmar as informações principais da ministração escolhida (Figura 5-55). A partir daí, são exibidos os dados da ministração seguidos por uma lista, com as turmas para as quais a ministração é concedida (Figura 5-56). Cabe ao professor escolher uma determinada turma para manipulação de dados.



Figura 5-53 – Tela Inicial para Dados Acadêmicos de Professores



Figura 5-54 – Telas Iniciais para Manipulação de Ministrações Atuais



Figura 5-55 – Informativo para Atualização de Dados de Determinada Ministração



Figura 5-56 – Confirmação de Dados

Feita a escolha pela turma, é exibida uma lista com os alunos matriculados para tal ministração. Além disso, são mostrados o número de alunos matriculados e a capacidade da turma. Como privilégio para o professor, tem-se: i) a atualização de notas e frequências; ii) a consulta aos dados cadastrais de aluno; e iii) a visualização da tabela sob um maior nível de detalhes.

5.4.2.3. Serviço de Localização

O **SisGAM** oferece aos professores um serviço para localização de vários itens existentes (Figura 5-57). Em cada uma dessas opções, o professor poderá visualizar dados relativos ao período letivo atual ou dados mantidos em histórico.



Figura 5-57 – Itens que podem ser Localizados e Detalhados por Professores

5.4.2.4. Calendário do Período

O professor também pode visualizar o calendário do período letivo atual, podendo usufruir somente da opção "Ir para Data...", onde será remetido a uma data específica.

5.4.3. Alunos

O aluno possui um menor privilégio no que diz respeito à inclusão/atualização de dados no **SisGAM**. Entretanto, é o usuário que pode usufruir uma maior quantidade de serviços oferecidos. De uma forma geral, pode-se citar: i) histórico; ii) horário do período letivo atual; iii) análise de aproveitamento; iv) serviço de localização; e v)

calendário. Adicionalmente, o aluno ainda tem a responsabilidade de efetuar a sua própria matrícula, no período definido pelo calendário.

Cada aluno tem total controle sobre as suas informações pessoais, mantidas pelo **SisGAM**. Esta manipulação e as suas telas de apresentação foram tratadas anteriormente na seção de administradores. A área para manipulação de informações acadêmicas pelos alunos e as suas respectivas interfaces junto à aplicação cliente são:

5.4.3.1. Manipulação de Informações Acadêmicas

Além dos seus próprios dados, o aluno tem como serviços prestados pelo **SisGAM** a visualização de várias informações, conforme foi citado anteriormente. Depois de efetuada a autenticação, o aluno é remetido a uma lista, que indica as opções de Dados Pessoais e Dados Acadêmicos, dividindo bem as duas áreas de manipulação de cada aluno. A partir daí, escolhendo a opção Dados Acadêmicos, o aluno se vê diante de outra lista, indicando as opções: Verificar, Localizar... e Análise de Aproveitamento.

A primeira opção remete o aluno à visualização de histórico, horário e *status* de matrícula. Essa opção deve ser acessada para que tal aluno possa efetuar a matrícula durante o período definido previamente. A segunda opção mostra uma lista de itens definidos pelo **SisGAM** e que podem ser alvo de consulta pelos alunos. Assim, cada aluno pode consultar cada informação desejada e que lhe seja permitida. A terceira opção mostra uma lista com o resumo dos períodos letivos terminados, indicando o aproveitamento do aluno em cada um deles. Além disso, pode ser gerado um gráfico de barras, que mostra os coeficientes de rendimento do aluno em todos os períodos.

5.4.3.2. Processamento de Matrícula

Ao realizar a matrícula em uma determinada disciplina, o aluno, automaticamente, será vinculado a ela, caso exista vaga em uma das turmas cadastradas. Entretanto, por total privilégio, o administrador poderá Incluir, Listar ou Excluir alunos das turmas pertencentes a cada disciplina. O número de alunos que pode cursar uma disciplina em uma determinada turma é dado pela capacidade do menor estabelecimento em que tal turma terá suas aulas. Este número será cadastrado ao estabelecer o horário de determinada ministração. Entretanto, a capacidade de uma determinada turma só é exibida caso tenha sido definido um horário e um estabelecimento para a ministração.

Vale ressaltar que o administrador tem livre acesso para inclusão ou exclusão de alunos a tais ministrações. Caso esteja no período de matrícula e o aluno ainda não a

fez, ele é avisado através de uma mensagem. Se o aluno não renovar sua matrícula durante o período definido, permanece sem realizar disciplinas durante o período corrente, a não ser que procure o administrador em tempo hábil.

Ao efetuar a matrícula, o aluno está pronto a cursar as disciplinas selecionadas. Essas são apresentadas de acordo com as possibilidades do aluno, ou seja, são mostradas somente as disciplinas que pode cursar. Essa seleção tem como base o pré-requisito forte da disciplina e o número de alunos matriculados, verificando se tal número alcançou o limite imposto pelo estabelecimento onde ocorrem as aulas. Os formulários de seleção das disciplinas escolhidas estão separados em: Obrigatórias (Figura 5-58), Eletivas (Figura 5-59) e Optativas (Figura 5-60).



Figura 5-58 – Tela de Disciplinas Obrigatórias para Matrícula



Figura 5-59 – Telas de Disciplinas Eletivas para Matrícula

Em cada disciplina mostrada em uma determinada lista, há um *link* para um formulário de consulta aos seus dados. No formulário de disciplinas obrigatórias, foi colocado um *ListBox* com os períodos, até o período corrente, em que o aluno ainda tem disciplinas para serem cursadas. Entretanto, nos outros formulários (eletivas e optativas), são apresentadas as disciplinas que o aluno está apto a cursar, diante das daquelas que foram cursadas até o momento e dos pré-requisitos impostos.



Figura 5-60 – Telas de Disciplinas Optativas para Matrícula

Essas disciplinas são segmentadas por curso, ou seja, é apresentado um *ListBox* onde o aluno pode selecionar o curso do qual deseja cursar disciplinas. Durante o período de matrícula pré-determinado, o aluno pode efetuar ou alterá-la. Matrículas ou alterações não podem ser efetuadas a partir do período definido no calendário. Ao término do período letivo, o *status* de matrícula de cada aluno será alterado para “N – Não Efetuada”. Assim, esse valor altera-se quando o aluno fizer uma rematrícula para o período letivo corrente.

O **SisGAM**, na conclusão ou atualização da matrícula, irá procurar pela turma de ministração da disciplina que ainda possui vagas para incluir o aluno. Assim, uma turma é totalmente preenchida para que comece o preenchimento de outra.

5.5. Modelagem de Dados

A seguir é demonstrada graficamente a atividade de especificação das estruturas de dados e regras de negócio necessárias para suportar a área de negócios do **SisGAM**. Representa um conjunto de requerimentos de informações de negócio. É uma parte importante do desenho desse sistema. Dessa forma, a Figura 5-61 apresenta o Modelo Entidade-Relacionamento do **SisGAM**.

5.6. Modelagem do Sistema

Nesta seção, será tratada a modelagem do **SisGAM** usando a UML (*Unified Modeling Language*), focando exclusivamente: Diagramas de Casos de Uso, Diagramas de Classes e Diagramas de Sequência.

Entretanto, deve-se ter em mente que os diagramas aqui tratados não têm a pretensão de elucidar o sistema sob todos os pontos, mas sim detalhar os pontos principais, buscando também uma visão geral do mesmo. Será utilizada a UML pois atualmente é o modelo de linguagem que define uma notação amplamente difundida, na qual estão todos os elementos de representação gráfica vistos a seguir.

5.6.1. Diagrama de Casos de Uso

A Figura 5-62 ilustra o Diagrama de Casos de Uso com os atores **Administrador**, **Professor** e **Aluno** e os casos de uso do **SisGAM**:

- **Administrador:** Manter Cadastro Aluno, Solicitar Histórico Aluno, Solicitar Horário Aluno, Manter Cadastro Professor, Manter Cadastro Curso, Manter Cadastro Disc/Curso, Manter Cadastro Equipamento, Manter Configuração Sistema, Manter Configuração Instituição, Manter Configuração Calendário, Atualizar Dados Administrador, Manter Cadastro Disciplina, Manter Cadastro Estabelecimento, Manter Cadastro Prof/Ministração, Manter Cadastro Horário/Ministração e Manter Cadastro Aluno/Ministração;
- **Professor:** Atualizar Dados Professor, Manter Dados Ministrações, Consultar Calendário Período e Localizar Item Sistema;
- **Aluno:** Atualizar Dados Aluno, Manipular Matrícula, Verificar Aproveitamento e Localizar Item Sistema.

Para sua representação foram utilizados os elementos de modelagem sugeridos pela UML (BOOCH *et al.*, 1999).

5.6.2. Diagrama de Classes

O Diagrama de Classes representa uma visão estática do sistema, porque a estrutura e o comportamento descritos são sempre válidos em qualquer ponto do ciclo de vida do produto de software. Buscando melhorar a visualização das informações, o Diagrama de Classes do **SisGAM** foi dividido em duas partes, indicadas

respectivamente pela Figura 5-63 e pela Figura 5-64. Para sua representação foram utilizados os elementos de modelagem sugeridos pela UML (BOOCH *et al.*, 1999).

5.6.3. Diagramas de Seqüência

Um Diagrama de Seqüência descreve a maneira como os grupos de objetos colaboram em algum comportamento ao longo do tempo. Ele registra o comportamento de um único caso de uso, exibindo os objetos e as mensagens trocadas entre eles. A seguir, são apresentados os seguintes Diagramas de Seqüência:

- (Administrador) Cadastro Minистраção (Figura 5-65);
- (Professor) Manter Dados Minистраções (Figura 5-66);
- (Aluno) Solicitar Histórico Aluno (Figura 5-67).

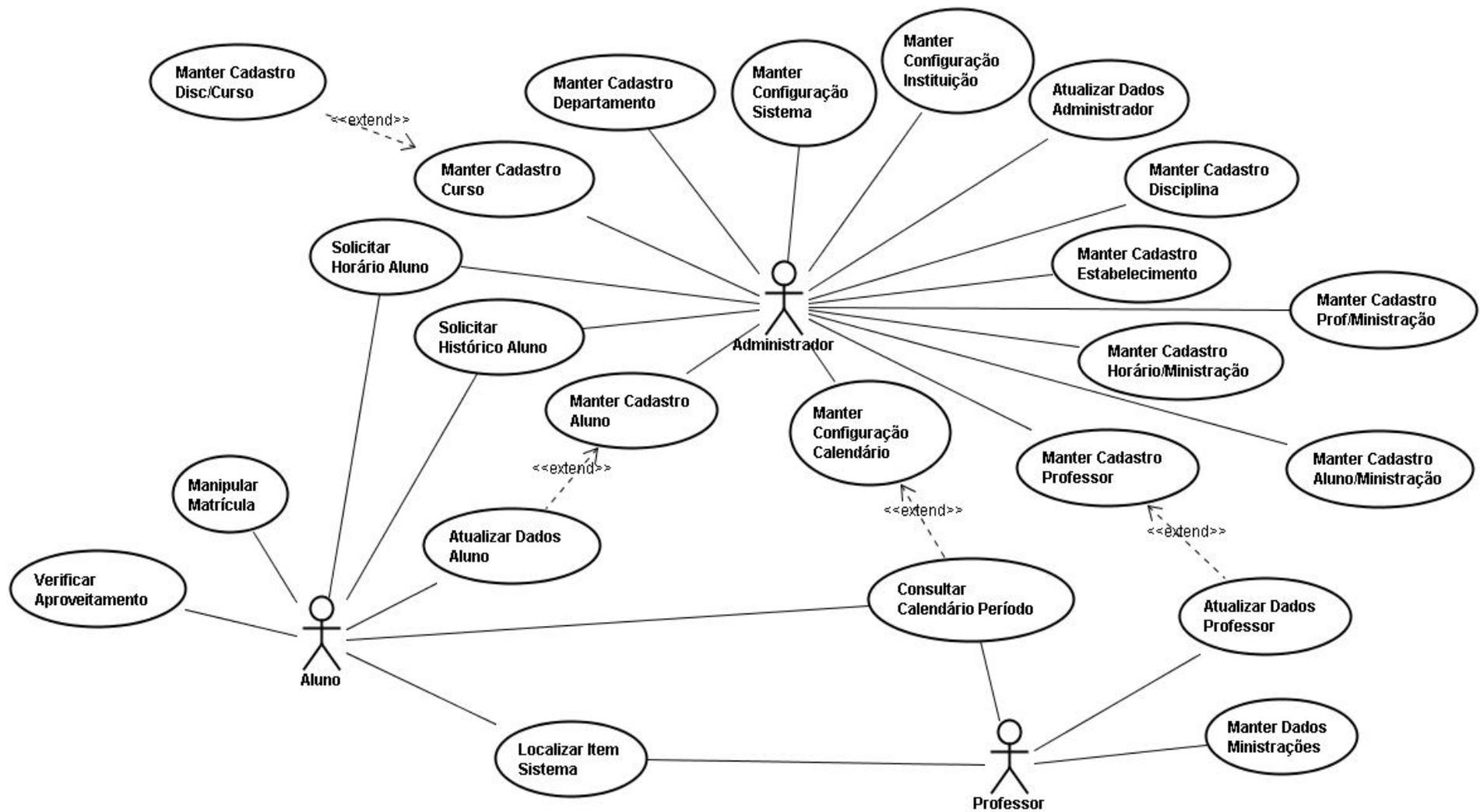


Figura 5-62 – Diagrama de Casos de Uso do SisGAM

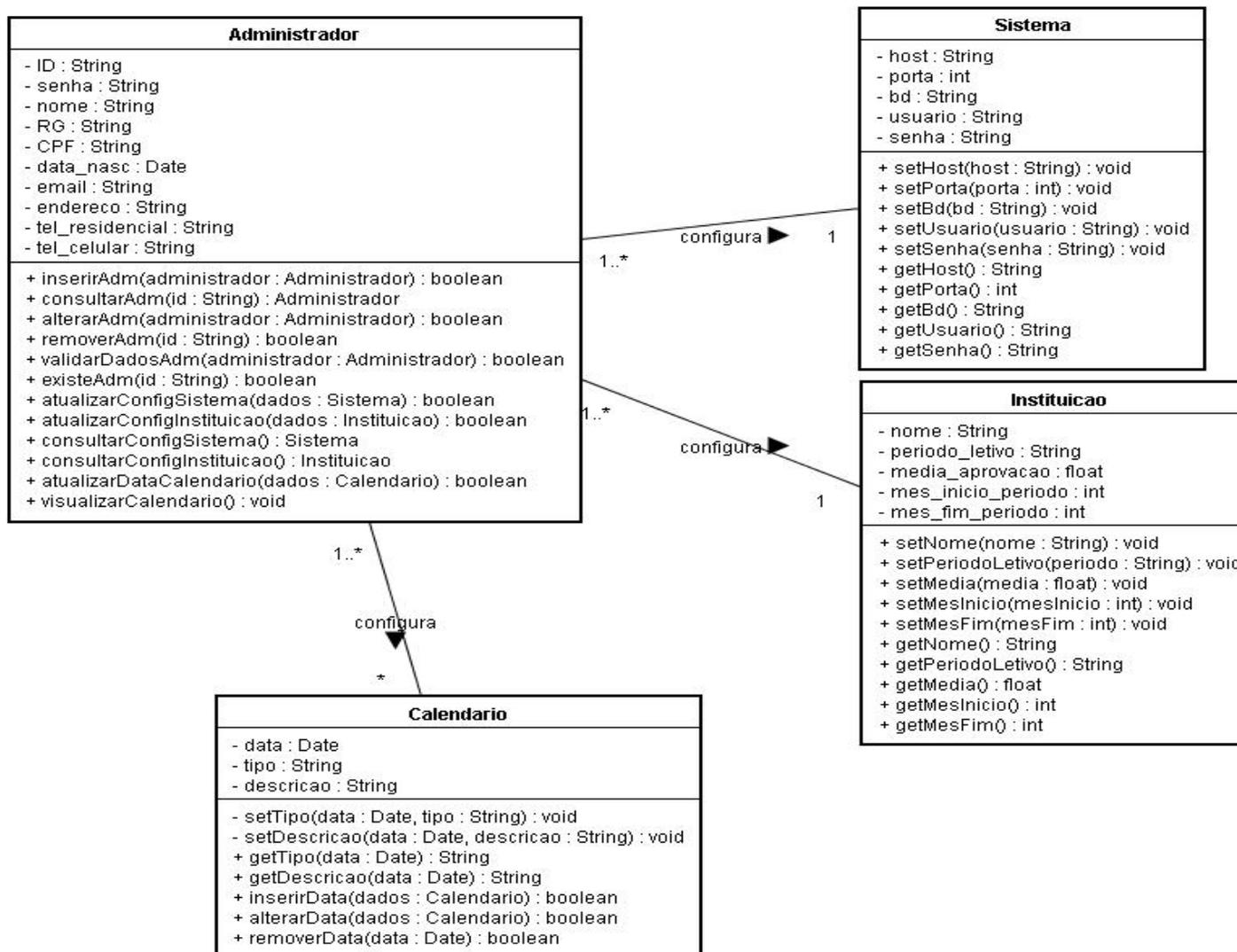


Figura 5-63 – Diagrama de Classes do SisGAM (Parte 1)

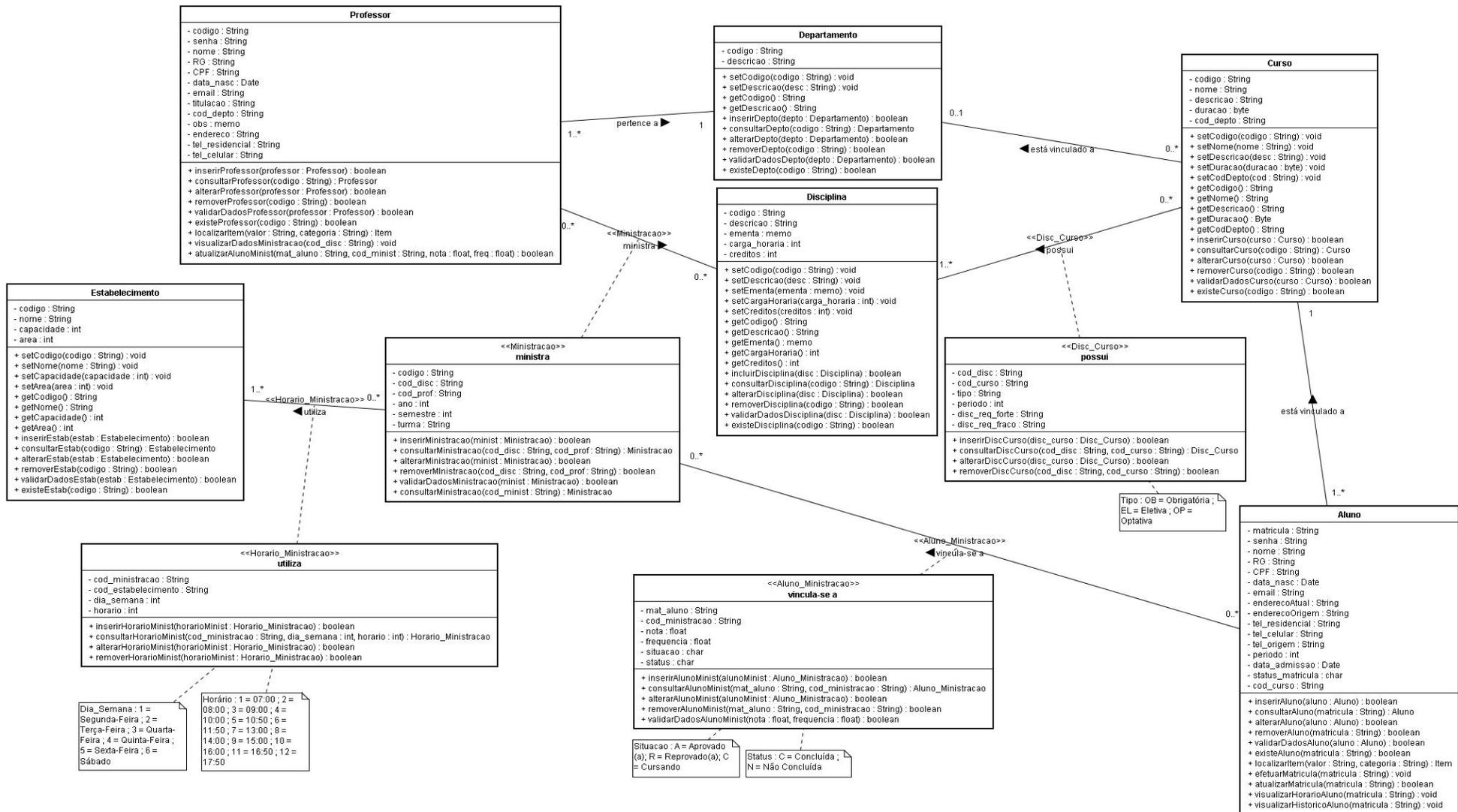


Figura 5-64 – Diagrama de Classes do SisGAM (Parte 2)

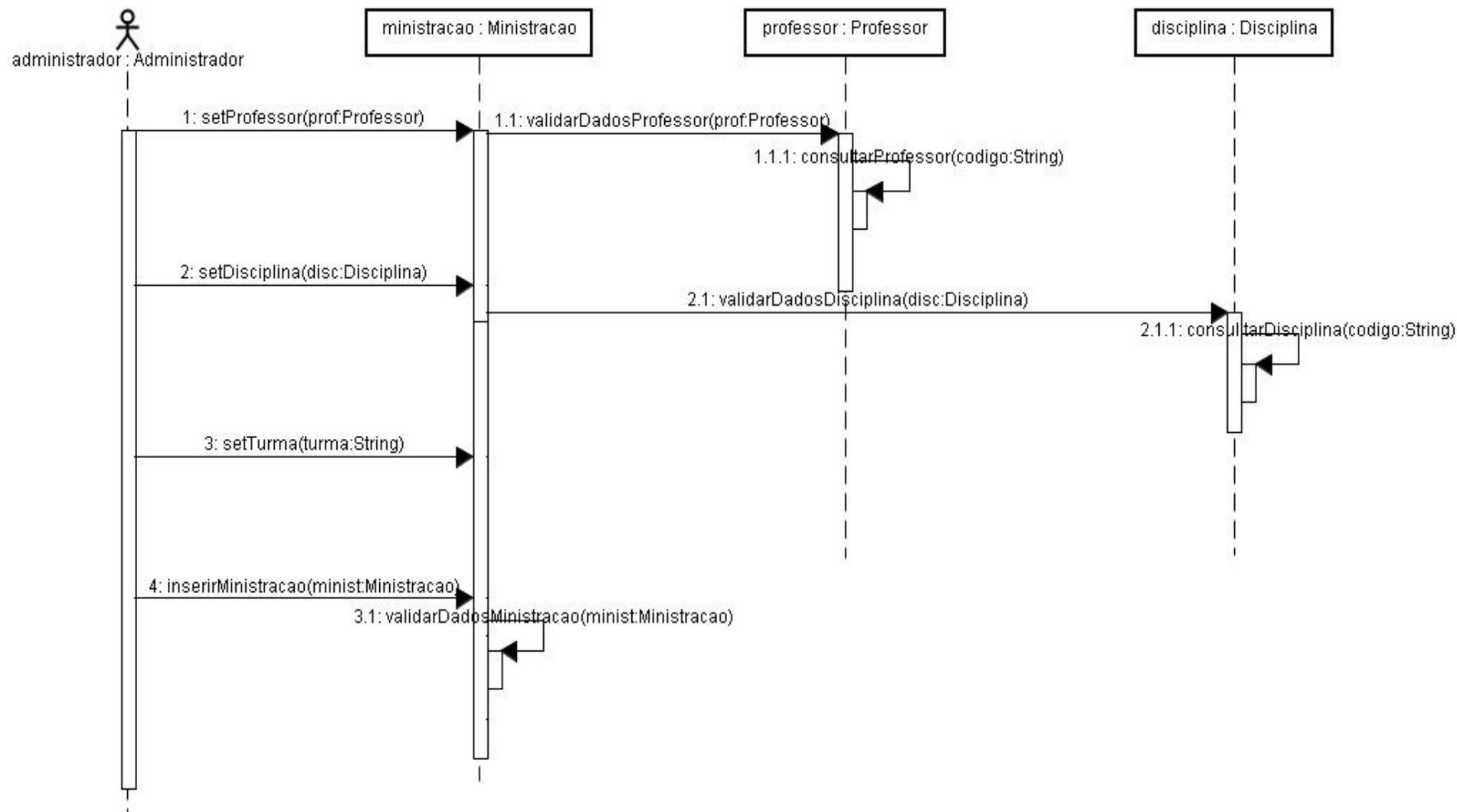


Figura 5-65 – (Administrador) Cadastro Minистраção

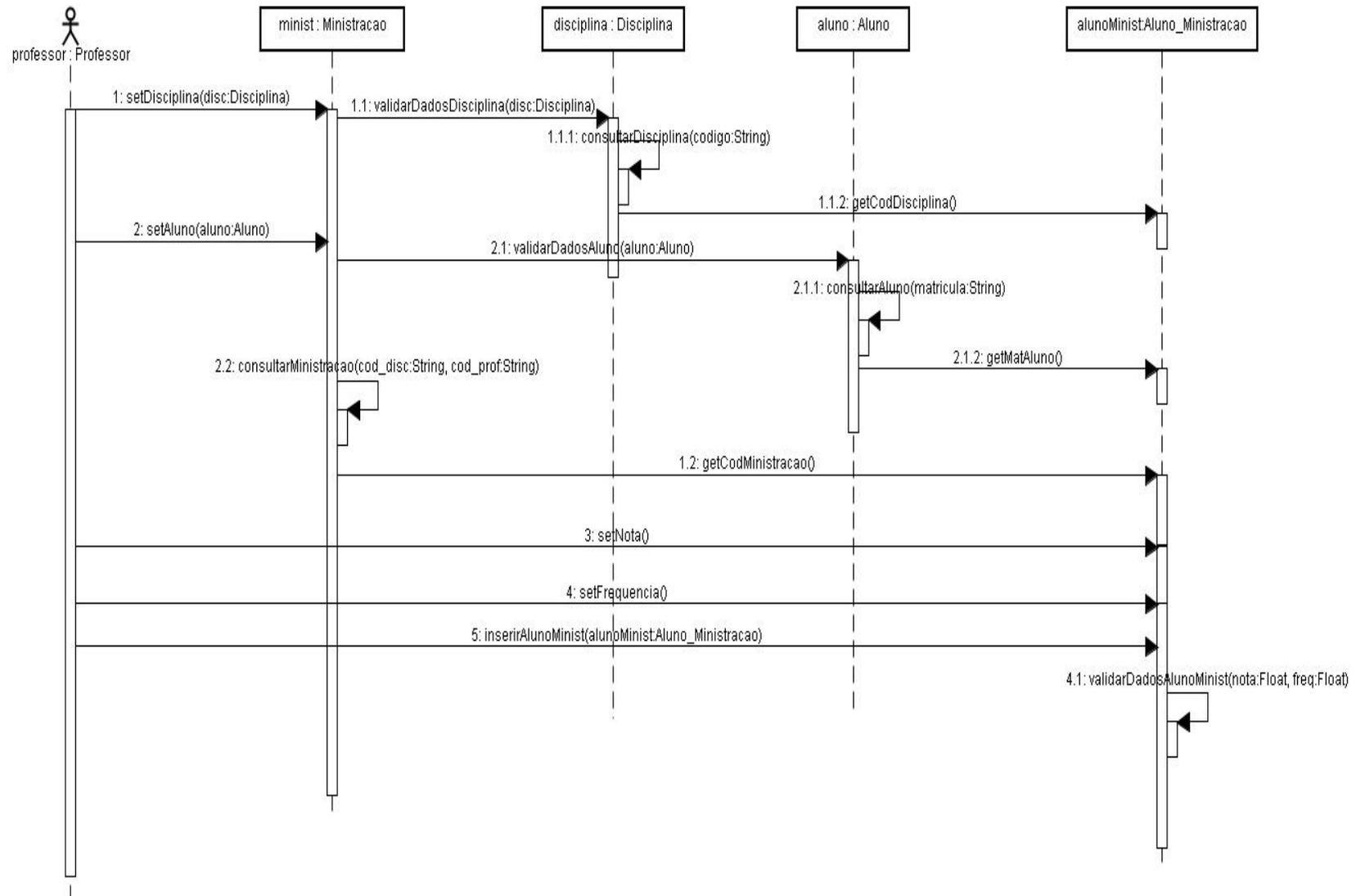


Figura 5-66 – (Professor) Manter Dados Ministrações

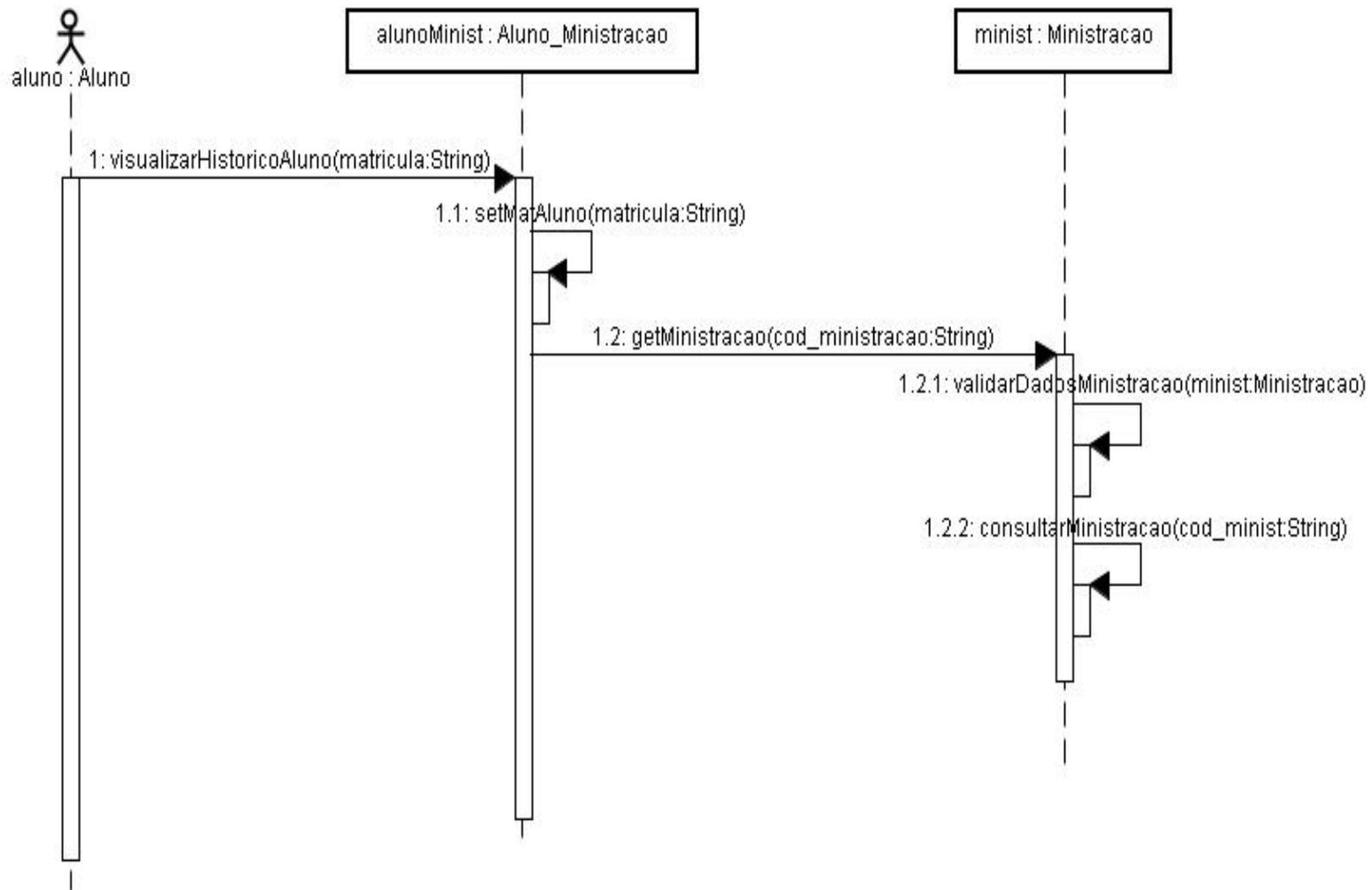


Figura 5-67 – (Aluno) Solicitar Histórico Aluno

5.7. Considerações Finais

O **SisGAM** propõe-se a melhorar a comunicação entre o usuário acadêmico e uma instituição de ensino superior e, também, a definição de todo o processo necessário para o funcionamento da gestão acadêmica, definindo os módulos a serem tratados e de que maneira serão utilizados. Desta forma, o administrador do sistema passa a ter mais controle das atividades de suporte e manutenção.

É importante salientar que, no mercado da tecnologia móvel pouco se fala em aplicações de cunho acadêmico. Assim, sendo um projeto com características inovadoras, tem-se uma experiência válida para a evolução da mobilidade nessa área de atuação. Entretanto, é necessário que se tenha a consciência da importância de um processo de gestão bem definido, a fim de garantir a qualidade dos benefícios proporcionados à instituição e ao usuário.

A experiência adquirida com a realização deste projeto e o uso do processo de gestão acadêmica e da metodologia utilizada nos possibilita compartilhar e trocar experiências com outras pessoas e/ou empresas que queiram trazer novos produtos para dispositivos móveis na área acadêmica.

Vale considerar também que, para a correta definição das interfaces de todo o sistema foram realizados testes tratando a usabilidade das mesmas, onde foi exposto o processo sob o qual cada usuário está submetido, a forma de realizar as atividades e o uso correto das interfaces criadas. Tal tratamento tende a garantir a eficiência e a facilidade de uso do sistema, apresentando nas telas claramente os objetivos requeridos, proporcionando uma melhor, e em menos tempo, aprendizagem por parte do usuário.

Com o intuito de repassar o conhecimento e a experiência obtidos com o desenvolvimento do trabalho, uma modelagem foi definida, buscando trazer uma visão gráfica do sistema, sob vários pontos. Objetivou-se, para tanto, definir apenas os diagramas que pudessem ser mais úteis a uma melhor compreensão do **SisGAM**.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho forneceu ao seu término a documentação e o sistema para gestão acadêmica intitulado **SisGAM**, bem como proporcionou um avanço na tecnologia móvel envolvendo o processo básico de gestão, tomando como base uma instituição de ensino superior, uma vez que desenvolveu métodos que proporcionaram melhor usabilidade, disponibilidade e acessibilidade pelas três classes de usuários: administradores, professores e alunos. Além disso, pôde proporcionar uma simulação de produto de *software* que propõe a viável de implantação no meio acadêmico.

Algumas propostas futuras são a implantação propriamente dita do **SisGAM** e, conforme a necessidade, o acréscimo de módulos complementares.

6.1. Conclusões

Uma vez terminada a implementação do **SisGAM**, pôde-se notar a importância da mobilidade no processo de comunicação de dados, pois além de servir de base para uma gestão acadêmica unicamente móvel, a mobilidade teve o intuito de auxiliar qualquer projeto de *software desktop* que tenha sido desenvolvido e que faça o processo de gestão acadêmica via um computador pessoal. Assim, tal sistema pode funcionar de maneira autocontida ou aliado a um sistema *desktop* para gestão acadêmica.

Durante o processo de embasamento teórico, vários exemplos de sistemas de gestão acadêmica foram vistos e avaliados para que o **SisGAM** pudesse ser elaborado de acordo com a realidade vigente, não despertando qualquer tipo de receio. Com a introdução e a sedimentação de seus módulos de abrangência, o **SisGAM** começou a ser desenvolvido e passou por várias etapas, mantidas entre cliente e servidor. Pode-se dizer, entretanto, que houve praticamente uma interação cliente/servidor, onde cada módulo da aplicação cliente depende de sua respectiva ação no servidor e vice-versa. Assim, cada módulo ou submódulo foi desenvolvido mantendo uma relação de completa integração entre cliente e servidor, onde ambos representavam uma funcionalidade da aplicação como um todo.

O **SisGAM** foi implementado a título de simulação, abstraindo características de sua implantação de fato em um dispositivo móvel. Entretanto, a idéia de união entre instituições acadêmicas de ensino superior e mobilidade torna-se relevante neste ponto do trabalho, deixando o processo de implantação para um momento posterior.

Portanto, não se avaliou o conjunto de dispositivos móveis aos quais tal aplicação está destinada. Mas, ainda assim, tem-se como garantia que ele tornar-se-á válido em qualquer dispositivo móvel que tenha como características:

- suporte à Tecnologia Java;
- habilitação às APIs CLDC 1.1⁹ e MIDP 2.0¹⁰, a partir da plataforma J2ME;
- capacidade em armazenamento de, ao menos, 1,3 MB de memória.

Porém, pôde-se concluir que, para o **SisGAM** funcionar com sucesso, é necessário que os usuários habituem-se ao uso de um dispositivo móvel, pois quando professores ou alunos estiverem totalmente familiarizados, ele será capaz de proporcionar os benefícios propostos.

Atualmente, qualquer usuário deseja obter uma satisfatória disponibilidade de recursos utilizados, independente de distância ou localização. Disponibilidade que é proporcionada pela tecnologia móvel. Portanto, objetivou-se aliá-la à gestão acadêmica, acompanhando o atendimento de solicitações dos usuários, solucionando o mais rapidamente possível as informações requeridas ou a serem atualizadas. A ausência de tal disponibilidade implica maiores despesas operacionais, desperdício de tempo e insatisfação dos usuários que dependem do funcionamento dos recursos para realizar determinada tarefa.

Diante desse contexto, o **SisGAM** é de grande utilidade, uma vez que oferece soluções que auxiliam na prestação de um serviço em gestão acadêmica com qualidade, possibilitando melhor eficiência e viabilidade no uso, através de um dispositivo móvel. Além disso, a documentação sobre o desenvolvimento do **SisGAM** pode servir de base para a construção de outros sistemas para integrar-se a ele.

6.2. Contribuições

Como contribuições do presente trabalho pode-se destacar os seguintes pontos:

- A mobilidade proporcionada, principalmente a professores e alunos, possibilitando consultas e atualizações de forma mais eficiente, auxiliando também na integração

⁹ CLDC (Connected Limited Device Configuration): Conjunto de API's destinadas a dispositivos com poder de processamento, vídeo e memória limitados.

¹⁰ MIDP (Mobile Device Information Profile): Conjunto de API's que atuam um nível acima das configurações (CLDC). Engloba API's para projeto de interface com o usuário, suporte para interligação em rede e armazenamento persistente.

entre os usuários, uma vez que as suas características específicas serão completadas durante as atividades relacionadas com a gestão acadêmica propriamente dita;

- O desenvolvimento sistemático das telas de apresentação facilita o entendimento do sistema, possibilitando uma adaptação bem mais suave e intuitiva;
- As informações da instituição, tratadas pelo sistema, são mantidas em uma base de dados central. Tal base poderia ser utilizada também por uma aplicação *Web Desktop* elaborada e em funcionamento, fazendo com que a aplicação móvel seja uma alternativa ao sistema presente;
- O tratamento do processo de gestão acadêmica com base em outros softwares já existentes amadurece o entendimento do software, contribuindo para a obtenção de software de qualidade;
- A estrutura definida para o desenvolvimento do sistema foi baseada na integração cliente/servidor. Mesmo considerando um custo maior com a elaboração de uma função para ambos, simultaneamente. Dessa forma, pode-se garantir que as atividades foram realizadas de forma coordenada e não sendo negligenciado nenhum ponto durante o desenvolvimento;
- O planejamento e a execução de cada etapa foram realizados durante todas as fases do desenvolvimento do software, evitando surpresas e mantendo os limites de tempo propostos. Nos setores onde havia uma função instituída, ela ocorria após a construção do módulo e os erros posteriores eram tratados tanto no cliente quanto no servidor, antes mesmo de desenvolver um novo módulo;
- Ao final do trabalho, foram relacionadas as lições aprendidas durante o desenvolvimento e as experiências vivenciadas. Com base nestas informações, que são divulgadas neste documento, pode-se fazer melhorias no desenvolvimento dos próximos sistemas;
- Foi publicado um artigo deste trabalho no III SMSI (Simpósio Mineiro de Sistemas de Informação), realizado em Belo Horizonte/MG, de forma a difundir a experiência aqui tratada.

A partir de uma posterior implantação do **SisGAM**, ter-se-á uma visão mais sólida dos benefícios trazidos pelo sistema, reforçando a importância da busca pela eficiência e qualidade no processo de gestão acadêmica.

6.3. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, deseja-se, diante da funcionalidade desempenhada pelo **SisGAM**, implantá-lo de fato em uma instituição de ensino superior, adaptando-o às características vigentes em determinada instituição. Para isso, deve-se fazer uma análise mais criteriosa com relação à tecnologia de implantação, incluindo a seleção da linha de dispositivos móveis aptos a atuarem como clientes para a aplicação dessa solução.

Uma colocação importante a respeito da implantação é um tratamento que deve ser feito visando a base de dados a ser utilizada. Assim, questões como bloqueio/liberação dos registros serão tratadas de modo que não haja conflito durante a simultaneidade de acessos ao sistema central.

As sugestões para dispositivos e características básicas de tecnologia devem basear-se em estudos sobre a integração do **SisGAM** e informações das subpartes que compõem o dispositivo, incluindo: suporte à tecnologia Java, suficiência em memória e acessibilidade. Tais considerações devem ser tratadas para que uma posterior implantação do **SisGAM** traga resultados visíveis, provendo uma comunicação eficiente em termos de gestão acadêmica.

Visando uma melhor eficiência quanto ao uso do sistema, é fortemente indicada como trabalho futuro a divisão do sistema em módulos, de tal forma que o administrador, o professor e o aluno utilizem módulos diferentes do mesmo sistema, onde em cada um deles tende a constar somente os serviços correspondentes ao usuário em questão. Dessa forma, poupa-se memória e processamento e ainda aumenta-se o número de dispositivos que podem atender aos pré-requisitos impostos pela aplicação.

Entretanto, visando o módulo administrador, há também como trabalho futuro a criação de vários níveis hierárquicos, de tal forma que haja um super usuário e, abaixo dele, vários outros níveis dentro da própria administração, onde cada um deles possuirá privilégios em determinada área do sistema.

É sugerido que a administração do **SisGAM** realize treinamentos e palestras para adaptação e conscientização das classes de usuários, pois a eficiência do processo de gestão acadêmica está intrinsecamente ligada ao nível de experiência e qualificação de seus usuários, destacando professores e alunos.

De acordo com a necessidade do público alvo, pode-se também anexar outros módulos ao **SisGAM**, de tal forma que possam ser tratadas informações do processo de

gestão acadêmica não abordadas pelo escopo deste projeto. Tais acessórios estariam possibilitando a realização de outros levantamentos e análises dos dados tratados, fornecendo à instituição fontes de conhecimento para a tomada de decisões.

Além disso, é de suma importância considerar o público deficiente, de tal forma que consta como trabalho futuro a adequação do sistema para deficientes visuais, primeiramente. Assim, tal sistema deverá possuir um mecanismo de áudio que possa guiar o usuário no uso do mesmo.

Referencial Bibliográfico

- ALÇADA, J. A. G. **Estudo sobre a utilização de uma aplicação móvel em um serviço hospitalar**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Engenharia da Comunicação) - Universidade Fernando Pessoa, Portugal.
- ALMEIDA, R. Q. de. **CORBA: Common Object Request Broker Architecture**. Campinas: Centro de Computação – UNICAMP, 2002. Disponível em: <<http://www.dicas-l.com.br/cursos/corba.ppt>>. Acesso em: abr. 2006.
- ALVES, J. C. et al. **Mobilidade: PDA**. Porto – Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2005.
- ASSIS, W. M. **Avaliação da tecnologia J2ME no contexto de desenvolvimento de jogos multiplayers para celulares**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley, 1999. 482p.
- CADSOFT. **Universus – Software Acadêmico**. [S.I.]: CADSOFT, 2006. Disponível em: <http://www.cadsoft.com.br/solu_universus.asp>. Acesso em: 02 abr. 2006.
- COMTEMPORARY. **SysBibli: Arquitetura (SQL-Cliente/Servidor)**. Comtemp., [2003-2004]. Disponível em: <<http://www.contemporary.com/cty/sysbibli/arquitetura.html>>. Acesso em: abr. 2006.
- COULOURIS, George; DOLLIMORE, Jean; KINDBERG, Tim. **Distributed Systems: Concepts and Design**. 3rd ed. [S.I.]: Pearson Education, 2001.
- DECISPROJ. **Decisão de Projeto: Arquitetura em Três Camadas**. Disponível em: <<http://www.ic.unicamp.br/~ra017268/Decisao%20de%20projeto.doc>>. Acesso em: abr. 2006.
- EBOOKZINE. **Tablet PC: O eBook Reader do Futuro?**. [S.I.]: EBookZine, 2003. Disponível em: <<http://www.ebookcult.com.br/ebookzine/tabletpc.htm>>. Acesso em: abr. 2006.
- FAULKNER, C. **The Essence Of Human-Computer Interaction**. 1st ed. [S.I.]: Prentice Hall PTR, 1997.
- FERNANDEZ, A. **Usabilidade em Aparelhos Celulares: Da Voz ao Game**. *Usability Expert*, 2005. Disponível em: <<http://usabilityexpert.com.br>>. Acesso em: abr. 2006.
- GISPUC. **Interoperabilidade e GIS**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0310886_04_cap_02.pdf>. Acesso em: abr. 2006.
- GRILO, A. **A Portabilidade do Futuro**. [S.I.], 2006. Disponível em: <<http://noticia.nesi.com.pt/?p=76>>. Acesso em: abr. 2006.
- INFOCLIENTSERV. **A Arquitetura Tradicional Cliente/Servidor**. [S.I.]: Infosites, 2005. Disponível em: <http://www.infosites.com.br/htdocs/artigos/artigo_camadas_02.aspx>. Acesso em: abr. 2006.

- INFOMULTI. **O Modelo em Multicamadas**. [S.I.]: Infosites, 2005. Disponível em: <http://www.infosites.com.br/htdocs/artigos/artigo_camadas_03.aspx>. Acesso em: abr. 2006.
- J2ME** – Java 2 Micro Edition. [S.I.], 2006. Disponível em: <<http://java.sun.com/j2me/>>. Acesso em: 15 mar. 2006.
- J2SE** – Java 2 Standard Edition. [S.I.], 2006. Disponível em: <<http://java.sun.com/j2se/>>. Acesso em: 15 mar. 2006.
- JAVAFREE. **Iniciando em J2EE com JBoss-IDE**. [S.I.]: JavaFree, 2005. Disponível em: <<http://www.javafree.org/news/view.jf?idNew=1023>>. Acesso em: abr. 2006.
- LEE, V.; SCHNEIDER, H.; SCHELL, R. **Aplicações Móveis: Arquitetura, projeto e desenvolvimento**. Tradução Amaury Bentes & Deborah Rüdiger. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2005.
- LOUREIRO, A. A. F. et al. **Comunicação Sem Fio e Computação Móvel: Tecnologias, Desafios e Oportunidades**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Campinas, 2003.
- MACORATTI, J. C. **Padrões de Projeto: O Modelo MVC – Model View Controller**. [S.I.]: Macoratti.NET, 2005. Disponível em: <<http://www.macoratti.net/>>. Acesso em: abr. 2006.
- MATTOS, R. **Programação em Banco de Dados**. [S.I.]: Linha de Código, 2004. Disponível em: <http://www.linhadecodigo.com.br/artigos.asp?id_ac=514>. Acesso em: abr. 2006.
- MAXWELL, G. **SAMS Teach Yourself: Palm Programming in 24 Hours**. Rom ed. Indianapolis: Sams, 1999.
- MEIOBIT. **Mobilidade X Portabilidade**. [S.I.]: MeioBit, 2006. Disponível em: <<http://www.meiobit.com/arq/007536.html>>. Acesso em: abr. 2006.
- METASYS. **Metasys para Redes de Computadores**. Disponível em: <<http://www.metasys.com.br/metasys/rede.php>>. Acesso em: abr. 2006.
- MICROSOFT. **Assegure-se de que seu laptop atenda às suas necessidades**. Microsoft-Brasil, 2005. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/pequenasempresas/themes/business-anywhere/get-most-out-of-laptop.msp>>. Acesso em: abr. 2006.
- MICROSOFTAGENT. **Microsoft Agent: Technology and Concepts**. Microsoft, 2003. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/msagent>>. Acesso em: abr. 2006.
- MOBILELIFE. **Mobile Life Oferece Mobilidade**. [S.I.]: MobileLife, 2005. Disponível em: <<http://www.mobilelife.com.br/>>. Acesso em: dez. 2005/jan. 2006.
- MUCHOW, J. W. **Core J2ME: Tecnologia & MIDP**. Tradução João Eduardo Nóbrega Tortello. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.
- MYSQL**. [S.I.], 2006. Disponível em: <<http://www.mysql.com/>>. Acesso em: 15 mar. 2006.
- NETPEDIA. **Definição: Fat Client (Cliente Gordo)**. [S.I.]: NetPedia, 2005. Disponível em: <<http://www.netpedia.com.br/MostraTermo.php?TermID=2518>>. Acesso em: abr. 2006.

- NETTO, M. M. **Design para Dispositivos Móveis - O primeiro passo para um sistema bem sucedido, é a interação com o usuário.** Disponível em: <<http://www.linhadecodigo.com.br/>>. Acesso em: abr. 2006.
- PAWLAN, M.. **Introduction to Wireless Technologies.** Sun Developer Network, 2005. Disponível em: <<http://wireless.java.sun.com/getstart/articles/intro/>>. Acesso em: dez. 2005.
- PROMON BUSINESS & TECHNOLOGY REVIEW. **Mobilidade: A Grande Tendência do Futuro.** Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.promon.com/portugues/noticias/download/>>. Acesso em: dez. 2005/jan. 2006.
- RIBAS, D. **Elaborando a sua estratégia móvel.** [S.I.]: Linha de Código, 2006. Disponível em: <http://www.linhadecodigo.com.br/artigos.asp?id_ac=1004&pag=1>. Acesso em: abr. 2006.
- RMSISTEMAS. **CORPORE RM Educacional.** [S.I.]: RM Sistemas, 2006. Disponível em: <http://www.rm.com.br/pt_br/solucoes/educacional/>. Acesso em: 02 abr. 2006.
- SANTOS, P. et al. **Mobilidade: Aplicações para PDA. História, Presente e Futuro.** Porto – Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2005.
- SATO, D. T. **Projeto Oxygen (Dispositivos Móveis Auto-Configuráveis).** [S.I.]: Computação Móvel, 2004. Disponível em: <http://grenoble.ime.usp.br/movel/oxygen_apresentacao.ppt>. Acesso em: abr. 2006.
- SEARA. **Tablet PC, uma lousa virtual.** [S.I.]: Seara-Comunicação, 2005. Disponível em: <<http://www.searasoft.com/seara3.0/gca/index.php?id=283&resolution=1024x768>>. Acesso em: abr. 2006.
- SILVA FILHO, A. M. da. O Papel da Diversidade Humana No Design de Interfaces. **Revista Espaço Acadêmico**, [S.I.], n. 32, jan. 2004.
- SISINFO. **Web e Tecnologia Java: JSP/Servlets.** Sistemas de Informação Web. Guaratinguetá: Departamento de Engenharia Elétrica – UNESP, 2005.
- TELECO. **Em que ponto da curva tecnológica estamos.** [S.I.]: TELECO, 2005. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialcmovel/>>. Acesso em: abr. 2006.
- WAEINFO. **Pais e professores colocam alunos na palma da mão.** [S.I.]: WaeNet/Notícias, 2006. Disponível em: <<http://www.waenet.com.br/Noticias/waeportatil.htm>>. Acesso em: 02 abr. 2006.
- WAENET. **WAE – Gestão Acadêmica.** [S.I.]: WaeNet, 2006. Disponível em: <<http://www.waenet.com.br/>>. Acesso em: 02 abr. 2006.
- WEBMOBILE. J2ME, aprenda os segredos de uma boa interface com o usuário e como desenvolvê-la. **Revista Web Mobile**, [S.I.], n. 5, nov. 2005.
- WILDT, D. de F. **Programação com Objetos Distribuídos.** Rio Grande do Sul: Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

ANEXO A – Instalação do SisGAM

A.1. Produtos de Software Essenciais

- **J2SE** (*Java 2 Standard Edition*) 1.5.0_02 ou Superior;
- **MySQL** 4.1.11 ou Superior;
- **Apache Tomcat** 5.5.9 ou Superior;
- **J2ME Wireless Toolkit** 2.2 ou Superior;
- **ConnectorJ**: Conector do tipo Java/MySQL. V. 3.1.8.

A.2. Passos para Instalação

1. Instalar: J2SE (Java 2 Standard Edition);
2. Instalar: MySQL;
3. Instalar: Apache Tomcat;
4. Instalar: J2ME Wireless Toolkit;
5. Acrescentar os seguintes dados ao CLASSPATH: c:\Arquivos de Programas\Apache Software Foundation\Tomcat 5.5\common\lib; c:\Arquivos de Programas\Java\jdk1.5.0_02\lib; c:\Arquivos de Programas\Java\jdk1.5.0_02\lib\tools.jar,;
6. Definir o caminho de instalação do JDK, criando a variável de ambiente JAVA_HOME. Ex: JAVA_HOME = c:\Arquivos de Programas\Java\jdk1.5.0_02\bin
7. Acrescentar o diretório de executáveis do JDK e do MySQL ao Path. Os caminhos poderiam ser: “c:\Arquivos de programas\MySQL\MySQL Server 4.1\bin” e “c:\Arquivos de Programas\Java\jdk1.5.0_02\bin”;
8. Colocar os pacotes “javax.servlet” e “mysql-connector-java-3.1.8-bin” em “..\Tomcat5.5\common\lib”;
9. Copiar o diretório definido como “Gerenciador_Academico” da aplicação cliente para o diretório “apps”, de acordo com o diretório de instalação do J2ME Wireless Toolkit. Um exemplo de caminho do diretório de cópia dos dados da aplicação cliente seria: “c:\WTK22\apps”;
10. Copiar o diretório definido como “Gerenciador_Academico” da aplicação servidora para o diretório “webapps”, de acordo com o diretório de instalação do Apache Tomcat. Um exemplo de caminho do diretório de cópia dos dados da aplicação: “c:\Arquivos de programas\Apache Software Foundation\Tomcat 5.5\webapps”.