



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em
Computação Aplicada
Mestrado Acadêmico

Alex Roehrs

4iPay: Modelo para Sistemas de Pagamento Móvel
em Comércio Ubíquo

São Leopoldo, 2012

Alex Roehrs

**4iPay: MODELO PARA SISTEMAS DE PAGAMENTO
MÓVEL EM COMÉRCIO UBÍQUO**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre, pelo
Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação
em Computação Aplicada da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador:

Prof. Dr. Cristiano André da Costa

São Leopoldo

2012

Ficha catalográfica

R713f	<p>Roehrs, Alex</p> <p>4iPay : modelo para sistemas de pagamento móvel em comércio ubíquo / por Alex Roehrs. – 2012. 111 f. : il., 30 cm.</p> <p>Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2012. Orientação: Prof. Dr. Cristiano André da Costa.</p> <p>1. Computação ubíqua. 2. Computação móvel. 3. Sistema de pagamento móvel. 4. Comércio ubíquo. 5. Comércio móvel. 6. Carteira digital. I. Título.</p> <p>CDU 004.75.057.5</p>
-------	--

Catálogo na Fonte:
Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

A Deus, minha família, orientador e colegas de curso e trabalho pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Apraz-me agradecer a todos as pessoas e instituições que me apoiaram de uma forma ou de outra para concretizar este sonho de longa data.

Inicialmente agradeço a Deus pelo dom da vida e força para enfrentar os obstáculos.

À minha esposa Eline e filha Nicole pelo apoio, carinho e suporte incansável.

À minha mãe Flórida e pai Gervásio (*in memorian*) pela educação e exemplo de trabalho, dedicação e honestidade.

Aos meus sogros Lorena e Erly pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Cristiano André da Costa, pelo apoio, exemplo, incentivo e orientação desde a Especialização em Redes de Computadores e Aplicações Internet pela Unisinos em 2005, passando pelo Instituto de Informática da Unisinos até a conclusão de mais esta etapa.

Ao Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa, pelo incentivo desde antes do início do curso e pelas contribuições significativas em diversos trabalhos.

À Unisinos, por me acolher como funcionário, aluno e instrutor, e por ser esta instituição de excelência desde sempre.

A CAPES/MEC pela concessão da bolsa de estudos.

À Sandra Rodrigues, secretária do PIPCA.

A todos os colegas de mestrado, especialmente João Tavares, Marco Lampert, Bruno Larentis, Toni Wickert, Michele Lermen, Tássia Ferrão, Lucas Braz, Lucas Graebin e Irismar Chagas, pelas noites e finais de semana de árduos estudos, discussões e troca de ideias durante todo o curso.

À Prof. de Inglês Daniela Wudich.

A todos os demais professores e funcionários do PIPCA.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um modelo de arquitetura e usabilidade para um sistema de pagamento móvel (*Mobile Payment System*), considerando as premissas de independência de dispositivo, de localização, de operadora de telefonia móvel e de administradora financeira para suprir as necessidades de efetivar pagamentos e recebimentos de qualquer natureza em ambientes de comércio ubíquo (*Ubiquitous Commerce*). O trabalho inicialmente descreve a motivação, os objetivos e os conceitos fundamentais sobre os quais se baseia a proposta do modelo. A seguir são elencados os principais trabalhos relacionados e uma análise comparativa detalhada é realizada, derivando as características mais importantes a serem consideradas no modelo proposto. Em seguida, é proposto um modelo de pagamento móvel, denominado 4iPay, onde são detalhados os objetivos, arquitetura, recursos e a proposta técnico-científica de comércio eletrônico em ambientes ubíquos. Na proposição do modelo foi considerada a convergência dos trabalhos relacionados analisados no que tange à ubiquidade, unicidade, universalidade e unissonância. Assim, o modelo 4iPay pretende reunir as melhores características, inovando e melhorando em alguns aspectos relevantes ao comércio ubíquo de fato. O modelo proposto visa propor uma solução diferenciada em termos de arquitetura, modelo de negócio, usabilidade, baixo consumo de banda e alto desempenho nas transações de pagamento e recebimento, em relação às propostas atuais, levando em consideração, nas transações comerciais eletrônicas móveis, questões como independência de dispositivo, localização física, segurança e confiabilidade, além de outras características expostas ao longo do trabalho, como otimização no uso de protocolos de comunicação e flexibilidade na utilização de conexões locais ou remotas. Também são descritos cenários efetivos de uso de onde e como o modelo 4iPay pode ser aplicado. Para tanto é apresentado o protótipo desenvolvido para avaliar o modelo. Por fim, são apresentados os resultados obtidos na avaliação dos cenários, nas avaliações de desempenho da aplicação e na pesquisa de campo de aceitação do modelo proposto.

Palavras-Chave: Sistema de Pagamento Móvel, Comércio Ubíquo, Carteira Digital, Comércio Móvel, Computação Ubíqua, Computação Móvel.

ABSTRACT

This work aims at presenting a usability and architectural model for a mobile payment system. In our model, we assume independence of devices, of location, of mobile operator, and of administrator, to allow all kinds of payment in ubiquitous environments (Ubiquitous Commerce). In this work, we begin describing motivation, goals, and fundamental concepts, in which the proposed model is based. Next, we present related works and a detailed comparative analysis of those projects, deriving the most important features. Later, we propose a model of mobile payment, called 4iPay, based on those features. We detail the 4iPay model, architecture, features, and the technical-scientific proposal of an electronic commerce system in ubiquitous environments. We consider, in the proposed model, the convergence of various related works in terms of ubiquity, unity, universality, and unison. Thus, 4iPay aims at bringing together the best features, innovating and improving in some aspects. In the model, we propose a distinguished solution in terms of architecture, business model, usability, low bandwidth consumption and high performance in payment and receipt transactions. We also consider issues such as device independence, physical location, security and reliability, and other features related to mobile electronic commerce transactions, such as optimizing communications protocols usage and flexibility in local or remote connections. We also present the effective use in scenarios of where and how 4iPay can be applied. For this purpose we present the prototype developed to evaluate the model. Finally, we present the scenarios assessment results, the application performance evaluation and the proposed model acceptance survey.

Keywords: Ubiquitous Computing, Mobile Computing, Mobile Payment System, Ubiquitous Commerce, Digital Wallet, Mobile Commerce, Near-Field Communication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. NFC e as tecnologias sem-fio	27
Figura 2. Taxonomia de Modelos de Sistemas de Pagamento	28
Figura 3. Visão Geral da Arquitetura	52
Figura 4. Diagrama da Arquitetura de Componentes	53
Figura 5. Diagrama de Componentes da Infraestrutura de Serviços	55
Figura 6. Diagrama de Casos de Uso	58
Figura 7. Transação de Pagamento e Confirmação	70
Figura 8. Diagrama de Componentes	74
Figura 9. Ícones com as possibilidades de conexão	76
Figura 10. Protótipos das Interfaces de Acesso ao Sistema	77
Figura 11. Protótipos das interfaces conforme local	78
Figura 12. Protótipos das interfaces de configuração e confirmação	78
Figura 13. Diagrama de Classes Modelo Cliente	79
Figura 14. Diagrama de Classes Modelo Servidor	80
Figura 15. Diagrama de Sequência – Acesso a Aplicação	81
Figura 16. Diagrama de Sequência – Transação Pagamento.....	82
Figura 17. Telas da Aplicação	89
Figura 18. Relação de Tamanho em Kb dos Protocolos	91
Figura 19. Comparação de Consumo entre Protocolos	92
Figura 20. Gráfico de Desempenho das Transações	93
Figura 21. Gráfico sobre o Perfil dos Usuários Entrevistados	95
Figura 22. Gráfico de Avaliação Quanto à Facilidade de Uso	98
Figura 23. Gráfico de Avaliação Quanto à Percepção de Utilidade	99
Figura 24. Interfaces da Aplicação Executando	113
Figura 25. Página com Questionário sobre Facilidade de Uso.....	115
Figura 26. Página com Questionário sobre Percepção de Utilidade.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparativo Quanto ao Modelo de Negócio	34
Tabela 2. Comparativo Quanto à Tecnologia Empregada.....	34
Tabela 3. Comparativo Quanto à Localização.....	35
Tabela 4. Comparativo Quanto à Segurança	35
Tabela 5. Comparação entre Modelos Relacionados.....	47
Tabela 6. Requisitos de Negócio	57
Tabela 7. Caso de Uso UC.01 – Acessar Aplicação.....	59
Tabela 8. Caso de Uso UC.02 – Acionar Pagamento.....	61
Tabela 9. Caso de Uso UC.03 – Requerer Pagamento	62
Tabela 10. Caso de Uso UC.04 – Confirmar Pagamento	63
Tabela 11. Caso de Uso UC.05 – Autorizar Pagamento	64
Tabela 12. Caso de Uso UC.06 – Cancelar Pagamento.....	65
Tabela 13. Caso de Uso UC.07 – Configurar Aplicativo	67
Tabela 14. Caso de Uso UC.08 – Consultar Pagamentos.....	68
Tabela 15. Principais Mensagens ISO 8583	69
Tabela 16. Artefatos e Ferramentas Utilizadas no Desenvolvimento	75
Tabela 17. Análise de Tempo das Transações.....	92
Tabela 18. Questionário Quanto à Facilidade de Uso	94
Tabela 19. Questionário Quanto à Percepção de Utilidade.....	94
Tabela 20. Resumo das Respostas Quanto à Facilidade Uso	96
Tabela 21. Resumo das Respostas Quanto à Percepção de Utilidade	97
Tabela 22. Comparação entre Modelos Relacionados e 4iPay.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3G	3rd generation mobile telecommunications
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	Application Programming Interface
ATM	Automated Teller Machine
DNA	Deoxyribonucleic acid
e-commerce	Electronic Commerce
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
EDI	Electronic Data Interchange
EFT	Electronic Funds Transfer
ESB	Enterprise Service Bus
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
m-commerce	Mobile Commerce
MMS	Multimedia Messaging Service
NFC	Near Field Communication
p-commerce	Proximity Commerce
P2P	Peer-to-Peer
PIN	Personal Identification Number
PIPCA	Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada
PoS	Point of Sale
QoS	Quality of Service
REST	Representational State Transfer
RFID	Radio-frequency Identification
s-commerce	Silent Commerce
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
SOA	Service-Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SSL	Secure Socket Layer
STB	Set-Top Box

STU	Set-Top Unit
t-commerce	Television Commerce
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
u-commerce	Ubiquitous Commerce
ubicmp	Ubiquitous Computing
UML	Unified Modeling Language
UMS	Unified Messaging Systems
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
VoIP	Voice over IP
WAP	Wireless Application Protocol
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WPAN	Wireless Personal Area Network
WWAN	Wireless Wide Area Network
XML	eXtended Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 MOTIVAÇÃO.....	21
1.2 PROBLEMA.....	22
1.3 OBJETIVO.....	22
1.4 QUESTÃO DE PESQUISA	22
1.5 ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA	22
2 COMÉRCIO UBÍQUO E SERVIÇOS DE PAGAMENTO MÓVEL	25
2.1 DEFINIÇÕES.....	25
2.1.1 NFC – Near Field Communication.....	26
2.2 MODELOS DE PAGAMENTO MÓVEL.....	27
2.2.1 Quanto ao Modelo de Negócio.....	28
2.2.2 Quanto à Tecnologia Empregada.....	30
2.2.3 Quanto à Localização do Usuário.....	31
2.2.4 Quanto à Segurança e Confiabilidade	32
2.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MODELOS.....	34
2.4 VANTAGENS DO SERVIÇO DE PAGAMENTO MÓVEL	35
2.5 DESVANTAGENS DO SERVIÇO DE PAGAMENTO MÓVEL	36
3 TRABALHOS RELACIONADOS	39
3.1 DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS MODELOS.....	39
3.1.1 UbiPay.....	39
3.1.2 mFerio.....	41
3.1.3 U-PR.....	43
3.1.4 SmartRestaurant	44
3.1.5 MUCS.....	45
3.1.6 fairCASH.....	46
3.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS	47
3.3 SOLUÇÕES COMERCIAIS.....	49
4 O MODELO 4IPAY	52
4.1 ARQUITETURA DE COMPONENTES DO MODELO.....	53
4.2 INFRAESTRUTURA DO MODELO.....	54
4.3 ARQUITETURA PROPOSTA	54
4.3.1 Barramento de Serviços.....	55
4.4 TIPOS DE TRANSAÇÕES SUPORTADAS.....	56
4.5 REQUISITOS DE NEGÓCIO.....	57
4.6 CASOS DE USO.....	58
4.6.1 Caso de Uso UC.01 – Acessar Aplicação.....	59
4.6.2 Caso de Uso UC.02 – Acionar Pagamento.....	61
4.6.3 Caso de Uso UC.03 – Requerer Pagamento.....	62
4.6.4 Caso de Uso UC.04 – Confirmar Pagamento	63
4.6.5 Caso de Uso UC.05 – Autorizar Pagamento	64
4.6.6 Caso de Uso UC.06 - Cancelar Pagamento.....	65
4.6.7 Caso de Uso UC.07 – Configurar Aplicativo.....	67
4.6.8 Caso de Uso UC.08 – Consultar Pagamentos	68
4.7 MECANISMO DE TROCA DE MENSAGENS.....	69
4.7.1 Número Sequencial Único da Transação.....	70

4.7.2 Tratamento de Falhas Durante as Transações.....	70
5 IMPLEMENTAÇÃO.....	73
5.1 MODELAGEM DOS COMPONENTES.....	73
5.2 PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO.....	74
5.3 PROJETO DE INTERFACE.....	75
5.3.1 Camada de conexão.....	76
5.3.2 Protótipos de Telas.....	76
5.4 CLASSES DO MODELO.....	79
5.5 ACESSO À APLICAÇÃO.....	80
5.6 TRANSAÇÃO DE PAGAMENTO.....	81
5.7 TRANSAÇÃO DE REQUISIÇÃO DE PAGAMENTO.....	82
6 AVALIAÇÃO.....	85
6.1 AVALIAÇÃO POR CENÁRIOS.....	85
6.1.1 Proposta de Cenários de Desenvolvimento.....	85
(1) Cenário 1 – Pagamento Local.....	85
(2) Cenário 2 – Pagamento entre Dispositivos.....	86
(3) Cenário 3 – Pagamento Remoto.....	87
6.1.2 Execução da Avaliação por Cenários.....	88
6.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	90
6.2.1 Análise do Consumo de Energia.....	90
6.2.2 Análise de Tempo das Transações.....	92
6.3 AVALIAÇÃO DE ACEITAÇÃO.....	93
6.3.1 Preparação do Ambiente.....	93
6.3.2 Avaliação de Aceitação.....	94
6.3.3 Perfil dos Usuários Entrevistados.....	95
6.3.4 Análise dos Resultados da Avaliação de Aceitação.....	95
7 CONCLUSÃO.....	101
7.1 COMPARAÇÃO COM TRABALHOS RELACIONADOS.....	102
7.2 CONTRIBUIÇÕES.....	105
7.3 TRABALHOS FUTUROS.....	106
REFERÊNCIAS.....	108
ANEXO A - SCREENSHOTS APLICAÇÃO EXECUTANDO.....	113
ANEXO B - SCREENSHOTS QUESTIONÁRIOS APLICADOS.....	115

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução das tecnologias de comunicação e informação, grandes mudanças têm promovido o crescimento de um novo tipo de comércio, chamado “*ubiquitous commerce*”, ou simplesmente “*u-commerce*” (WATSON, PITT, *et al.*, 2002), o qual é uma tecnologia computacional inicializada em “qualquer lugar e a qualquer tempo”, e que tem se tornado um novo paradigma de comércio, sendo considerada a evolução do tradicional comércio eletrônico (e-commerce) (JUNGLAS e WATSON, 2006).

Por definição, num ambiente ubíquo podem ser encontrados diversos tipos de dispositivos, dentre eles aparelho celular, televisor, *tablets*, e outros aparelhos que estejam ao alcance do usuário (QIANG e TINGJIE, 2008).

Os novos aparelhos, dispositivos móveis e tecnologias sem fio têm possibilitado os chamados Comércio Móvel e Comércio Ubíquo, os quais possuem algumas diferenças. No Comércio Móvel (*m-commerce*) os autores (BALASUBRAMANIAN, PETERSON e JAVENPAA, 2002) destacam que os objetivos são de natureza econômica, com equivalência ao termo negócio móvel (*m-business*), não sendo assim sinônimo de operações de Comércio Eletrônico via dispositivos Móveis e Sem Fio, e sim um conceito mais abrangente (SACCOL e REINHARD, 2007).

Já segundo (WATSON, PITT, *et al.*, 2002) *u-commerce* é “o uso de redes ubíquas para apoiar comunicações personalizadas e ininterruptas em transações entre uma empresa e seus diversos públicos para fornecer um nível de valor acima e além do comércio tradicional”. Segundo os autores, a combinação de dispositivos que utilizam comunicação sem-fio, aliada às redes de dados de telefonia móvel (3G), além das redes de banda larga compõem o que se chama de redes ubíquas, possibilitando assim o desenvolvimento do *u-commerce*.

Mais amplamente, *u-commerce* pode ser considerado como “qualquer um, qualquer dispositivo, em qualquer lugar, de qualquer forma de comércio.”

De acordo com (WATSON, PITT, *et al.*, 2002), as quatro características principais que definem *u-commerce* são:

- *Ubiquidade*: permite que os usuários acessem a rede a partir de qualquer lugar a qualquer momento;
- *Unicidade*: permite aos usuários a identificação unívoca: identidade, as preferências associadas e localização;
- *Universalidade*: significa que os dispositivos móveis são universalmente utilizáveis e multifuncionais;
- *Unissonância*: assume que os dados são integrados e consistentes em diferentes aplicativos.

Já de acordo com (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009), os quatro valores principais do *u-commerce* são a localização, a voz, os alertas e a segurança. O tempo também é uma questão-chave e, em um ambiente com conexão intermitente, a duração das transações deve ser monitorada.

Ainda de acordo com (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009) o termo *u-commerce* é, essencialmente, a unificação de tecnologias como *e-commerce*, *m-commerce*, *t-commerce* (*television commerce*, usando set-top boxes para operações, por exemplo) e *p-commerce*

(comércio por proximidade através das tecnologias de *bluetooth*, radiofrequência e infravermelho).

Assim, *u-commerce* é como uma solução universal para todo tipo de necessidade de comércio que possa surgir em um ambiente de negócios ou mesmo doméstico. Esta tecnologia inovadora permite que as pessoas realizem operações e se comuniquem umas com as outras, independentemente de fatores como sua localização física ou plataforma utilizada (XIN, 2009).

Nesse sentido, o presente trabalho, denominado 4iPay, consiste em uma proposta de modelo de sistema de pagamento móvel para ambientes de comércio ubíquo, sendo detalhada nos próximos capítulos a motivação, objetivos, trabalhos relacionados, proposta de arquitetura e cenários de utilização que este pretende atender.

1.1 Motivação

Num contexto histórico, o comércio móvel nasceu em 1997, quando os dois primeiros telefones celulares foram habilitados para comprar latas de refrigerantes em máquinas instaladas em Helsinque, Finlândia (TIWARI e BUSE, 2007). As máquinas aceitavam pagamentos através de mensagens de texto SMS (*Short Message Service*).

Com a popularização dos aparelhos celulares, *smartphones*, *tablets* e dispositivos móveis em geral, aliada ao aumento das suas capacidades de processamento e armazenamento, e a inserção de tecnologia embarcada nestes aparelhos, como o NFC (*Near Field Communication*), abrem-se possibilidades de desenvolvimento de aplicações com alto grau de valor agregado ao usuário, permitindo inclusive a utilização destes dispositivos como meios de pagamentos.

Isto possibilita ao usuário, além de poder usufruir de novas funcionalidades no seu aparelho móvel, reduzir o uso de moeda em papel, por exemplo. Já para um estabelecimento que utiliza maquineta de cartão de crédito ou débito tradicional, o vendedor poderia utilizar seu aparelho de celular, e assim economizar com custos de manutenção da maquineta.

Desta forma, uma das motivações para este trabalho consiste em propor um modelo de arquitetura de pagamento móvel com características de fato ubíquas, ou seja, compreendendo as quatro principais premissas de um sistema ubíquo, composto pelo atendimento a ubiquidade, unicidade, universalidade e unissonância (WATSON, PITT, *et al.*, 2002), com vistas a suportar pagamentos móveis em ambientes de comércio ubíquo, pois embora o tradicional comércio eletrônico (e-commerce) seja um modelo popular de transações de pagamentos, ainda existem muitos aspectos que necessitam ser melhorados, sendo o pagamento móvel um dos obstáculos para a adoção e desenvolvimento do comércio ubíquo (*u-commerce*) (QIANG e TINGJIE, 2008).

Além disso, este trabalho possui como motivação, a proposição de uma solução diferenciada dos modelos atuais disponíveis no meio acadêmico e comercial de comércio ubíquo, e levando em consideração, nas transações comerciais eletrônicas, questões como independência de dispositivo, posição física, segurança e confiabilidade.

Os trabalhos relacionados e analisados são apresentados nos próximos capítulos, descrevendo comparações de suas características, vantagens e desvantagens e funcionalidades suportadas pelos modelos em relação ao modelo de arquitetura de pagamento móvel proposto neste trabalho.

1.2 Problema

Apesar de já existirem algumas soluções acadêmicas e comerciais para sistemas de pagamento móvel, nota-se uma dificuldade em encontrar um modelo que atenda de fato as quatro premissas do comércio ubíquo: ubiquidade, unicidade, universalidade e unissonância (WATSON, PITT, *et al.*, 2002), capacitando o usuário a realizar pagamentos ou recebimentos em qualquer lugar, a qualquer momento, com qualquer dispositivo, com independência de operadora de telefonia e de administradora financeira.

1.3 Objetivo

Com a expansão dos dispositivos móveis e das tecnologias de comunicação sem fio, este trabalho tem por objetivo contribuir na análise de sistemas e trabalhos atuais que possuem características voltadas ao comércio ubíquo, comparando suas características, funcionalidades e ao final, propondo um modelo de arquitetura com agregação de valor em relação aos modelos existentes. Neste íterim, são avaliados os requisitos, tecnologias, plataformas, vantagens e desvantagens de alguns modelos relacionados, para a partir desta visão propor um modelo que tenha por objetivo melhorar e mitigar os problemas existentes. Num contexto mais abrangente, o objetivo deste trabalho consiste em propor um modelo de sistema de pagamento onde os usuários, tanto compradores quanto vendedores, sejam capazes de realizar transações eletrônicas de pagamento a qualquer momento, a partir de qualquer lugar e através de qualquer dispositivo computacional com acesso à rede ubíqua.

Para suportar estes objetivos, o trabalho apresenta trabalhos relacionados e cenários de atendimento que o modelo tem por objetivo atender, para assim compor um ambiente de comércio ubíquo de fato. Além disto, o trabalho tem por objetivo apresentar as características de infraestrutura, segurança e serviços necessários para suportar as funcionalidades ubíquas idealizadas no modelo de sistema de pagamento proposto neste trabalho.

1.4 Questão de Pesquisa

A questão de pesquisa da proposta deste estudo é a seguinte:

Como poderia ser possível disponibilizar um modelo de sistema de pagamento móvel que atenda as quatro premissas fundamentais do comércio ubíquo, contemplando assim a ubiquidade, unicidade, universalidade e unissonância nos pagamentos móveis, tornando dessa forma possível realizar pagamentos com independência de dispositivo, localidade, momento, operadora de telefonia e administradora financeira?

1.5 Organização da Proposta

O restante desta dissertação está organizado em sete capítulos, distribuídos da seguinte forma:

- *Capítulo 2* - Comércio Ubíquo e Serviços de Pagamento Móvel

Apresenta as definições de comércio ubíquo e descreve os serviços de pagamento móvel existentes, incluindo uma nova proposta de classificação para sistemas de pagamento;

- *Capítulo 3 - Trabalhos Relacionados*
Apresenta os trabalhos e soluções relacionadas, analisando e comparando os modelos existentes;
- *Capítulo 4 - O Modelo 4iPay*
Apresenta o modelo desenvolvido, detalhando sua arquitetura, com suas características e as funcionalidades propostas, bem como descreve os cenários e critérios que o modelo tem por objetivo atender;
- *Capítulo 5 - Implementação*
Apresenta os passos utilizados no desenvolvimento da implementação, descrevendo desde os requisitos e casos de uso, passando pela prototipação com os *wireframes* até a apresentação das telas da aplicação executando;
- *Capítulo 6 - Avaliação*
Apresenta as avaliações realizadas, detalhando a metodologia utilizada, os passos percorridos e os resultados obtidos em cada avaliação;
- *Capítulo 7 - Conclusão*
Apresenta a análise do modelo em relação aos trabalhos relacionados e avaliações realizadas, bem como oportunidades de melhorias do trabalho.

2 COMÉRCIO UBÍQUO E SERVIÇOS DE PAGAMENTO MÓVEL

Este capítulo apresenta definições importantes para o entendimento, classificação e organização do trabalho proposto, apresentando o contexto onde um modelo de sistema de pagamento se insere no comércio ubíquo.

2.1 Definições

A base do trabalho tem origem no comércio eletrônico tradicional, conhecido por *e-commerce*, o qual, segundo (ZWASS, 1996) consiste no compartilhamento de informações comerciais, mantendo relações de negócios e a realização de transações comerciais por meio de redes de telecomunicações, usando tecnologias como *Electronic Data Interchange* (EDI) e *Electronic Funds Transfer* (EFT).

Já o conceito de Comércio Ubíquo, também conhecido como *U-Commerce*, foi definido inicialmente por (WATSON, PITT, *et al.*, 2002), como sendo “o uso de redes ubíquas para suportar comunicações personalizadas, ininterruptas e transações entre uma empresa e suas diversas partes interessadas (*stakeholders*) para oferecer um nível de valor além do comércio tradicional”, sendo assim considerado uma extensão de *e-commerce* e *m-commerce*.

Neste âmbito, segundo (DAHLBERG, MALLAT, *et al.*, 2007), pagamentos móveis são os pagamentos de bens, serviços e contas realizados com a utilização de dispositivos móveis, tais como aparelhos celulares, *smartphones* ou *tablets*, obtendo vantagem das tecnologias de comunicação sem-fio, das redes de dados de telefonia móvel e das redes de banda larga.

Os sistemas de pagamento móveis configuram-se em uma alternativa crescente aos meios de pagamento atuais, principalmente aqueles que utilizam cartões de plástico e mesmo o dinheiro em espécie. Assim, ao invés de efetuar o pagamento de qualquer bem ou serviço em dinheiro, cheque ou cartão de crédito, o consumidor pode utilizar o próprio aparelho celular ou mesmo qualquer dispositivo móvel para remuneração do bem ou serviço adquirido.

De forma mais específica, *Mobile Commerce*, também conhecido como *m-commerce* ou *mCommerce* consiste, segundo (TIWARI e BUSE, 2007), em qualquer transação, envolvendo a transferência de propriedade ou direitos de utilização de bens e serviços, a qual é iniciada e concluída por meio de acesso móvel às redes de serviços, mediada por meio de um computador e com a ajuda de um dispositivo eletrônico.

Segundo (ZHANG, LIU e LI, 2009), *Mobile commerce* é uma parte fundamental do *u-commerce*, porque cria a possibilidade para as comunicações entre as pessoas, empresas e objetos acontecer em qualquer lugar e a qualquer tempo, usando telefones celulares ou dispositivos móveis, como *tablets* para manter contato a qualquer momento e em qualquer lugar.

Mais recentemente, surgiu o conceito de *p-commerce* (*Proximity Commerce*), que segundo (XIN, 2009) diz respeito ao comércio por proximidade, o qual utiliza as tecnologias de *bluetooth*, radiofrequência e infravermelho para realizar transferências eletrônicas de fundos de forma local, ou seja, de um dispositivo móvel para outro, ou para um computador.

Também pode ser chamado, segundo (LEE, JU e JEONG, 2006), como *p2p payment*, em que ambos os sistemas de pagamento do pagador e do beneficiário são integrados dentro

de um dispositivo individual. Um exemplo deste tipo de comércio é a compra de refrigerantes em máquinas automáticas, utilizando a tecnologia NFC. Com esta tecnologia o usuário realiza o pagamento apenas aproximando seu aparelho celular da máquina de refrigerantes.

Na área estudada também há o conceito de *T-Commerce*, também conhecido como *Television Commerce* ou *TV Commerce*, que segundo (XIN, 2009) consiste na utilização do aparelho de televisão para realizar transações comerciais, fazendo uso de dispositivos conversores denominados *Set-Top Box* (STB) ou *Set-Top Unit* (STU), que convertem o sinal de TV em sinal digital, compondo a tecnologia de televisão digital (TV Digital).

Segundo (ZHANG, LIU e LI, 2009) *Television Commerce* é um modelo de comércio que fornece um novo formato audiovisual e uma diversidade de escolhas de produtos pela difusão da informação ininterrupta através da televisão.

Outro tipo de comércio é o que se chama de *Silent-Commerce*, que segundo (ZHANG, LIU e LI, 2009), utiliza avançadas tecnologias de marcação (*tags*) e sensores, bem como comunicações móveis sem fio, para transformar objetos de uso cotidiano em objetos inteligentes e interativos, criando novos fluxos de informações e valores.

Este é um processo silencioso em que os objetos podem se comunicar e o comércio pode ter lugar sem interação humana. Este formato de comércio inclui tecnologias como: RFID (*Radio-Frequency IDentification*), MEMS (Sistemas Micro-Eleto-Mecânicos), NEMS (*Nanoelectromechanical Systems*) e Telemática (comunicação à distância de um conjunto de serviços informáticos).

Para finalizar, existe também o conceito de *V-Commerce*, também conhecido como *Voice Commerce*. Segundo (STOGIANNOS, DOLLAS e DIGALAKIS, 2000) consiste na utilização da tecnologia de reconhecimento de voz, através de comandos de voz, para realizar transações comerciais eletrônicas. *V-Commerce* é o comércio baseado na escuta e fala. (ZHANG, LIU e LI, 2009). Inclui reconhecimento automático da fala e identificação de voz, permitindo a redução de custos com *call center* e com demais custos operacionais, ao mesmo tempo em que melhora os serviços para o cliente.

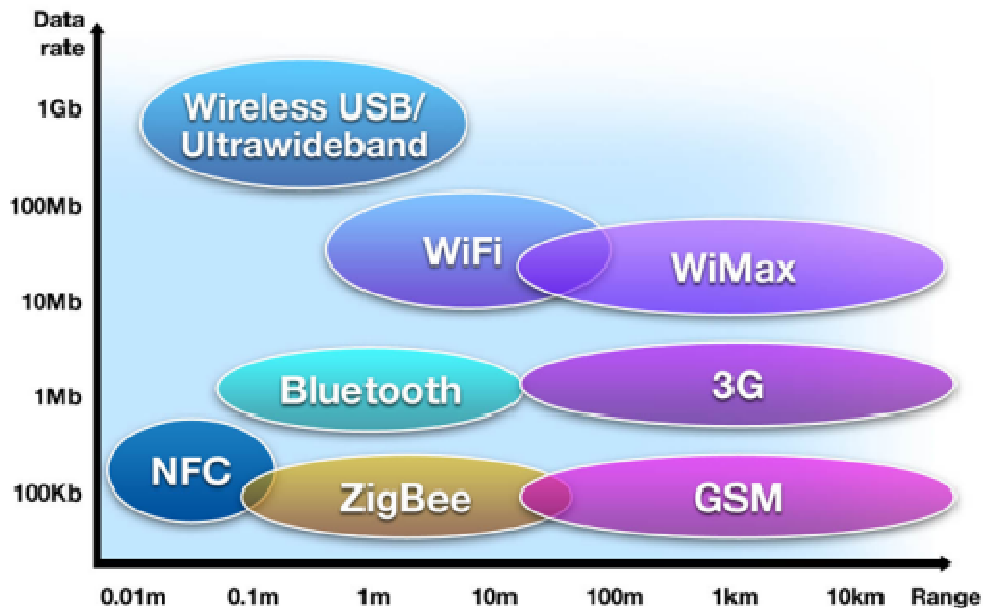
2.1.1 NFC – Near Field Communication

A tecnologia NFC é um padrão que complementa as tecnologias sem-fio, utilizando os elementos-chave nos padrões existentes para tecnologias de cartões sem contato (ISO/IEC 14443 A&B and JIS-X 6319-4). NFC também permite que os dispositivos troquem informações a uma distância inferior a quatro cm, com uma velocidade máxima de comunicação de 424kbps.

Com esta tecnologia, os usuários podem realizar fazer transações eletrônicas ou fornecer credenciais para sistemas de controle de acesso com um simples toque, entre outros usos. A capacidade de comunicação bidirecional da tecnologia NFC é ideal para estabelecer conexões com outras tecnologias, com a simplicidade do toque. Por exemplo, se o usuário quiser ligar o seu dispositivo móvel ao seu aparelho de som para reproduzir alguma música, este pode simplesmente encostar seu celular no aparelho de som que então os dispositivos irão negociar a melhor tecnologia sem fio para realizar a transferência do conteúdo a reproduzir.

A Figura 1 apresenta um resumo das tecnologias sem-fio, com suas capacidades de transferência de dados em relação à distância de uso. É possível observar que dentre todas as tecnologias sem-fio, NFC é uma das que possuem menor capacidade de transferência de dados, com uma distância bastante limitada.

Figura 1. NFC e as tecnologias sem-fio



Fonte: (NFC, 2011)

NFC é um padrão definido pelo Fórum NFC (NFC, 2011). Já um *NFC Data Exchange Format* (NDEF) define um conjunto de dados de formato comum entre dispositivos compatíveis com NFC e *Tags* (etiquetas). As *Tags* NFC consistem em dados codificados em formato de mensagem NDEF especificadas pelo Fórum NFC (*NFC Forum Type 2 Specification*).

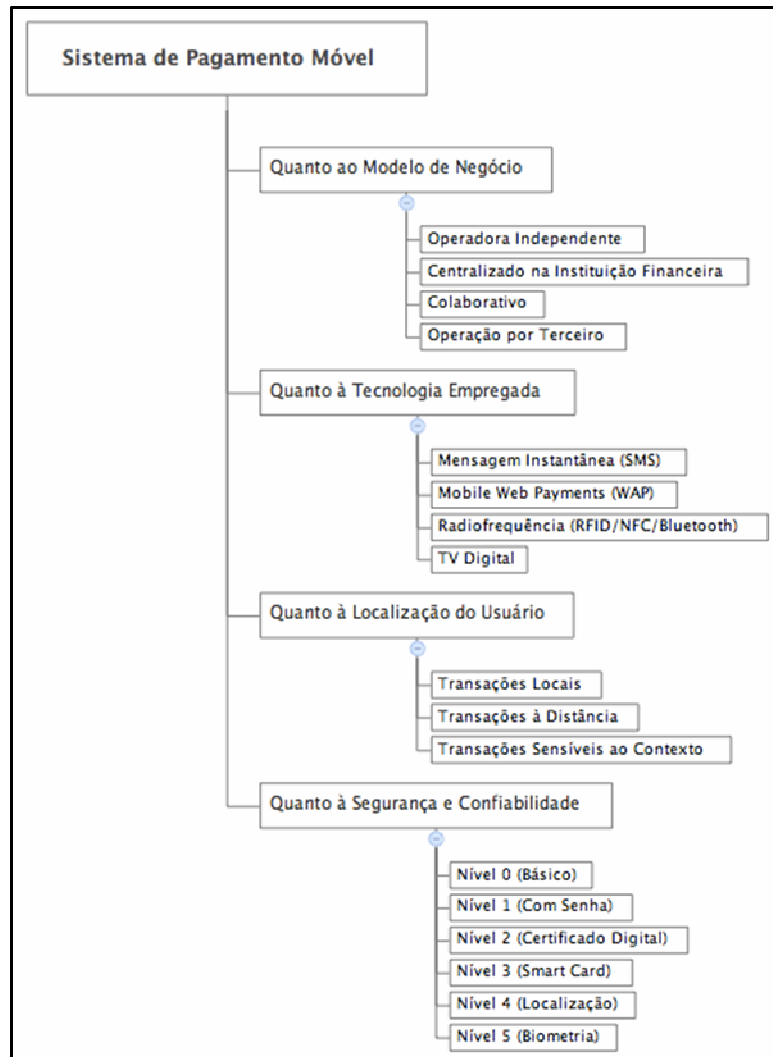
Segundo o (NFC, 2011) a tecnologia NFC é capaz de substituir o emparelhamento de dispositivos habilitados por Bluetooth, ou a configuração de uma rede Wi-Fi através de PINs e chaves, simplesmente tocando os dois dispositivos para serem emparelhados (sincronizados) ou ligados à rede, ou então tocando o dispositivo em uma *Tag* (etiqueta). O ganho em simplicidade de uso é substancial, enquanto o nível de confiança é similar.

2.2 Modelos de Pagamento Móvel

Seguindo a análise de alguns autores, tais como (KARNOUSKOS e FOKUS, 2004) e (XIN, 2009), observa-se que os modelos de pagamento móvel dividem-se em quatro grandes grupos, com suas subdivisões: quanto ao modelo de negócio, quanto aos dispositivos, quanto à localização e quanto à segurança / confiabilidade.

A seguir são apresentados os principais modelos de sistemas de pagamento existentes e suas composições, resumidos na Figura 2.

Figura 2. Taxonomia de Modelos de Sistemas de Pagamento



Fonte: Elaborada pelo autor

2.2.1 Quanto ao Modelo de Negócio

Segundo a distribuição de modelos de negócio, o pagamento móvel pode ser dividido em quatro categorias, segundo (TIWARI e BUSE, 2007): (A) Modelo de Operadora Independente, (B) Modelo Centralizado na Instituição Financeira, (C) Modelo Colaborativo e (D) Modelo Operado por Terceiro. A seguir são detalhados todos os modelos.

- **(A) Modelo de Operadora Independente.** Neste modelo a operadora de telefonia móvel atua de forma independente para implantar o serviço de pagamento móvel. A operadora deve lidar com a rede bancária para prestar serviço de pagamento móvel avançado, limitando-se assim, geralmente, a tratar apenas micro-pagamentos. Consiste no modelo no qual a operadora de telefonia atua de forma independente do restante da cadeia. As instituições financeiras não participam deste modelo, sendo a operadora de telefonia móvel o único provedor. Neste modelo as relações são relativamente simples, a operadora de telefonia móvel tanto provê os dados para o sistema de pagamento quanto o meio de

transmissão através da rede de dados. Também é gerenciada a conta dos gestores do pagamento móvel neste modelo. As operadoras de telefonia usam dois tipos de gerenciamento de conta de pagamento móvel. Uma forma é a de crédito para pagamentos móveis (sistema de créditos pós-pago), enquanto o outro é aberto para contas individuais de pagamento móvel, no qual os usuários devem depositar em dinheiro antes de usar as contas (sistema créditos pré-pago). As receitas da operadora são oriundas principalmente das comissões sobre as transações e sobre as comunicações realizadas (incluindo SMS e acesso a rede dados) pelos usuários do sistema;

- **(B) Modelo Centralizado na Instituição Financeira.** Uma administradora financeira disponibiliza a aplicação ou até mesmo aparelhos aos clientes e garante aos comerciantes ter um aparelho PoS (*Point of Sale*) ou também um dispositivo móvel. Já as operadoras de telefonia são utilizadas como simples veículos para as transações eletrônicas de fundos, mas trazendo a sua experiência para oferecer qualidade de serviço (QoS – *Quality of Service*). Neste modelo, o pagamento móvel é dominado pelas instituições financeiras e é uma extensão exata dos negócios tradicionais de pagamento, com a diferença de que os dados são transmitidos via redes de comunicações móveis. Os operadores de telefonia não participam da gestão e exploração dos negócios de pagamentos móveis, exceto para o fornecimento da rede de comunicação e transmissão. Neste modelo, as receitas das instituições financeiras advêm principalmente da comissão de serviços de transações e as receitas da operadora de telefonia advêm das transmissões realizadas pelos consumidores e dos custos de aluguel da rede pagos pelas instituições financeiras, ou seja, da mesma forma como é hoje com a utilização das maquinetas de cartões de crédito;
- **(C) Modelo Colaborativo.** Este modelo envolve a colaboração entre administradora financeira, operadoras de telefonia móvel e uma terceira parte confiável. As instituições financeiras participam deste modelo, mas as operadoras de telefonia móvel continuam a dominar os negócios. Neste modelo a operadora de telefonia móvel provê a rede de transmissão de dados de negócios de pagamento móvel e as instituições financeiras são responsáveis pela gestão do pagamento. Além disso, as receitas da operadora são principalmente a partir de cada comissão de serviços de transações dos comerciantes, dos consumidores e de comunicações também, porém estas receitas devem ser distribuídas entre as operadoras e as instituições financeiras. A proporção de distribuição é decidida pelas partes envolvidas;
- **(D) Modelo de Operação por Terceiro.** Neste modelo o fornecedor do serviço age de forma independente das instituições financeiras e das operadoras de telefonia para prover o pagamento móvel. Existe um terceiro operador, que é independente das instituições financeiras e das operadoras de telefonia móvel. A autenticação de identidade e a confirmação do pagamento são realizadas através de recursos móveis de comunicações de rede e tem a vantagem de permitir diversos cartões de pagamento de diferentes instituições financeiras. As receitas advêm da comissão sobre cada transação dos comerciantes e das transmissões realizadas pelos clientes, mas elas devem ser distribuídas entre os terceiros, as operadoras e as instituições financeiras. A proporção de distribuição é decidida pelo terceiro, já que é ele quem detém o gerenciamento do negócio.

2.2.2 Quanto à Tecnologia Empregada

O comércio baseado no PC (*Personal Computer*) é em geral referenciado como o tradicional e-commerce (comércio eletrônico) (ZWASS, 1996). Já as novas formas de processamento de dados e tecnologias de comunicação e dispositivos estão surgindo e podem formar a base para a próxima geração de *u-commerce* (JUNGLAS e WATSON, 2006). Assim, identificam-se algumas possíveis novas tecnologias que são consideradas como estreitamente relacionadas com *u-commerce*. Para esta avaliação pressupõem-se que os dispositivos possam utilizar uma rede sem fio, como *wireless* ou *bluetooth*, ou mesmo rede cabeada (*ethernet*) para realizar as transações. Assim, as tecnologias elencadas são:

- **Baseada em Mensagem Instantânea (SMS).** Neste modelo o consumidor envia uma requisição de pagamento via mensagem de texto SMS para efetuar o pagamento ao vendedor. Neste caso a cobrança é feita na conta telefônica do cliente. O vendedor é informado do pagamento realizado e pode então fazer a entrega do bem ou serviço. Outra alternativa é a utilização do serviço de mensagem multimídia – MMS (*Multimedia Messaging Service*), pelo qual é possível enviar sons, imagens e vídeos. Através do MMS pode ser enviado um código de barras que posteriormente será interpretado para a confirmação do pagamento. Este mecanismo é tipicamente utilizado, por exemplo, para compras de ingressos a eventos e cinemas (QIANG e TINGJIE, 2008). Segundo (BRYANT, DOWNES, *et al.*, 2007), este tipo de código de barras em formato 2D (duas dimensões) é chamado QR Code (*Quick Response Code*) e é muito utilizado para economizar na digitação de qualquer informação em dispositivos móveis, como endereços ou mesmo o código que representa um produto ou serviço que se está adquirindo ou consultando;
- **Baseada em Mobile Web Payments (WAP).** Conforme (KARNOUSKOS e FOKUS, 2004) neste modelo o consumidor utiliza sites ou aplicações instaladas no telefone celular para realizar os pagamentos. Neste caso é empregado o protocolo WAP (*Wireless Application Protocol*) como a tecnologia subjacente e, portanto, herda as vantagens e desvantagens de WAP, as quais podem ser citadas a seguir:
 - a. Sites possuem uma URL (*Uniform Resource Locator*) que pode ser adicionada a um conjunto de endereços favoritos, facilitando a revisita ou o compartilhamento com outros usuários;
 - b. Realização da transação de pagamento mais rápida e previsível;
 - c. Facilidade de uso de um conjunto familiar de endereços de pagamento online;
 - d. A menos que a conta de celular seja utilizada para a cobrança, a utilização de um cartão de crédito / débito ou uma solução de pagamento online ainda é necessária.
- **Baseada em Radiofrequência (RFID/NFC/Bluetooth).** A tecnologia de radiofrequência RFID (*Radio-Frequency IDentification*) pode fornecer uma interface de baixo custo para os canais eletrônicos a fim de identificar a informação de forma eficiente no comércio eletrônico. A tecnologia de

microprocessador pode ter a capacidade de acompanhar e monitorar os produtos e equipamentos, bem como de aumentar o nível de automação dos processos de fabricação. O grande avanço não está na tecnologia em si, mas na acessibilidade de anexar estes microprocessadores e etiquetas de identificação em objetos do cotidiano, o que aumentará rapidamente o número de aplicações economicamente atraentes (KIANG e CHI, 2001). Nesta categoria também se incluem os dispositivos que suportam a tecnologia NFC, pois são baseados em radiofrequência de aproximação (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009). NFC é uma tecnologia de curto intervalo de alta frequência de comunicação sem fio, que permite a troca de dados entre dispositivos a cerca de 10 centímetros de distância entre si (PATAUNER, WITSCHNIG, *et al.*, 2007). Já segundo (FINKENZELLER, 2010) NFC não é um sistema RFID, mas uma interface de dados sem fio entre dispositivos, similar ao infravermelho ou ao *bluetooth*. Entretanto, NFC possui diversas características relacionadas a sistemas RFID, sendo que a capacidade típica de comunicação máxima para transmissão de dados ocorre em até 20 cm, motivo pelo qual também é chamada comunicação por proximidade;

- **Baseada em TV Digital.** A tecnologia de TV digital pode servir como meio de interatividade e pode permitir a penetração do comércio eletrônico e, posteriormente, *u-commerce*, nas famílias em geral. Para tanto, são utilizados os STBs. Segundo (LINEHAN, 2006), *TV-Commerce* consiste num método, sistema e código em computador capaz de estender os protocolos de pagamento para incluir informações relacionadas ao contexto da atividade comercial da televisão entre um consumidor, utilizando um STB e o vendedor, permitindo assim que “o comércio de TV” gere fluxos de receitas adicionais que podem incluir o pagamento para o operador do sistema de televisão e outras entidades, como a operadora de TV a Cabo ou Satélite que está promovendo a difusão do sinal, ou a agência de publicidade responsável pela criação do anúncio do qual o consumidor fez a sua compra. Ao receber os fundos para a compra de produtos ou serviços no comércio de TV, a receita é atribuída e distribuída a uma ou mais partes associadas ao programa de televisão ou publicidade que o consumidor estava vendo no momento da sua compra.

2.2.3 Quanto à Localização do Usuário

Neste tópico são vistas as transações quanto à localização da sua efetivação, as quais podem ser locais ou remotas.

- **Transações Locais.** Denominam-se as transações baseadas em mecanismo de transferência eletrônica de fundos por aproximação. Este tipo de transação é conhecido por *p-commerce* ou *p2p payment* (ponto a ponto). Segundo (LEE, JU e JEONG, 2006), *p2p payment* é aquele onde ambos os sistemas de pagamento do pagador e do beneficiário são integrados dentro de um dispositivo individual. Este protocolo sugere uma forma de transação segura entre o vendedor e o comprador, cujas identificações não são expostas no fluxo de informações de pagamento, pois as transferências de fundos ocorrem apenas entre os dois dispositivos. É utilizado principalmente para micro-pagamentos, como em máquinas de refrigerante, ônibus e trens. Exemplo: conexão por *bluetooth*, dispositivo de detecção de aproximação (NFC).

- **Transações à Distância.** Segundo (SALVI e SAHAI, 2002), o pagamento remoto utiliza um processo semelhante ao pagamento via celular por discagem, onde a única característica adicional que este serviço permite é que o assinante pague sem estar presente no ponto de venda, ou seja, o cliente pode autorizar a transação mesmo sem estar no mesmo lugar do vendedor, tendo assim alcance global. Pode utilizar SMS ou a rede de dados da operadora.
- **Transações Sensíveis ao Contexto.** Segundo (DEY, 2001), um sistema ciente de contexto é aquele que usa o contexto para prover relevante informação ou serviço ao usuário, onde a relevância depende da tarefa do usuário. Contexto, para o autor, é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade, sendo uma entidade uma pessoa, lugar ou objeto que são considerados relevantes para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a aplicação em si. Já segundo (OUKHAY, 2006), este tipo de transação é aquela que utiliza informações de contexto como entrada e ajusta o comportamento de acordo. Um exemplo é a situação onde o usuário está em uma reunião importante e todas as chamadas de emergência recebidas são redirecionadas para o seu correio de voz. No caso de transações de pagamento, o princípio é o mesmo, pois o usuário pode cadastrar preferências ou o sistema pode detectar automaticamente comportamentos desejados de acordo com o contexto em que ele se encontra com seu dispositivo. Um cenário, no caso de pagamento móvel, seria a rede de dados que um dispositivo móvel está usando ser alterada automaticamente de acordo com as preferências do usuário e sua localização. Por exemplo, quando um usuário está usando seu *smartphone* para realizar um pagamento, e ele quer que seu aparelho mude para a rede LAN sem fio ao invés da rede de dados da operadora sempre que ele estiver na sua casa ou empresa.

2.2.4 Quanto à Segurança e Confiabilidade

Segundo (FINNIE, SHI e BARKER, 2007) a segurança e a confiança dos participantes no comércio on-line são essenciais para operações bem sucedidas. *U-commerce* é uma extensão do *E-commerce* que oferece a possibilidade de um ambiente rico em dados, que permitem avaliar a confiabilidade das transações.

Como se tratam de aplicações que envolvem transferência de dinheiro, questões como privacidade, confiabilidade e segurança nas transmissões são intensificadas em relação a outros tipos de aplicações móveis ou baseadas em localização.

Para (SALVI e SAHAI, 2002), a classificação quanto à segurança pode avaliar situações como o cenário em que a transação ocorre. Por exemplo, se a transação é de alguns centavos, o cliente não necessita ser convidado a digitar sua senha, bastando, no caso da tecnologia de aproximação, apenas confirmar a transação. O montante mínimo e máximo para cada nível de segurança também pode ser pré-definido pelo cliente, em alguns casos, que pode ser modificado no momento da inscrição para o serviço de pagamento.

Dessa forma, pelo menos seis níveis de segurança podem ser aplicados ao serviço de pagamento, os quais podem ser utilizados de forma isolada ou concomitantemente, de forma a promover um incremento na segurança de transações especiais ou críticas:

- **Nível 0 (Básico).** Como os PINs (*Personal Identification Numbers*) são geralmente armazenados no cartão SIM (*Subscriber Identity Module*), o nível 0, basicamente, especifica que nenhum código PIN é exigido. O nível 0 (Básico) pode ser utilizado para realizar micro-pagamentos até um limite determinado;
- **Nível 1 (Com Senha).** O nível 1 oferece a mais básica segurança em termos de aparelho celular, fazendo com que a partir do pagamento efetuado pelo aparelho celular, a transmissão esteja protegida pelo uso do código PIN ou senha do usuário. O usuário será requisitado a digitar sua senha. A notificação para digitar o código é solicitada pelo sistema de pagamento, o qual irá conferir a senha informada com o código armazenado na operadora. Somente se o usuário digitar corretamente a sua senha é que o receptor estará apto a receber o crédito;
- **Nível 2 (Certificado Digital Intermediário).** O nível 2 oferece uma segurança melhor que o nível 1 através do uso de certificados digitais. O usuário permite que um intermediário (uma administradora, por exemplo) assine um certificado digital em seu nome. Após receber uma notificação da administradora, o usuário entra com sua senha (PIN) para permitir que uma operação possa ser realizada. Esta informação é transferida para o intermediário de modo que a assinatura digital do usuário é efetuada sobre o contrato. Este sistema é análogo a dar a alguém (intermediário) o poder de advogado ou procurador;
- **Nível 3 (Smart Card).** O nível 3 oferece um grau mais alto de segurança em dispositivos móveis. Neste sistema, o certificado digital pode ser armazenado em um aparelho celular mesmo (através de chip de *smartcard*) e pode ser ao mesmo tempo protegido por um código PIN. Sempre que um usuário está disposto a fazer uma transação, ele necessita fornecer a assinatura digital, que é protegida pelo código PIN após receber uma notificação da administradora para fornecer esta assinatura;
- **Nível 4 (Localização).** Este nível de segurança leva em consideração a localização do indivíduo, configurando o que se chama de autenticação baseada em localização (*location-based authentication*). Segundo (TURNBULL e GEDGE, 2006), esta autenticação baseia-se na ideia de que, se o dispositivo móvel está em uma área restrita, por exemplo, no local de trabalho do usuário, é improvável que o dispositivo tenha sido roubado. Nesse caso, os requisitos de autenticação normais podem ser relaxados. Se, contudo, o dispositivo está fora do escritório do usuário, por exemplo, na casa dele, então autenticação habitual por nome de usuário e senha se faz necessária. Por outro lado, segundo (LEHTONEN, MICHAHELLES e FLEISCH, 2007), o conceito de autenticação que utiliza localização diz respeito também a serviços baseados em localização (LBS – *Location Based Services*), no qual marcações de trilhas e velocidade são aplicadas para encontrar chips de dispositivos móveis clonados. O raciocínio subjacente é que um dispositivo móvel não pode viajar em excesso de velocidade, mais rápido do que um avião por exemplo. Assim, se duas transmissões são realizadas a partir de dois locais distantes em um pequeno intervalo de tempo, o sistema pode concluir que o sistema de controle do dispositivo foi clonado;
- **Nível 5 (Biometria).** Segundo (CHU e RAJENDRAN, 2009), a biometria há muito tempo é uma poderosa ferramenta para resolver questões de identificação e autenticação. Ela envolve a medição de uma ou mais características fisiológicas humanas exclusivas, como a forma de um corpo, impressões digitais, estrutura da

face, DNA (*deoxyribonucleic acid*), geometria da palma da mão, padrões da íris, e até mesmo odor ou cheiro. Características comportamentais também podem ser utilizadas, como ritmo de digitação, marcha e voz. Essas tecnologias têm uma enorme promessa de crescimento na utilização, visto não podem ser esquecidas, perdidas ou copiadas, ao contrário dos métodos atuais que utilizam cartões e senhas.

2.3 Análise Comparativa entre os Modelos

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa entre os modelos de negócio existentes para sistemas de pagamento móvel em comércio ubíquo segundo alguns autores como (KARNOUSKOS e FOKUS, 2004) e (QIANG e TINGJIE, 2008).

Tabela 1. Comparativo Quanto ao Modelo de Negócio

Característica	Modelo			
	Modelo de Operadora de Telefonia Independente	Modelo Centralizado na Instituição Financeira	Modelo Colaborativo	Modelo Operado por Terceiro
Conta para Pagamento	Conta Telefônica da Operadora de Telefonia	Conta bancária ou de cartão de crédito da Instituição Financeira	Conta bancária ou de cartão de crédito da Instituição Financeira	Conta da Instituição Financeira
Garantia de crédito	Garantia da Operadora de Telefonia	Garantia da Instituição Financeira	Garantia da Instituição Financ. ou Operadora	Garantia depende do modelo
Nível de valor	Micro-pagamento	Micro e macro	Micro e macro	Micro e macro
Exemplos de casos de uso	Micro-pagamento. NTTDocomo, Orange, Vodafone, T-mobile, OiPaggo	Mobile Bank of Germany, Banrisul Banricompras Celular	Cartões de Débito e Crédito da NTTDoCoMo, Moneta da STK, Google Wallet	Pay-Box na Suécia

Fonte: (QIANG e TINGJIE, 2008)

A partir dessa tabela é possível observar que cada modelo tem características específicas as quais podem ser vantajosas para determinados segmentos enquanto que para outros nem tanto, principalmente em função da dependência que os modelos têm da entidade responsável pela consolidação das transações na conta de pagamento, seja autorizando a transação, creditando os valores ao fornecedor do produto/serviço ou realizando o débito do usuário. A seguir é apresentada a Tabela 2, que mostra um comparativo entre os modelos quanto à tecnologia empregada aos dispositivos.

Tabela 2. Comparativo Quanto à Tecnologia Empregada

Característica	Tecnologia Visível ao Usuário			
	SMS	WAP	Bluetooth / NFC	TV Digital
Alcance	Pagamento Local e Remoto	Pagamento Local e Remoto	Pagamento Local	Pagamento Remoto
Suporte a dispositivos	Ampla	Ampla	Muito baixo	Muito baixo
Custo de Adoção	Baixo	Baixo	Alto	Alto

Fonte: Elaborada pelo autor

É possível observar na tabela que cada tecnologia empregada tem um foco diferenciado, seja através do alcance, dos dispositivos que suportam a tecnologia ou o seu custo de adoção. Baseado na classificação segundo o trabalho de (SALVI e SAHAI, 2002) a Tabela 3 apresenta comparações entre os modelos quanto à localização do usuário nas transações efetivadas.

Tabela 3. Comparativo Quanto à Localização

Característica	Localização		
	Transações Locais	Transações Remotas	Sensível ao Contexto
Tecnologias de conexão	NFC, Bluetooth, Wi-Fi	SMS, rede de dados da operadora, Wi-Fi, ethernet	GPS, Triangulação rede operadora telefonia
Custo de Adoção	Regular	Baixo	Regular

Fonte: Elaborada pelo autor

Essa tabela exhibe as tecnologias mais utilizadas e seus alcances, apresentando aquelas cujo foco são as transações locais e aquelas cuja característica se adequa melhor às transações remotas. Baseado no trabalho de (SALVI e SAHAI, 2002) a Tabela 4 apresenta algumas comparações entre os modelos quanto à segurança das transações efetivadas.

Tabela 4. Comparativo Quanto à Segurança

Característica	Níveis de segurança (0 - básico a 5 - alto)					
	Nível 0 (Básico)	Nível 1 (Com Senha)	Nível 2 (Certificado Digital Intermediário)	Nível 3 (Smart Card)	Nível 4 (Localização)	Nível 5 (Biometria)
Senha	Não se aplica	Simple	Certificado Intermediário	Assinatura Digital	Geo-posição do dispositivo do usuário	Leitura da impressão digital (mais comum)
Facilidade	Muito simples	Simple	Regular	Pouco complexo	Muito simples	Simple

Fonte: (SALVI e SAHAI, 2002)

Nesta tabela é possível verificar os níveis de segurança, facilidade e escopos proporcionados por cada modelo. Também se verifica que os modelos podem ser utilizados em combinação, agregando níveis extras de segurança nas transações, já que não são excludentes entre si.

2.4 Vantagens do Serviço de Pagamento Móvel

Segundo (SALVI e SAHAI, 2002) os serviços de pagamento móvel possuem algumas vantagens, cujas principais são apresentadas a seguir:

- **Base existente de Clientes.** A existência de uma grande base de consumidores é uma importante vantagem do ponto de vista de oferecimento de um novo serviço, onde pagamento móvel é uma nova alternativa oferecida ao usuário da base de clientes e facilita a atração de novos consumidores;

- **Micro-pagamento.** Nas compras com cartão de crédito, as administradoras de cartão cobram uma taxa de carregamento sobre cada transação. Com o serviço de pagamento móvel e, em particular o micro-pagamento, é possível realizar transações diretamente entre comprador e vendedor, ou seja, com o débito e crédito ocorrendo instantaneamente, podendo também ser estabelecido um limite para este tipo de transação;
- **Disponibilidade em pequenas cidades ou para pequenos estabelecimentos.** Para prestar o serviço de cartão de crédito para os clientes, um comerciante deve abrir uma conta em um banco, alugar um terminal POS, prever uma taxa de carregamento para a administradora em cada operação e outra taxa de manutenção mensal do POS. Isso faz com que a facilidade do cartão de crédito para os pequenos comerciantes, que lidam com serviços de baixo custo, se torne muito cara e até inviável muitas vezes. Além disso, os bancos com filiais em pequenas cidades e vilas não oferecem nenhum mecanismo de cartão de crédito. O serviço de telefonia móvel transcendeu os limites das cidades para atingir esses locais. Para aceitar pagamentos via celular, o lojista precisa usar apenas um aparelho celular e uma conexão móvel de dados. Assim, ele poderá passar a aceitar pagamentos por meio do celular, sem a necessidade dos custos do POS, agregando a mobilidade, mas sem perder a comodidade na realização da transação;
- **Transações interpessoais.** Os cartões de crédito não se destinam às relações interpessoais, ou seja, entre pessoas físicas. As transações interpessoais são feitas com dinheiro ou cheque. Já com o uso de aparelhos celulares e um sistema de pagamento móvel, este tipo de transação se torna uma opção viável tecnicamente;
- **Velocidade nas Transações.** Para os usuários, outro aspecto do pagamento móvel que proporciona uma vantagem sobre os cartões de crédito ou cheques consiste no fato de que a transação pode ser feita imediatamente, ao invés de se aguardar a compensação ou o recebimento da fatura. Este é um aspecto interessante principalmente em micro-pagamentos;
- **Menor custo adicional para o usuário.** Em alguns dos modos de pagamento móvel, as instituições financeiras estão envolvidas, juntamente com os provedores de serviços móveis, para a prestação de serviços de pagamentos. Como resultado, o assinante (na maioria dos casos, apenas o comerciante) pode ter de pagar tanto a administradora, quanto a instituição financeira. Com o serviço móvel de pagamento o usuário tende a não necessitar pagar taxas adicionais, a começar pela manutenção mensal da maquineta de cartão, já que o aparelho celular pode ser o do próprio usuário.

2.5 Desvantagens do Serviço de Pagamento Móvel

Nesta seção são enumerados os principais problemas citados pelos autores pesquisados (QIANG e TINGJIE, 2008) e (DIAO, 2009) quanto ao sistema de pagamento móvel. Segundo os autores, as pesquisas atuais sobre *u-commerce* em geral se concentram nos serviços de comercialização com base em informações de contexto, sem considerar uma

análise mais aprofundada das preferências pessoais. Nem todos os modelos de sistemas de pagamento móvel atendem suficientemente as questões de segurança e conveniência.

Todavia, com o desenvolvimento das técnicas e padronização das transações estes problemas são passíveis de serem solucionados ou minimizados. Quanto aos modelos de negócio, a maioria dos procedimentos existentes são limitados a determinados cenários que muitas vezes são reflexos dos interesses, da essência do negócio ou do conhecimento especial do provedor do serviço de pagamento móvel, em geral representados por operadoras de telefonia móvel ou instituições financeiras.

Exemplos típicos são o Modelo de Operadora Independente e Modo Centralizado na Operadora limitados ao comércio móvel ou Modelo Centralizado na Instituição Financeira limitada ao comércio eletrônico e ao cenário onde o comércio é realizado de forma estática (QIANG e TINGJIE, 2008).

A maioria dos sistemas atuais é oferecida tanto por uma instituição financeira ou por uma operadora de telefonia. Em ambos os casos, a oferta é limitada aos seus próprios clientes, limitando também a quota de mercado máxima do sistema aos clientes do emitente, o que é geralmente muito baixa para ser um incentivo para os comerciantes (QIANG e TINGJIE, 2008).

No caso dos modelos centralizados em instituições financeiras, a maioria dos atuais modelos é concentrada em macro-pagamentos (gerando custos de transação muito altos para serem utilizados em micro-pagamentos, bem como débito automático ou modelo de cartão de crédito, o que pode não ser a solução adequada para pequenos pagamentos). No caso dos modelos centralizados em operadoras de telefonia móvel, estes em geral se concentram em micro-pagamentos (que podem não ser confiáveis e seguros o suficiente para tratar de macro-pagamentos, bem como o valor da conta de telefone pode não ser a solução adequada para um grande volume de transações).

Além disso, instituições financeiras e operadoras de telefonia móvel às vezes parecem considerar-se como concorrentes ao invés de complementares, cada uma delas tentando se apropriar do cliente. Nenhum dos lados é capaz de implementar uma solução de pagamento móvel propício para o avanço do mercado, sem o apoio mútuo, o que se torna um impasse (QIANG e TINGJIE, 2008).

Instituições financeiras estreitam as relações com as operadoras em busca de uma situação favorável para ambas, pois a essência do negócio para as instituições financeiras é a conclusão dos pagamentos e não o tráfego de dados. Estas instituições, nas quais se incluem bancos e administradoras de cartão de crédito, têm vantagens especiais no domínio da segurança. Podem-se citar fatores subjetivos, já que os bancos são considerados mais confiáveis pelo cliente e fatores objetivos, como a experiência em verificação e reconhecimento de fraudes e gestão de reclamações na realização de transações, que têm um alto custo (QIANG e TINGJIE, 2008).

Já a essência do negócio para as operadoras consiste em manter as conexões ativas na rede móvel. Neste aspecto, elas são experientes em manter a infraestrutura e cobrar pequenas quantias de seus clientes. Elas não possuem a mesma confiança e conhecimento em segurança que as instituições financeiras, mas são capazes de realizar cobranças de forma efetiva. Assim, o ponto-chave em relação ao pagamento móvel é a cooperação entre operadoras de telefonia e instituições financeiras (DIAO, 2009).

O grande objetivo, na verdade, é fornecer diferentes métodos de pagamento para diferentes tipos de serviços de pagamento. O micro-pagamento tem foco na conveniência,

enquanto o macro-pagamento tem como fator mais importante a segurança. Micro-pagamento pode utilizar pagamento local, enquanto o macro-pagamento, em geral, utiliza o pagamento remoto. Assim, uma premissa importante de um sistema de pagamento móvel é fornecer métodos de pagamentos diferentes para variados tipos de serviços de pagamento, para maior comodidade do usuário, pelos requisitos de segurança e pela privacidade nas transações. Além disso, a preservação da privacidade do usuário se tornou um grande obstáculo para a adoção de produtos e serviços de *u-commerce* (DIAO, 2009).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Esse capítulo trata da descrição e análise dos trabalhos relacionados ao modelo proposto. Nele são estudados os modelos recentes que possuem características semelhantes ao modelo proposto ou relevantes ao contexto onde se aplicam. Para o desenvolvimento desta proposta de modelo de sistema de pagamento móvel, foram analisados seis sistemas que possuem características similares e compatíveis com as funcionalidades inerentes ao comércio ubíquo. Para determinar a escolha dos trabalhos analisados foram levadas em consideração características dos modelos que procurassem atender as quatro premissas da computação ubíqua para sistemas de pagamentos móveis (WATSON, PITT, *et al.*, 2002). Além disso, foram analisados os modelos em relação à atualidade da proposta, a contemporaneidade das tecnologias utilizadas, o atendimento às transações com sensibilidade ao contexto, o modelo de negócio empregado e o nível de segurança e confiabilidade oferecido pelo modelo. Nesse sentido foram escolhidos seis modelos de propostas científicas que possuem características que de alguma forma atendem aos requisitos exigidos, mas diferem em aspectos importantes para a análise comparativa dos modelos. Embora não seja objetivo e foco deste trabalho, já que não se tratam de modelos acadêmico-científicos e também por possuírem objetivos muito específicos, ao final do capítulo são descritas e analisadas algumas soluções comerciais que possuem características relevantes ao comércio ubíquo, principalmente no que tange às tecnologias empregadas e ao modelo de negócio.

3.1 Descrição e Características dos Modelos

Os próximos itens visam detalhar as características específicas de cada modelo. Nesta subseção são descritas as características especiais que cada modelo relacionado à proposta 4iPay possui, destacando seus pontos fortes e deficiências no contexto do comércio ubíquo, com foco no suporte ao pagamento móvel.

3.1.1 UbiPay

O primeiro modelo avaliado possui o nome de UbiPay, do inglês *Ubiquitous Payment*, e consiste em um sistema que tem por principal objetivo minimizar os custos em pagamentos móveis, mais especificamente reduzindo o custo das transações. É um sistema que, em linhas gerais, oferece uma gama de modos de interação e escolhe o de menor valor de forma transparente ao usuário. Segundo o autor, o objetivo é fazer com que pagar seja como a respiração: algo que fazemos inconscientemente e sentimos apenas quando exercemos de forma além do habitual (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009). O modelo denominado UbiPay consiste em uma aplicação que executa em um dispositivo móvel do usuário que recupera informações de contexto e realiza comunicação sem fio com os fornecedores de bens ou serviços para realizar transações de pagamento.

O objetivo principal do sistema UbiPay é minimizar os custos das transações, visando atingir o envolvimento mínimo suficiente dos usuários em cada operação de pagamento. Quando um pedido de pagamento chega ao sistema a partir de um fornecedor, a análise da aplicação no dispositivo busca informações de contexto para determinar o nível de envolvimento do usuário necessário para lidar com o pedido, pois algumas operações requerem aprovação explícita do usuário, outras são transparentes ao usuário, embora muitas operações de valores pequenos de pagamento, de todos os dias, podem ser concluídas

automaticamente, sem qualquer interferência do usuário. Segundo (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009), em comparação com sistemas de pagamentos móveis em uso atualmente, o modelo UbiPay pode fazer com que transações individuais tornem-se muito baratas, possibilitando pela primeira vez cobrar separadamente os serviços que até então sempre eram estabelecidos em conjunto com outros serviços, rompendo assim com a venda de pacotes, melhorando a eficiência, capacitando os clientes, eliminando o desperdício de recursos e abrindo a possibilidade de novos modelos de negócio.

O modelo UbiPay é um sistema de pagamento que tenta reconhecer de forma automática o nível correto de envolvimento do usuário em cada transação, analisando as informações sobre o pedido de pagamento e seu contexto. Para calcular o nível de risco de uma transação são levados em consideração aspectos como quantidade, receptor, data, hora, local e histórico de transações anteriores realizadas pelo usuário. Um modo de interação do usuário apropriado é então escolhido para efetuar o pagamento. Se o valor monetário envolvido na transação é significativo ou a operação é considerada arriscada por algum outro motivo, o usuário deve rever os detalhes da transação e confirmá-los antes do pagamento ser efetuado. Se a transação é considerada menos arriscada, é suficiente para o usuário confirmar um modo de interação leve, descrita a seguir. Já se o sistema considera que a operação envolve um risco muito baixo, pode então completar o pagamento automaticamente, sem a aprovação prévia por parte do usuário. O usuário pode ainda ser notificado da transação através de um toque de som ou uma vibração. Nas operações cotidianas, mesmo este passo de notificação pode ser omitido, no interesse de não distrair o usuário (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009).

Existem duas abordagens básicas para a criação de regras que são usadas para decidir qual o modo de interação é mais adequado para uma solicitação de pagamento. Na primeira abordagem, os usuários podem simplesmente ser convidados a informar suas preferências. Na segunda abordagem, as regras podem ser obtidas automaticamente a partir de decisões passadas dos usuários. Por exemplo, se o usuário aceita um pedido de pagamento de um mesmo valor determinado emitido pela empresa de ônibus que ele utiliza três vezes seguidas, o sistema pode propor transformá-lo em um pagamento automático. À medida que mais informações são acumuladas, a regra pode tornar-se mais detalhada, incluindo, por exemplo, o tempo e os requisitos de localização. Métodos supervisionados de aprendizagem podem ser usados para descobrir padrões mais complexos recorrentes na história de pagamento dos usuários (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009).

Depois que uma decisão de efetuar um pagamento tiver sido atingida, a realização efetiva do pagamento é delegada a uma infraestrutura existente de pagamento eletrônico, como caixa eletrônico do usuário ou conta de cartão de crédito. Um dos desafios neste conceito é que o grande volume de transações iniciadas pelo UbiPay pode gerar custos significativos em infraestrutura e sistemas de fornecedores. Para atenuar estes custos, uma infraestrutura apropriada de retaguarda pode ser escolhida com base em fatores como o valor da transação. As soluções são altamente dependentes do contexto de serviço. Por exemplo, portas baseado em RFID podem ser usadas em transportes públicos. Entregar o pedido de pagamento ao terminal usuário identificado pode ser realizado utilizando a rede celular ou de qualquer protocolo sem fio, como *bluetooth*. Do ponto de vista de monetizar serviços ubíquos incorporados em espaços públicos, uma característica importante do UbiPay é que os pedidos de pagamento não precisam ser vinculados a um tradicional ponto de venda físico (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009).

Os resultados obtidos pelo sistema UbiPay sugerem que a ideia de reduzir o custo à quase zero com a operação de pagamento utilizando diversos modos de interação,

selecionando informações da base de contextos do usuário é viável, com adequado apoio da infraestrutura. Isto tem fortes implicações para os negócios e o projeto das aplicações. Para ilustrar melhor a utilização do sistema, considere o seguinte exemplo: Trens do metrô de Tóquio. Nestes trens há dois tipos de vagões: com ar condicionado e com reduzido ar condicionado. Os vagões equipados com ar condicionado são mais confortáveis, mas eles custam mais caro para operar, bem como tem um maior impacto ambiental. Atualmente, não há nenhuma maneira de cobrar uma taxa sobre aqueles que escolhem um vagão com ar condicionado, uma vez que a diferença na tarifa é muito pequena para viabilizar uma cobrança diferenciada. O custo do ar condicionado é, portanto, incluído no preço do bilhete.

Com o sistema UbiPay, o custo pode ser dividido e cada viajante cobrado de acordo com sua escolha. Aqueles que entram em um vagão com ar condicionado pagariam uma taxa extra, enquanto os que optam pelo vagão menos confortável pagariam menos. Pacotes similares poderiam ser utilizados em outros lugares, como *shopping centers*, lojas de varejo e restaurantes. As ações individuais seriam mais diretamente refletidas no custo de vida, e as despesas que hoje nascem coletivamente poderiam ser substituídas pela responsabilidade pessoal das ações de cada um. Nesses cenários de uso seriam evidenciados alguns custos que têm sido até hoje desprezados, e seria dada ao usuário a opção de utilizar ou não o serviço (LEHDONVIRTA, SOMA, *et al.*, 2009).

3.1.2 mFerio

O segundo sistema analisado tem o nome de mFerio e consiste em um sistema cuja concepção e avaliação se baseia na utilização da tecnologia NFC e em solicitação de pagamento móvel p2p, também denominado de *p-commerce*, ou seja, comércio por proximidade de dispositivos, que se destina a substituir as transações baseadas em dinheiro (BALAN, RAMASUBBU, *et al.*, 2009). O modelo mFerio pode ser implementado em *smartphones*, não necessitando de qualquer ligação ou infraestrutura além dos celulares dos participantes, sendo totalmente desenhado com os preceitos de usabilidade e de segurança. O sistema mFerio é composto por três componentes: 1) um sistema de dinheiro digital, 2) um sistema de autenticação, e 3) uma ferramenta de interface *easy-to-use* acoplada com um protocolo de comunicação segura para realizar pagamentos locais do tipo P2P.

Os critérios de segurança do sistema mFerio têm duas partes principais: 1) a segurança física em relação ao canal de comunicação e os sinais trocados entre os dispositivos, e 2) a segurança do usuário sobre a sequência de operações que o usuário deve fazer para completar uma transação. Ambos são elementos necessários para um sistema de pagamento seguro - um *token* altamente seguro é inútil se o protocolo do usuário permite aos usuários pagar pessoas involuntariamente, enquanto um bom protocolo de usuário fica comprometido se os *tokens* ou o canal de comunicação podem ser facilmente adulterados (BALAN, RAMASUBBU, *et al.*, 2009).

Um requisito chave para uma solução de pagamento móvel, e citado pelo sistema mFerio, é utilizar um *token* monetário seguro, para atingir o requisito físico de segurança. mFerio depende amplamente de suporte de hardware para fornecer mecanismos de comunicação sem fio rápido e seguro, bem como a autenticação e o armazenamento confiável de dados. Para promover a facilidade de uso, mFerio utiliza a tecnologia NFC, altamente segura e de padrão mundial, tanto dos sistemas e perspectivas da usabilidade (isto é, as pessoas podem realizar quaisquer ações necessárias de forma rápida e segura), a qual segundo (BALAN, RAMASUBBU, *et al.*, 2009) possui três principais vantagens sobre outros

mecanismos. Em primeiro lugar, NFC tem um alcance muito curto, da ordem de 1-2 polegadas (2,5-5 cm), tornando difícil para intrusos (*hackers*) interceptar comunicações. O usuário pode claramente ver alguém tentando interceptar uma transação, em contraste com os protocolos de maior alcance, tais como Wi-Fi e *bluetooth*. Em segundo lugar, é rápido e fácil de configurar uma conexão NFC com outro dispositivo NFC que esteja próximo - simplesmente movendo um dispositivo para próximo do outro, diferentemente da tecnologia de *bluetooth* que é um pouco mais trabalhosa de se configurar. Em terceiro lugar, NFC tem um modelo conceitual simples para os usuários - eles sabem exatamente com qual dispositivo que está se comunicando, ao contrário de protocolos de longo alcance sem fio.

O modelo mFerio exige que os usuários autentiquem-se na aplicação instalada no dispositivo antes de usar. Qualquer um dos mecanismos de autenticação, como utilização de senha (PIN) ou baseados em biometria podem ser utilizados com a aplicação mFerio. Alguns aparelhos celulares recentes exigem hardware com segurança no armazenamento, o qual somente deve ser acessível se as credenciais de autenticação (PIN) fornecidas forem satisfeitas. Este armazenamento pode conter o valor de saldo disponível (créditos ou dinheiro propriamente dito) e os dados pessoais do usuário. O hardware sendo seguro e protegido assegura que não será possível o acesso a dinheiro e nem a detalhes pessoais mesmo em dispositivo roubado. Estes hardwares seguros são protegidos com chips (*smartcards*) e já estão disponíveis comercialmente por diversos fabricantes, tais como Gemplus, Sony e IBM. Este hardware juntamente com a utilização de *tokens* de senhas, satisfaz as necessidades do sistema de ser inviolável, resiliente à segurança, no sentido de não possibilitar replicação (clonagem) e evitando roubo de informações a cerca do usuário.

No sistema mFerio antes que as transações possam ocorrer, é utilizado um protocolo que garante a atomicidade da transação (ou seja, operações realizadas devem ser corretamente registradas por ambas as partes envolvidas, com o mesmo sendo válido para operações incompletas). A autenticação aumenta o número de passos do usuário, impactando negativamente na usabilidade. No entanto, neste caso, a segurança compensa questões de usabilidade (BALAN, RAMASUBBU, *et al.*, 2009). O modelo mFerio utiliza um protocolo de dois toques, onde ambas as partes devem tocar seus dispositivos duas vezes para concluir uma transação. No primeiro toque ocorrem trocas de informações de identificação, através de certificados, garantindo que ambas as partes sabem quem são antes de transacionar, e estabelece-se também uma chave segura transitória compartilhada, o que torna a transação resistente a ataques de repetição e de manipulação por partes externas. O segundo toque é que completa a operação. Embora seja possível utilizar um protocolo de único toque, onde toda a transação é concluída depois de apenas um toque do telefone, também se abre a possibilidade de erros, pois os pagamentos poderiam ser atacados por alguém que não seja parte interessada. Assim, no modelo mFerio se optou por privilegiar a segurança sobre a usabilidade.

A principal extensão é uma exigência de atomicidade. Isto significa que se a transferência falhar, o saldo deve voltar ao estado original antes da operação. A transferência da mensagem de pagamento e recebimento digital deve ser atômica. Portanto, se nenhuma das transferências ocorrerem com sucesso o saldo deve voltar ao estado original antes da operação. Esse método de garantir a atomicidade, normalmente usado em bancos de dados e transações financeiras, minimiza transferências de mensagens no protocolo. Uma parte fundamental do protocolo de dois toques discutido anteriormente é a troca de informações de identificação entre as partes para transacionar depois de estabelecer uma sessão para início da transação. Informações que identificam os protocolos *two-touch* claramente reduzem o anonimato no mFerio. No entanto, nenhuma outra parte (incluindo bancos, autoridades de

certificação, e órgãos de fiscalização) irão saber nada sobre a transação. Assim, o modelo mFerio satisfaz os critérios de anonimato, mas não tanto como o dinheiro em papel faz, já que o sistema mFerio consegue manter histórico entre as partes envolvidas, enquanto o dinheiro em espécie não. Além da segurança aprimorada, um benefício secundário de comprometer o anonimato através da utilização de um protocolo de dois toques é que permite criar automaticamente recibos assinados de cada transação. Disponibilidade de recibos assinados faz a prestação de contas e de resolução de conflitos muito mais fácil (BALAN, RAMASUBBU, *et al.*, 2009).

O modelo mFerio procura tornar-se um sistema tão útil quanto os pagamentos em numerário, preservando a forte segurança. Em primeiro lugar, a aplicação mFerio diz aos usuários exatamente onde eles estão na fase de operação (protocolo dois toques) e quanto mais precisa ser feito - semelhante aos carrinhos de compras baseados na web. O sistema exibe o saldo atual do usuário em quase todas as telas. Além disso, exige que os usuários confirmem explicitamente os detalhes do pagamento (receptor e quantidade) envolvido em uma transação. Depois que o usuário confirmou uma ação, uma tela de resumo da transação é exibida, onde é apresentado tanto o saldo atual quanto os saldos esperados após as transações. Este projeto permite que os usuários saibam exatamente quanto dinheiro têm e entendam completamente as implicações financeiras de qualquer transação. Além disso, o sistema facilita a recuperação de erros. A qualquer momento, o usuário pode clicar no botão cancelar e interromper o processo todo. Após o primeiro toque no protocolo de dois toques, qualquer mudança requer o cancelamento do pagamento e o início de um novo, porque deixar o usuário voltar, após troca de chaves, seria comprometer a segurança (BALAN, RAMASUBBU, *et al.*, 2009).

3.1.3 U-PR

O terceiro sistema é denominado U-PR e é um sistema que tem por objetivo principal propor um regime de pagamento para comércio ubíquo promovendo a uniformidade, segurança e privacidade nas transações eletrônicas com dispositivos móveis (LEE, JU e JEONG, 2006). O modelo U-PR, do inglês *Ubiquitous-Payment and Receipt*, ou seja, Pagamento e Recebimento Ubíquo é um modelo de negócio e de funções que tem por objetivo realizar transações uniformes e seguras. A proteção e a privacidade são elementos fundamentais na arquitetura do modelo U-PR, segundo (LEE, JU e JEONG, 2006).

Conforme os autores existem três tipos de elementos relacionados com o modelo U-PR. O primeiro constitui o dispositivo de pagamento, que tem por objetivo reunir, processar e armazenar as informações de pagamento. No modelo U-PR, as informações relacionadas com pagamentos são lidas a partir do dispositivo beneficiário. A parte do ID de transação (Payer_TID) é gerada pelo dispositivo solicitante e é integrada com outro ID de transação parcial gerado pelo dispositivo beneficiário.

As autenticações do usuário e de pagamento também são processadas por um aplicativo que executa no dispositivo solicitante. Portanto, o dispositivo autor é o elemento principal entre o modelo de negócios do U-PR e possui a maior quantidade de informações relacionada aos pagamentos. O segundo elemento relacionado com o U-PR é o dispositivo do beneficiário, que gera as informações iniciais relacionados a pagamentos através da entrada da identificação do serviço ou a marca do produto e gera um ID de transação parcial do beneficiário (Payee_TID). Após o pagamento, a recepção de uma informação é gerada para ser transportada para o dispositivo devedor por meio do processo de aprovação do ID da

transação. Por fim, o terceiro elemento é a conta do pagante e a conta do beneficiário. O processo de pagamento real é realizado entre as duas contas. As contas trocam a quantidade mínima de informações sobre a transação e não monopolizam a informação em relação ao pagamento. Outra característica do modelo de negócios U-PR é que este possui uma estrutura de posse da informação na qual as entidades em questão possuem informações mínimas sobre o pagamento, maximizando a proteção da privacidade. O dispositivo do usuário pagante ou dispositivo do beneficiário não possuem informações da outra parte, bem como o beneficiário não possui informações da lista de produtos (LEE, JU e JEONG, 2006).

3.1.4 SmartRestaurant

O quarto modelo possui o nome de SmartRestaurant e consiste em um modelo de sistema que permite aos clientes utilizar dispositivos móveis para encomendar e pagar refeições a partir de um restaurante nas proximidades do campus da Universidade de Oulu, Finlândia (LUKKARI, KORHONEN e OJALA, 2004). Além disso, o sistema é capaz de colaborar com a administração do restaurante, na medida em que permite ajustar as vendas, verificar a capacidade de produção e ter conhecimento prévio de encomendas futuras.

O modelo de sistema denominado SmartRestaurant é um serviço web para usuários móveis que foi projetado para aumentar a produção de um restaurante e o processo de entrega. Os usuários do SmartRestaurant estão categorizados como clientes e funcionários. Os clientes (também designados como usuários finais) são os próprios clientes do restaurante, exceto por eles usarem o SmartRestaurant para encomendar e pagar as refeições antecipadamente. Eles podem ver o menu do SmartRestaurant com um dispositivo móvel, fazer seu pedido, e pagar uma ou mais refeições. Além disso, os clientes podem programar o tempo de entrega de seu pedido em relação ao seu contexto atual (que pode envolver tempo ou sua localização), para que a refeição seja entregue quente quando o cliente entrar no restaurante. Os funcionários do restaurante configuram o serviço e preparam as refeições encomendadas.

O modelo SmartRestaurant permite ao restaurante ajustar automaticamente as vendas conforme a capacidade de produção. O sistema também oferece ao restaurante, com um conhecimento prévio, os pedidos programados (LUKKARI, KORHONEN e OJALA, 2004). A arquitetura do sistema SmartRestaurant é construída sobre componentes padrões Web, com algumas características:

- O serviço de pagamento é instalado em um servidor (*host*), que é conectado à Internet através de um *firewall*. O dinheiro na conta do cliente pode ser utilizado para o pagamento de conteúdos e serviços dos respectivos prestadores que tenham aderido ao sistema de pagamento. Os pagamentos são agregados às contas dos prestadores participantes e, em seguida, transferidos para suas contas bancárias regulares;
- Os usuários móveis podem utilizar o sistema SmartRestaurant com seus dispositivos móveis, que oferecem meios para acesso à Internet, por exemplo, GPRS (*General Packet Radio Service*), conectividade e um navegador da Web capaz de exibir páginas XHTML;
- Para o estabelecimento restaurante operar o serviço SmartRestaurant é suficiente um computador equipado com conectividade WLAN e um browser padrão. Laptops com conectividade sem fio podem ser colocados livremente nas instalações do restaurante e eles também permitem que os empregados sejam usuários móveis.

3.1.5 MUCS

O próximo modelo analisado é denominado MUCS (*Model For Ubiquitous Commerce Support*) e se caracteriza por incentivar o relacionamento entre clientes e fornecedores, gerando oportunidades de negócios em tempo real, que podem ser avaliadas e evoluídas pelos participantes. O principal problema a que se propõe resolver o MUCS é a geração de oportunidades comerciais entre clientes e fornecedores, papéis os quais podem ser exercidos tanto por empresas quanto por pessoas físicas (FRANCO, ROSA, *et al.*, 2011). O sistema MUCS, embora tenha uma preocupação maior com a proposição de oportunidades de negócios em comparação à efetivação do pagamento em si, foi analisado em relação ao modelo proposto em função das suas características de enfoque na sensibilidade ao contexto para identificação, proposição e maximização de negócios.

Contexto para o MUCS são as subdivisões do ambiente físico (por exemplo, salas em um prédio, prédios em uma região ou cidades em um estado), disponibilizando informações e serviços para todos os negociantes que estiverem usando o sistema, os quais podem se locomover para outros contextos a qualquer momento (FRANCO, ROSA, *et al.*, 2011).

A arquitetura do MUCS, segundo (FRANCO, ROSA, *et al.*, 2011), é composta pelos seguintes componentes:

- a) Sistema de Localização, é responsável por determinar a posição física dos negociantes no ambiente;
- b) Sistema de Perfis, armazena as informações dos negociantes, tais como identificação, desejos de consumo e ofertas de venda, para geração de oportunidades de negócios;
- c) Árvore de Categorias, mantém todas as possíveis classificações de produtos e serviços, permitindo assim uma padronização no momento do cadastro de uma oferta ou desejo;
- d) Consultor de Oportunidades (CO), usa os perfis e as informações de localização para gerar e operacionalizar oportunidades de negócios. É o principal componente do sistema, responsável por cruzar desejos dos negociantes com ofertas de outros negociantes presentes no mesmo contexto, gerando oportunidades de negócios exploradas e facilitadas pelo próprio consultor;
- e) Sistema de Referências, atua como um conselheiro, indicando ao CO quais as oportunidades de negócios devem ser ou não geradas;
- f) Gerente de Serviços, atua como uma camada de comunicação entre os negociantes e os demais componentes do modelo, sendo subdividido em grupos como avisos, responsável por enviar alertas aos negociantes; localização, responsável por receber os dados da posição física dos usuários e convertê-los para contextos; entre outros;
- g) Assistente Pessoal, é o módulo que acompanha os negociantes em seus dispositivos móveis, armazenando localmente os dados do perfil, suportando o sistema de localização, o recebimento de avisos e a visualização e edição dos dados do negociante;
- h) Site de Configuração, possibilita ao negociante cadastrar, editar e visualizar os seus dados através uma interface web (FRANCO, ROSA, *et al.*, 2011).

3.1.6 fairCASH

O modelo fairCASH (CHING e KREFT, 2008) deve ser visto como um conjunto de tecnologias, coletivamente servindo de apoio ao ciclo de vida de objetos financeiros (*tokens*) anônimos e intransferíveis, denominados no trabalho como eCoins, incluindo todas as fases: criação, manipulação, distribuição e compensação, para evitar cópias ilegais. É uma solução centrada em serviços ICT (*Internet Communication Technology*) que tem por objetivo operar um conjunto de ações, procedimentos, políticas, propriedades e ferramentas numa arquitetura distribuída de eWallets (*digital wallet*, ou seja, carteira digital), utilizadas para realizar os pagamentos.

Em outras palavras o modelo fairCASH fornece as principais tecnologias necessárias para construir um sistema de dinheiro digital (*Digital Cash*), o mais próximo possível ao seu homólogo físico bem conhecido (CHING e KREFT, 2008). O modelo fairCASH utiliza um protocolo denominado Teleportation, o qual consiste no tele transporte, que é um tipo de protocolo genérico multiuso de duas partes para a troca de segredos eletrônicos. Tal esquema é útil para aplicações como transferência de assinaturas, ou trocas de chaves criptografadas, enviando e-mails certificados, e a construção de sistemas de pagamento baseados no modelo dinheiro digital (*Digital Cash*), funcionando com conteúdo digital (multimídia) de distribuição, guarda registros, controle, licenciamento e os outros (CHING e KREFT, 2008) .

Segundo (CHING e KREFT, 2008) o modelo fairCASH possui uma tecnologia central baseada num conceito denominado “troca justa de duas partes” que consiste em um cenário específico que o modelo trata. Em cenários não-eletrônicos, ou seja cenários tradicionais, um pagamento justo pode ser facilmente alcançado por uma troca física de dinheiro por bem ou serviço, ou através da fixação dos termos em um contrato. No mundo *e-commerce* é preciso um procedimento capaz de implementar serviços de troca justa, ou seja, um protocolo capaz de garantir isto.

Conforme (CHING e KREFT, 2008) considere um caso exemplar em que Alice, pagadora, quer que a operação de pagamento seja totalmente anônima - nem mesmo Bob, o receptor, deve saber a identidade de Alice. Neste caso, porém, Bob vai querer garantir que Alice continue incapaz de negar a obrigação de pagar. Se a transação for totalmente eletrônica, cada uma das partes vai precisar de um mecanismo para garantir que a outra parte irá pagar o que for necessário. Em um mundo de troca ideal justo, ambas as partes envolvidas no protocolo de transação, para a realização de meios de pagamento, recebem uns dos outros tokens eletrônicos (isto é, no final da execução do protocolo da transação, ambas as partes, pagador e receptor, têm o que eles querem) ou então nada acontece (ou seja, eles voltam ao mesmo estado anterior à execução do protocolo).

O modelo fairCASH também utiliza o conceito de eWallet, que possui toda a inteligência do processamento, o armazenamento seguro interno, e as primitivas de criptografia são autossuficientes, situado num invólucro protegido, chamado de CASTOR-chip. A lógica para acessar o host externo é realizada por intermédio de uma interface de entrada / saída. Esta pode ser uma interface via USB, *bluetooth* ou WLAN. Já um grande volume de dados permanente é armazenado em um dispositivo de armazenamento externo, por exemplo, do tipo Flash (CHING e KREFT, 2008).

3.2 Comparação entre os Modelos

A Tabela 5 a seguir apresenta um comparativo das principais características dos modelos analisados em relação ao modelo proposto. A tabela apresenta uma coluna para cada um dos modelos estudados. Cabe destacar que o modelo proposto concentra as melhores alternativas obtidas a partir dos estudos de caso.

O comparativo inicia com a análise da arquitetura de cada modelo. Nesta subseção são analisados os modelos quanto à possibilidade de atender transações P2P e cliente-servidor, ou seja, se possuem a capacidade de atender requisições locais, dispositivo-a-dispositivo e remotas (à distância) com uma arquitetura cliente-servidor.

Tabela 5. Comparação entre Modelos Relacionados

Modelo / Característica		UbiPay	mFerio	U-PR	Smart Restaurant	MUCS	fairCASH	
Arquitetura		P2P	P2P	Cliente-Servidor e P2P	Cliente-Servidor	Cliente-Servidor	Cliente-Servidor e P2P	
Quanto às Tecnologias Suportadas	SMS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	
	WAP	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	
	NFC	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	
	Bluetooth	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	
	Ethernet	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	
	Wi-Fi	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
	USB	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	
TV Digital		Não Aplicável	Não Aplicável	Não Aplicável	Aplicável	Não Aplicável	Aplicável	
Quanto à Localização	Pagamento	Local	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
		À distância	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
	Requerer Pagamento	Local	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
		À distância	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Sensível ao contexto		Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não
Segurança e Privacidade	Distribuição da Informação		Regular	Regular	Alta	Baixa	Baixa	Alta
	Nível de Segurança da Informação		Proteção regular (Níveis 0,1)	Proteção regular (Níveis 0,1,5)	Alta proteção (Níveis 1,2,5)	Baixa proteção (Níveis 0,1)	Baixa Proteção (Nível 1)	Alta proteção (Níveis 1,2,3,4)
	Criptografia dos dados		Dos dados armazenados e transmitidos	Dos dados armazenados e transmitidos	Dos dados armazenados e transmitidos	Dos dados transmitidos	Dos dados transmitidos	Dos dados armazenados e transmitidos
	Criptografia das mensagens		Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
	Autenticação e autorização rápidas		Não	Sim, por biometria ou senha gráfica	Não	Não	Não	Não
	Autenticação automática		Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Site de Gerenciamento		Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	

Fonte: Elaborada pelo autor

É possível observar que, em geral, os modelos se propõem a atender um segmento apenas, sendo as exceções os modelos U-PR e fairCASH, que possuem uma arquitetura mais aberta, permitindo atingir transações ponto-a-ponto e remotas. O próximo conjunto de itens analisados diz respeito às tecnologias suportadas, ou seja, as formas de entrada e saída de informações suportadas pelos modelos. Esta avaliação também poderia ser feita em relação aos dispositivos suportados, todavia como alguns modelos são direcionados apenas ao *m-commerce*, este trabalho analisa mais especificamente as tecnologias de entrada e saída atendidas pelos modelos, sendo elas: SMS, WAP, NFC, *ethernet*, *bluetooth*, Wi-Fi, USB e TV Digital.

É possível observar que os modelos recentes em geral não atendem a tecnologia SMS, a qual foi a primeira forma de efetivação de transações do tipo *m-commerce*, que segundo (TIWARI e BUSE, 2007), nasceu em 1997, quando os dois primeiros telefones celulares habilitados conseguiram pagar por refrigerantes em máquinas de venda automática da Coca-Cola, instalados em Helsinque, na Finlândia. As máquinas aceitavam pagamentos através de mensagens de texto SMS. Embora a tecnologia SMS tenha sido a primeira utilizada para realizar transações *m-commerce* e, possa parecer ultrapassada para os dias de hoje em termos de meios de pagamentos, com a entrada do NFC, por exemplo, algumas soluções comerciais atuais ainda a utilizam para realizar pagamentos e há um bom motivo, que é o atendimento ao pagamento remoto, ou seja, à distância, no qual poucas soluções têm preocupação, já que se detêm principalmente nas soluções de pagamento P2P. Por outro lado, as soluções que ainda utilizam a tecnologia SMS, não têm a preocupação de atender outras tecnologias como meio de pagamento, já que utilizam o SMS com nível de prioridade alto, em geral em parceria com as operadoras, o que lhes garante alta disponibilidade e segurança, mas por outro lado limita os usuários atendidos àqueles que são clientes da operadora.

Quanto à tecnologia WAP, apenas o modelo SmartRestaurant especifica de forma clara sua utilização, já que seu modelo se baseia no acesso via páginas, sem possuir uma aplicação instalada no cliente. Todavia, esta é uma forma alternativa para o modelo proposto, na medida em que permite uma forma extra de acesso aos meios de pagamento, se por qualquer motivo, não for possível acessar a aplicação de controle e meios de pagamento. Além disso, é de fundamental importância para o modelo proposto disponibilizar alternativas viáveis para realizar as transações, mesmo que a aplicação principal não esteja disponível, sendo a página WAP uma delas.

Outro aspecto, é a possibilidade deste tipo de tecnologia estar disponível para outras formas de acesso, por exemplo, via TV Digital ou mesmo via uma conexão *ethernet*. Já as tecnologias NFC e *bluetooth*, o atendimento dos modelos é o contrário, pois com exceção dos modelos SmartRestaurant e MUCS, todos os outros atendem estas tecnologias de meio de pagamento, suportando assim pagamentos p2p, entre dispositivos móveis ou entre dispositivo móvel e dispositivo receptor estático que estão próximos.

Quanto ao acesso via tecnologia *ethernet*, apenas os modelos SmartRestaurant e fairCASH além do modelo proposto, permitem o acesso, demonstrando uma preocupação destes modelos em atender não apenas usuários com dispositivos móveis. Já no caso de acesso sem fio, todos os modelos atendem ao requisito. Quanto ao acesso via USB, apenas os modelos U-PR, SmartRestaurant, MUCS e fairCASH atendem o requisito. Quanto ao acesso via TV Digital, apenas os modelos SmartRestaurant e fairCASH possuem a preocupação de atender o consumidor que gostaria de utilizar esta tecnologia para efetuar pagamentos.

Outro grupo de itens avaliados foi quanto à localização das transações, sendo analisados os tipos: local, à distância (ou remota) e com sensibilidade ao contexto. Observou-

se que os modelos atendem transações locais, como sistemas de carteira eletrônica e pagamento por aproximação, atendendo assim transações de micro-pagamento principalmente. No pagamento por proximidade, é necessário que o usuário tenha um dispositivo com tecnologia NFC, onde são armazenadas informações da conta do usuário e, através do padrão de comunicação sem fio definido para esta tecnologia, a transação é efetuada.

Quanto ao atendimento de permitir transações à distância ou remotas, considerando que o usuário pode estar em qualquer local no momento da efetivação do pagamento, apenas os sistemas UbiPay, SmartRestaurant e fairCASH atendem ao requisito, o que demonstra a concentração ou preferência por pagamentos locais.

Quanto ao atendimento ao requisito de permitir transações que sejam sensíveis ao contexto, apenas os modelos UbiPay e SmartRestaurant atendem ao requisito. Todavia, é importante notar que nenhum dos modelos prevê o recebimento de pagamentos à distância, apenas recebimentos locais. A requisição de pagamento à distância é um diferencial para atender usuários que estão distantes do vendedor, como o caso de tele-entregas. O último grupo de itens avaliados foi quanto ao tratamento da segurança e privacidade das transações pelos modelos analisados.

Quanto à distribuição das informações para realização das transações, alguns modelos foram considerados de baixa distribuição, já que possuem sistemas baseados totalmente em um servidor, como SmartRestaurant e MUCS. Já U-PR e fairCASH possuem alta distribuição, uma vez que, por segurança, distribuem as informações sobre as transações, impedindo ou escondendo o acesso tanto do pagante quanto do receptor ou mesmo do servidor de todas as informações sobre as transações realizadas. Um exemplo desta situação, é o pagante não ter informações sobre o receptor e vice-versa.

Quanto ao nível de segurança proporcionado por cada modelo, os mais seguros considerados foram os modelos U-PR e fairCASH, pois viabilizam pelo menos três níveis não básicos de segurança da informação transacionada. Outro item avaliado foi a criptografia dos dados, onde todos possuem criptografia dos dados transmitidos, mas nem todos possuem uma preocupação com os dados armazenados, como os modelos SmartRestaurant e MUCS.

Quanto à autenticação rápida, uma funcionalidade útil para acessar a aplicação com velocidade, apenas o modelo proposto e o mFerio atendem ao requisito, através de biometria ou senha gráfica para autenticação no sistema. Já quanto à autorização automática, funcionalidade útil para realizar pagamentos repetitivos ou do dia-a-dia, apenas o modelo atende ao requisito. Por fim, foram avaliados os modelos quanto a possuir um mecanismo de acompanhamento e monitoramento das transações, sendo identificado que apenas os seguintes modelos possuem a funcionalidade: U-PR, SmartRestaurant e MUCS.

3.3 Soluções Comerciais

Embora o foco principal do estudo de trabalhos relacionados seja em propostas acadêmicas, é importante salientar a existência de diversas soluções comerciais que visam atender a efetivação de pagamentos através de dispositivos móveis. Segundo (KARNOUSKOS e FOKUS, 2004), nos últimos anos muitas soluções desenvolvidas deixaram de existir em função de crises econômicas ou da cessão de financiamento.

Em geral as soluções existentes são provenientes de parcerias, seja em função da operadora de telefonia, seja com administradoras de cartões de crédito e débito ou mesmo

com instituições financeiras. No trabalho de (KARNOUSKOS e FOKUS, 2004) existiam no ano da publicação pelo menos 95 projetos e soluções comerciais de *m-payment*.

A seguir são citados formatos e trabalhos atuais em nível mundial e de relevância nacional que se enquadram nos formatos citados pelo autor. Um dos formatos mais utilizados pelas primeiras soluções e ainda em voga é o pagamento local e à distância via SMS. Consiste no tipo de pagamento realizado através do envio por parte do vendedor ou operadora de telefonia parceira e autorização da transação pelo comprador via mensagem de texto SMS. Baseado no seguinte cenário: o cliente deseja utilizar seu celular para autorizar um pagamento, ao invés de utilizar seu cartão de crédito ou débito. Ao realizar a compra em estabelecimento conveniado ao serviço oferecido, seja pela operadora de telefonia, administradora de cartões ou instituição financeira, o cliente informa para o vendedor o número do seu celular, o banco e o tipo de transação (débito ou crédito). O vendedor informa no POS tradicional do cartão que o cliente deseja pagar o valor da transação e as informações requisitadas previamente. Em alguns casos, o vendedor pode utilizar o seu celular (também credenciado a alguma operadora de telefonia parceira ou credenciada) ao invés do POS tradicional. Após o vendedor realizar o lançamento, o cliente aguarda o recebimento de uma mensagem de texto SMS com os dados da transação e requisitando a autorização do pagamento. O cliente responde a mensagem SMS autorizando ou não a transação, dependendo do protocolo da solução, que pode ser a digitação de uma senha apenas.

A diferença para uma transação eletrônica tradicional é o fato do cliente não necessitar portar seu cartão de crédito ou débito, autorizando a transação via mensagem SMS pelo seu celular. Como exemplo de serviços baseados nessa abordagem é possível citar OiPaggo (OI, 2011) e Visa Mobile Pay (VISA, 2011). O sistema OiPaggo é um exemplo de atendimento ao requisito de permitir a requisição de pagamento à distância.

Outra forma é através da transferência de valores para contas de sistemas próprios de pagamentos on-line, ou seja, transferências on-line para usuários da rede provedora do serviço. Neste formato, o cliente e o vendedor necessitam possuir contas nestes sistemas para que as transferências possam ocorrer. As transferências podem ser realizadas via site ou via aplicação proprietária instalada dos aparelhos celulares disponíveis. Como exemplo de sistemas baseados nas transferências de valores para sistemas próprios de pagamento é possível citar PayPal Mobile (PAYPAL, 2011), Twitpay (TWITTER, 2011) e Amazon Payments (AMAZON, 2011).

Mais recentemente, surgiu a forma de realizar os pagamentos utilizando a tecnologia de proximidade NFC. As soluções atuais em geral utilizam a tecnologia NFC para, em parceria com a empresa que disponibiliza o POS de recebimento das transações, realizarem o pagamento através da transmissão das informações sem contato para o dispositivo vendedor, ou seja, pagamento ponto-a-ponto (P2P). O usuário necessita instalar no seu aparelho celular a aplicação da empresa que disponibiliza o serviço, para que esta consiga se comunicar com o POS receptor. Todavia, as soluções comerciais, além de serem limitadas às operadoras e instituições parceiras, em geral não permitem realizar pagamentos fora da sua rede ou mesmo entre aparelhos que suportam a mesma tecnologia e credenciamento. Exemplos deste modo de atuação são Google Wallet (GOOGLE, 2011) e Visa Mobile Payment Platform (VISA, 2011).

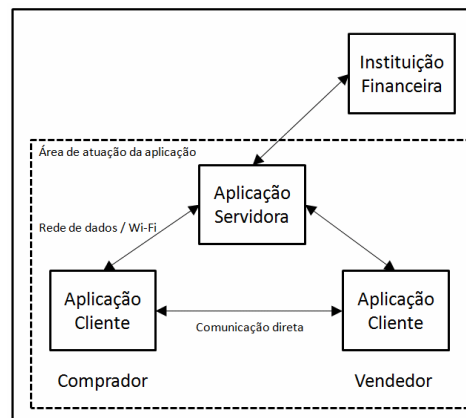
4 O MODELO 4IPAY

Nesta seção é apresentada a descrição do modelo proposto, detalhando os componentes macros da arquitetura e a especificação de cada artefato utilizado na sua infraestrutura. O nome 4iPay representa um acrônimo obtido da seguinte forma:

- *4* - significa suporte às quatro premissas da computação ubíqua: ubiquidade, unicidade, universalidade e unissonância, e uma paronomásia com a preposição da língua inglesa “for”, em português “para”;
- *i* – significa independência de dispositivo, operadora de telefonia, instituição financeira e localização; também significa a primeira pessoa (em inglês), que pode realizar ou requerer pagamentos, ou seja, em inglês “for I pay”;
- *Pay* – significa o objetivo principal do modelo que é o suporte ao pagamento móvel de transações eletrônicas de fundos (TEF), do inglês *electronic funds transfer* (EFT) (LASSILA, LAPINE, *et al.*, 2011);

A Figura 3 apresenta uma visão macro da arquitetura, na qual constam as divisões das camadas cliente e servidor utilizadas no sistema. A área tracejada exhibe a visão do escopo de atuação da aplicação, formada basicamente por uma camada servidora e aplicações cliente adaptadas a cada tipo diferente de dispositivo utilizado pelo usuário final. Nesta ilustração é possível observar que a aplicação cliente do comprador tem a possibilidade de se comunicar tanto com o servidor quanto diretamente com a aplicação cliente do dispositivo que está próximo, utilizando para tanto a tecnologia NFC, diferenciando assim uma transação local e a distância. Caso seja uma transação que envolva uma instituição financeira, a qual pode ser representada por um banco ou administradora de cartões, o servidor é responsável por realizar a comunicação com esta e efetivar a transação. Já a aplicação cliente pode ser tanto utilizada pelo comprador quanto pelo vendedor. É possível também realizar uma transferência financeira local entre um dispositivo móvel e uma máquina fixa, como no caso da compra de um refrigerante ou pagamento de ticket de metrô. Também é possível observar na ilustração que tanto o comprador quanto o vendedor possuem uma comunicação com o servidor, com o objetivo de efetivar e consolidar as transferências realizadas de forma local entre dispositivos. As regras de negócio necessárias para atender as situações que podem ocorrer nas transferências locais e a distância são detalhadas em cenários de utilização, descritos na subseção 6.1.1.

Figura 3. Visão Geral da Arquitetura

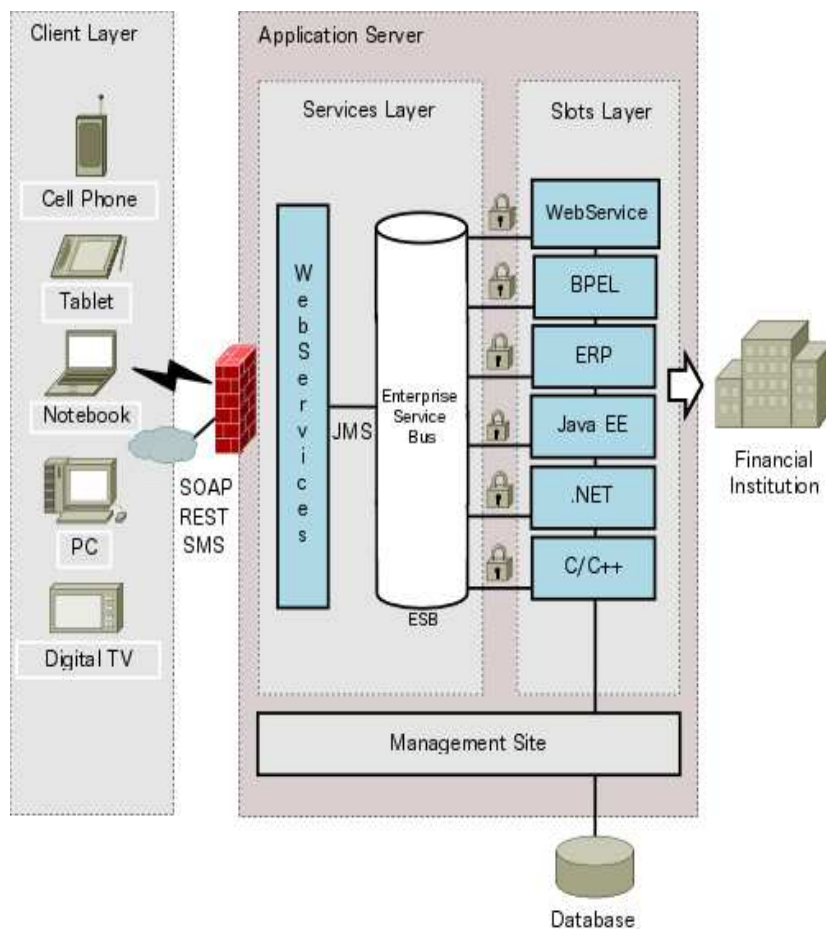


Fonte: Elaborada pelo autor

4.1 Arquitetura de Componentes do Modelo

A Figura 4 visa detalhar melhor a visão geral apresentada na Figura 3. A ilustração apresenta o diagrama de componentes do modelo 4iPay, em que constam as camadas cliente, servidor, com subcamadas de serviços e *slots* de comunicação. A camada cliente é representada pelos dispositivos suportados, a camada servidora exibe como entrada na aplicação *webservices* de recebimentos das requisições. Também no servidor consta um barramento de serviços, responsável pelo armazenamento e distribuição das requisições, e os diversos *slots* de serviços possíveis de serem invocados. Na ilustração é possível observar um componente que representa um site de gerenciamento e monitoramento das transações. No site, os usuários comprador e vendedor, além do administrador da aplicação, poderão acompanhar e gerenciar as transações realizadas, pendentes e que não foram efetivadas por qualquer motivo. A infraestrutura principal do sistema 4iPay é baseada na arquitetura de Barramento de Serviço - ESB (*Enterprise Service Bus*) (CHAPPELL, 2004). Esta arquitetura foi escolhida pela flexibilidade de interconexões, tanto pela camada cliente quanto de interface com outras aplicações, na Figura 4 representada pelos componentes de acesso às instituições financeiras. Outro motivo é a capacidade proporcionada pela arquitetura de trabalhar a resubmissão de mensagens não efetivadas por qualquer problema de comunicação. O objetivo é fornecer uma categoria de serviços independentes e um barramento de serviços complexos baseados no processamento de mensagens de transações eletrônicas de fundos.

Figura 4. Diagrama da Arquitetura de Componentes



Conforme pode ser observado na Figura 4, o modelo 4iPay está dividido em camadas verticais, onde, da esquerda para a direita, na primeira camada, se pode observar a multiplicidade de dispositivos suportados. A segunda camada tem por objetivo demonstrar o suporte a múltiplos protocolos de recepção e resposta aos dispositivos integrados, como SOAP (*Simple Object Access Protocol*) (W3C, 2004), REST (*Representational State Transfer*) (FIELDING, 2000) e SMS. O suporte a estes protocolos de comunicação foram escolhidos por serem padrões de mercado na disponibilização de webservices, essenciais para a independência de dispositivos do modelo proposto. A terceira camada diz respeito ao barramento ESB, que pode utilizar as tecnologias JMS (*Java Message Service*) (JCP, 2002) e JCA (*Java Connector Architecture*) (JCP, 2009) para tratar as mensagens e se comunicar com outras aplicações, sendo responsável pela integração e gerenciamento de todo o ambiente. A quarta camada tem por objetivo demonstrar as interconexões com as instituições financeiras, através da construção e invocação de regras de negócio de forma transparente, visto que o ESB pode fazer uso de diferentes plataformas de desenvolvimento e linguagens (CHAPPELL, 2004), tornando transparente a interligação com diferentes sistemas das administradoras.

4.2 Infraestrutura do Modelo

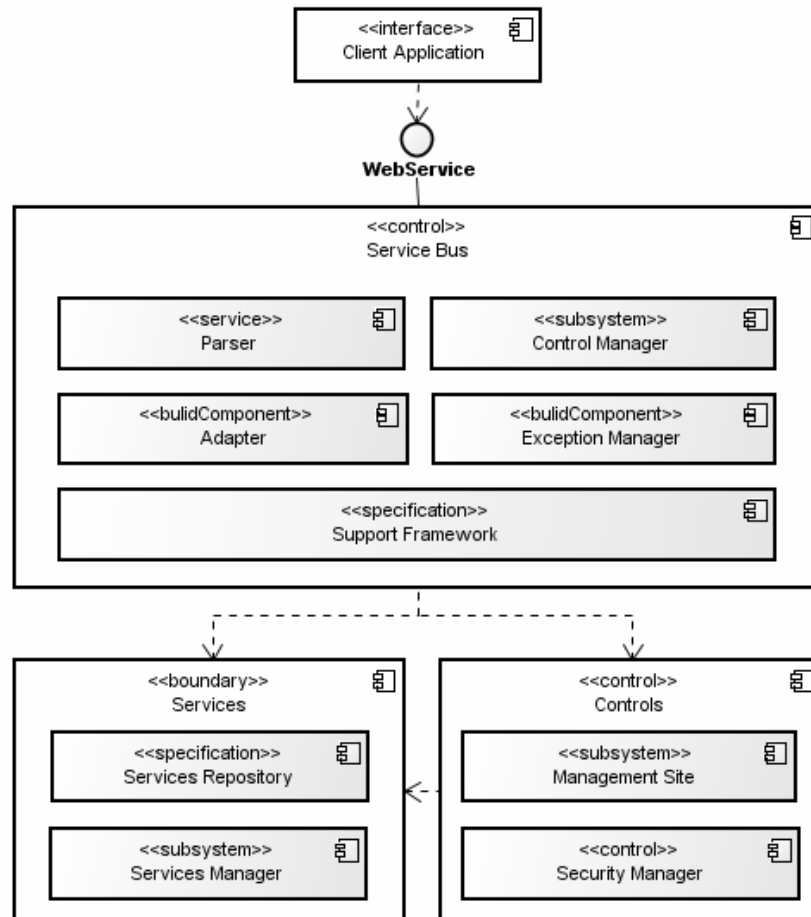
A infraestrutura do sistema 4iPay é baseada na arquitetura ESB, com o objetivo de fornecer uma categoria de serviços independentes de plataforma de invocação, fornecendo serviços complexos a partir do processamento de mensagens de transações eletrônicas de fundos. Este sistema visa também fornecer uma camada de abstração da implementação do sistema, de forma a permitir uma integração das mensagens transparentes segundo a arquitetura, fornecendo as características necessárias a uma arquitetura orientada a serviços (SOA – *Service Oriented Architecture*) (PAPAZOGLU e GEORGAKOPOULUS, 2003). Além disso, essa arquitetura busca disponibilizar padrões flexíveis para o transporte e interpretação das mensagens trocadas com os dispositivos, suportando diferentes padrões e aparelhos, removendo assim o acoplamento entre o serviço invocado e o protocolo de transporte.

4.3 Arquitetura Proposta

A Figura 5 apresenta um detalhamento da arquitetura do 4iPay. Nesta ilustração são mostrados os componentes da arquitetura proposta, a qual é formada por um barramento de serviços na camada servidora. Este barramento é dividido em um núcleo, adaptadores para suporte a diferentes protocolos, além de um framework de suporte ao reaproveitamento dos diversos componentes da arquitetura. O núcleo central é responsável pelos conversores, e é subdividido em um analisador sintático (*parser*), um gerenciador de controle e um gerenciador de exceções ou falhas. O analisador sintático tem o objetivo de decompor o conteúdo e o formato da mensagem recebida, interpretar e converter para um padrão de mensagem interno ao framework do projeto, responsável pelo gerenciamento do tráfego das mensagens recebidas, encaminhadas e retornadas para a aplicação de interface com o usuário. Ao obter a mensagem de retorno, o *parser* também tem a função de reconverter a mensagem para o padrão de tráfego entre a camada servidora e cliente. O framework da aplicação promove a distribuição das camadas de visão, controle, negócio e persistência, colaborando para a reutilização dos componentes construídos. Os adaptadores se fazem necessários em função da proposição de independência de plataforma, bem como suporte a diferentes protocolos de comunicação, tanto em nível de interface com a camada cliente, quanto

interface com as operadoras e administradoras financeiras. Também constam da infraestrutura proposta um repositório de serviços, um site de gerenciamento e uma camada de componentes de segurança, utilizados por toda a aplicação. A descrição da utilização dos componentes de suporte ao barramento de serviços é detalhada na subseção a seguir.

Figura 5. Diagrama de Componentes da Infraestrutura de Serviços



Fonte: Elaborada pelo autor

4.3.1 Barramento de Serviços

A proposta de incorporar um barramento de serviços (ESB) advém da utilização desta arquitetura de forma a abstrair tanto o formato dos dados quanto dos protocolos que estarão envolvidos, facilitando a integração entre sistemas heterogêneos, já que impõem um contrato específico para a troca de mensagem entre os sistemas participantes (CHAPPELL, 2004). Com o ESB, o sistema está apto a utilizar componentes como:

- *Invocação*: componente responsável por prover suporte a protocolos de maneira síncrona e assíncrona;
- *Roteamento*: componente responsável por enviar as informações para determinados destinos, de forma estática ou dinâmica;
- *Transformação*: componente responsável por prover a transformação de protocolos, promovendo a interdependência de integração;

- *Mensageria*: componente responsável por prover o tratamento, processamento e reenvio de mensagens. Este item tem especial importância nos casos em que se faz necessário a resubmissão da transação, caso por exemplo de algum erro ou serviço que ao ter sido invocado estivesse fora do ar. Assim, a transação não é descartada e pode ser reaproveitada;
- *Orquestração*: Componentes relacionados a processos complexos, como BPMN/BPEL, os quais são integrados à invocação de *webservices*.

4.4 Tipos de Transações Suportadas

A seguir, são apresentados os tipos de pagamento que o modelo 4iPay visa atender e quais soluções são propostas para cada um destes requisitos, de acordo com a taxonomia apresentada no item 2.2. O objetivo principal é atender tanto ao pagamento quanto à requisição de pagamento, suportando transações locais, à distância e sensíveis ao contexto.

1. Quanto ao Pagamento

a. Local

Neste tipo de transação os usuários (pagante e recebedor) estão próximos e podem utilizar seus aparelhos para realizar o pagamento através das tecnologias NFC, Bluetooth ou Wi-Fi, suportadas pelo modelo;

b. À Distância

Neste tipo de transação os usuários estão distantes um do outro o suficiente para não ser possível utilizar as tecnologias sem fio utilizadas nas transações locais, ou seja, onde necessariamente a aplicação utilizará a rede de dados da operadora (3G, GPRS ou EDGE) ou SMS para efetivar o pagamento;

c. Sensível ao Contexto

Neste tipo de transação o pagamento se caracteriza por utilizar o recurso de GPS, o tipo de conexão ou a rede à qual o dispositivo móvel do usuário está conectado, para realizar uma transação com maior ou menor nível de segurança na autorização do pagamento. O nível de segurança pode partir da autorização de pagamento automática até a exigência da impressão digital na confirmação da transação, dependendo da localização usuário e das suas preferências pessoais.

2. Quanto à Requisição de Pagamento

a. Local

Este tipo de transação segue o mesmo princípio do pagamento local, com os usuários localizados próximos um do outro;

b. À Distância

Este tipo de transação também segue o mesmo princípio do pagamento à distância, no entanto com uma diferença importante, que é a necessidade de que o usuário pagante, além de estar distante do usuário requisitante, ele precisa ser notificado de que há um pagamento para ser autorizado. Para tratar este requisito a proposta é enviar uma mensagem SMS ou o mecanismo de *push notification*, o qual é detalhado na seção 5.7.

c. Sensível ao Contexto

Neste tipo de transação, embora o modelo permita, uma requisição de pagamento sensível ao contexto não faz tanto sentido quanto o pagamento em si, já que o diferencial deste tipo de transação está no aumento ou diminuição do nível de segurança na autorização do pagamento e não na requisição.

4.5 Requisitos de Negócio

Neste item são apresentados os requisitos principais da aplicação, levantados através da análise dos trabalhos relacionados, das necessidades de independência das premissas do modelo e das necessidades de suporte básicos à aplicação.

Para tanto foram levantados 10 (dez) principais requisitos de negócio, descritos na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6. Requisitos de Negócio

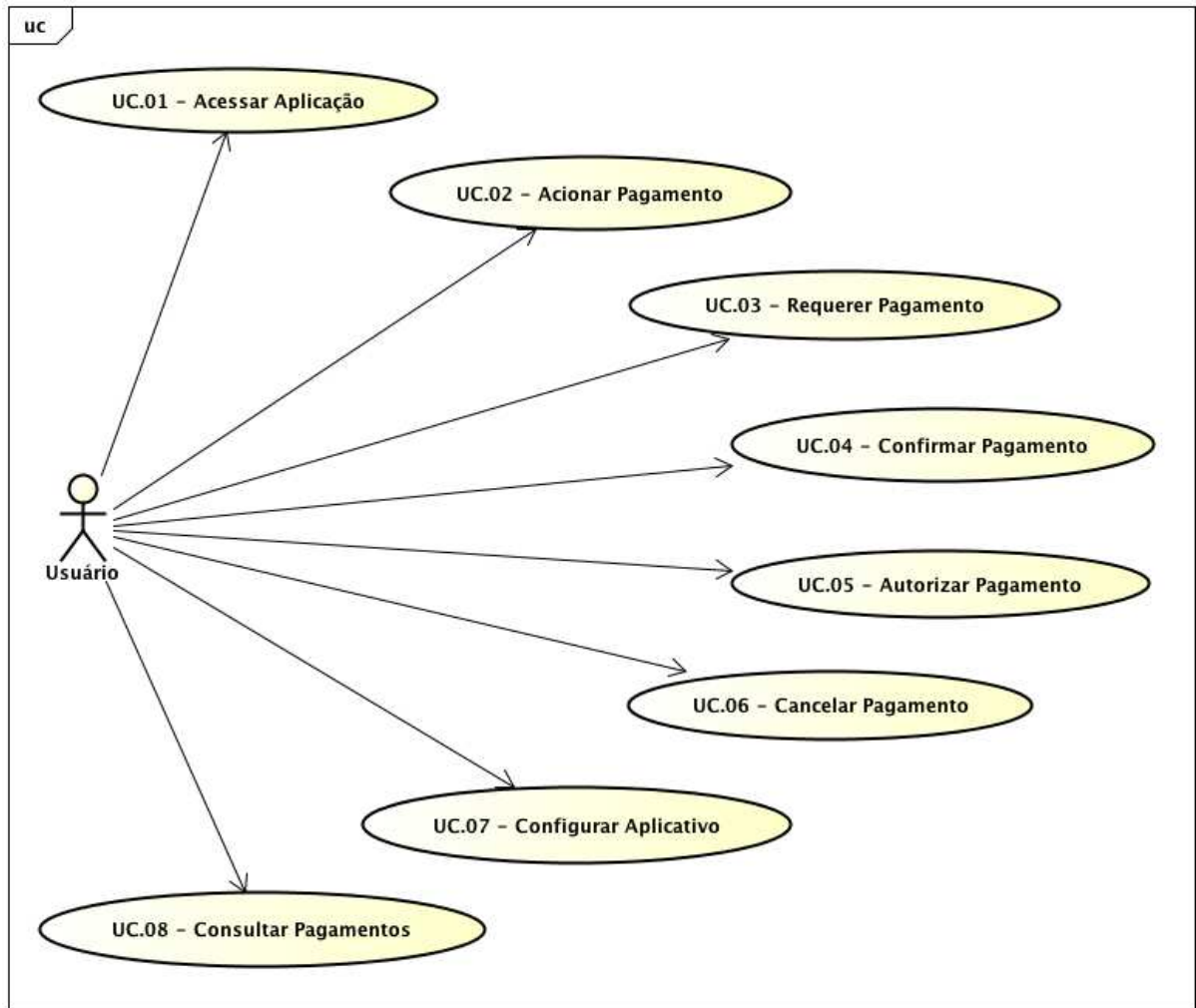
Regra de Negócio	Título	Descrição
RN.01	Acessar a Aplicação	Requisito responsável por permitir ao usuário acessar (<i>login</i>) a aplicação com segurança, todavia com rapidez e facilidade de uso, através da inserção de sua senha pessoal ou impressão digital;
RN.02	Acionar Pagamento	Requisito responsável por permitir ao usuário acionar de forma fácil e intuitiva a opção de pagamento de algo ou para outrem;
RN.03	Requerer Pagamento	Requisito responsável por permitir ao usuário acionar a opção de requisição de pagamento de outrem;
RN.04	Confirmar Pagamento	Requisito responsável por confirmar a transação de forma automática, após o recebimento e exibição do retorno da efetivação com sucesso da transação. Realiza a última transmissão da transação para confirmar que o usuário recebeu a informação de que a transação foi realizada com sucesso;
RN.05	Autorizar Pagamento	Requisito responsável por requerer do usuário a autorização da efetivação da transação de forma fácil e intuitiva, mas segura, com a inserção da sua senha pessoal ou impressão digital;
RN.06	Cancelar Pagamento	Requisito responsável por permitir que o usuário cancele uma transação. Esta opção somente se aplica a usuário do tipo empresa;
RN.07	Configurar Aplicativo	Requisito responsável por permitir que o usuário configure opções pessoais da aplicação cliente, tais como limites para pagamentos automáticos e permissões para uso de diversos recursos do dispositivo;
RN.08	Consultar Pagamentos	Requisito responsável por permitir ao usuário consultar transações realizadas com sucesso, pendentes ou que falharam na aplicação cliente;

Fonte: Elaborada pelo autor

4.6 Casos de Uso

Esta subseção tem por objetivo apresentar e descrever os casos de uso levantados a partir dos requisitos de negócio da aplicação. A Figura 6 apresenta o Diagrama de Casos de Uso e reflete os Requisitos de Negócio já detalhados na Tabela 6.

Figura 6. Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborada pelo autor

4.6.1 Caso de Uso UC.01 – Acessar Aplicação

De acordo com a RN.01 (conforme a Tabela 6) este caso de uso é responsável por permitir ao usuário acessar a aplicação com segurança, todavia com rapidez e facilidade de uso, através da inserção de sua senha pessoal ou impressão digital. A Tabela 7 apresenta a descrição detalhada do Caso de Uso.

Tabela 7. Caso de Uso UC.01 – Acessar Aplicação

Nome do Caso de Uso	UC.01 – Acessar a Aplicação
Requisitos de Negócio	RN.01 – Acessar a Aplicação
Descrição	Processo de acesso à aplicação através do uso de senha com leitura biométrica ou por senha normal
Atores	Usuário (Pagante ou Recebedor)
Pré-condições	Aparelho compatível com o sistema e aplicativo cliente instalado
Pós-condições	Nenhuma
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
1. Usuário inicia aplicativo cliente;	2. Aplicativo cliente exibe tela de entrada de senha biométrica ou senha normal;
3. Usuário pressiona sua impressão digital ou informa sua senha pessoal;	4. Aplicativo cliente verifica impressão digital ou senha informada;
	5. Aplicativo cliente comunica com sistema servidor para validar senha ou impressão;
	6. Caso a autenticação tenha sido realizada com sucesso, então o menu principal é exibido.
Sequência Alternativa	
Ator	Sistema
1. Usuário pressiona sua impressão digital ou informa sua senha pessoal;	2. Aplicativo cliente verifica impressão digital ou senha informada;
	3. Aplicativo cliente comunica com sistema servidor para validar senha ou impressão;
	4. Caso a autenticação tenha falhado então sistema informa mensagem de autenticação falha e retorna a tela principal solicitando novo <i>login</i> ;
	5. Se autenticação falhar por três vezes consecutivas, sistema deve bloquear o aplicativo e a conta do usuário, ate que o usuário titular desbloqueie o aplicativo através da linha de atendimento.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.6.2 Caso de Uso UC.02 – Acionar Pagamento

De acordo com a RN.02 este caso de uso é responsável por permitir ao usuário acionar de forma fácil e intuitiva a opção de pagamento de algo ou para outrem. A Tabela 8 apresenta a descrição do Caso de Uso.

Tabela 8. Caso de Uso UC.02 – Acionar Pagamento

Nome do Caso de Uso	UC.02 – Acionar Pagamento
Requisitos de Negócio	RN.01 – Acessar a Aplicação RN.02 – Acionar Pagamento
Descrição	Processo de acionamento da opção de realizar pagamento
Atores	Usuário (Pagante ou Recebedor)
Pré-condições	Aparelho compatível com o sistema e aplicativo cliente instalado; UC.01 – Acessar Aplicação
Pós-condições	UC.04 – Confirmar Pagamento
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
1. Usuário acessa aplicativo cliente e aciona opção de realizar pagamento no menu principal;	2. Aplicativo cliente busca preferências do usuário, configurações do aplicativo e opções de conexão disponíveis no aparelho;
	3. Aplicativo cliente solicita forma de pagamento, valor e número do celular do beneficiado (recebedor);
4. Usuário informa os valores requisitados;	5. Se a opção selecionada for pagamento local, sistema solicita aproximação dos aparelhos para transmissão das requisições;
	6. Aplicativo aciona Caso de Uso UC.05 – Autorizar Pagamento, conforme item 4.6.5, onde aplicativo cliente exibe tela de entrada de senha biométrica ou senha normal para autorização do pagamento;
7. Usuário pressiona sua impressão digital ou informa sua senha;	8. Aplicativo cliente verifica impressão ou senha informada;
	9. Caso a autenticação tenha sido realizada com sucesso, então a transação é completada.
Sequência Alternativa	
Ator	Sistema
1. Usuário aciona opção de realizar pagamento no menu principal;	2. Caso a autenticação tenha falhado então sistema informa mensagem de autenticação falha e retorna a tela principal solicitando novo <i>login</i> ;
	3. Se autenticação falhar por três vezes consecutivas, sistema deve bloquear o aplicativo e a conta do usuário, até que o usuário titular desbloqueie o aplicativo através da linha de atendimento.

Fonte:

Elaborada

pele

autor

4.6.3 Caso de Uso UC.03 – Requerer Pagamento

De acordo com a RN.03 este caso de uso é responsável por permitir ao usuário acionar a opção de requisição de pagamento de outrem. A Tabela 9 apresenta a descrição do Caso de Uso.

Tabela 9. Caso de Uso UC.03 – Requerer Pagamento

Nome do Caso de Uso	UC.03 – Requerer Pagamento
Requisitos de Negócio	RN.01 – Acessar a Aplicação RN.03 – Requerer Pagamento
Descrição	Processo de acionamento da requisição de pagamento. Opção utilizada pelo Usuário Recebedor para requerer um pagamento. Pode ser utilizado para pagamento à distância ou local.
Atores	Usuário (Recebedor e Pagante)
Pré-condições	Aparelho compatível com o sistema e aplicativo cliente instalado; UC.01 – Acessar Aplicação
Pós-condições	UC.02 – Acionar Pagamento UC.04 – Confirmar Pagamento
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
1. Usuário Recebedor aciona opção de Requerer Pagamento no menu principal;	2. Aplicativo cliente solicita valor e número do celular que receberá a requisição de pagamento;
	3. Aplicativo cliente exibe tela de entrada de senha biométrica ou senha normal para autorização do pagamento, conforme Caso de Uso UC.05 – Autorizar Pagamento;
4. Usuário informa valor e número do celular que receberá a requisição para autorizar o pagamento;	5. Aplicativo cliente busca preferências do usuário, configurações do aplicativo e opções de conexão disponíveis no aparelho;
	6. Se a opção selecionada for pagamento local, sistema solicita aproximação dos aparelhos para transmissão das requisições;
	7. Se a opção selecionada for pagamento remoto, sistema envia mensagem de notificação para dispositivo do Usuário Pagante;
8. Aplicativo cliente recebe mensagem de requisição de autorização de pagamento;	
9. Usuário Pagante pressiona sua impressão digital ou informa sua senha, conforme Caso de Uso UC.05 – Autorizar Pagamento;	10. Aplicativo cliente verifica impressão digital ou senha informada;
	11. Caso a autenticação tenha sido realizada com sucesso, então a transação é completada.
Sequência Alternativa	
Ator	Sistema
1. Usuário Recebedor aciona opção de Requerer Pagamento;	2. Caso a autenticação tenha falhado então sistema informa mensagem de autenticação falha e retorna a tela principal;
	3. Se autenticação falhar por três vezes consecutivas, sistema deve bloquear o aplicativo e a conta do usuário, até que o usuário titular desbloqueie o aplicativo através da linha de

	atendimento.
--	--------------

Fonte: Elaborada pelo autor

4.6.4 Caso de Uso UC.04 – Confirmar Pagamento

De acordo com a RN.04 este caso de uso é responsável por confirmar a transação de forma automática, após o recebimento e exibição do retorno da efetivação com sucesso da transação. Realiza a última transmissão da transação para confirmar que o usuário recebeu a informação de que a transação foi realizada com sucesso. A Tabela 10 apresenta a descrição do Caso de Uso.

Tabela 10. Caso de Uso UC.04 – Confirmar Pagamento

Nome do Caso de Uso	UC.04– Confirmar Pagamento
Requisitos de Negócio	RN.02 – Acionar Pagamento RN.04 – Confirmar Pagamento
Descrição	Processo responsável pelo envio da solicitação de confirmação de pagamento.
Atores	Usuário (Pagante ou Recebedor)
Pré-condições	Aparelho compatível com o sistema e aplicativo cliente instalado; UC.02 – Acionar Pagamento
Pós-condições	Nenhuma;
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
1. Aplicativo cliente envia confirmação da transação de pagamento;	2. Sistema servidor recebe informação e repassa confirmação de pagamento para sistema das administradoras ou instituições financeiras;
	3. Solicitação é retornada para aplicativo cliente para ser exibida a confirmação de sucesso da transação.
Sequência Alternativa	
Ator	Sistema
1. Aplicativo cliente não recebe resposta em tempo hábil ou recebe resposta de erro;	
2. Caso tenha recebido resposta, aplicativo cliente somente encerra a transação;	
3. Caso não tenha recebido resposta então aplicativo envia mensagem de cancelamento da transação;	4. Sistema servidor recebe mensagem de cancelamento e encerra a transação do lado servidor.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.6.5 Caso de Uso UC.05 – Autorizar Pagamento

De acordo com a RN.05 este caso de uso é responsável por requerer do usuário a autorização da efetivação da transação de forma fácil e intuitiva, mas segura, com a inserção da sua senha pessoal ou impressão digital. A Tabela 11 apresenta a descrição do Caso de Uso.

Tabela 11. Caso de Uso UC.05 – Autorizar Pagamento

Nome do Caso de Uso	UC.06 – Autorizar Pagamento
Requisitos de Negócio	RN.02 – Acionar Pagamento RN.03 – Requerer Pagamento RN.05 – Autorizar Pagamento
Descrição	Processo de verificar e autorizar um pagamento. Este caso de uso pode ser utilizado para um pagamento ou cancelamento.
Atores	Usuário (Pagante ou Receptor)
Pré-condições	Aparelho compatível com sistema e aplicativo instalado; UC.02 – Acionar Pagamento UC.03 – Requerer Pagamento
Pós-condições	UC.04 – Confirmar Pagamento
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
1. Usuário seleciona opção de pagamento na aplicação cliente, informa os valores e meio de pagamento;	2. Aplicativo cliente solicita autorização do usuário para enviar a transação para o servidor, através de biometria (impressão digital) ou senha do usuário, de acordo com suas preferências;
3. Usuário informa senha pessoal ou pressionar sua impressão digital;	4. Aplicativo cliente valida impressão digital ou senha pessoal informada;
	5. Sistema servidor recebe requisição;
	6. Sistema verifica novamente senha informada;
	7. Se autorização for aprovada então sistema encaminha transação autorizada para ser efetivada.
Sequência Alternativa	
Ator	Sistema
1. Usuário seleciona opção de pagamento na aplicação cliente, informa os valores e meio de pagamento;	2. Sistema solicita autorização do usuário para enviar a transação para o servidor, através de biometria (impressão digital) ou senha do usuário, de acordo com suas preferências;
3. Usuário informa senha pessoal ou pressionar sua impressão digital;	4. Sistema verifica senha informada;
	5. Se autorização for negada então aplicação apresenta mensagem de senha inválida e aborta a transação, enviando o resultado para o aplicativo cliente;
	6. Aplicativo cliente recebe a resposta, exibe ao usuário e encerra a transação.

Fonte:

Elaborada

pele

autor

4.6.6 Caso de Uso UC.06 - Cancelar Pagamento

De acordo com a RN.06 este caso de uso é responsável por permitir que o usuário cancele um pagamento. Esta opção somente se aplica a usuário do tipo empresa. A Tabela 12 apresenta a descrição do Caso de Uso.

Tabela 12. Caso de Uso UC.06 – Cancelar Pagamento

Nome do Caso de Uso	UC.06 – Cancelar Pagamento	
Requisitos de Negócio	RN.06 – Cancelar Pagamento	
Descrição	Caso de uso responsável por cancelar uma transação	
Atores	Usuário Recebedor	
Pré-condições	Aparelho compatível com o sistema e aplicativo cliente instalado;	
Pós-condições	Nenhuma	
Fluxo Principal		
	Ator	Sistema
1.	Usuário Recebedor acessa aplicação cliente;	
2.	Usuário Recebedor escolhe opção do menu de Cancelar Transação;	
3.	Usuário Recebedor informa número do documento da transação a cancelar;	4. Aplicativo cliente aciona UC.05 – Autorizar Pagamento;
		5. Aplicativo cliente envia transação de cancelamento, com informações da transação e do recebedor;
		6. Sistema servidor recebe transação;
		7. Sistema servidor verifica se Recebedor está registrado e possui autorização para realizar cancelamento de transações;
		8. Se Recebedor está autorizado então verifica se existe a transação a ser cancelada;
		9. Se encontrou a transação então esta é encaminhada para efetivar o cancelamento;
		10. Sistema servidor retorna para aplicativo cliente informando o sucesso na efetivação;
		11. Aplicativo cliente recebe informação de operação concluída com sucesso;
		12. Aplicativo cliente informa usuário da conclusão.
Sequência Alternativa		
	Ator	Sistema
		1. Sistema servidor recebe transação;
		2. Sistema servidor verifica se Recebedor está registrado e se possui autorização para realizar cancelamento de transações;
		3. Se Recebedor não está autorizado ou transação não foi encontrada então devolve resultado para aplicação cliente;
4.	Aplicativo cliente recebe informação de operação não efetivada pelo motivo específico.	

Fonte:

Elaborada

pelo

autor

4.6.7 Caso de Uso UC.07 – Configurar Aplicativo

De acordo com a RN.07 este caso de uso é responsável por permitir que o usuário configure opções pessoais da aplicação cliente, tais como limites para pagamentos automáticos e permissões para uso de diversos recursos do dispositivo. A Tabela 13 apresenta a descrição do Caso de Uso.

Tabela 13. Caso de Uso UC.07 – Configurar Aplicativo

Nome do Caso de Uso	UC.07 - Configurar Aplicativo
Requisitos de Negócio	RN.07 – Configurar Aplicativo
Descrição	Caso de Uso responsável por configurar o aplicativo cliente no dispositivo móvel do usuário.
Atores	Usuário (Pagante ou Recebedor)
Pré-Condições	Aparelho compatível com o sistema e aplicativo cliente instalado;
Pós-Condições	Nenhuma
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
1. Usuário acessa aplicação;	
2. Usuário escolhe opção do menu de Configurar Aplicativo;	3. Aplicativo cliente envia consulta ao servidor sobre as opções disponíveis de configuração para o usuário;
	4. Sistema servidor recebe solicitação;
	5. Sistema servidor verifica opções para o usuário, tais como se deseja: utilizar localização para decidir sobre transações sensíveis ao contexto, quais meios de pagamento estarão disponíveis, limites de valores para transações de micro e macro-pagamentos;
	6. Sistema servidor responde para aplicativo cliente;
7. Usuário escolhe opção e define opções de acordo com resposta do servidor;	8. Aplicativo cliente submete alterações de configuração para sistema servidor;
	9. Sistema servidor recebe alterações;
	10. Sistema servidor altera opções;
	11. Sistema servidor responde com mensagem de operação realizada com sucesso;
	12. Aplicativo cliente recebe resposta e grava alterações;
	13. Aplicativo cliente informa usuário da alteração Ok.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.6.8 Caso de Uso UC.08 – Consultar Pagamentos

De acordo com a RN.08 este caso de uso é responsável por permitir ao usuário consultar transações realizadas com sucesso, pendentes ou que falharam na aplicação cliente. A Tabela 14 apresenta a descrição do Caso de Uso.

Tabela 14. Caso de Uso UC.08 – Consultar Pagamentos

Nome do Caso de Uso	UC.08 – Consultar Pagamentos
Requisitos de Negócio	RN.08 – Consultar Pagamentos
Descrição	Caso de uso responsável por consulta de pagamentos para o usuário Pagante ou Recebedor
Atores	Usuário (Pagante ou Recebedor)
Pré-Condições	Aparelho compatível com o sistema e aplicativo cliente instalado;
Pós-Condições	Nenhuma
Fluxo Principal	
Ator	Sistema
1. Usuário Pagante ou Recebedor aciona opção de consulta de transações;	2. Sistema servidor recebe operação;
	3. Sistema servidor pesquisa transações do usuário;
	4. Sistema servidor responde consulta de transações no período pré-determinado pelo sistema;
	5. Aplicativo cliente recebe retorno;
	6. Aplicativo cliente exibe últimas transações, com as respectivas situações de cada uma delas.
Sequência Alternativa	
Ator	Sistema
1. Usuário Pagante ou Recebedor aciona opção de consulta de transações;	2. Sistema servidor recebe operação;
	3. Sistema servidor detecta erro ou transação inválida e aborta operação, retornando para aplicativo cliente;
	4. Aplicativo cliente recebe retorno;
	5. Aplicativo cliente exibe a mensagem recebida.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.7 Mecanismo de Troca de Mensagens

O processo de troca de mensagens entre cliente e servidor segue o padrão definido pela norma ISO 8583 (ISO, 1993), a qual especifica originalmente o intercâmbio de transações eletrônicas de fundos entre cartões de crédito. Este protocolo foi lançado em 1987, com uma revisão em 1993. O protocolo define diversas mensagens, cada uma com um objetivo específico. Este protocolo é essencial para padronizar a troca de mensagens entre administradoras e instituições financeiras, pois segue um padrão internacional aceito e mantido pela organização ISO (*International Organization for Standardization*). Como exemplo, a Tabela 15 apresenta as principais mensagens do protocolo ISO 8583 utilizadas. Para uma transação de pagamento, as mensagens utilizadas são os códigos 0200, 0210 e 0202, nesta ordem, significando respectivamente a requisição de pagamento, a resposta da instituição responsável pelo cartão e, por fim, o envio da confirmação do recebimento da resposta, assim finalizando um pagamento completo.

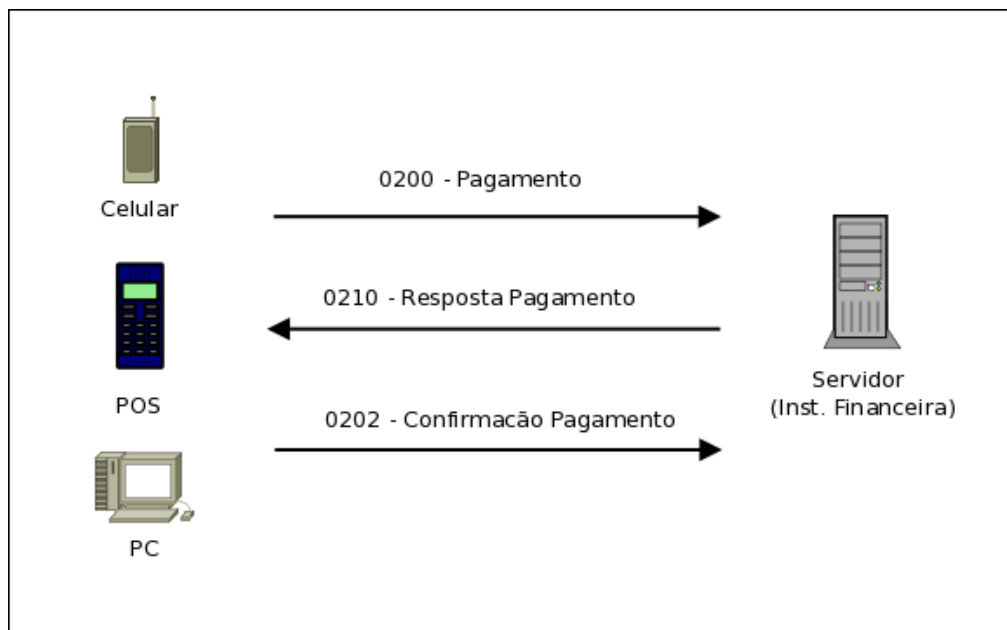
Tabela 15. Principais Mensagens ISO 8583

Código	Descrição	Utilização
0100	Pedido de autorização	Requisição de um POS por autorização para um compra pelo titular do cartão;
0110	Resposta do emissor	Emissora Resposta do emissor para um terminal POS da autorização para a compra do titular do cartão;
0200	Requisição de Pagamento	Requisição de pagamento, tipicamente a partir de um ATM (<i>Automated Teller Machine</i>) ou dispositivo de ponto-de-venda;
0210	Resposta à Requisição de Pagamento	Resposta da instituição financeira à requisição de pagamento;
0202	Confirmação da Transação	Envio da confirmação do recebimento da resposta de efetivação da transação;
0400	Requisição de Estorno de Transação	Realiza o estorno de uma transação;
0420	Resposta à Requisição de Estorno	Informa se a transação de estorno ocorreu;
0430	Confirmação do Estorno	Confirmação da recepção da mensagem de retorno sobre o estorno;
0600	Requisição de Sonda	Mensagem que visa sondar a situação de uma transação, visando confirmar ou cancelar esta;
0610	Resposta à Sonda	Mensagem de retorno sobre a sondagem a determinada transação;
0800	Requisição de Abertura de Sessão	Mensagem de requisição de abertura de sessão para iniciar transações do período;
0810	Resposta sobre Abertura de Sessão	Mensagem de resposta sobre abertura de sessão;

Fonte: (ISO, 2011)

Nesse sentido, a Figura 7 apresenta o fluxo macro de uma transação de pagamento com confirmação, onde se observam as transações 0200, 0210 e 0202. O protocolo ISO 8583 define diversos tipos de mensagem, inclusive para os casos de cancelamentos de transações, como por exemplo os códigos 0400, 0420 e 0430 que realizam uma solicitação de reversão de transação. Uma transação de cancelamento segue o mesmo princípio de um pagamento, com as três (3) mensagens citadas, completando assim o envio, resposta e confirmação, nesta ordem.

Figura 7. Transação de Pagamento e Confirmação



Fonte: Elaborado pelo autor

4.7.1 Número Sequencial Único da Transação

Para controlar a sequência de mensagens trafegadas com o protocolo ISO 8583 utiliza-se o número sequencial único (NSU) para cada transação, o qual é um identificador de dígitos numéricos. Seu objetivo é identificar de forma única as transações de requisições, respostas e confirmações, embora por se tratar de um número com grande intervalo este pode se repetir, mas apenas depois de um longo período de tempo, quando pode ser reiniciado. O objetivo principal do número NSU é controlar o envio, a resposta e a confirmação do recebimento das transações, nesta respectiva ordem.

4.7.2 Tratamento de Falhas Durante as Transações

Apesar do protocolo ISO 8583 ser um padrão internacionalmente aceito para transações eletrônicas de fundos os sistemas que o utilizam estão sujeitos à falhas de comunicações, podendo ocorrer em qualquer uma das etapas previstas pelo protocolo. Todavia, o protocolo prevê alternativas e soluções para minimizar os impactos que poderão

surgir. Alguns problemas podem ser resolvidos através de verificação de integridade do pacote trafegado com *checksum*, outros impactos já são responsáveis pelo impedimento de se completar uma transação, sendo necessário acionar outros tipos de mensagens automaticamente pelo sistema para verificar se uma transação continua pendente ou foi confirmada por um dos lados envolvidos, cliente ou servidor. Um exemplo desse caso é a transação de sondagem (0600/0610), a qual tem a função de sondar qual é a situação de uma transação, que pode estar pendente de um lado (cliente ou servidor) e confirmada do outro lado. Assim, com esta sondagem é possível sincronizar a situação de uma transação em todos os lados envolvidos.

5 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção é apresentada a descrição dos aspectos relacionados ao desenvolvimento do protótipo do modelo proposto, detalhando desde as tecnologias aplicadas, com a descrição dos componentes da arquitetura, os *frameworks* e bibliotecas utilizadas, além de outros artefatos que serviram de base para a construção do protótipo, até as telas (*screenshots*) das interfaces da aplicação.

Para tornar possível a avaliação do modelo proposto foi implementado um protótipo dividido em módulos e artefatos, descritos nesta seção. O protótipo visa disponibilizar uma arquitetura consistente e suficiente para atender aos cenários propostos e assim realizar experimentos práticos sobre o modelo proposto.

O capítulo está organizado de forma a apresentar os aspectos mais importantes sobre a implementação do protótipo, descrevendo as ferramentas utilizadas, diagramas e as interfaces durante a execução da aplicação.

5.1 Modelagem dos Componentes

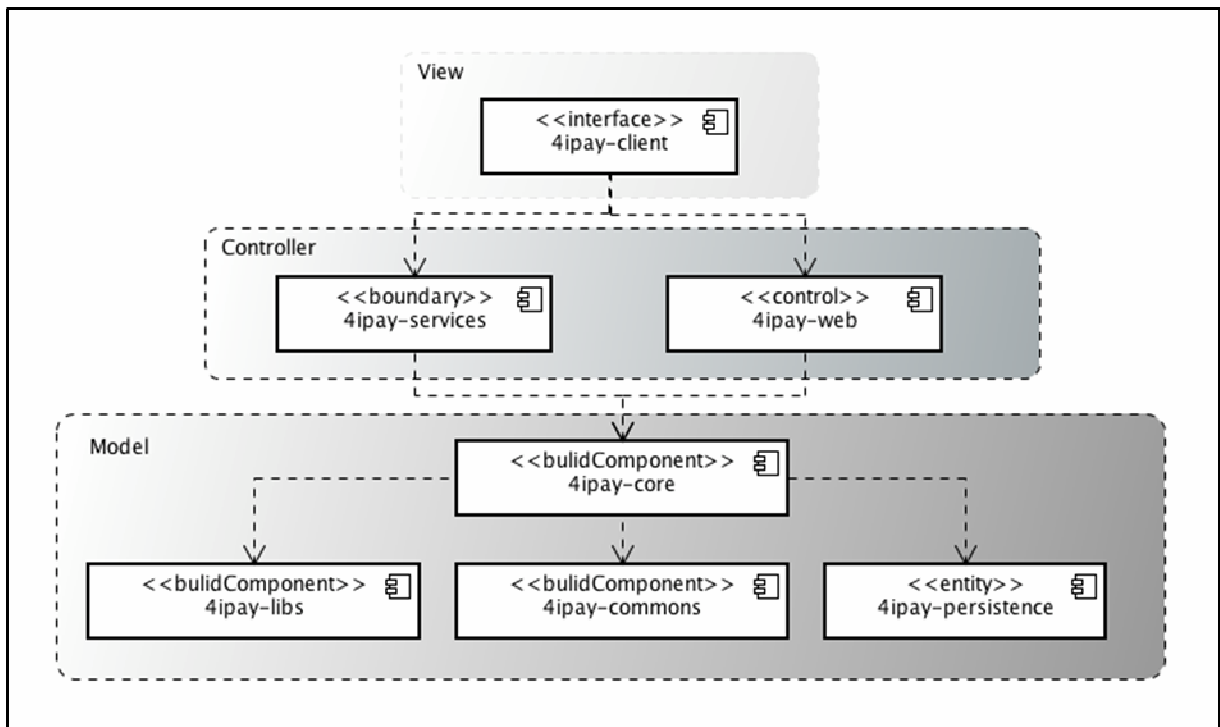
Nesta subseção é apresentado o diagrama de componentes de software, conforme a Figura 8. Na figura é possível observar a divisão dos módulos do projeto. O projeto é dividido segundo o padrão de arquitetura *Model-View-Controller* (REENSKAUG, 1979).

O padrão MVC foi escolhido por ser um padrão de mercado consolidado e por possibilitar dividir as camadas da aplicação de forma adequada aos objetivos do projeto, as quais são as camadas de visão (*view*), negócio (*model*) e controle (*controller*).

O módulo *cliente* representa a camada de visão, ou seja, de interface com o usuário. Os módulos *web* e *services* representam a camada de controle, responsáveis por receber as requisições do usuário, encaminhar e gerenciar as transações de negócio com a próxima camada, chamada *model*. Esta camada também é responsável por devolver as respostas para a camada de visão e exibir ao usuário o resultado das transações ou o motivo de qualquer problema que tenha ocorrido. O módulo *core*, juntamente com os módulos *libs*, *commons* e *persistence* representam a camada de negócio. O módulo *core* possui objetos que representam também a camada de controle e classes que proporcionam acesso ao módulo *persistence*, o qual é dedicado aos controles de persistência de arquivos e acesso ao banco de dados, onde são armazenadas as transações e configurações da aplicação. O módulo *persistence* pode ser utilizado tanto pelo módulo *client*, quanto pelos módulos instalados apenas no servidor: *web*, *services* e *core*. O módulo *persistence* possui classes genéricas comuns de acesso às respectivas bases de dados, da aplicação cliente e da servidora. O módulo *commons* representa classes que são comuns a todo o projeto e que portanto podem ser reaproveitadas por qualquer outro módulo do projeto, inclusive pelo módulo *client*. Por fim, o módulo *libs* é responsável pelas bibliotecas necessárias ao projeto.

A forma como foi projetado o sistema, através do padrão MVC, permite que qualquer uma das camadas possa utilizar diferentes *frameworks* para flexibilizar a utilização do sistema por outras plataformas de desenvolvimento no futuro, bem como suportar outros formatos de interatividade na camada de visão, permitindo assim a recepção de transações de outros meios de captura, além dos dispositivos móveis Android utilizados no protótipo.

Figura 8. Diagrama de Componentes



Fonte: Elaborada pelo autor

O projeto da arquitetura também visa possibilitar a expansão do sistema através da escalabilidade de recursos computacionais (clusterização), como a adição de servidores de atendimento e de contenção, para os casos de aumento do número de transações ou falhas de qualquer natureza, distribuindo assim a carga entre os servidores.

A partir deste trabalho de projeto de arquitetura foram identificados e analisados os cenários de atendimento, sendo então descritos através da linguagem UML (*Unified Modeling Language*) (BOOCH, JACOBSON e RUMBAUGH, 1998) (FOWLER, 2004).

5.2 Plataforma de Desenvolvimento

A construção do protótipo do modelo 4iPay iniciou com o desenvolvimento do protótipo de outro projeto do nosso grupo, chamado projeto Mingle (SILVA, COSTA, *et al.*, 2011). Como estudo de caso, foi utilizado a base de implementação desenvolvida para este projeto. O projeto Mingle tem por objetivo gerenciar a interação ubíqua numa rede social dinâmica, com o mínimo de infraestrutura, formada pelas pessoas que estão fisicamente presentes em determinados locais. O principal resultado consiste no desenvolvimento de um sistema de interação ubíqua, funcional, e que possa ser aplicado a diversos cenários reais, tanto com exploração comercial como puramente social.

Para a codificação foi utilizada a plataforma Java em função de ser uma plataforma de desenvolvimento largamente utilizada por dispositivos móveis, tais como os sistemas: Google Android (GOOGLE, 2007), HP WebOS, RIM BlackBerry e Symbian. Especificamente sobre a plataforma Android, foi utilizada a versão 2.3.3 (codinome Gingerbread) – API Level 10, visto que é a versão com a qual é possível utilizar os recursos da tecnologia NFC (NFC, 2011). Todavia, também foram testadas as versões 2.1 e 2.2 da plataforma Android.

Seguindo o processo de desenvolvimento de software RUP (*Rational Unified Process* ou Processo Unificado Racional) (IBM, 2011), a Tabela 16 apresenta as fases de concepção, elaboração, construção e transição com os artefatos gerados, bem como descreve as ferramentas utilizadas para a obtenção de tais resultados.

Tabela 16. Artefatos e Ferramentas Utilizadas no Desenvolvimento

Fase	Descrição	Artefatos	Ferramentas
Concepção	Levantamento dos requisitos de software e eleição dos cenários de utilização	Diagrama de Casos de Uso dos cenários elencados	Astah Community versão 6.4.1 (Model version: 34). Ferramenta de análise e geração de código baseada no padrão UML (ASTAH, 2011).
Elaboração	Documentação e geração da análise do sistema	Diagrama de Componentes da Arquitetura do Modelo	
		Diagrama de Classes dos Módulo da Arquitetura	
Elaboração	Documentação e geração da análise do sistema	Diagrama de Sequência dos principais processos	
Construção	Construção do protótipo	Geração do arquivo EAR (Enterprise Archive) para realização do deploy no servidor de aplicação	Eclipse Indigo 3.7 64 bits (ECLIPSE, 2011) com Java EE 6, REST e XML/JSON
Transição	Disponibilização do software nas camadas cliente e servidor	Instalação do arquivo EAR no servidor de aplicação. Instalação do arquivo JAR no emulador Android ou celulares compatíveis	Servidor de Aplicações Oracle GlassFish Community 3.1 (ORACLE, 2011). Emulador Google Android 2.3.3 (GOOGLE, 2007)

Fonte: Elaborada pelo autor

5.3 Projeto de Interface

Nesta subseção são apresentados os protótipos de interface que compõem a camada de visão da aplicação. Os protótipos de interface apresentados representam o acesso via dispositivo móvel. Por se tratar de um dispositivo com a maior gama de possibilidades de conexão, os protótipos são baseados numa interface ao estilo aparelho celular.

5.3.1 Camada de conexão

Nesta subseção são definidas as propostas para o projeto dos componentes visuais da camada cliente de conexão ao sistema. Na Figura 9 é apresentado um protótipo dos ícones que representam as possibilidades de conexões que os dispositivos terão suporte.

A primeira opção é caracterizada pela conexão sem fio (*wireless*). O segundo item representa uma conexão com a rede de dados da operadora, em geral uma conexão 3G, EDGE ou GPRS para aparelhos celulares. O terceiro ícone representa a conexão *bluetooth*. O quarto ícone representa uma conexão através da tecnologia NFC. Por fim, o quinto ícone representa o envio de SMS. Na ilustração é possível observar que apenas a conexão NFC está ativa.

Figura 9. Ícones com as possibilidades de conexão



Fonte: Elaborada pelo autor

É importante salientar que para cada uma das possibilidades, caso não esteja disponível no aparelho, então esta opção estará desativada. Outra característica importante é que nas configurações do sistema, o usuário poderá priorizar qual tipo de conexão disponível o sistema poderá utilizar. Caso a conexão *wireless* não esteja disponível, por exemplo, o sistema deverá tentar enviar as requisições com prioridade através da rede de dados da operadora e em segundo plano via SMS.

5.3.2 Protótipos de Telas

Nesta subseção são definidas as propostas para a interface das telas que compõem o fluxo principal de transações a partir de um dispositivo móvel, como aparelho celular ou *tablet*.

A Figura 10a demonstra o acesso ao sistema, o qual possibilita o *login* via nome de usuário e senha ou via leitura biométrica da digital cadastrada pelo usuário no sistema. A segunda tela do sistema consiste em um menu de opções, onde se incluem as opções de pagamento, requisição de pagamento, consulta e configuração:

- Pagar: opção na qual o usuário tem a possibilidade de agendar ou efetivar um pagamento local ou remoto, dependendo das prioridades previamente cadastradas pelo usuário;
- Requerer pagamento: opção em geral utilizada pelo vendedor, a partir da qual o sistema enviará um aviso ao cliente que este precisa autorizar um determinado pagamento;
- Consultar: opção em que o usuário poderá consultar suas últimas transações, exibindo a situação detalhada de cada uma destas;

- Configurar: item no qual o usuário poderá definir opções do sistema, tais como ordem de priorização de conexão, limites de pagamentos e outros.

A Figura 10b exibe a escolha por parte do usuário do cartão que será debitado e o valor do pagamento. Os cartões disponíveis são pré-configurados pelo usuário (Figura 10c).

Figura 10. Protótipos das Interfaces de Acesso ao Sistema



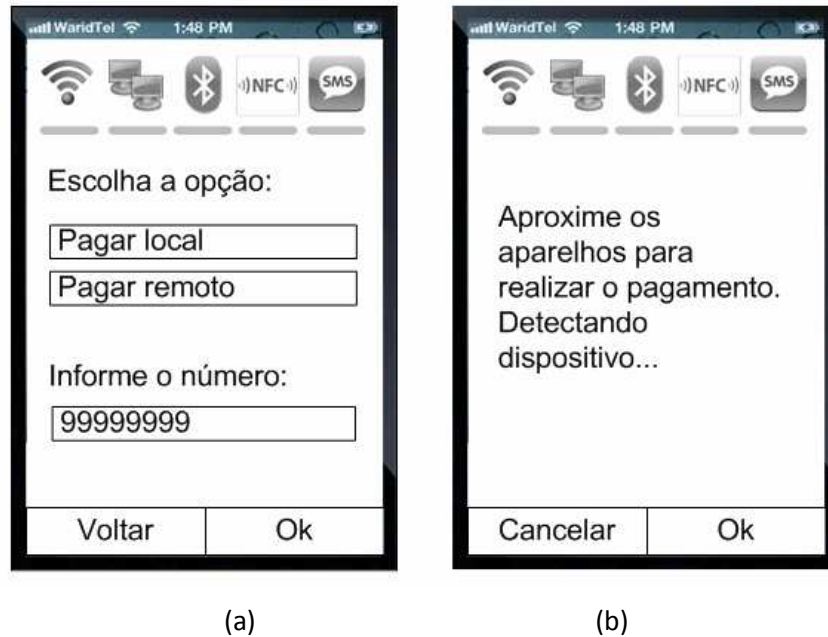
Fonte: Elaborada pelo autor

Já a Figura 11a apresenta as opções de realizar o pagamento de forma local, utilizando para tanto as tecnologias de aproximação NFC, *bluetooth*, rede sem fio ou a opção de realizar o pagamento remotamente, utilizando a rede de dados da operadora, uma conexão sem fio (caso haja alcance) ou utilizando mensagem de texto SMS.

O usuário também informa o número de telefone ou código do vendedor que receberá o crédito do pagamento. A Figura 11b demonstra a utilização da interface NFC para a efetivação de uma transação local entre os dispositivos do vendedor e do comprador. Para tanto, os dispositivos devem estar muito próximos, a cerca de 10 cm um do outro (PATAUNER, WITSCHNIG, *et al.*, 2007), para que assim possam realizar a transação.

O objetivo neste ponto é que, com os dispositivos reconhecendo-se fisicamente via interface NFC, a aplicação cliente do dispositivo pagador possa acionar a transação de débito dos seus créditos e, por conseguinte, envio destes para incrementar os créditos da aplicação do dispositivo vendedor. Havendo qualquer problema na transação neste intermédio, a transação será desfeita, retornando os créditos originais de cada aplicação.

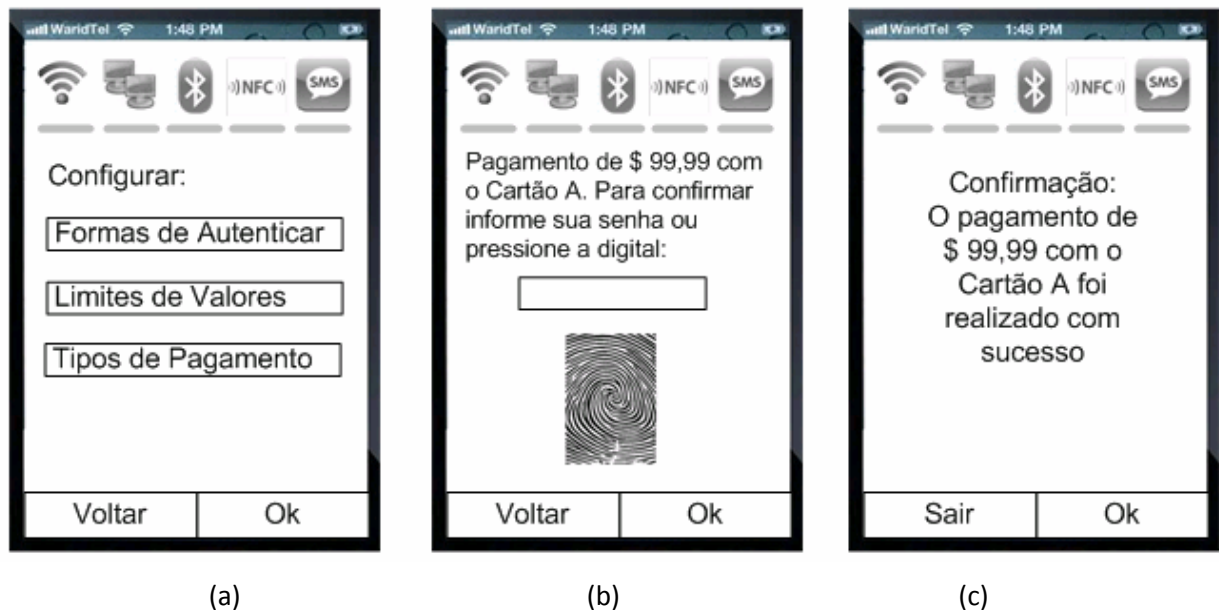
Figura 11. Protótipos das interfaces conforme local



Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 12 exhibe as interfaces de configuração (Figura 12a) e de confirmação do pagamento (Figura 12b), sendo este último requerido para autenticar novamente o usuário antes da confirmação da efetivação da transação. A última tela (Figura 12c) exhibe a confirmação da transação.

Figura 12. Protótipos das interfaces de configuração e confirmação

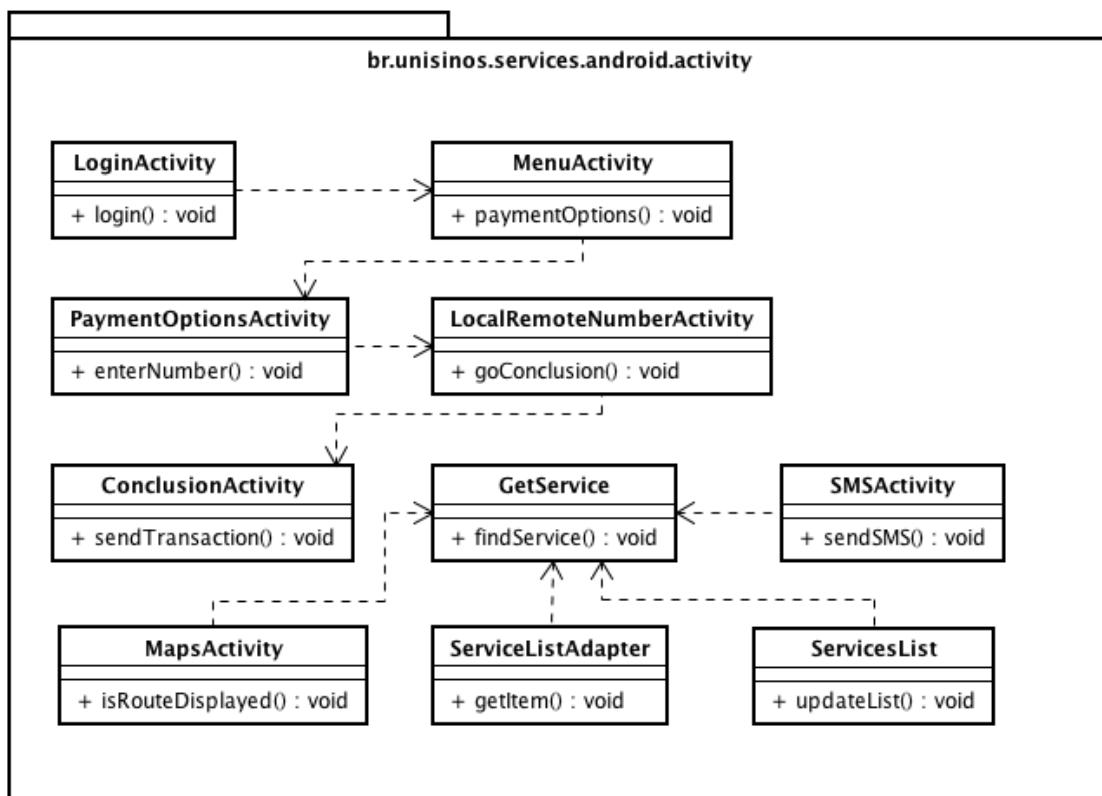


Fonte: Elaborada pelo autor

5.4 Classes do Modelo

A Figura 13 apresenta o diagrama de classe do modelo do lado cliente, onde podem ser visualizadas as classes responsáveis pelo atendimento dos eventos de interface com o usuário. O diagrama inicia com a classe *LoginActivity*, responsável pelo controle de acesso à aplicação. A seguir, o controle passa pela classe *MenuActivity*, responsável por montar o menu da aplicação de forma dinâmica, o qual é definido pelas permissões que o perfil do usuário tem acesso. A partir deste ponto, tem acesso às opções de pagamento, controladas pela classe *PaymentOptionsActivity*, que utiliza a classe *LocalRemoteNumberActivity* para definir se a transação é local à distância. Na sequência, a classe *ConclusionActivity* é responsável pela confirmação e conclusão da transação de pagamento. As demais classes do diagrama são classes periféricas ou de suporte aos serviços da aplicação.

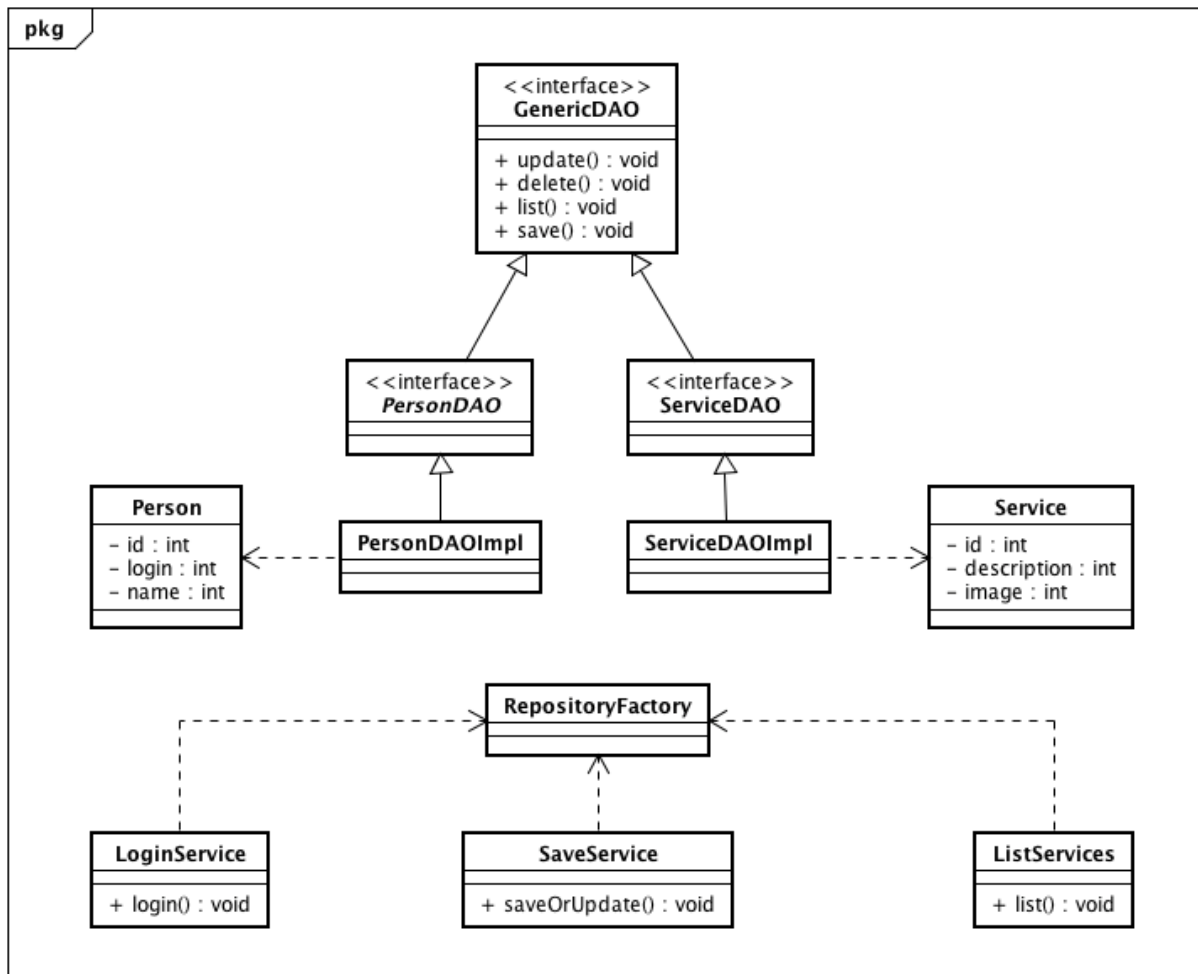
Figura 13. Diagrama de Classes Modelo Cliente



Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 14 apresenta o diagrama de classe do modelo do lado servidor, onde podem ser visualizadas as classes responsáveis pelo atendimento dos eventos de persistência e de recepção e encaminhamento dos serviços. A classe superior *GenericDAO* segue o padrão de arquitetura DAO (*Data Access Object*) sendo responsável pelos principais métodos de persistência da aplicação (*update*, *delete*, *list*, *save*), já que todas as demais classes implementam esta interface, como pode ser observado. Também se observa na figura as principais classes de acesso da aplicação, começando pela classe *LoginService*, passando por *SaveService* e *ListService*, responsáveis pelo controle de acesso e autenticação, persistência das transações em qualquer etapa e, por fim, a classe de consulta das transações, respectivamente nesta ordem.

Figura 14. Diagrama de Classes Modelo Servidor



Fonte: Elaborada pelo autor

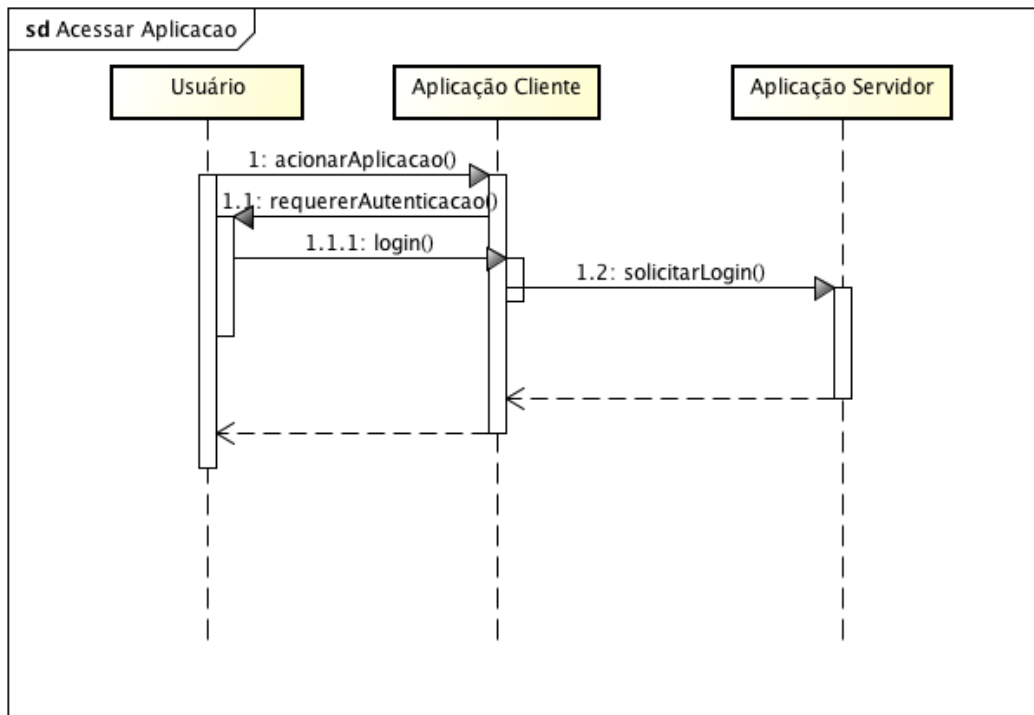
5.5 Acesso à Aplicação

A implementação desta transação segue os requisitos definidos no Caso de Uso UC.01 – Acessar Aplicação, conforme a Tabela 7. A Figura 15 apresenta um diagrama de sequência dos passos necessários para realizar o acesso a aplicação.

A transação inicia com o usuário acionando a aplicação e sendo exibida a tela de *login*. O método de requisição de autenticação, com os dados do usuário também é utilizado na transação de envio de um pagamento.

Este método foi construído com o objetivo de suportar também a leitura biométrica da impressão digital do usuário e realizar a autenticação através desta função, o que é especialmente interessante no uso de dispositivos móveis, já que é necessário apenas um toque do usuário na tela, viabilizando assim realizar transações rápidas. Já a transação de pagamento completa pode ser visualizada no próximo diagrama.

Figura 15. Diagrama de Sequência – Acesso a Aplicação



Fonte: Elaborada pelo autor

5.6 Transação de Pagamento

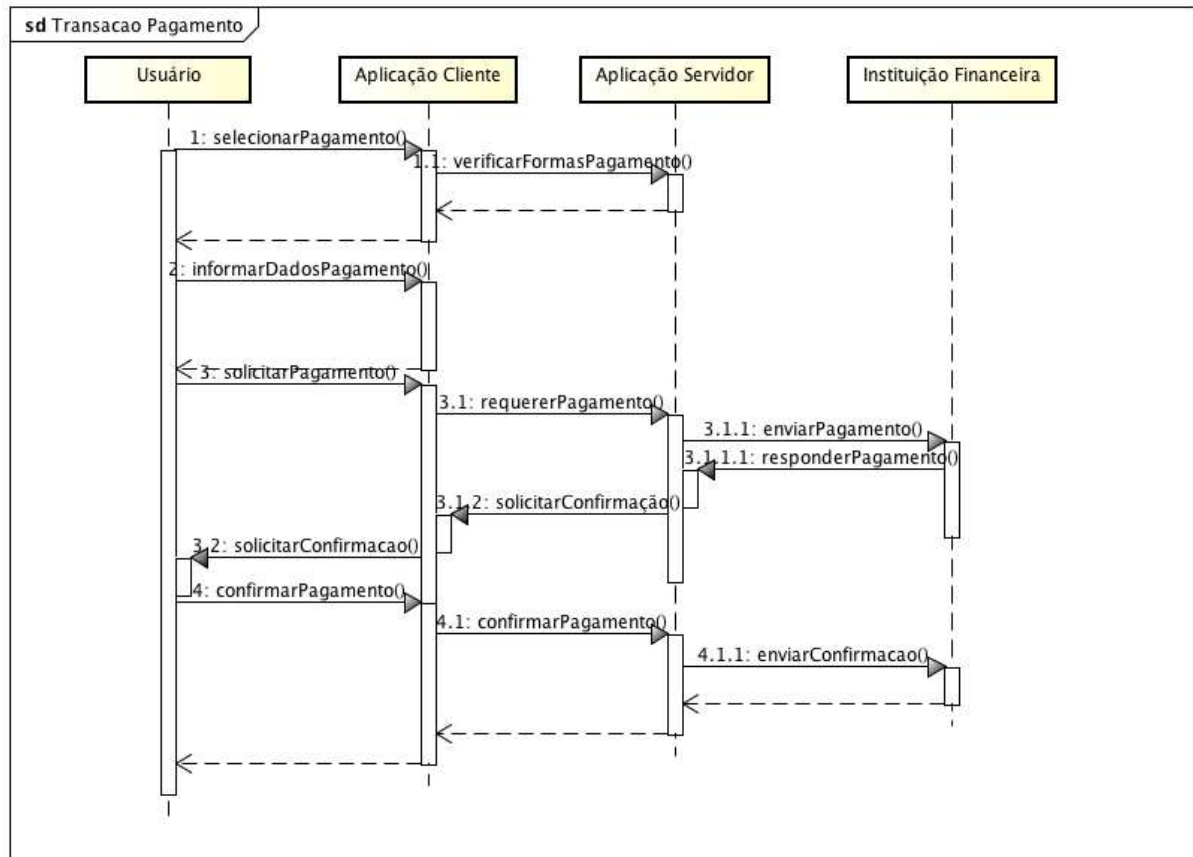
A Figura 16 apresenta o fluxo completo de uma transação de pagamento, considerada pelo protocolo ISO 8583 com os códigos 0200, 0210 e 0202, sendo na respectiva ordem equivalentes as requisições de pagamento, resposta da transação e confirmação de efetivação.

Para a implementação do protótipo foi utilizado o conjunto macro de troca de mensagens proposto pelo protocolo entre cliente e servidor, todavia não utilizando o padrão de bits totalmente como proposto pelo protocolo, visto que se trata de um protótipo com vista a validar o modelo e não o protocolo, o qual é amplamente aceito e padronizado. Além disso, o protocolo possui fundamental importância na troca de mensagens entre instituições, mas não necessariamente entre aplicações cliente e servidor do mesmo sistema.

A transação inicia com o usuário selecionando a opção de pagamento. Informada a forma de pagamento, que pode ser cartão ou dinheiro basicamente, é então realizada a solicitação de pagamento, considerando que o usuário já definiu o valor e autorizou a transação. O método de solicitação de Pagamento envia então uma transação ISO 8583 com o código 0200. A resposta da instituição financeira é definida pela transação de código 0210. Caso tenha recebido uma resposta positiva, então o sistema exibe esta mensagem na tela do usuário e automaticamente envia uma transação definida pelo código 0202¹.

¹ A transação de código 0202 em sistemas de TEF com maquineta somente ocorre após a impressão do ticket de resposta da administradora do cartão.

Figura 16. Diagrama de Sequência – Transação Pagamento



Fonte: Elaborada pelo autor

5.7 Transação de Requisição de Pagamento

Esta transação segue o mesmo princípio do diagrama apresentado na Figura 16, mas apenas a partir do item 3.1, onde é realizada uma requisição de pagamento para o número de celular do usuário pagante. Esta notificação pode ser realizada enviado uma mensagem SMS ou via mensagens de notificação (*push notification*), adotado pelas principais plataformas de desenvolvimento para *smartphones*, as quais disponibilizam *frameworks* que atendem o requisito, tais como:

- Android Cloud to Device Messaging Framework (C2DM, 2011);
- Apple Push Notification Service (APPLE, 2011);
- BlackBerry Push Service (BLACKBERRY, 2011);
- Microsoft Push Notification Service – MPN (MSDN, 2011) .

Segundo (C2DM, 2011) *push notification* é um serviço que ajuda os desenvolvedores a enviar dados de um servidor para um aplicativo instalado no aparelho do usuário. Este serviço permite que uma aplicação de terceiro, no caso a aplicação servidora do 4iPay, possa enviar notificações para aparelhos que suportem esta tecnologia, como Android, iOS, Blackberry e Windows Phone. Em geral o serviço serve apenas para notificar o aplicativo que

ele deve se comunicar com o servidor a fim de buscar a informação completa, ou seja, o serviço não permite enviar grande conteúdo para o celular. Todavia, esse mecanismo já é suficiente para o propósito da transação de requisição de pagamento, que é notificar o usuário que ele possui uma requisição de pagamento para autorizar. Assim, o usuário acessa a aplicação, que imediatamente se comunica com o servidor em busca de notificações. É importante notar que o aplicativo cliente não necessita estar rodando no celular do usuário para receber a notificação do servidor.

Este tipo de transação é um diferencial do modelo 4iPay em relação aos outros modelos, visto que os outros modelos apenas prevêm requisição de pagamento local, geralmente utilizando NFC para tanto. Já o 4iPay prevê requisição de pagamento local ou remota.

6 AVALIAÇÃO

Nesta seção são apresentadas as avaliações pelas quais a aplicação foi submetida, demonstrando os resultados alcançados e as comparações devidas. O capítulo está organizado de forma a apresentar as metodologias utilizadas, as avaliações e os resultados obtidos.

Para avaliar o modelo foram utilizadas três metodologias:

1. A primeira avaliação foi realizada segundo a metodologia de cenários e avaliação de estudos de caso, conforme (DEY, 2001) e (SATYANARAYANAN, 2001);
2. A segunda avaliação foi realizada segundo a metodologia de análise de desempenho da aplicação, avaliando o tempo das transações de pagamento, consumo de tráfego de rede, utilização de bateria;
3. A terceira avaliação foi realizada segundo a metodologia de avaliação de aceitação do modelo 4iPay, segundo a escala (LIKERT, 1932) e do modelo de aceitação de tecnologia (TAM – *Technology Acceptance Model*) proposto por (DAVIS, 1989) e atualizado por (YOON e KIM, 2007).

6.1 Avaliação por Cenários

6.1.1 Proposta de Cenários de Desenvolvimento

Para avaliar o projeto proposto, a estratégia utilizada é baseada em estudos de cenários. Este modelo de avaliação tem sido utilizado pela comunidade acadêmico-científica para validar projeto em ambientes sensíveis ao contexto, conforme (DEY, 2001), e em ambientes ubíquos, conforme (SATYANARAYANAN, 2001). Nesta subseção são apresentados alguns cenários de casos de teste possíveis para avaliar a utilização sistema, os quais avaliam as principais características que o sistema tem por objetivo atender.

(1) Cenário 1 – Pagamento Local

Cenário que pretende demonstrar a utilização do modelo em uma transação de pagamento local, mas entre um dispositivo móvel e uma máquina fixa, com um pagamento por aproximação.

A seguir um cenário de possível aplicação do modelo:

Samuel possui um aparelho com suporte a tecnologia de aproximação (NFC) e deseja realizar o pagamento em algum terminal que reconheça este tipo de tecnologia. Ele deseja comprar um refrigerante numa máquina de dispensação automática que possui essa tecnologia e com a aplicação 4iPay instalada no seu aparelho ele adquire então o refrigerante apenas encostando o celular na máquina e autorizando o pagamento com sua digital pré-cadastrada na tela de autorização da aplicação.

Neste cenário, o pagamento também pode ocorrer com diferentes níveis de segurança de acordo com a localização específica do usuário e as suas preferências. Outro exemplo desta situação é a compra de ticket de metrô diariamente na mesma estação. Como é uma operação realizada todos os dias e de

forma repetitiva, o usuário poderia, ao aproximar seu aparelho do guichê, autorizar o pagamento automaticamente.

(2) Cenário 2 – Pagamento entre Dispositivos

Cenário que pretende demonstrar a utilização do modelo em uma transação de pagamento local, todavia realizando a transferência entre dispositivos móveis. É composto de um ambiente onde o comprador e o vendedor estão próximos utilizando cada um seu aparelho, podendo ser um celular ou *tablet*.

Nesta situação o sistema tem a possibilidade de efetivar uma transação sem passar por um servidor no momento exato que está ocorrendo a transação, deixando para consolidar a transação mais tarde ou antes de realizar o próximo pagamento. Nesta situação, os meios de conexão podem ser a tecnologia de aproximação (NFC), *bluetooth* ou mesmo uma rede sem fio.

O princípio deste tipo de pagamento segue o exemplo do que já acontece atualmente em pagamentos realizados por algumas operadoras de cartões do tipo refeição ou alimentação, as quais não possuem maquinetas de cartão *online*. Nestes casos, o usuário comprador recebe um cartão *smartcard* sem créditos, que pode ser carregado via internet, acessando o servidor do sistema ou em máquinas especiais de recarga distribuídas em estabelecimentos conveniados.

Esta máquina se comunica então com o servidor para atualizar a situação de cada cartão. Ao utilizar para realizar um pagamento, o cartão do comprador é inserido numa máquina *off-line* do vendedor e então é realizado um débito no cartão do pagador e um crédito na máquina do vendedor.

A comunicação com o servidor da administradora não é realizado neste momento. Após um determinado período, que pode ser diário, o vendedor realiza a consolidação dos créditos recebidos com o servidor, que transfere estes créditos para uma conta bancária indicada pelo vendedor. No caso do pagamento entre dispositivos móveis, o princípio é o mesmo, com a diferença de que não são necessários cartões ou máquina *off-line*, utilizando para tanto os próprios dispositivos móveis dos usuários comprador e vendedor.

O servidor é responsável por efetivar e consolidar os débitos e créditos de cada usuário. Além disso, neste modelo proposto, a consolidação dos débitos e créditos do comprador e vendedor realizados localmente pode ser efetivada com o servidor de forma transparente para o usuário, não necessitando sua intervenção. Esta situação pode ocorrer por basicamente dois motivos: quando não há conexão remota dos aparelhos com qualquer rede de dados ou quando não há necessidade de efetivar a transação naquele exato instante.

A seguir um cenário hipotético para este uso:

Silvia foi de táxi até um shopping center no centro da cidade e o carro parou no estacionamento que fica no subsolo. Neste local não há sinal da operadora de celular, todavia Silvia necessita pagar a corrida com seu celular, pois ela não trouxe dinheiro suficiente consigo. O taxista Roberto também possui um celular com o aplicativo 4iPay instalado. Assim, eles podem realizar uma transação de transferência direta, com comunicação apenas entre os dois aparelhos através de NFC. O taxista Roberto informa no seu celular uma

requisição de pagamento local no valor da corrida. Silvia e Roberto aproximam seus aparelhos e Silvia autoriza o pagamento que aparece na tela do seu aparelho. Roberto recebe uma mensagem de confirmação provisória do pagamento, o qual deverá ser consolidado mais tarde, quando qualquer um dos usuários tentar realizar a próxima transação ou quando o taxista sincronizar com o servidor no final do dia.

Assim, o taxista pode optar por efetivar todas as transações do dia em uma transação única ao final do dia, o que agrega outro benefício que é a economia com o uso da rede de dados caso o taxista tenha um celular pré-pago por exemplo.

Neste caso o sistema deverá prever a efetivação em lote de transações. A outra alternativa para consolidação é que a próxima transação confirme a anterior, através do controle da situação e do número sequencial único das transações. O controle do saldo do usuário é feito tanto na camada cliente quanto no servidor, visto que caso haja discrepância o servidor não poderá consolidar as transações.

(3) Cenário 3 – Pagamento Remoto

Cenário que pretende demonstrar a utilização do modelo em um pagamento remoto, ou seja, com o comprador e o vendedor distantes um do outro. Este cenário faz uso de conexões de longa distância, tais como a rede de dados da operadora de telefonia, uma rede sem fio ou mesmo mensagens SMS. Nesta situação, o comprador e o vendedor estão distantes.

A seguir um exemplo hipotético desse cenário:

Samuel está sozinho em casa e deseja encomendar uma pizza, todavia não tem dinheiro consigo, mas ele possui o aplicativo 4iPay instalado no seu celular e sabe que a pizzaria que ele é cliente fiel está recebendo pagamentos através desse meio. O cliente então liga para a pizzaria, faz a encomenda e informa que deseja pagar a pizza através do celular. A atendente Juliana, por sua vez, faz uma requisição de pagamento à distância (remoto) através do 4iPay para o número de celular do cliente. Samuel recebe uma mensagem no seu celular informando que há um pagamento para autorizar. Esta mensagem pode ser uma mensagem de texto SMS ou uma mensagem acionada pelo servidor diretamente para o celular do usuário. Samuel acessa o aplicativo 4iPay e verifica que há uma transação para ele autorizar. Então, ele realiza a confirmação do pagamento. A atendente Juliana tem duas formas de verificar o pagamento: através do site de gerenciamento do 4iPay, ou através da mensagem de confirmação que ela também receberá assim que Samuel confirmar o pagamento.

Outra situação que poderá acontecer é a autorização por terceiro, como por exemplo quando um filho se dirige a uma loja de bairro para comprar um refrigerante e não tem créditos para efetivar o pagamento com o seu aparelho. Assim, o vendedor remete a requisição para o número da mãe, que já está aguardando para efetivar a compra pelo aparelho dela.

6.1.2 Execução da Avaliação por Cenários

Para a avaliação por cenários foram utilizadas três situações descritas na seção 6.1.1. Foi desenvolvido um protótipo da aplicação utilizando a plataforma Google Android, com a IDE Eclipse e os respectivos plug-ins. Foi escolhida a versão 2.3.3, codinome Gingerbread, a qual possui suporte a tecnologia NFC (GOOGLE, 2011).

No primeiro cenário a transação ocorre entre dispositivos com suporte a tecnologia NFC, representando o pagamento do usuário com seu dispositivo aproximando de uma máquina fixa com a mesma tecnologia. Dessa forma, o usuário pode autorizar pagamentos automaticamente dependendo do contexto onde este se encontre.

No segundo cenário as transações ocorrem entre dois dispositivos móveis próximos um do outro, usando para tanto a rede Wi-Fi, conexão Bluetooth ou NFC. Neste caso, a transferência de valores pode ocorrer diretamente de um dispositivo para o outro, representando uma transação P2P, mas com a efetiva consolidação da transação entre contas ocorrendo no sistema de controle localizado na camada servidora.

Este serviço realiza o débito e crédito das respectivas contas dos usuários, bem como gerencia as exceções que podem ocorrer numa transação. Esta consolidação com o servidor pode ocorrer no momento da comunicação entre os dispositivos ou posteriormente, caso estes não possuam contato com o servidor naquele momento.

No terceiro cenário foi avaliado o pagamento à distância, no qual o usuário pagante e o usuário recebedor estão remotamente distantes um do outro. Neste caso, as conexões que podem ser utilizadas são a rede de dados da operadora de telefonia (tais como 3G, EDGE ou GPRS) ou SMS. O usuário recebedor então requer um pagamento do pagante, o qual recebe uma notificação que possui uma autorização de pagamento pendente para realizar. Esta notificação pode ser feita via SMS ou via uma mensagem do servidor para o aparelho do pagante. Para o protótipo desenvolvido foi utilizado o recurso de SMS.

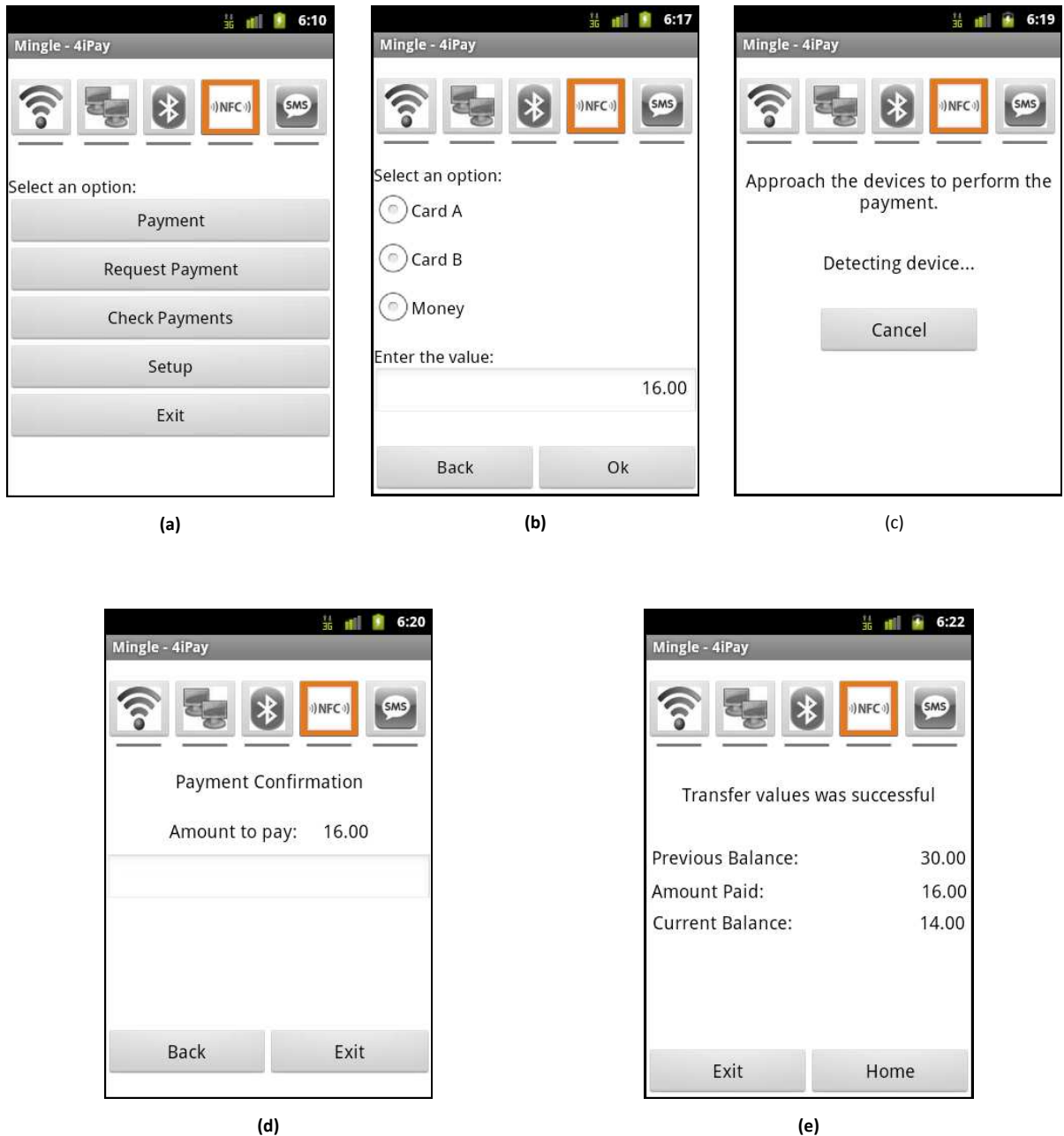
Para a realização da avaliação foram utilizados basicamente dois ambientes, um com dispositivos móveis reais, utilizando dois celulares Android, um da marca Samsung e outro Motorola, o primeiro com a versão 2.1 e o segundo com a versão 2.2. O outro ambiente foi montado com o emulador Samsung Nexus para testes com a tecnologia NFC.

Foram simuladas transações entre cliente e servidor, entre cliente-cliente e entre cliente-servidor-cliente, visando atender aos três cenários descritos anteriormente. O servidor de aplicação utilizado foi o Glassfish Community v3.0 64 bits, conforme a Tabela 16.

A Figura 17 exibe os passos pelos quais uma transação de pagamento passa utilizando a aplicação cliente do modelo 4iPay. Na figura, são apresentadas alguns *screenshots* da aplicação dos cenários avaliados. Para o primeiro cenário, o qual consiste no pagamento realizado por aproximação com uma *Tag*, foi utilizada a API da plataforma Android chamada NFC Data Exchange Format (NDEF) para ler *Tags* e simular seus retornos (ANDROID, 2011) (NFC, 2011).

O segundo cenário representa uma TEF entre dois dispositivos móveis que estão próximos um do outro, ambos utilizando a tecnologia NFC para realizar um pagamento local, configurando assim um pagamento P2P. O terceiro cenário consistiu num pagamento à distância, também chamado pagamento remoto, utilizando a tecnologia Wi-Fi.

Figura 17. Telas da Aplicação



Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 17 (a) apresenta um cenário no qual o usuário pode escolher entre realizar um pagamento, requerer um pagamento de outro usuário – um exemplo deste caso é o vendedor requerer o pagamento de um cliente –, consultar pagamentos e configurar a aplicação com preferências particulares. Para a avaliação da autorização à distância, o recurso relevante para este tipo de transação é notificar o usuário que existe um pagamento para ser autorizado. A Figura 17 (b) apresenta opções relacionadas a determinação do pagamento, caso o usuário tenha escolhido a primeira opção na primeira tela.

Nesta tela o usuário pode optar pelo pagamento através da vinculação com algum cartão de administradora ou de instituição financeira onde este possua conta, ou ainda o pagamento direto, como um pagamento em dinheiro. A Figura 17 (c), terceira tela, apresenta a transferência entre dispositivos que estão próximos, representando o cenário 2. Dessa forma, o sistema detecta que somente a conexão NFC está ativa, como exibido no ícone encontrado na barra de ícones do topo da aplicação.

Assim, a aplicação pode realizar o pagamento de forma transparente com um mínimo de interações com o usuário. A Figura 17 (d) exibe uma tela que solicita ao usuário uma senha para autorizar o pagamento. Neste caso, ao invés da senha normalmente utilizada em qualquer aplicação, poderia ser aplicada uma senha gráfica ou ainda a leitura biométrica da digital do usuário para autorizar a transação, promovendo assim maior facilidade e incremento do nível de segurança do sistema. Finalmente, a Figura 17 (e) exibe o resultado final da transação, apresentando a confirmação da transação e o saldo atualizado da conta do usuário.

6.2 Avaliação de Desempenho

Neste item é apresentada a avaliação do consumo de energia e do tempo de transmissão das transações em diferentes tipos de conexões.

6.2.1 Análise do Consumo de Energia

De acordo com (PERING, AGARWAL, *et al.*, 2006) uma conexão sem fio utiliza aproximadamente 70% do total da energia de um dispositivo móvel em modo *idle*, ou seja, em modo ocioso. Por outro lado, os autores afirmam que uma conexão Bluetooth utiliza 7,2% do total de energia do mesmo dispositivo, nas mesmas condições.

Seguindo este conceito, procurou-se desenvolver o protótipo do modelo 4iPay utilizando o conjunto REST/WADL/JSON (FIELDING, 2000) para obter ganhos de desempenho, economia de consumo de banda (importante para as conexões de dados com operadoras de telefonia que são taxadas pela quantidade de pacotes de dados trafegados) e diminuir o risco de perda de pacotes transmitidos ocasionando falhas de comunicação.

Assim, este item visa comparar e avaliar este conjunto de protocolos utilizados em relação ao tradicional conjunto SOAP/WSDL/XML (W3C, 2004). Dessa forma, foi avaliado a média de transmissões de transações configuradas para utilizar REST/WADL/JSON comparado com o tradicional conjunto SOAP/WSDL/XML utilizados para WebServices. No experimento o foco principal se concentrou na avaliação do tamanho dos pacotes transmitidos e por consequência no consumo de bateria.

Baseado na análise de um conjunto de mensagens transmitidas para a realização de 3 mil transações obtidas de um banco de dados de pedidos com diversos itens, observou-se que a média de tamanho das mensagens no conjunto SOAP/WSDL/XML foi de 1199 bytes. As transações se deram entre um celular Samsung Galaxy com Android v2.1 e um servidor de aplicações Glassfish v3.0 com conexão wireless em rede local de 54 Mbps com visada direta, sem outros usuários conectados. Nas mesmas condições as transmissões utilizando o conjunto de protocolos REST/WADL/JSON ocuparam em média 382 bytes.

Em um primeiro momento fica evidente a diferença dos dois protocolos. A forma da estrutura do XML é consideravelmente maior e com isso garante com que o pacote tenha mais bytes.

Com isso em mente converteu-se o mesmo código para o protocolo JSON. Assim obtemos um código mais simples, com menos quantidade de bytes (Figura 5) e mantendo as mesmas informações que o protocolo XML.

Figura 18. Relação de Tamanho em Kb dos Protocolos



Fonte: Elaborada pelo autor

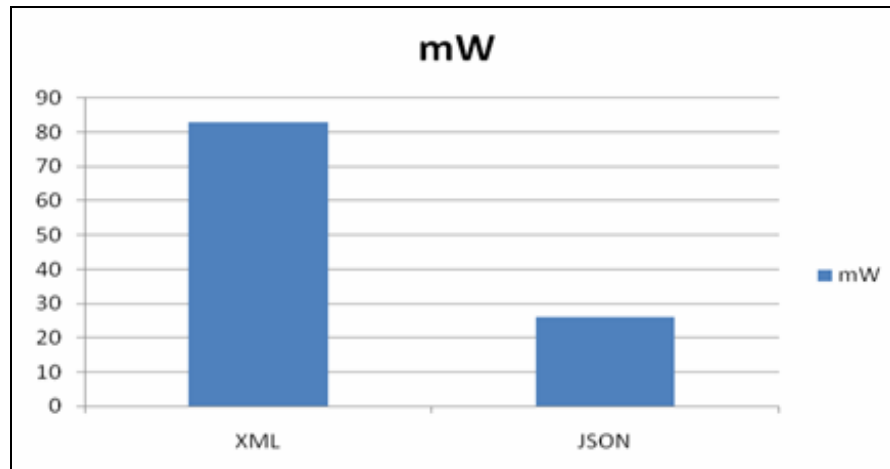
Baseado no trabalho de (PERING, AGARWAL, *et al.*, 2006) e dentre os experimentos realizados observou-se um consumo médio de 71 mW por Kb transmitido pelo dispositivo móvel utilizado nos testes. Para esta medição foi utilizado um software de *profiler* de bateria, ou seja de acompanhamento do consumo de bateria em relação ao consumo de banda.

Para se testar foram submetidas 30 repetições de pacotes de 1 Kb, com intervalo de 1 minuto e observada a média de consumo de bateria em cada transmissão dos pacotes no software. Para a análise e coleta dos pacotes de dados trafegados foram utilizados os softwares Wireshark Network Protocol Analyser (WIRESHARK, 2011) e para a tabulação e análise dos dados coletados o Microsoft Excel (MICROSOFT, 2011).

Também para testes de invocação de Web Services foram desenvolvidas duas aplicações clientes, uma invocando o formato tradicional de Web Services baseado em SOAP/WSDL/XML e outra invocando o formato REST/WADL/JSON.

Como o tamanho médio do pacote XML foi de 1.2 Kb e 0.3 Kb para JSON, na Figura 19 é possível inferir a economia proporcionada pelo protocolo JSON com REST em relação ao tradicional XML utilizado com SOAP.

Figura 19. Comparação de Consumo entre Protocolos



Fonte: Elaborada pelo autor

As aplicações móveis usam a comunicação sem fio para transmissão de transações e receber as respostas, principalmente em transações remotas. Assim, o rendimento do consumo da bateria é essencial. O desempenho das transmissões da aplicação tem uma influência direta sobre o consumo de energia.

Isso também influencia o custo da transmissão e por consequência da transação financeira no caso de aplicações de transferência eletrônica de fundos, especialmente se a transação for à distância e usar um dispositivo móvel pré-pago, pois geralmente há um custo mais elevado do que os telefones pós-pagos para transmissão de dados. Assim, analisando os gráficos, verifica-se a importância da transmissão otimizada usando REST/WADL/JSON, o que é especialmente importante nos sistemas de pagamento móvel.

6.2.2 Análise de Tempo das Transações

A Tabela 17 apresenta os resultados de desempenho quanto ao tempo para realizar transações locais e remotos. A tabela apresenta o tipo de conexão testado, a velocidade nominal de *uplink*, o tipo de transação realizada e os tempos obtidos. Assim como a avaliação anterior, foram realizadas 30 repetições de transações utilizando cada um dos tipos de conexão, com os mesmos dispositivos.

Tabela 17. Análise de Tempo das Transações

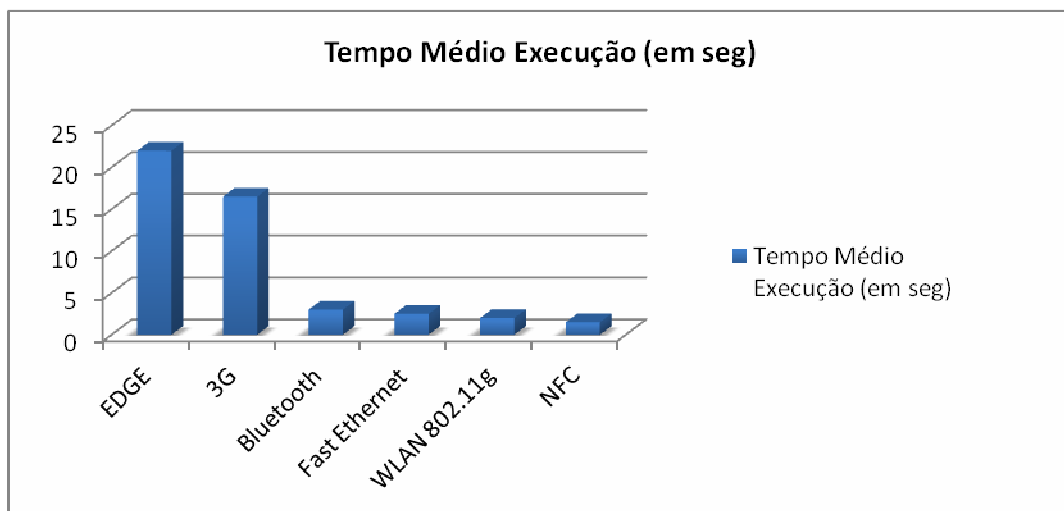
Conexão	Velocidade Nominal de Uplink	Tipo de Transação	Tempo Total de Execução		
			Mínimo	Médio	Máximo
EDGE	88 kbps	À distância	17 s	22 s	27 s
3G	144 kbps	À distância	12 s	16,5 s	21 s
Bluetooth	2,1 Mbps	Local	3 s	3 s	3 s
WLAN 802.11g	54 Mbps	Local	2 s	2 s	2 s
Fast Ethernet	100 Mbps	Local	2 s	2,5 s	3 s
NFC	424 kbps	Local	1 s	1,5 s	2 s

Fonte: Elaborada pelo autor

Para as transações locais, o ambiente utilizado não possuía interferências e visada direta entre os equipamentos. Para esta avaliação identificou-se que o tempo de processamento das transações manteve-se estável, em torno de 0,5 segundo, independente do tipo de conexão. Analisando a tabela é possível observar a diferença de tempos entre as transações do tipo local e à distância, onde ficam evidentes tempos maiores para realizar transações remotas.

Todavia os tempos para transações à distância não ultrapassaram 30 segundos, chegando a apenas 12s como tempo mínimo em uma rede 3G. Um dos motivos para tais tempos pode ser devido ao formato otimizado de mensagem REST/WADL/JSON utilizado pelo modelo 4iPay, demonstrado no item 6.2.1. A Figura 20 apresenta o gráfico referente aos tempos médios de cada tipo de conexão obtidos a partir da Tabela 17. O gráfico evidencia a velocidade obtida nas conexões sem fio utilizadas com alcance local em comparação com as conexões utilizadas para conexões remotas.

Figura 20. Gráfico de Desempenho das Transações



Fonte: Elaborada pelo autor

6.3 Avaliação de Aceitação

A terceira avaliação realizada foi em relação a aceitação do modelo 4iPay, a qual envolveu usuários voluntários do PIPCA e da Universidade, dentre colegas, alunos, funcionários e professores. Após, a utilização da aplicação protótipo, estes voluntários responderam um questionário. A próxima seção apresenta o detalhamento do experimento e os resultados obtidos.

6.3.1 Preparação do Ambiente

Para a pesquisa foi utilizada uma amostra de trinta (30) pessoas, considerando-se uma amostra em média superior aos trabalhos relacionados. Cada um dos participantes recebeu um dispositivo móvel com a aplicação cliente instalada. Também foi realizado um treinamento básico sobre o funcionamento da aplicação passando orientações e dirimindo dúvidas iniciais dos participantes antes destes testarem a aplicação efetivamente. Os participantes foram

orientados a realizarem algumas transações e responderem ao final um questionário de avaliação, contendo perguntas relacionadas a experiência de utilização do sistema. As respostas deveriam estar dentro da escala (LIKERT, 1932) de cinco pontos, num intervalo entre 1 ponto (discordo totalmente) até 5 pontos (concordo totalmente). Os participantes também puderam optar por uma terceira opção (3), que significa indiferente. Também foi disponibilizado um espaço livre para comentários e assim complementar a avaliação.

6.3.2 Avaliação de Aceitação

Para avaliar a aceitação do modelo verificando assim a usabilidade do sistema, os itens do questionários foram definidos baseados nos conceitos do modelo de aceitação de tecnologia (TAM – *Technology Acceptance Model*) proposto por (DAVIS, 1989), o qual foi atualizado por (YOON e KIM, 2007) em seus estudos sobre aceitação em redes sem fio. O modelo TAM considera os seguintes principais temas para aceitação de uma aplicação:

- **Facilidade percebida de utilização:** significa o grau que o usuário avalia que a aplicação pode diminuir seus esforços;
- **Percepção de utilidade:** significa o grau que o usuário avalia que a aplicação pode melhorar seu desempenho.

As próximas duas tabelas contêm o questionário aplicado aos usuários sobre os temas segundo o modelo TAM. As perguntas foram elaboradas com o objetivo de serem simples, curtas e diretas, para facilitar o entendimento do usuário. A Tabela 18 apresenta o questionário de avaliação de aceitação. As primeiras 5 questões se referem a usabilidade da aplicação.

Tabela 18. Questionário Quanto à Facilidade de Uso

Número	1. Em relação à facilidade de uso do aplicativo 4iPay, indique sua opinião sobre as seguintes afirmações:
1	O aplicativo é de fácil compreensão.
2	O aplicativo é de fácil utilização.
3	Com pouco esforço se faz um pagamento.
4	Com pouco esforço se faz um recebimento.
5	As opções são claras e objetivas.

Fonte: Elaborada pelo autor

Já a Tabela 19 apresenta as 5 últimas questões, referentes à percepção de utilidade.

Tabela 19. Questionário Quanto à Percepção de Utilidade

Número	2. Em relação à percepção de utilidade do aplicativo 4iPay, indique sua opinião sobre as seguintes afirmações:
1	As opções de menu apresentadas foram relevantes.
2	O aplicativo facilita um pagamento.
3	O aplicativo facilita um recebimento.
4	O aplicativo seria útil comercialmente.
5	Caso disponível, eu usaria o 4iPay como meu meio principal de pagamento.

Fonte: Elaborada pelo autor

6.3.3 Perfil dos Usuários Entrevistados

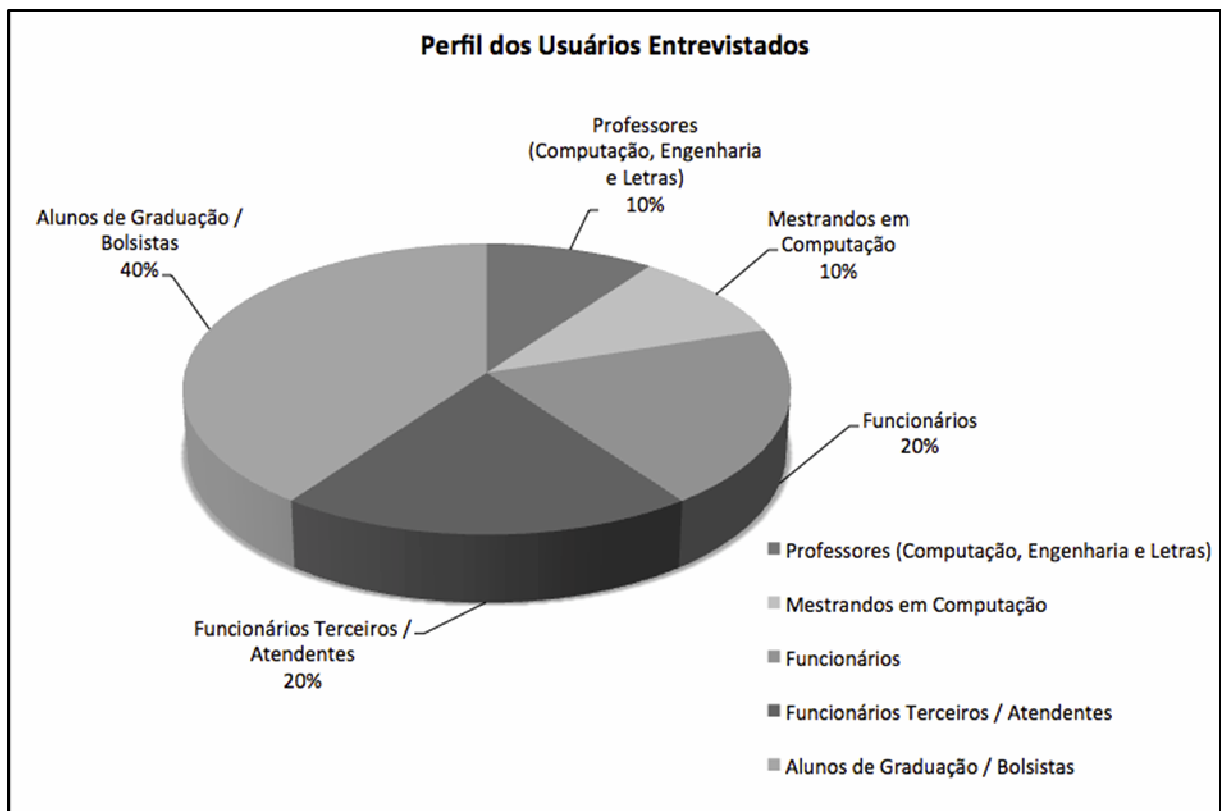
Do grupo de trinta (30) usuários entrevistados, todos eram alunos, funcionários ou professores da universidade, divididos da seguinte forma:

- 10% (3) professores (dentre cursos de computação, engenharia e letras);
- 10% (3) mestrados em computação;
- 20% (6) funcionários da universidade (secretarias);
- 20% (6) funcionários terceiros e atendentes;
- 40% (12) alunos e bolsistas dos cursos de computação e engenharias;

A seguir, na Figura 21, é apresentado um gráfico com os percentuais referentes a cada um dos perfis de usuários entrevistados para formar a avaliação de aceitação do modelo.

É possível observar que quarenta por cento (40%) dos usuários eram alunos de graduação, outros quarenta por cento (40%) eram funcionários da universidade ou terceiros, sendo que dentre estes, dois (2) também eram alunos. Os demais vinte por cento (20%) eram professores ou alunos de mestrado.

Figura 21. Gráfico sobre o Perfil dos Usuários Entrevistados



Fonte: Elaborada pelo autor

6.3.4 Análise dos Resultados da Avaliação de Aceitação

Para a coleta das respostas dos questionários foi utilizado o *software online* SurveyMonkey (SURVEYMONKEY, 2011). Com este software foram criadas duas páginas (ver Anexo B, Figura 25 e Figura 26) para coletar as repostas dos usuários selecionados. A seguir, na Tabela 20, é apresentado o quadro resumo das respostas obtidas para as questões quanto ao tema Facilidade de Uso do aplicativo, com a seguinte orientação: “Em relação à facilidade de uso do aplicativo 4iPay, indique sua opinião sobre as seguintes afirmações:”. A tabela apresenta na primeira coluna a questão formulada e nas seguintes o percentual obtido juntamente com o número de usuários, entre parênteses, que responderam positivo para aquela opção, desde “Discordo totalmente” até “Concordo totalmente”. A última coluna apresenta a consolidação dos percentuais em uma nota média obtida pelas respostas, variando num intervalo de zero (0) até cinco (5).

É possível observar que as maiores aprovações foram em relação à facilidade de uso e ao esforço para requerer um recebimento de pagamento. Já o esforço para realizar um pagamento em si e a facilidade de compreensão obtiveram notas um pouco menores. A menor nota nesta tabela foi em relação às opções serem claras e objetivas.

Tabela 20. Resumo das Respostas Quanto à Facilidade Uso

Questão	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Média de avaliação
1. O aplicativo é de fácil compreensão.	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	33,3% (10)	66,7% (20)	4,67
2. O aplicativo é de fácil utilização.	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	20,0% (6)	80,0% (24)	4,80
3. Com pouco esforço se faz um pagamento.	0,0% (0)	0,0% (0)	3,3% (1)	26,7% (8)	70,0% (21)	4,67
4. Com pouco esforço se faz um recebimento.	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	20,0% (6)	80,0% (24)	4,80
5. As opções são claras e objetivas.	0,0% (0)	13,3% (4)	6,7% (2)	30,0% (9)	50,0% (15)	4,17

Fonte: (SURVEYMONKEY, 2011)

Em resumo, fica claro a necessidade de melhorar a compreensão das opções do aplicativo e a redução no esforço para efetuar o pagamento em si, já que o recebimento obteve melhores notas. Uma das alternativas para tratar estes pontos é através do uso de ícones ao invés de botões e efetuar a autorização do pagamento através de biometria, o que torna a aplicação mais segura e rápida de se lidar. Entretanto, de forma geral, é possível observar que a grande maioria aprovou o aplicativo, já que a média das notas foram todas altas, acima de quatro (4,0), o que significa aprovação de mais de oitenta por cento (80%).

Em seguida, na Tabela 21, é apresentado o quadro resumo das respostas dos usuários para as questões quanto ao tema Percepção de Utilidade, com a seguinte orientação: “Em relação à percepção de utilidade do aplicativo 4iPay, indique sua opinião sobre as seguintes afirmações:”. O formato da tabela segue o mesmo princípio da anterior.

Tabela 21. Resumo das Respostas Quanto à Percepção de Utilidade

Questão	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Média de avaliação
1. As opções de menu apresentadas foram relevantes.	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	33,3% (10)	66,7% (20)	4,67
2. O aplicativo facilita um pagamento.	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	40,0% (12)	80,0% (18)	4,60
3. O aplicativo facilita um recebimento.	0,0% (0)	3,3% (1)	0,0% (0)	26,7% (8)	70,0% (21)	4,63
4. O aplicativo seria útil comercialmente.	0,0% (0)	0,0% (0)	6,7% (2)	33,3% (10)	60,0% (18)	4,53
5. Caso disponível, eu usaria o 4iPay como meu meio principal de pagamento.	0,0% (0)	0,0% (0)	33,3% (10)	33,3% (10)	33,3% (10)	4,00

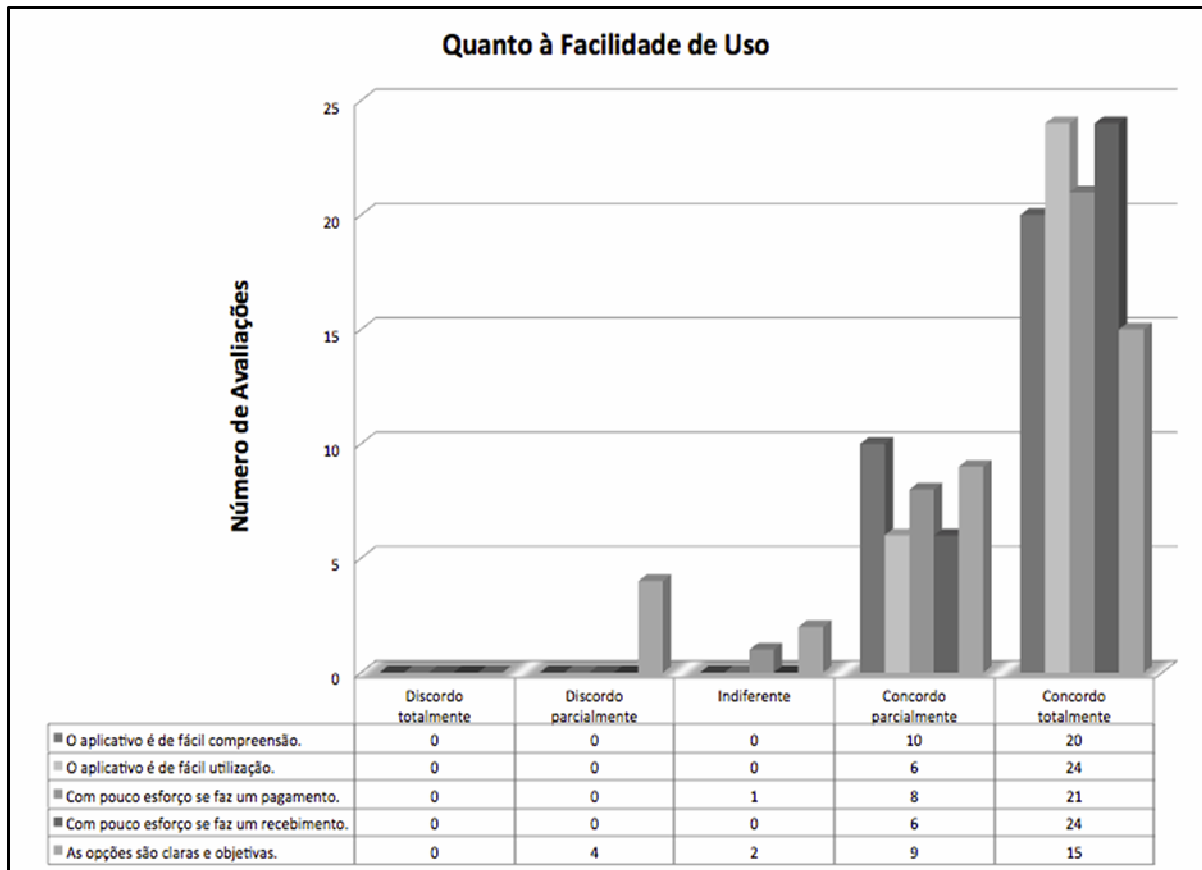
Fonte: (SURVEYMONKEY, 2011)

Nesta tabela é possível notar que a maior avaliação foi obtida sobre a relevância das opções do menu, com nota 4,67. Em segundo lugar, ficou a avaliação da transação de recebimento de pagamento, que mais uma vez se mostrou mais fácil de utilizar do que a transação de pagamento em si. A explicação para essa diferença provavelmente seja devido ao menor número de cliques necessários para realizar a transação de recebimento, corroborando a tabela anterior e demonstrando que uma aplicação deste tipo necessita ter comandos rápidos e eficientes. As duas últimas questões tiveram o objetivo de verificar a real intenção do avaliador vir a usar a aplicação comercialmente. É possível verificar que a aprovação também foi alta, mas com valores um pouco menores que as questões anteriores. Esta avaliação provavelmente não seja devido às questões de usabilidade, já que tiveram notas altas, mas em função de outras questões, como a segurança do meio de pagamento, preocupações estas demonstradas nos comentários. A seguir são apresentados os comentários informados pelos usuários no software SurveyMonkey a respeito do aplicativo:

- 1) Nas telas onde é necessário digitar é importante aparecer o cursor sobre o campo e se possível que o teclado numérico ou alfabético já venha exibido, reduzindo os cliques;
- 2) O campo de senha poderia ser numérico ao invés de alfabético e se possível possibilitar utilizar o esquema *swype* (SWYPE, 2011), onde o usuário desliza o dedo para informar a senha;
- 3) Poderia dar a opção de utilizar os contatos ao informar o número de telefone;
- 4) Minha maior preocupação é quanto a segurança, pois é importante que o usuário se sinta seguro ao utilizar o sistema e ao verificar suas transações;
- 5) Tenho receio de que meu aparelho seja roubado e utilizado por alguém para comprar com ele com esta aplicação;
- 6) Os ícones da aplicação poderiam ser maiores e os botões com texto poderiam ser substituídos por ícones aproveitando melhor o espaço.

Para visualizar as informações das tabelas anteriores de uma forma gráfica, a seguir, na Figura 22, é apresentado um gráfico de avaliação quanto ao tema Facilidade de Uso do aplicativo. Este gráfico representa os resultados obtidos na Tabela 20, a qual está exposta logo abaixo do gráfico, com o número de respostas para cada uma das questões aplicadas.

Figura 22. Gráfico de Avaliação Quanto à Facilidade de Uso



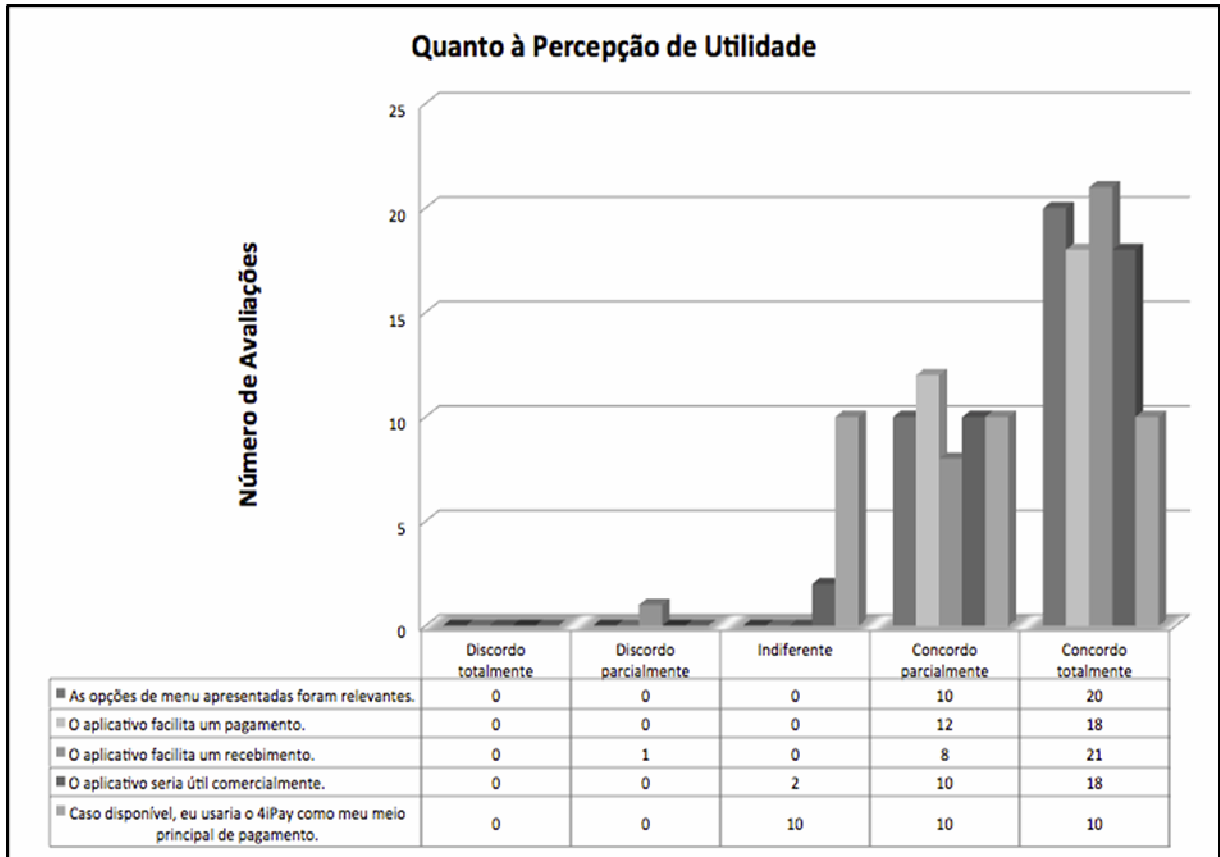
Fonte: Elaborada pelo autor

Neste gráfico é possível observar que a grande maioria dos usuários concordou parcialmente ou totalmente sobre a facilidade de uso do aplicativo, com mais de vinte (20) respostas positivas para as quatro (4) primeiras perguntas do questionário.

O maior número de pessoas que discordaram foram em relação às opções serem claras e objetivas, demonstrando a necessidade de melhorar a apresentação do aplicativo, o que pode ser considerado como um bom resultado, já que se trata de uma aplicação protótipo.

Na próxima Figura 23, é apresentado um gráfico de avaliação quanto ao tema Percepção de Utilidade do aplicativo. Este gráfico representa a Tabela 21, a qual também está exposta logo abaixo do gráfico, com o número de usuários que respondeu positivamente cada uma das questões.

Figura 23. Gráfico de Avaliação Quanto à Percepção de Utilidade



Fonte: Elaborada pelo autor

Neste gráfico é possível observar que a grande maioria dos usuários também concordam com a facilidade de uso do aplicativo. Todavia, um dado interessante é que quanto à última questão, se caso o aplicativo estivesse disponível o avaliador o usaria como seu meio principal de pagamento, a maioria concordou, mas num percentual menor do que em relação às outras questões, sendo que também obteve o maior número de indiferentes.

Levando-se em consideração também os comentários sobre a aplicação é possível notar com isso que, embora os usuários considerem o aplicativo de fácil utilização e útil, ainda permanece uma dúvida quanto ao uso propriamente dito, demonstrando certa preocupação quanto a questões de segurança nas transações, ainda mais por se tratar de uma aplicação nova e que envolve transferência de valores monetários.

Por fim, analisando todos os resultados é possível denotar que em relação à facilidade de uso, em geral os usuários consideraram o aplicativo de fácil utilização. Em relação à percepção que esses usuários tiveram quanto à utilidade do aplicativo, estes também consideraram em geral que o aplicativo seria útil comercialmente.

7 CONCLUSÃO

O pagamento móvel possui um grande potencial. Todavia, é necessário um cuidadoso processo no seu desenvolvimento. Para ter sucesso, no futuro, o sistema de pagamento móvel deverá ser um modelo de ganha-ganha, ou seja, onde tanto o usuário pagante quanto o recebedor tenham vantagens na sua utilização. Assim, o negócio de pagamento móvel deverá ser tão conveniente quanto seguro, seja no micro ou no macro-pagamento. O modelo de pagamento móvel do futuro deverá ser (1) de qualquer tipo, (2) realizado por qualquer um, (3) com qualquer aparelho, (4) em qualquer lugar, (5) de qualquer valor e (6) para qualquer tipo de negócio ou transação. É neste âmbito que o modelo 4iPay se insere, propondo uma solução aberta e independente de dispositivo, localização, operadora e instituição financeira para a efetivação de transações eletrônicas de fundos. Para tanto, este trabalho procurou demonstrar cenários de utilização do modelo de forma a atender tanto local quanto remotamente transações com diferentes dispositivos, deixando de forma transparente ao usuário questões como o tipo de conexão que será utilizada.

No incurso deste trabalho foram analisados seis (6) trabalhos com características semelhantes ao modelo 4iPay, sendo eles: UbiPay, mFerio, U-PR, SmartRestaurant, MUCS e fairCASH. A fim de verificar a viabilidade do modelo proposto foram desenvolvidas três (3) avaliações sobre as quais o modelo foi submetido, sendo elas: avaliação por cenários, de desempenho e de aceitação junto a usuários entrevistados. A avaliação de desempenho ainda foi subdividida em outras duas análises específicas: avaliação de consumo de energia e de tempo das transações.

O objetivo principal do trabalho, de atender as quatro (4) premissas do comércio ubíquo de acordo com (WATSON, PITT, *et al.*, 2002), foi obtido através de quatro (4) características básicas do modelo 4iPay: independência de dispositivo, de tempo, localização física, operadora de telefonia e instituição financeira. Para atingir este objetivo, foi proposta uma arquitetura baseada no modelo de barramento de serviços ESB (*Enterprise Service Bus*), permitindo a independência em integrações com qualquer plataforma, tanto do lado do cliente (com o dispositivo móvel do usuário) quanto do lado do servidor (integrando com diferentes operadoras de telefonia, administradoras de cartões ou instituições financeiras). Neste sentido, a intenção foi oferecer independência de tecnologia permitindo realizar transações por meio de qualquer tipo de conexão ou protocolo de comunicação que o dispositivo móvel tenha acesso. O trabalho também procurou adicionar sensibilidade ao contexto das transações do usuário, permitindo operações personalizadas com segurança adicional de acordo com a localização onde o usuário efetua o pagamento ou requerer um recebimento. Dessa forma, foi proposto um mecanismo de segurança que pode ser composto por seis (6) níveis de segurança para autenticação e autorização de transações, acrescentando biometria como mecanismo de proteção.

Como principais resultados, foi possível verificar a aplicabilidade do modelo aos cenários propostos, com destaque para o atendimento: ao pagamento local com diversas possibilidades de efetivação da transação; ao pagamento e recebimento à distância, este último um diferencial entre os modelos relacionados; e ao pagamento sensível ao contexto, permitindo que uma transação possa ser efetuada automaticamente ou com nível máximo de segurança, dependendo da localização e preferências do usuário. Quanto às avaliações de desempenho (de custo de energia e tempo das transações), foi possível observar os ganhos em termos de otimização dos pacotes de dados trafegados e por consequência a economia de banda e de consumo de energia de bateria, fundamentais num sistema de pagamento móvel,

bem como os baixos tempos para se efetuar transações completas tanto de forma local, quanto à distância. Por fim, quanto à avaliação de aceitação do modelo, foi possível observar o grande interesse e aprovação dos usuários em relação ao aplicativo, sua facilidade de uso e percepção de utilidade que teria com notas de aceitação todas acima de oitenta (80%) por cento.

7.1 Comparação com Trabalhos Relacionados

Após a implementação e testes do protótipo construído para o modelo 4iPay, é possível compará-lo com os trabalhos estudados, os quais foram apresentados na Seção 2.3. Na Tabela 22 são sumarizadas as características de cada trabalho.

Tabela 22. Comparação entre Modelos Relacionados e 4iPay

Modelo / Característica		UbiPay	mFerio	U-PR	Smart Restaurant	MUCS	fairCASH	4iPay	
Arquitetura		P2P	P2P	Cliente-Servidor e P2P	Cliente-Servidor	Cliente-Servidor	Cliente-Servidor e P2P	Cliente-Servidor e P2P	
Quanto às Tecnologias Suportadas	SMS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	
	WAP	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	
	NFC	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	
	Bluetooth	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	
	Ethernet	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	
	Wi-Fi	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
	USB	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	
	TV Digital	Não aplicável	Não aplicável	Aplicável	Aplicável	Não aplicável	Aplicável	Aplicável	
Quanto à Localização	Pagamento	Local	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
		À distância	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
	Requerer Pagamento	Local	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
		À distância	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
	Sensível ao contexto	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	
Segurança e Privacidade	Distribuição da Informação	Regular	Regular	Alta	Baixa	Baixa	Alta	Alta	
	Nível de Segurança da Informação	Proteção regular (Níveis 0,1)	Proteção regular (Níveis 0,1,5)	Alta proteção (Níveis 1,2,5)	Baixa proteção (Níveis 0,1)	Baixa Proteção (Nível 1)	Alta proteção (Níveis 1,2,3,4)	Alta proteção (Níveis 0,1,4,5)	
	Criptografia dos dados	Dos dados armazenados e transmitidos	Dos dados armazenados e transmitidos	Dos dados armazenados e transmitidos	Dos dados transmitidos	Dos dados transmitidos	Dos dados armazenados e transmitidos	Dos dados armazenados e transmitidos	
	Criptografia das mensagens	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	
	Autenticação e autorização rápidas	Não	Sim, por biometria ou senha gráfica	Não	Não	Não	Não	Sim, por biometria ou senha gráfica	
	Autorização automática	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	
Site de Gerenciamento		Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	

Fonte: Elaborada pelo autor

A comparação inicia com a análise da arquitetura de cada modelo estudado. Os modelos foram analisados quanto ao atendimento das transações aos formatos P2P e cliente-servidor, ou seja, se eles possuem a habilidade de executar transações locais ou à distância.

Em geral, os modelos têm a intenção de somente atender um segmento específico, com exceção dos modelos fairCASH (CHING e KREFT, 2008) e U-PR (LEE, JU e JEONG, 2006), os quais possuem uma arquitetura mais aberta, permitindo realizar transações que atendem tanto requisições P2P quanto à distância no formato cliente-servidor, o que também é encontrado no modelo 4iPay.

O próximo conjunto de itens analisado diz respeito às tecnologias suportadas, tais como formas de entrada e saída de informações atendidas pelos modelos. Esta avaliação também poderia ser realizada com respeito aos dispositivos suportados por cada modelo. Entretanto, como alguns modelos se dedicam apenas ao *m-commerce*, este estudo examina especificamente tecnologias desenvolvidas nestes modelos, sendo estas: SMS, WAP, NFC, Ethernet, Bluetooth, Wi-Fi, USB e TV Digital. Modelos recentes em geral não preveem mais a tecnologia SMS. SMS foi a primeira tecnologia utilizada em transações *m-commerce* (TIWARI e BUSE, 2007) e pode estar sendo preterida principalmente em função da entrada da tecnologia NFC.

Todavia, é importante salientar que, por ser uma tecnologia de aproximação, NFC tem um alcance limitado e, por consequência, é destinada a realização de transações locais, não atendendo transações remotas, o que a SMS consegue realizar. Por outro lado, qualquer celular possui suporte a SMS, diferentemente da tecnologia NFC atualmente.

Mesmo assim, muitas soluções comerciais ainda utilizam SMS para realizar pagamentos e não suportam outras tecnologias ou métodos de *m-payment*, já que estas utilizam SMS de alta prioridade, frequentemente em parceria com a operadora de telefonia, a qual fornece alta disponibilidade e segurança para transações com SMS. Todavia, em geral este formato é limitado àqueles usuários que são clientes da referida operadora de telefonia.

O modelo 4iPay não descarta a solução SMS, por três razões principais: (1) o modelo procura atingir qualquer tipo de dispositivo móvel, inclusive os aparelhos celulares mais simples, que não são smartphones e assim não as mais recentes tecnologias de conexão, tais como NFC, Bluetooth, Wi-Fi, etc.; (2) o modelo visa atender não apenas transações locais, mas remotas e sensíveis ao contexto do usuário. Assim, caso o usuário queira realizar uma transação local, mas não possua NFC ou Bluetooth, ou mesmo à distância e esteja sem acesso a Wi-Fi ou a rede de dados da operadora de telefonia, o usuário ainda assim pode realizar transações via SMS, permitindo realizar transações tanto locais quanto à distância; (3) o modelo pode utilizar mensagem SMS ou a tecnologia de *push notification* para notificar o usuário pagante no caso de transações de requisição de pagamento à distância.

Outro aspecto analisado foi a possibilidade de atendimento dos modelos a outros tipos de dispositivos, além dos dispositivos móveis, utilizando TV Digital ou conexão Ethernet, por exemplo. O modelo 4iPay visa atender estes requisitos a partir da sua arquitetura cliente-servidora e baseada na estrutura de barramento de serviços ESB, onde qualquer tipo de aplicação cliente pode se conectar, enviando e recebendo transações.

Quanto às tecnologias NFC e Bluetooth, com exceção do modelo SmartRestaurant, todos os outros modelos atendem estas duas tecnologias, suportando assim pagamentos do tipo P2P entre os dispositivos móveis ou com uma *Tag*. Quanto à aplicabilidade do acesso via TV Digital, somente os modelos U-PR, fairCASH e 4iPay são aplicáveis. Já quanto ao acesso Ethernet, somente os modelos SmartRestaurant e fairCASH permitem o acesso, demonstrando

preocupação destes modelos em não considerar apenas usuários com dispositivos móveis, o que acontece também com o modelo proposto 4iPay. No caso do acesso wireless, todos os modelos atendem este requisito.

Outro grupo de itens avaliado diz respeito à localização das transações: local, à distância (remota) e sensível ao contexto do usuário. Foi observado que todos os modelos atendem requisições locais, funcionando como moedeiros eletrônicos e em geral com pagamentos por proximidade (NFC), atendendo principalmente micro-pagamentos. Quanto às transações à distância, além do modelo 4iPay, somente UbiPay, SmartRestaurant e fairCASH, atendem ao requisito, o qual reforça a preferência pelo pagamento local. Quanto ao requisito de realizar transações sensíveis ao contexto do usuário, somente UbiPay, SmartRestaurant e 4iPay atendem ao requisito. Estes modelos utilizam informações sobre a localização do usuário para decidir sobre níveis de segurança a aplicar e permitindo ou não determinadas transações.

No entanto, quanto ao requisito de permitir a requisição de pagamento local e à distância, os modelos que atendem este item apenas se dedicam à transação local, através de NFC, enquanto o modelo 4iPay resolve tanto o recebimento local quanto à distância, este último através do uso de mensagem SMS ou via as tecnologias de *push notification*.

O último grupo de itens avaliados diz respeito ao nível de segurança e privacidade na realização das transações. Em relação a distribuição das informações, item importante para verificar a concentração das informações sobre as transações, alguns modelos forma considerados com baixa distribuição, como aqueles que são baseados totalmente em informações concentradas num servidor, como o modelo SmartRestaurant.

Já os modelos fairCASH, U-PR e 4iPay possuem alta distribuição, na medida em que, por segurança, estes modelos distribuem as informações sobre as transações, escondendo ou prevenindo acesso tanto do usuário pagador, quanto do recebedor, ou mesmo do servidor, sobre todo o conjunto de informações a respeito das transações. Um exemplo é a aplicação cliente que não possui nenhuma informação sobre o recebedor e vice-versa.

Em relação ao nível de segurança promovido por cada modelo, foram considerados modelos mais seguros: U-PR, fairCASH e 4iPay, por habilitarem pelo menos três níveis não básicos de segurança da informação. Outro item avaliado foi em relação a encriptação dos dados, onde todos os modelos possuem ao menos criptografia dos dados transmitidos, porém nem todos possuem preocupação com os dados armazenados. Os modelos SmartRestaurant e MUCS apenas criptografam os dados transmitidos. Quanto ao serviço de autenticação e autorização rápidas, características importantes para acessar a aplicação e autorizar os pagamentos de forma rápida, somente o modelo 4iPay e mFerio atendem ao requisito, através de biometria (leitura da impressão digital do usuário).

Quanto a autorização para realizar pagamentos de forma automática, característica que facilita executar pagamentos repetitivos ou comuns do dia-a-dia automaticamente, somente UbiPay e 4iPay atendem ao requisito. Finalmente, os modelos foram avaliados quanto a possuir mecanismos de monitoramento e gerenciamento das transações disponíveis ao usuário. Foram identificados poucos modelos com esta característica, sendo U-PR, SmartRestaurant, MUCS e 4iPay.

7.2 Contribuições

Como diferencial acadêmico este trabalho iniciou com a definição de uma classificação dos modelos de pagamento, ampliando as propostas definidas por (KARNOUSKOS e FOKUS, 2004) e (XIN, 2009). A classificação apresentada diferencia-se pela congregação das propostas iniciais dos autores e melhorias quanto ao modelo de negócio e níveis de segurança.

Quanto ao modelo 4iPay, um diferencial é a capacidade de ser sensível ao contexto, mais especificamente com a capacidade de realizar transações com níveis de segurança diferenciados de acordo com as configurações, perfil do usuário e sua localização, já que o usuário pode realizar pagamentos automáticos inclusive, dependendo do local onde ele se encontra. Nesse âmbito, o modelo procura tornar transparente para o usuário questões como o tipo de conexão utilizada.

Outro diferencial apresentado pelo modelo 4iPay em relação aos trabalhos relacionados foi a capacidade de atender ao pagamento e à requisição de pagamento de forma local ou à distância, demonstrando a flexibilidade do modelo em pagamentos e recebimentos.

Foram estudados e compostos neste trabalho diversos conceitos e tecnologias visando montar um modelo capaz de agregar as principais funcionalidades para atender as quatro (4) premissas da computação ubíqua aplicadas ao pagamento móvel, sendo que de forma prática, foi gerado um protótipo de aplicação que visa demonstrar estas capacidades.

Como contribuição adicional, alguns artigos foram publicados e apresentados à comunidade acadêmica:

1. Publicação em Processo de Submissão

1.1. IJEC 2012 - International Journal of Electronic Commerce. School of Management, University of San Francisco, CA, USA. <http://www.ijec-web.org/ijec-on-line/>

2. Publicação Aceita

2.1. IMIS-2012 – Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing – Workshop The Second International Workshop on Mobile Commerce, Cloud Computing, Network and Communication Security 2012 (MCNCS 2012)

ROEHRS, A.; COSTA, C. A.; BARBOSA, J. L. V. 4iPay: A Model for Mobile Payment in Ubiquitous Commerce. In: Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing – Workshop The Second International Workshop on Mobile Commerce, Cloud Computing, Network and Communication Security 2012 (MCNCS 2012), IMIS 2012, July 4-th to July 6-th, 2012, Palermo, Italy.

3. Publicação Concluída

3.1. WSCAD-SCC 2011 - XII Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho

ROEHRS, A.; COSTA, C. A.; BARBOSA, J. L. V. A Model for Mobile Payment in Ubiquitous Commerce. In: XII Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho, WSCAD-SCC 2011, 26 a 29 de outubro, 2011, Vitoria, ES, Brasil. Disponível em: <http://www.computer.org/portal/web/csdl>.

3.2.SBCUP 2011 - XXXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – III Simpósio de Computação Ubíqua e Pervasiva

ROEHRS, A.; COSTA, C. A.; BARBOSA, J. L. V. Uma Proposta de Modelo de Pagamento Móvel para o Comércio Ubíquo. In: XXXI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO – III Simpósio de Computação Ubíqua e Pervasiva, SBCUP 2011, 19 a 22 de julho, 2011, Natal, RN.

3.3.ERAD 2011 - 11.a Escola Regional de Alto Desempenho

ROEHRS, A.; COSTA, C. A.; BARBOSA, J. L. V. 4iPay: Modelo de Sistema de Pagamento Móvel em Comércio Ubíquo. In: 11.a Escola Regional de Alto Desempenho - Segmento de Computação Pervasiva e Tolerância a Falhas, 25 de março de 2011, UFRGS, Porto Alegre, RS.

4. Premiações

4.1.Prêmio Santander Universidades - Classificado entre os 300 melhores trabalhos de 2011, dentre 3990 submetidos, na categoria “Empreendedorismo”:

ROEHRS, A.; COSTA, C. A. 4iPay: Modelo de Sistema de Pagamento Móvel em Comércio Ubíquo. Prêmio Santander Universidades de Empreendedorismo – Projeto Empreendedor, 2011, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <http://www.santanderuniversidades.com.br/Documents/relacao300.pdf>. Acessado em 01/10/2011.

7.3 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, pretende-se adicionar suporte para diferentes plataformas de desenvolvimento, bem como portar a aplicação para diferentes dispositivos móveis.

Outro objetivo futuro do trabalho é a implementação de melhorias em termos de segurança da informação e otimizações para incrementar o desempenho do aplicativo, essencial para um sistema de pagamento móvel.

Ainda tem-se por objetivo avaliar outros cenários para uso com diferentes dispositivos e protocolos de comunicação, bem como ampliar e explorar outros cenários de utilização quanto à sensibilidade ao contexto.

REFERÊNCIAS

- AMAZON. Amazon, In. **Amazon Payments**, 2011. Disponível em: <<https://payments.amazon.com/sdui/sdui/business?sn=devfps/mps>>. Acesso em: 17 mai. 2011.
- ANDROID. Google, Inc. **Google Wallet**, 2011. Disponível em: <<http://www.google.com/wallet/>>. Acesso em: 11 maio 2011.
- APPLE. iOS Features. **Push Notifications**, 2011. Disponível em: <<http://developer.apple.com/technologies/ios/features.html>>. Acesso em: 01 Dec 2011.
- ASTAH. **Site oficial do software Astah Community**, 2011. Disponível em: <<http://astah.change-vision.com>>. Acesso em: 1 Setembro 2011.
- BALAN, R. et al. **mFerio**: The Design and Evaluation of Peer-to-Peer Mobile Payment System. In: Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services (MobiSys '09). New York, NY, USA: ACM. 22-25 June 2009. p. 22-25.
- BALASUBRAMANIAN, S.; PETERSON, R.; JAVENPAA, L. Exploring the implications of m-commerce for markets and marketing. **Journal of the Academy of Marketing Science**, New York, NY, USA, v. 30, n. 4, p. 348-361, 2002. ISSN 0092-0703. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/009207002236910>. DOI: 10.1177/009207002236910.
- BLACKBERRY. BlackBerry Push Service. **BlackBerry Application Platform Services**, 2011. Disponível em: <<http://us.blackberry.com/developers/platform/pushapi.jsp>>. Acesso em: 01 Dec 2011.
- BOOCH, G.; JACOBSON, I.; RUMBAUGH, J. **The Unified Modeling Language for Object-Oriented Development**. 1 edition. ed. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1998. 512 p. ISBN 0201571684.
- BRYANT, L. et al. Emerging Technologies for Learning. **Digital Education Resource Archive (DERA)**, 2007. Disponível em: <http://dera.ioe.ac.uk/1502/2/becta_2007_emergingtechnologies_vol2_report.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2011.
- C2DM. Android Cloud to Device Messaging Framework. **Google Projects for Android**, 2011. Disponível em: <<http://code.google.com/android/c2dm/>>. Acesso em: 01 Dec 2011.
- CHAPPELL, D. A. **Enterprise Service Bus: Theory In Practice**. First. ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., v. 1, 2004. ISBN 978-0-596-00675-4.
- CHING, Y. C.; KREFT, H. **FairCASH**: Concepts and Framework. In: Proceedings of the 2008 The Second International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services, and Technologies. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. 2008. p. 269--274. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1510534.1511887>. DOI: 10.1109/NGMAST.2008.40.
- CHU, V.; RAJENDRAN, G. Use of Biometrics. **TechCast Article Series**, 2009. Disponível em: <http://www.techcast.org>. Acesso em: 01 jun. 2011.

DAHLBERG, T. et al. Past, present and future of mobile payments research: A literature review. **Electronic Commerce Research and Applications**, Oxford, v. 7, n. 2, p. 165-181, 2007. ISSN 1567-4223. Disponível em:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567422307000075>. DOI: 10.1016/j.elerap.2007.02.001.

DAVIS, F. Perceived Usefulness, Perceived Ease Of Use, and User Acceptance Of Information Technology. **MIS Quarterly**, v. 13, n. 3, p. 319-339, 1989.

DEY, A. K. Understanding and Using Context. **Personal and Ubiquitous Computing**, London, v. 5, n. 1, p. 4-7, February 2001.

DIAO, S. A. T. L. **U-commerce Product Adoption: An Economic Model for Personalization and Privacy Concerns**. In: Proceedings of Management and Service Science (MASS '09). International Conference on. Wuhan: IEEE Xplore Digital Library. 2009. p. 1-3. DOI: 10.1109/ICMSS.2009.5301961.

ECLIPSE. **Site Oficial do software IDE Eclipse**, 2011. Disponível em: <<http://www.eclipse.org>>. Acesso em: 1 Agosto 2011.

FIELDING, R. T. **Architectural styles and the design of network-based software architectures**. Irvine, CA, USA: University of California, v. Chapter 5, 2000. Disponível em: http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm.

FINKENZELLER, K. **RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication**. 3. ed. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd., v. 1, 2010.

FINNIE, G.; SHI, H.; BARKER, J. **U-Commerce and Trust in Digital Ecosystems**. In: Proceedings of the Digital EcoSystems and Technologies Conference, 2007. DEST '07. Inaugural IEEE-IES. Cairns: IEEE Xplore Digital Library. 2007. p. 281-284. Digital Object Identifier: 10.1109/DEST.2007.371984.

FOWLER, M. **UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language**. 3.ed. ed. Boston: Pearson Education, Inc., 2004. ISBN 0321193687.

FRANCO, L. K. et al. MUCS: A model for ubiquitous commerce support. **Electronic Commerce Research and Applications**, v. 10, n. 2, p. 237-246, March–April 2011. ISSN 1567-4223.

GOOGLE. Google, Inc. **Android Web Site**, 2007. Disponível em: <<http://www.android.com/>>. Acesso em: 01 jun. 2011.

GOOGLE. Google, Inc. **Google Wallet**, 2011. Disponível em: <<http://www.google.com/wallet/>>. Acesso em: 11 maio 2011.

IBM. **Site Oficial do IBM Rational Software**, 2011. Disponível em: <<http://www-01.ibm.com/software/br/rational/>>. Acesso em: 2 Setembro 2011.

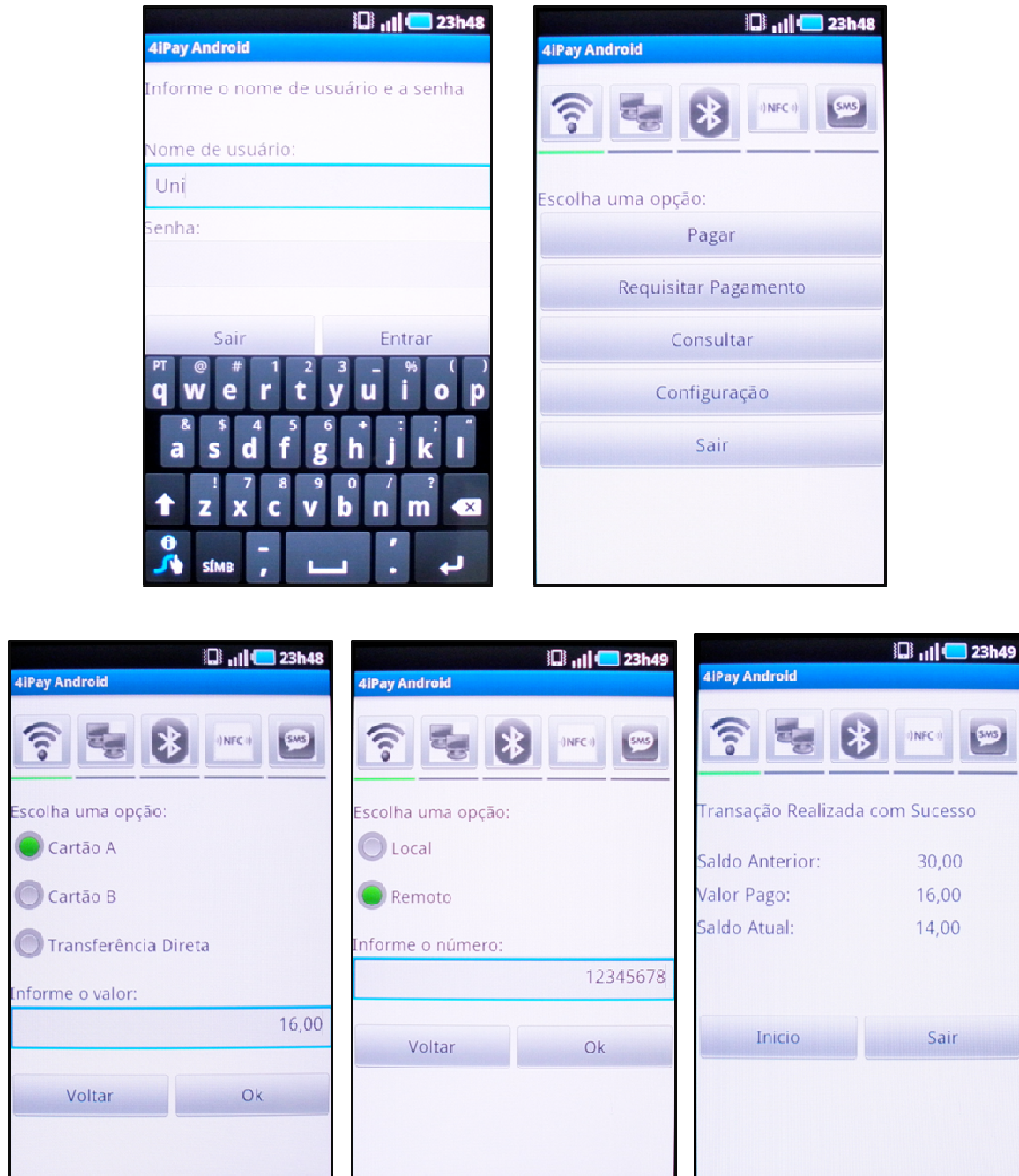
ISO. International Standards for Business. **ISO Financial Services**, nov. 2011. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31628>. Acesso em: 01 nov. 2011.

ISO. ISO Catalogue. **ISO 8583: 1993**, 1993. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=15871>. Acesso em: 01 nov. 2011.

- JCP. Oracle Corporation. **Java Community Process - Java EE Connector Architecture**, 2009. Disponível em: <<http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=322>>. Acesso em: 01 jun. 2011.
- JCP. Oracle Corporation. **Java Community Process - Java Message Service Specification**, 2002. Disponível em: <<http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/final/jsr914/index.html>>. Acesso em: 01 jun. 2011.
- JUNGLAS, I.; WATSON, R. T. The U-Constructs: Four Information Drives. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 17, n. 26, p. 2-43, 2006. Disponível em: <http://aisel.aisnet.org/cais/vol17/iss1/26>.
- KARNOUSKOS, S.; FOKUS, F. Mobile payment: a journey through existing procedures and standardization initiatives. **Communications Surveys & Tutorials, IEEE**, 6, n. 4, 2004. 44-66. DOI: 10.1109/COMST.2004.5342298.
- KIANG, M. Y.; CHI, R. T. A framework for analyzing the potential benefits of Internet marketing. **Journal of Electronic Commerce Research**, v. 2, n. 4, p. 157-158, 2001.
- LASSILA, D. et al. Electronic Funds Transfer. **LexisNexis**, 2011. Disponível em: <<https://litigation-essentials.lexisnexis.com/webcd>>. Acesso em: 15 maio 2011.
- LEE, K. J.; JU, J.-I.; JEONG, J. M. **A Payment & Receipt Business Model in U-Commerce Environment**. In: Proceedings of the ICEC '06 Proceedings of the 8th international conference on Electronic commerce: The new e-commerce: innovations for conquering current barriers, obstacles and limitations to conducting successful business on the internet. Fredericton, New Brunswick, Canada: ACM. 2006. p. 319-324. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1151454.1151507>.
- LEHDONVIRTA, V. et al. **UbiPay: Minimizing Transaction Costs with Smart Mobile Payments**. In: Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Technology, Application & Systems (Mobility '09). Nice, France: ACM. 2009. p. 1:1--1:7. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/1710035.1710036>.
- LEHTONEN, M.; MICHAHELLES, F.; FLEISCH, E. **Probabilistic Approach for Location-Based Authentication**. In: Proceedings of the 1st International Workshop on Security for Spontaneous Interaction, IWSSI, , organized in 9th International Conference on Ubiquitous Computing. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich Department of Management, Technology and Economics. 2007. p. 4-5.
- LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology** , Washington,DC, v. 22, n. 140, p. 1-55, 1932. ISSN 1933-01885-001. Disponível em: <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1933-01885-001>.
- LINEHAN, M. T. **Television commerce payments**. 7003789, 21 fev. 2006. Disponível em: <http://www.google.com/patents?id=apB4AAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4#v=onepage&q&f=false>.
- LUKKARI, J.; KORHONEN, J.; OJALA, T. **SmartRestaurant - Mobile Payments in Context-Aware Environment**. In: Proceedings of the 6th international conference on Electronic commerce (ICEC '04). New York, NY, USA: ACM. 2004. p. 575-582. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/1052220.1052293>.
- MICROSOFT. Microsoft Office. **Microsoft Excel**, 2011. Disponível em: <<http://office.microsoft.com/en-us/excel/>>. Acesso em: 01 Dec 2011.

- MSDN. Microsoft Developer Network. **Microsoft Push Notification Service**, 2011. Disponível em: <[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff402558\(v=vs.92\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff402558(v=vs.92).aspx)>. Acesso em: 01 Dec 2011.
- NFC. NFC Forum, 2011. Disponível em: <<http://www.nfc-forum.org/home>>. Acesso em: 1 September 2011.
- OI. Oi.com.br. **OiPaggo**, 2011. Disponível em: <<http://www.paggo.com.br>>. Acesso em: 02 mai. 2011.
- ORACLE. **Site Oficial do software Oracle GlassFish Community**, 2011. Disponível em: <<http://glassfish.java.net/>>. Acesso em: 1 Setembro 2011.
- OUKHAY, Y. **Context Aware Services**. Stockholm, Sweden: [s.n.], 2006. Master of Science Thesis. KTH Information and Communication Technology. Disponível em: http://web.it.kth.se/~maguire/DEGREE-PROJECT-REPORTS/060125-Younes_Oukhay-with-cover.pdf.
- PAPAZOGLU, M. P.; GEORGAKOPOULUS, D. Introduction. **Communications of the ACM - Service-oriented computing**, New York, NY, USA, v. 46, n. 10, p. 24-28, October 2003. ISSN 0001-0782. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/944217.944233>.
- PATAUNER, C. et al. **High Speed RFID/NFC at the Frequency of 13.56 MHz**. In: Proceedings of The First International EURASIP Workshop on RFID Technology. Vienna, Austria: EURASIP. 2007. p. 1-4. Disponível em: <http://www.eurasip.org/Proceedings/Ext/RFID2007/pdf/s1p4.pdf>.
- PAYPAL. **PayPal Mobile**, 2011. Disponível em: <https://personal.paypal.com/br/cgi-bin/?cmd=_render-content&content_ID=marketing_br/mobile_payments>. Acesso em: 15 maio 2011.
- PERING, T. et al. **CoolSpots: Reducing the Power Consumption of Wireless Mobile Devices with Multiple Radio Interfaces**. In: MobiSys'06. Uppsala, Sweden: ACM. 2006. p. 221. http://www.usenix.org/events/mobisys06/full_papers/p220-pering.pdf.
- QIANG, Y.; TINGJIE, L. **A Study of Mobile Payment Mode in U-commerce**. In: Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM '08. 4th International Conference on. Beijing, China: IEEE. 2008. p. 1-3. DOI:10.1109/WiCom.2008.2246.
- REENSKAUG, T. MVC Xerox PARC 1978-79, 1979. Disponível em: <<http://heim.ifi.uio.no/~trygver/themes/mvc/mvc-index.html>>.
- SACCOL, A. Z.; REINHARD, N. Tecnologias de informação móveis, sem fio e ubíquas: definições, estado-da-arte e oportunidades de pesquisa. **Rev. adm. contemp.**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 175-198, Dec. 2007. ISSN 1982-7849. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552007000400009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 jun. 2011. DOI: 10.1590/S1415-65552007000400009.
- SALVI, A. B.; SAHAI, S. **Dial m for money**. In: Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce (WMC '02). Atlanta, Georgia, USA: ACM. 2002. p. 95-99. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/570705.570723>.
- SATYANARAYANAN, M. Pervasive computing: vision and challenges. **Personal Communications, IEEE**, Pittsburgh, v. 8, n. 4, p. 10-17, August 2001. ISSN ISSN: 1070-9916. Digital Object Identifier: 10.1109/98.943998.

- SILVA, B. G. et al. An ontology-based repository for a spontaneous social network. **IEEE International Conference on Computational Aspects of Social Networks (CASON)**., Salamanca, p. 227-232, 2011. Proceedings of the 2011 International Conference on Computational Aspects of Social Networks (CASON). Los Alamitos.
- STOGIANNOS, P.; DOLLAS, A.; DIGALAKIS, V. A Configurable Logic Based Architecture for Real-Time Continuous Speech Recognition Using Hidden Markov Models. **The Journal of VLSI Signal Processing**, New York, NY, USA, v. 24, n. 2, p. 223, 01 mar. 2000. ISSN 0922-5773. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008197523254>. Doi: 10.1023/A:1008197523254.
- SURVEYMONKEY. SurveyMonkey Questionário Online, 2011. Disponível em: <http://www.surveymonkey.com/>. Acesso em: 15 dez. 2011.
- SWYPE. Swype Type Fast. **Swype Keyboard Evolution**, 2011. Disponível em: <http://www.swype.com/>. Acesso em: 01 dez. 2011.
- TIWARI, R.; BUSE, S. The Mobile Commerce Prospects: A strategic analysis of opportunities in the banking sector. Hamburg: Hamburg University Press, 2007. 33 p. ISBN 978-3-937816-31-9. Disponível em: http://hup.sub.uni-hamburg.de/opus/volltexte/2008/16/pdf/HamburgUP_Tiwari_Commerce.pdf.
- TURNBULL, R. S.; GEDGE, R. **Location Based Authentication**. WO/2006/103387, 2006.
- TWITTER. Twiter, Inc. **Twitpay**, 2011. Disponível em: <http://twitter.com/#!/twitpay>. Acesso em: 20 mai. 2011.
- VISA. Visa, Inc. **Visa Mobile Pay**, 2011. Disponível em: <http://www.visa.com.br/conteudo.asp?pg=1240>. Acesso em: 8 mai. 2011.
- W3C. W3C SOAP Specifications. **W3C**, 2004. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/soap/>. Acesso em: 01 jun. 2011.
- WATSON, R. T. et al. U-Commerce: Expanding the Universe of Marketing. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 30, n. 4, p. 333-347, October 2002. ISSN 00920703.
- WIRESHARK. Wireshark Go Deep. **Wireshark Network Protocol Analyser**, 2011. Disponível em: <http://www.wireshark.org/>. Acesso em: 01 Dec 2011.
- XIN, C. **U-Commerce New Technologies and Issues**. In: 2nd International Conference on Power Electronics and Intelligent Transportation System. Shenzhen: IEEE. 2009. p. 88-91. DOI: 10.1109/PEITS.2009.5406796.
- YOON, C.; KIM, S. Convenience and TAM in a ubiquitous computing environment: The case of wireless LAN. **Electronic Commerce: Research and Application**, v. 6, n. 1, p. 102-112, Jan 2007.
- ZHANG, L.; LIU, Q.; LI, X. Ubiquitous Commerce: Theories, Technologies, and Applications. **Journal of Networks**, v. 4, n. 4, p. 271-278, 2009. DOI:10.4304/jnw.4.4.271-278.
- ZWASS, V. Electronic commerce: structures and issues. **International Journal of Electronic Commerce**, Armonk, NY, USA, v. 1, n. 1, p. 3-23, September 1996. ISSN 1086-4415. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1189795.1189796>.

ANEXO A - SCREENSHOTS APLICAÇÃO EXECUTANDO**Figura 24. Interfaces da Aplicação Executando**

Fonte: Elaborada pelo autor

ANEXO B - SCREENSHOTS QUESTIONÁRIOS APLICADOS

Figura 25. Página com Questionário sobre Facilidade de Uso

4iPay - Avaliação de Aceitação
Sair deste questionário

Facilidade de Uso - 4iPay

*** 1. Em relação à facilidade de uso do aplicativo 4iPay, indique sua opinião sobre as seguintes afirmações:**

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
O aplicativo é de fácil compreensão.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O aplicativo é de fácil utilização.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Com pouco esforço se faz um pagamento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Com pouco esforço se faz um recebimento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As opções são claras e objetivas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Comentários

Página Seguinte >

Fonte: (SURVEYMONKEY, 2011)

Figura 26. Página com Questionário sobre Percepção de Utilidade

4iPay - Avaliação de Aceitação
Sair deste questionário

Percepção de Utilidade - 4iPay

*** 2. Em relação à percepção de utilidade do aplicativo 4iPay, indique sua opinião sobre as seguintes afirmações:**

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
As opções de menu apresentadas foram relevantes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O aplicativo facilita um pagamento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O aplicativo facilita um recebimento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O aplicativo seria útil comercialmente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Caso disponível, eu usaria o 4iPay como meu meio principal de pagamento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Comentários

< Página Anterior
Concluir

Fonte: (SURVEYMONKEY, 2011)