

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
MESTRADO EM TECNOLOGIA

ROGÉRIO COELHO GUIMARÃES

ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO: UM MODELO APLICÁVEL A SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO NO SETOR DE TELEFONIA MÓVEL CELULAR.

SÃO PAULO
DEZEMBRO, 2006

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ROGÉRIO COELHO GUIMARÃES

ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO: UM MODELO APLICÁVEL A SISTEMAS
DE INFORMAÇÃO NO SETOR DE TELEFONIA MÓVEL CELULAR

SÃO PAULO
DEZEMBRO, 2006

ROGÉRIO COELHO GUIMARÃES

ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO: UM MODELO APLICÁVEL A SISTEMAS
DE INFORMAÇÃO NO SETOR DE TELEFONIA MÓVEL CELULAR

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO EXIGÊNCIA PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM TECNOLOGIA
NO CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
PAULA SOUZA, NO PROGRAMA DE MESTRADO EM
TECNOLOGIA: GESTÃO, DESENVOLVIMENTO E
FORMAÇÃO, SOB ORIENTAÇÃO DO PROF. DR. ARISTIDES
NOVELLI FILHO.

SÃO PAULO

DEZEMBRO, 2006

G963p Guimarães, Rogério Coelho

Arquitetura de software de domínio específico: um modelo aplicável a sistemas de informação no setor de telefonia móvel celular / Rogério Coelho Guimarães. -- São Paulo, 2006.

106 f. + apêndice + anexos

Dissertação (Mestrado) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2006.

Arquitetura de software. 2. Engenharia de domínio.

3. Telefonia móvel celular. I. Título.

CDU 681.3.01:621.39

ROGÉRIO COELHO GUIMARÃES

ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO: UM MODELO APLICÁVEL A SISTEMAS
DE INFORMAÇÃO NO SETOR DE TELEFONIA MÓVEL CELULAR

PROF. DR. ARISTIDES NOVELLI FILHO

ORIENTADOR

PROF. DR. MAURÍCIO AMARAL DE ALMEIDA

MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. FRANCISCO EUGENIO BARRELLA

MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA

SÃO PAULO, 08 DE DEZEMBRO DE 2006

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais Gerusal e Raimunda, pelo apoio incondicional em todas as fases de minha vida.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela proteção e presença nos momentos mais difíceis de minha vida.

Agradeço aos meus pais Gerusal e Raimunda, pelo incentivo, amor e dedicação, viabilizando meus estudos desde o início.

Agradeço à minha querida esposa Renata, pela paciência e presença nesse longo caminho de estudo.

Agradeço ao meu orientador, Professor Aristides, por suas contribuições e direcionamentos.

Finalmente agradeço aos professores, funcionários e companheiros de mestrado do Centro Paula Souza, pela amizade, cumplicidade e ajuda.

RESUMO

O setor de telecomunicações é um dos mais dinâmicos e competitivos atualmente no mercado brasileiro, com destaque ao segmento de telefonia móvel celular. Neste contexto, a participação dos Sistemas de Informação é decisiva, pois são responsáveis pelo suporte e viabilidade da maioria dos processos de negócio existentes. Alguns fatores, como alterações tecnológicas e regulatórias, podem provocar mudanças nos modelos de negócio, conseqüentemente, novos Sistemas de Informação surgem ou alteram-se. Neste sentido, a melhoria do processo de desenvolvimento é o grande desafio da indústria de software e a utilização de arquiteturas de referência, principalmente para domínios específicos e para sistemas grandes e complexos, uma alternativa válida para isto. Diante desta perspectiva, o principal objetivo deste trabalho é apresentar e discutir um processo de criação de Arquitetura de Software de Domínio Específico (*Domain Specific Software Architecture - DSSA*), com o apoio de artefatos da Engenharia de Domínio e de processos e técnicas da Engenharia de Requisitos, entendendo que seu emprego é adequado ao domínio da telefonia móvel celular. Para isto, visando exemplificar o processo de criação, é descrita uma arquitetura de referência para sistemas de faturamento conjunto, voltada ao segmento de telefonia móvel celular.

Palavras-Chave: Serviço Móvel Celular. Co-Faturamento (*Co-Billing*), *Domain Specific Software Architecture* (DSSA). Engenharia de Requisitos. Engenharia de Domínio.

ABSTRACT

Telephone communication is one of the most dynamic and competitive sectors in today's Brazilian market, having a special emphasis on the mobile segment. In this context, the participation of the Information Systems is important and decisive as it is responsible for the support and viability of the major business' process at the moment. Some factors, as technologic and regulation changes can provoke substantial modifications in the business layouts and profiles and therefore, new Information Systems appear or modify. Hence, perfecting this developing process is today's greatest challenge in the software industry and the usage of referential architecture, specially to be used in specific domains and for greater and more complex systems which can be an alternative path in this process. Having this in mind, the main objective of this work is to introduce and discuss a creative process of Domain Specific Software Architecture (DSSA), with the support of the manufactured artifacts of the Domain Engineering and of processes and techniques of the Requirements Engineering, understanding that its use is adequate to the domain of the mobile system. Envisioning an example of this creative process as it is described herein, an architectural reference for systems as billing or invoicing as a whole, in the area of the mobile system.

Keywords: Mobile Service System, Co-Billing, Domain Specific Software Architecture (DSSA), Requirements Engineering and Domain Engineering.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADL	<i>Architecture Description Languages</i>
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
CSP	Código de Seleção de Prestadora
DSSA	<i>Domain Specific Software Architecture</i>
DDD	Discagem Direta à Distância
DDI	Discagem Direta Internacional
FCC	<i>Federal Communications Commission FCC</i>
FISTEL	Fundo de Fiscalização dos Serviços de Telecomunicações
LD	Longa Distância
LDN	Longa Distância Nacional
LDI	Longa Distância Internacional
LGT	Lei Geral de Telecomunicações
PBR	<i>Perspective-Based Reading</i>
PDL	<i>Program Description Languages</i>
SMC	Serviço Móvel Celular
SMP	Serviço Móvel Pessoal
STFC	Serviço Telefônico Fixo Comutado
UID	Universo de Informações
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 - Estrutura de uma DSSA.....	26
Fig. 2 - Visão Estruturada do Domínio.....	29
Fig. 3 - Fluxo de Atividades de <i>Viewpoints</i>	44
Fig. 4 - Resumo Histórico Recente do Setor de Telecomunicações.....	48
Fig. 5 - Cenário de Chamada LDN de SP para o RJ no SMC	53
Fig. 6 - Cenário de Chamada LDN de SP para o RJ no SMP	53
Fig. 7 - Fluxo Resumido de Faturamento de uma Operadora de Telefonia Móvel Celular no SMC.....	55
Fig. 8 - Fluxo Resumido de Faturamento de uma Operadora de Telefonia Móvel Celular no SMP	56
Fig. 9 - Componentes de uma DSSA.....	59
Fig.10 - Diagrama de Atividades do Faturamento Conjunto.....	66
Fig.11 - <i>Viewpoints</i> de Diferentes Especialistas sobre Faturamento Conjunto.....	68
Fig.12 - Arquitetura Geral de um Sistema de Faturamento Conjunto.....	71
Fig. 13 - MPA – Módulo de Protocolo de Aceite.....	73
Fig. 14 - MCI – Módulo de Crítica Inicial	74
Fig. 15 - MGA – Módulo de Geração de Arquivos.....	75
Fig. 16 - MAS – Módulo de Alteração de Status	78
Fig. 17 - MI – Módulo de Interface	80
Fig. 18 - MGR – Módulo Gerador de Relatórios	81
Fig. 19 - MC – Módulo de Conciliação.....	82
Fig. 20 - MR – Módulo de Repasse.....	83
Fig. 21 - MO – Módulo On-Line.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos Funcionais de Faturamento Conjunto.....	69
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Projetos e Formas de Escrita das Especificações	40
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO	22
1.1 Arquitetura de Software	22
1.1.1 Conceitos de Arquitetura de Software	23
1.1.2 Documentação de Arquitetura de Software	24
1.1.3 Desenvolvimento de Software Baseado em Arquitetura	25
1.1.4 Arquitetura de Software de Domínio Específico - DSSA	25
1.1.4.1 Alguns Aspectos sobre a Construção e Utilização da DSSA	27
1.2 O Processo de Tratamento do Domínio	28
1.2.1 Engenharia de Domínio	28
1.2.2 Análise de Domínio e Modelo de Domínio	29
1.3 Considerações Finais do Capítulo	30
2 ENGENHARIA DE REQUISITOS	32
2.1 Conceitos de Engenharia de Requisitos	32
2.2 Requisitos de Sistema de Software	33
2.2.1 Requisitos Funcionais	34
2.2.2 Requisitos não Funcionais	35
2.3 Processos da Engenharia de Requisitos	36
2.3.1 Elicitação de Requisitos	37
2.3.2 Análise de Requisitos	38
2.3.3 Especificação de Requisitos	40
2.4 Métodos e Técnicas da Engenharia de Requisitos	41
2.4.1 Entrevistas	42
2.4.2 Prototipação	42
2.4.3 <i>Viewpoints</i>	43
2.5 Considerações Finais do Capítulo	45

3 A TELEFONIA MÓVEL CELULAR E O MODELO DE NEGÓCIO DO FATURAMENTO CONJUNTO	46
3.1 O Setor de Telecomunicações no Brasil	47
3.1.1 Histórico Recente do Setor de Telecomunicações	47
3.1.2 A Reestruturação do Setor de Telecomunicações	48
3.2 A Agência Nacional de Telecomunicações	49
3.3 A Telefonia Móvel Celular e a Regulamentação do Serviço Móvel Pessoal	51
3.4 O Modelo de Negócio de Faturamento Conjunto	54
3.5 Considerações Finais do Capítulo	57
4 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DE UMA ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO	58
4.1 O Processo de Criação de uma DSSA	58
4.2 Definição do Modelo de Domínio	60
4.3 Estruturação dos Requisitos de Referência	61
4.3.1 Processos da Engenharia de Requisitos na Definição dos Requisitos de Referência.....	61
4.3.2 Métodos e Técnicas da Engenharia de Requisitos na Definição dos Requisitos de Referência.....	62
4.4 Determinação da Arquitetura de Referência	63
4.5 Considerações Finais do Capítulo	63
5 ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO PARA SISTEMAS DE FATURAMENTO CONJUNTO	65
5.1 O Modelo de Domínio do Faturamento Conjunto	65
5.2 Requisitos de Referência do Faturamento Conjunto	66
5.3 Arquitetura de Referência para Sistemas de Faturamento Conjunto	71
5.3.1 MPA - Módulo de Protocolo de Aceite	72
5.3.2 MCI - Módulo de Crítica Inicial.....	73
5.3.3 MGA - Módulo de Geração de Arquivos	74
5.3.4 MAS - Módulo de Alteração de Status.....	75
5.3.5 MI - Módulo de Interface	78

5.3.6 MGR - Módulo Gerador de Relatórios.....	80
5.3.7 MC - Módulo de Conciliação	81
5.3.8 MR - Módulo de Repasse	82
5.3.9 MO - Módulo On-Line	83
5.4 Considerações Finais sobre o Capítulo e a Arquitetura de Software Proposta	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICE A - Sintaxe dos Modelos da <i>Unifying Modeling Language</i> (UML) Utilizados no Trabalho	97
ANEXO A - Respostas do Gerente de Co-Billing da TIM sobre Faturamento Conjunto... ..	99
ANEXO B - Respostas do Presidente do Grupo Nacional de Co-Billing 2005 sobre Faturamento Conjunto.....	104

INTRODUÇÃO

O setor de telecomunicações brasileiro é caracterizado pela competição, inovação tecnológica e dinamismo. Fornece serviços de infra-estrutura e de primeira necessidade, importantes para o desenvolvimento do país. As empresas dessa indústria procuram ajustar seus processos, visando melhores resultados, em resposta ao exigente mercado e em busca da maximização dos ganhos.

Dentre os segmentos do setor destaca-se o de telefonia móvel celular, por ser o mais dinâmico e competitivo, exigindo dos modelos de negócio e dos sistemas de informação eficiência e flexibilidade frente às mudanças tecnológicas e regulatórias. Pode ser considerado um domínio específico, pois possui características próprias. Foi implantado recentemente no Brasil, no final da década de 90, e marcado por uma extraordinária evolução desde a sua privatização, passando, em menos de 11 anos, de 800 mil para mais de 80 milhões de usuários, sinalizando ainda excelentes perspectivas de crescimento (Anatel, 2005b).

No contexto da telefonia móvel celular, os modelos de negócio são afetados por mudanças tecnológicas, tendências de mercado e por alterações na regulamentação. A Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) é o órgão do Governo Federal responsável por estabelecer normas, diretrizes, metas e fiscalizar as operadoras de telefonia. Sendo assim, as ações de regulamentação podem representar criações ou modificações de processos de negócio e conseqüentemente dos sistemas de informação.

Em 2001 a Anatel promoveu a maior alteração institucional para o setor de telefonia móvel celular, desde o processo de privatização em 1997, à criação do Serviço Móvel Pessoal (SMP) em substituição ao ultrapassado Serviço Móvel Celular (SMC). A justificativa para a alteração foi a inovação tecnológica e o aumento da concorrência no setor (CONSIDERA et al., 2002).

A inovação tecnológica se deu porque no SMP é possível a introdução de novas tecnologias, potencializando a oferta de novos produtos e serviços. Já o aumento da concorrência foi devido à possibilidade de o usuário escolher a operadora de longa distância que realizará o encaminhamento de suas chamadas (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; CONSIDERA et al., 2002).

No SMC as chamadas de longa distância eram de responsabilidade da operadora de telefonia móvel celular, desde a negociação do encaminhamento até o faturamento e cobrança. Já no SMP a responsabilidade passa a ser das operadoras de longa distância, escolhidas pelo usuário no momento de realização da chamada. Há, portanto, uma

transferência de responsabilidade sobre as chamadas de longa distância, tanto no aspecto operacional quanto no financeiro (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; CONSIDERA et al. 2002).

Assim, as operadoras de longa distância podem realizar o faturamento e cobrança das chamadas de longa distância ou estabelecer acordos contratuais de faturamento e cobrança conjunta com a operadora móvel celular do usuário (Anatel, 2005e). A segunda alternativa se configura em um novo modelo de negócio, que não existia com o SMC: o faturamento conjunto, também conhecido como co-faturamento ou *co-billing*.

O faturamento conjunto é uma nova modalidade de faturamento, regulamentada pela Anatel por meio da Resolução nº 343, de 17 de julho de 2003, que consiste na prestação do serviço de faturamento e cobrança das chamadas de longa distância pelas operadoras de telefonia móvel celular, para as operadoras de longa distância. Importante destacar que, quando solicitadas, as operadoras móveis são obrigadas a prestar o serviço de faturamento e cobrança conjunta (Anatel, 2005e).

O novo modelo de negócio do faturamento conjunto envolve, de um lado, as operadoras de longa distância, responsáveis pelo encaminhamento das chamadas de longa distância, detentoras da receita, e, de outro, as operadoras de telefonia móvel celular, obrigadas a prestar o serviço de faturamento e cobrança conjunta e efetuar o devido repasse financeiro (Anatel, 2005a). Há, portanto, a necessidade de alteração dos sistemas de informação e criação de outros, com o objetivo de suportar o novo processo de negócio.

Os sistemas de informação representam um papel importante nesse contexto, pois estão presentes em quase todos os processos de negócio, viabilizando a execução e gestão dos mesmos. A indústria de software tem o desafio de construir sistemas com qualidade, custos e prazos satisfatórios e que atendam às necessidades dos modelos de negócio. A alternativa, para isso, é melhorar o processo de desenvolvimento.

A utilização de arquiteturas de software em auxílio ao desenvolvimento de sistemas de informação é uma excelente alternativa para aumentar a produtividade, principalmente em sistemas complexos e grandes, pois ela pode guiar o desenvolvimento, apresentando as estruturas da solução, seus componentes, suas funções, relacionamentos, permitindo uma visão estrutural de modelagem, controle, validação e documentação (BASS, CLEMENTS, KAZMAN, 1998; SHAW, GARLAN, 1994).

Arquitetura de Software de Domínio Específico (*Domain Specific Software Architecture – DSSA*) é um tipo de arquitetura de referência que busca estabelecer uma estrutura computacional direcionada a um domínio e definir procedimentos para seleções e

configurações de componentes, de acordo com as características funcionais e necessidades (METTALA, GRAHAM, 1992; ROTH et al. , 1995). Seu emprego é adequado ao contexto da indústria de telecomunicações e ao modelo de negócio da telefonia móvel celular, pois uma vez definida pode potencializar o processo de desenvolvimento de softwares utilizáveis nesse domínio.

A definição e construção de uma DSSA exigem, no entanto, um estudo especializado do domínio, das necessidades e um esforço para que a mesma consiga ser ao mesmo tempo genérica, flexível e específica. Portanto, além de combinar estilos arquitetônicos e se preocupar com componentes, é preciso capturar as necessidades do negócio, entender e representar seus processos. Nesse caso a Engenharia de Requisitos e a Engenharia de Domínio podem contribuir imensamente.

A Engenharia do Domínio visa estruturar o domínio deixando-o próximo do processo de desenvolvimento (TEIXEIRA JUNIOR, 2003), já a Engenharia de Requisitos procura especializar o tratamento dos requisitos, considerando o contexto onde o software está inserido e definindo processos sistemáticos de captura, análise, modelagem e gerenciamento (CYSNEIROS, 2001; MALDONADO et al. , 2001). É uma área nova e em constante evolução, e a utilização dos seus métodos e técnicas pode auxiliar o processo de construção de uma DSSA.

Diante desse contexto, o principal objetivo deste trabalho é propor um processo para criação de uma DSSA, com vistas a estabelecer um roteiro de etapas para guiar as atividades de criação de DSSAs, passando pelas fases de definição do modelo de domínio, estabelecimento dos requisitos de referência e combinando métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos e de construção de uma arquitetura de referência.

Além desse objetivo principal, o trabalho pretende outros específicos:

- a) descrever uma DSSA para sistemas de faturamento conjunto, como forma de consolidar o processo de criação proposto, para ser utilizada em qualquer operadora de telefonia móvel celular no Brasil. O faturamento conjunto exige, tanto das empresas de longa distância quanto das operadoras de telefonia móvel celular, soluções sistêmicas em apoio à gestão do negócio. No entanto a arquitetura descrita aqui está relacionada ao processo de negócio das operadoras de telefonia móvel celular;
- b) investigar sobre Arquitetura de Software e Engenharia de Domínio;
- c) demonstrar processos, métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos, visando utilizá-los na obtenção e organização dos requisitos de referência;

- d) apresentar as principais características do setor de telecomunicações, com ênfase na telefonia móvel celular e no novo modelo de negócio do faturamento conjunto, resgatando o histórico recente e as alterações institucionais que provocaram seu surgimento.

O estabelecimento de um processo de construção de arquiteturas de referência, principalmente para domínios específicos como o de telefonia móvel celular, pode ser decisivo para melhorar o desenvolvimento de sistemas de informação.

No caso do faturamento conjunto, as operadoras de telefonia móvel celular necessitam de soluções sistêmicas visando sua gestão, o que se torna mais evidente devido à obrigatoriedade da prestação do serviço e do repasse financeiro. A utilização de uma arquitetura de referência pode facilitar o processo, reduzindo os custos, prazos e garantindo uma melhor qualidade.

Entende-se, portanto, que é justificado o estudo de um processo para criação de uma DSSA e ainda a definição de uma arquitetura de referência para sistemas de faturamento conjunto, exemplificada neste trabalho, podendo-se obter algumas vantagens:

- a) contribuir para a indústria de software com o estudo da construção de arquiteturas de referência;
- b) melhorar o processo de desenvolvimento de sistemas de faturamento conjunto, no contexto das operadoras de telefonia móvel celular;
- c) minimizar custos e prazos e aumentar a qualidade do produto de software final;
- d) agilizar o aprendizado do domínio.

A principal motivação para a realização deste trabalho foi a dificuldade enfrentada durante as atividades de adequação dos sistemas de informação da Tele Centro Oeste Celular, em 2002, para o atendimento aos requisitos do SMP, dentre eles o modelo de negócio do faturamento conjunto.

Os principais problemas encontrados na busca de soluções completas e viáveis para o desenvolvimento de sistemas para a gestão do faturamento conjunto foram: a ausência de padrões, o desconhecimento do negócio e a inadequação dos modelos importados ao caso brasileiro, em que uma DSSA seria útil na obtenção da melhor solução frente aos desafios apresentados.

Nessa perspectiva, o processo de definição de DSSAs descrito neste trabalho está diretamente ligado à melhoria do contexto de desenvolvimento de sistemas, em busca da superação das dificuldades enfrentadas pela necessidade de alteração e criação de novos sistemas.

Para discutir a questão de como construir uma DSSA, adotou-se uma metodologia de pesquisa fundamentada nas seguintes fases:

- a) embasamento teórico sobre Arquitetura de Software, com ênfase no entendimento e fundamentação sobre Arquitetura de Software de Domínio Específico e Engenharia do Domínio, com tratamento estruturado do domínio;
- b) estudo sobre Engenharia de Requisitos, entendendo seus processos, métodos e técnicas, com o objetivo de construir uma base teórica adequada para sua utilização nos trabalhos de definição dos requisitos de referência, parte importante de uma DSSA;
- c) fundamentação teórica sobre o setor de telecomunicações, a telefonia móvel celular, as alterações institucionais e o modelo de negócio do faturamento conjunto;
- d) definição de um processo para construção de uma DSSA, passando pelas fases de criação de um modelo de domínio, de estruturação dos requisitos de referência e de definição de uma arquitetura de referência;
- e) apresentação das atividades de criação de uma DSSA adequada ao modelo de negócio do faturamento conjunto, para exemplificar o processo de criação proposto.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, além da parte introdutória e das considerações finais.

A Introdução trata do contexto do trabalho, dos objetivos gerais e específicos, das justificativas, motivação, metodologia e organização dos capítulos.

O capítulo um apresenta a fundamentação teórica sobre Arquitetura de Software. Tem como finalidade principal descrever os resultados das investigações sobre aspectos relacionados à Arquitetura de Software de Domínio Específico, seus componentes, sua construção, utilização e tratamento do domínio específico.

O capítulo dois apresenta um estudo sobre a Engenharia de Requisitos, abordando seus processos, métodos e técnicas, com o objetivo de entendê-los para aplicá-los na definição dos requisitos de referência, presentes em uma DSSA.

O capítulo três aborda o setor de telecomunicações e o segmento de telefonia móvel celular, com o objetivo principal de contextualizar o modelo de negócio do faturamento conjunto, descrevendo sua natureza e características.

O capítulo quatro descreve um processo para construção de uma DSSA, apresentando as etapas mais importantes no contexto de definição de uma arquitetura de referência.

No capítulo cinco as fases do processo apresentadas no capítulo quatro são utilizadas na definição de uma DSSA para o faturamento conjunto. Além do exercício de cada atividade para criação de uma DSSA, são descritos também seus componentes, funções e relacionamentos.

Finalmente, nas considerações finais, são apontados alguns resultados obtidos ao longo do trabalho, suas principais contribuições e possíveis trabalhos futuros.

1 ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO

Os sistemas de software estão presentes em pontos críticos na maioria dos processos de negócio, sendo responsáveis pela realização de diversas atividades e em muitos casos pela própria viabilidade do negócio. Uma das formas de aumentar a produtividade do desenvolvimento de software, reduzindo seu custo, é a utilização de arquiteturas de software, principalmente quando se utilizam arquiteturas definidas para um domínio de negócio específico.

O objetivo deste capítulo é apresentar as principais características do processo de criação e utilização de arquitetura de software de domínio específico e os temas a ele relacionados, e está estruturado em três seções.

A seção 1.1 aborda conceitos sobre arquitetura de software, o processo de desenvolvimento baseado em arquitetura, documentação de arquitetura de software e arquitetura de software de domínio específico.

Na seção 1.2 são discutidos aspectos relacionados ao tratamento do domínio, Engenharia de Domínio e modelo de domínio.

Na seção 1.3 são apresentadas as considerações finais sobre os assuntos tratados no capítulo.

1.1 Arquitetura de Software

Dentre as diversas atividades existentes no processo de desenvolvimento de software destaca-se a definição e utilização de uma arquitetura de software como uma das mais importantes, principalmente se a questão envolver sistemas de grande porte e de alta complexidade. Quanto maior o sistema mais importante é a utilização da arquitetura (BASS, CLEMENTS, KAZMAN, 1998; SHAW, GARLAN, 1994).

Esta seção aborda diversos aspectos sobre arquitetura de software e está dividida em quatro partes, sendo que a primeira delas resgata alguns conceitos sobre arquitetura de software. A segunda discute a importância da documentação de uma arquitetura de software. O processo de desenvolvimento baseado em arquitetura é abordado na terceira parte e, finalmente, na quarta parte discute-se arquitetura de software de domínio específico.

1.1.1 Conceitos de Arquitetura de Software

Não há um conceito objetivo e universalmente aceito sobre Arquitetura de Software. O termo pode sofrer interpretações diferentes, mas as diversas interpretações não impedem uma à outra, nem representam conflitos de fundamentos, prevalecendo a abordagem estrutural, a representação dos componentes e as conexões entre eles (CLEMENTS, NORTHROP, 1996; BASS, CLEMENTS, KAZMAN, 1998).

Arquitetura de Software trata do projeto e implementação da estrutura de alto nível do software (KRUCHTEN, 1995), preocupando-se com a estrutura ou estruturas de um sistema, onde estão representados os elementos de software, suas propriedades e relacionamentos (TRACZ et al., 1993). Tem a finalidade de facilitar o controle e a comunicação entre os subsistemas, estabelecendo o vínculo entre o projeto e os processos da Engenharia de Requisitos.

O modelo de arquitetura pode estruturar e organizar a especificação do sistema, servindo de ponto de partida para ela mesma (SOMMERVILE, 2003), pois ajuda identificar requisitos funcionais (ROTH et al., 1995).

O processo de desenvolvimento do software é facilitado com a utilização de uma arquitetura de software (ROTH et al., 1995; SHAW, GARLAN, 1994), que pode guiar o desenvolvimento, auxiliando na avaliação de esforços, na administração do sistema e na validação de situações (BERGEY, CLEMENTS, 2005).

Em grandes sistemas a avaliação da arquitetura deve considerar os sistemas adjacentes como forma de identificar possíveis impactos em suas estrutura (BASS, 1997). Além disso, pode ser utilizada para identificar as exigências funcionais e não funcionais de qualidade, confiança, manutenção e outros atributos de qualidade (KRUCHTEN, 1995).

Nos últimos 20 anos muitas técnicas foram desenvolvidas com o objetivo de determinar arquiteturas. No final da década de 1980 a principal finalidade da arquitetura era representar a informação, objetivando separá-la para facilitar sua modificação após testes dos usuários. Nos anos 1990 houve uma mudança de enfoque no projeto arquitetônico, quando o objetivo passou a ser a representação em detalhes da correta funcionalidade do sistema. O foco era modelar e descrever a arquitetura como um artefato de projeto, detectando problemas que no futuro seriam difíceis de ser corrigidos (BASS, 2001).

Atualmente cada projeto de software pode receber enfoque diferente em relação a sua arquitetura. Alguns fatores podem influenciar na decisão, como os requisitos não funcionais do sistema (proteção, disponibilidade, segurança e manutenção), a maturidade da organização

e o tamanho e a complexidade do sistema. Existem, entretanto, atividades comuns, como a representação estrutural do sistema, a definição da modelagem e o controle e a decomposição modular (SOMMERVILLE, 2003).

1.1.2 Documentação de Arquitetura de Software

A arquitetura de software tem pouco valor se não está bem representada e documentada, possibilitando ser utilizada para a criação, evolução e manutenção do software. A documentação de uma arquitetura de software é um processo com incrementos que descreve a arquitetura com seus elementos principais e cada elemento deve ser trabalhado gradualmente, sofrendo refinamentos (STAFFORD, 2004).

O princípio da documentação de arquitetura de software é atender as várias visões e interesses de cada *stakeholder*. Analistas, desenvolvedores, testadores, usuários, clientes, administradores, operadores, cada um busca algo diferente na arquitetura (BASS, CLEMENTS, KAZMAN, 1998). A documentação deve proporcionar a comunicação adequada para cada visão e ser flexível para alterações decorrentes de validações, além de completa, clara, legível e ao mesmo tempo formal (BERGEY, CLEMENTS, 2005).

O processo de documentação, entretanto, não é algo trivial, há carência de técnicas rigorosas de representação, principalmente para aspectos não funcionais (CLEMENTS, NORTHROP, 1996). Além disso, não é fácil determinar se a documentação está correta, se todos os aspectos estão realmente representados (BERGEY, CLEMENTS, 2005). Nesse caso, é importante a revisão formal da arquitetura por especialistas no domínio, por meio da documentação, em todas as fases do ciclo de vida do software (BASS, 1997).

A documentação da arquitetura de software é uma entidade viva, porque precisa ser amadurecida e refinada constantemente. Várias visões devem alimentá-la e validá-la (STAFFORD, 2004). As *Architecture Description Languages* (ADLs) são linguagens para representação de arquitetura. Sua proposta é trazer técnicas de análises para descrever a arquitetura. Esse campo, no entanto, ainda está em desenvolvimento e tende a descrever propriedades de tempo de execução, representando pouco a arquitetura sob o ponto de vista de atributos de qualidade, manutenção, portabilidade, reutilização, adaptabilidade e extensão (CLEMENTS, NORTHROP, 1996).

1.1.3 Desenvolvimento de Software Baseado em Arquitetura

O desenvolvimento de software baseado em arquitetura tem seu foco na montagem de componentes independentes desenvolvidos separadamente, composição que só é possível porque a arquitetura define o conjunto de componentes que pode ser incorporado ao sistema. Além disso, permite o controle e as substituições, as interações, os protocolos de comunicação e o compartilhamento de recursos (CLEMENTS, NORTHROP, 1996).

No desenvolvimento baseado em arquitetura, além das atividades convencionais do ciclo de vida de um sistema de software, existem as seguintes (CLEMENTS, NORTHROP, 1996):

- a) arquitetura em apoio ao entendimento dos requisitos do domínio;
- b) a seleção do melhor modelo arquitetônico visando a representação do domínio e a comunicação;
- c) a definição do processo de avaliação da arquitetura, do desenvolvimento e implantação, visando assegurar que a implementação seja de acordo com a arquitetura.

Tão importante quanto a criação, documentação e análise da arquitetura é a definição de um processo para sua utilização em auxílio ao desenvolvimento. As principais partes do processo são (BASS, CLEMENTS, KAZMAN, 1998):

- a) formação e estruturação de equipes de trabalho e definição de seus papéis relacionados com a arquitetura;
- b) criação de uma versão esqueleto do sistema baseado na arquitetura utilizada.

O processo de desenvolvimento baseado em arquitetura é similar ao processo convencional. As diferenças estão localizadas na utilização da arquitetura em apoio a algumas atividades, como, por exemplo, o detalhamento do projeto arquitetural, o gerenciamento da configuração dos requisitos, o apoio aos testes e a construção de um esqueleto do sistema com mecanismos de integração (BASS, CLEMENTS, KAZMAN, 1998).

1.1.4 Arquitetura de Software de Domínio Específico (DSSA)

Arquitetura de Software de Domínio Específico (*Domain Specific Software Architecture – DSSA*) é uma arquitetura de referência que descreve uma estrutura computacional geral dedicada a um domínio. Pode conter uma biblioteca de componentes com partes reutilizáveis e procedimentos para selecionar e configurar os componentes, de acordo com os requisitos

funcionais (METTALA, GRAHAM, 1992; ROTH et al., 1995; CLEMENTS, NORTHROP, 1996; POULIN, 1997; FILHO, SOBRAL, FERREIRA, 2004).

Uma DSSA deve ser genérica e aplicável a um domínio específico, descrevendo uma topologia de componentes de software e especificando conexões entre eles e modelos computacionais associados (SHAW, GARLAN, 1994). Deve ser geral e flexível ao mesmo tempo e concebida com a participação de especialistas do domínio (METTALA, GRAHAM, 1992).

A figura 1 apresenta a composição de uma DSSA:

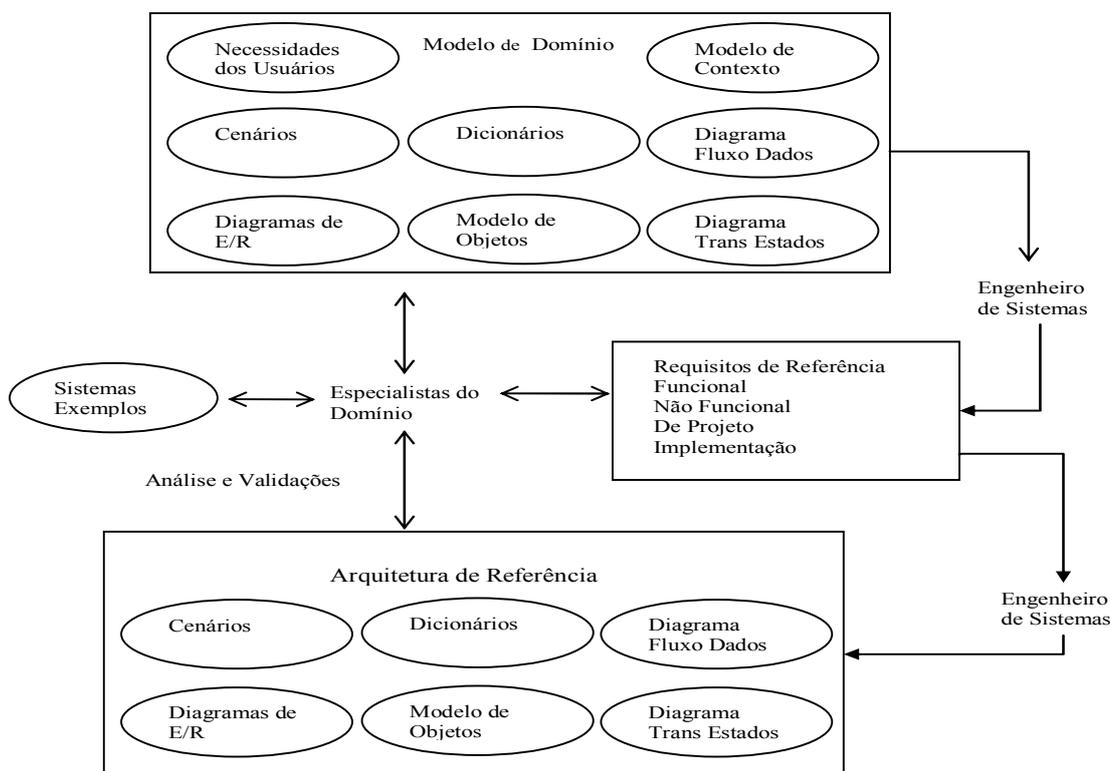


FIGURA 1 – Estrutura de uma DSSA
Fonte: KAISLER, 2005.

A figura 1 enfatiza os componentes fundamentais de uma DSSA, representando também o fluxo de interação entre os engenheiros de sistemas e os especialistas do domínio na determinação da arquitetura de referência. A seguir, algumas considerações sobre a estrutura apresentada:

- a) **Modelo de Domínio:** são gerados por meio dos estudos sistematizados do domínio definidos pela Engenharia de Domínio, considerando suas características particulares;
- b) **Requisitos de Referência:** são os principais requisitos relacionados ao processo de negócio existente, quer sejam funcionais ou não funcionais;

- c) **Arquitetura de Referência:** é formada por componentes que juntos atenderão as necessidades do domínio específico, sua base são os cenários, dicionários, modelos de objetos e diagramas;

Além dos componentes descritos, também faz parte de uma DSSA um processo que descreve como a arquitetura pode ser utilizada no desenvolvimento de aplicações e uma infraestrutura de suporte que define qual a infra-estrutura ou ambiente necessário para suportar o processo de desenvolvimento baseado em uma DSSA (TAYLOR, 1995 apud MENDES, 2002).

1.1.4.1 Alguns Aspectos sobre a Construção e Utilização da DSSA

Uma DSSA é um exemplo de arquitetura genérica que foi construída a partir de um projeto de domínio. Arquiteturas genéricas são representadas em um estilo arquitetural mais apropriado à família de produtos. Ela define a plataforma computacional para todas as aplicações da família e fornece um guia para a construção de um projeto genérico (SEI, 2004).

Os custos de criação de uma DSSA não são pequenos, no entanto os ganhos estão no processo de desenvolvimento e manutenção do software, que pode custar quatro vezes menos do que o processo convencional (VASCONCELOS, 2004).

Além desses pontos, outros merecem destaque no contexto de construção e utilização de DSSAs:

- a) a indústria de software se interessa pela utilização de DSSAs, porque seu emprego aumenta as chances de sucesso do sistema (SHAW, GARLAN, 1994);
- b) uma DSSA tem como base um domínio, no entanto, quando for necessário, nada impede que os limites do domínio sejam ultrapassados (POULIN, 1997);
- c) a ausência de artefatos para o desenvolvimento de um sistema justifica a criação de uma DSSA. Nessa perspectiva, a utilização da técnica de prototipação pode auxiliar na validação do contexto e da real necessidade de uma DSSA. No entanto as tecnologias de prototipação ainda não são adequadas para DSSAs muito específicas (METTALA, GRAHAM, 1992);
- d) além de apresentar uma arquitetura de referência para uma família de aplicações em um determinado domínio, uma DSSA define processos e ferramentas para sua utilização (POULIN, 1997);
- e) uma DSSA aborda domínios específicos, otimizando a comunicação entre os especialistas do domínio e os projetistas, tornando possível a representação de um

sistema complexo, contemplando a organização total do sistema, a estrutura, o controle global, os protocolos de comunicação, a sincronização, o acesso aos dados, as funcionalidades e os elementos do projeto (SHAW, GARLAN, 1994).

1.2 O Processo de Tratamento do Domínio

Independente da metodologia de desenvolvimento de software, o entendimento do domínio é fundamental, principalmente no processo de engenharia de requisitos de software e na identificação das necessidades do sistema (OLIVEIRA et al., 1999). O trabalho realizado em domínios desconhecidos pode afetar diretamente os resultados do software desejado, portanto é importante o estudo sistematizado e organizado do domínio, como forma de apoiar as atividades de desenvolvimento.

O modelo de domínio é um dos componentes de uma DSSA, assim, a principal contribuição da Engenharia de Domínio para este trabalho é a abordagem sobre sua estruturação.

1.2.1 Engenharia de Domínio

A construção de um sistema de informação visa atender a requisitos funcionais e não funcionais e às necessidades específicas de certo modelo de negócio. É pelo conhecimento do domínio que o sistema deve ser construído, entretanto o entendimento de um domínio particular não é tarefa simples, principalmente se o mesmo for de uma área muito peculiar e dependente de especialistas.

A Engenharia de Domínio tem como objetivo entender o domínio, deixando-o próximo do processo de desenvolvimento. Para tanto busca identificar, definir, criar e evoluir produtos, processos e ferramentas reutilizáveis (TEIXEIRA JUNIOR, 2003).

Por meio da análise de domínio, modelo de domínio, projeto de domínio e implementação de domínio, a Engenharia de Domínio sistematiza o processo de identificação das características do domínio (BLOIS, BECKER, WERNER, 2004; SEI, 2004). Para este trabalho o que interessa é como definir o modelo de domínio, que será discutido na seção 1.2.2.

A Engenharia de Domínio cataloga e dissemina um conjunto de artefatos de software que podem ser aplicados na construção de sistemas em domínios particulares (MIAN, 2002; SEI, 2004; VASCONCELOS, 2004). Dessa forma ela exerce uma atividade de criação de

componentes reutilizáveis que podem ser aplicados na criação de aplicações específicas (FARIA, GIRARDI, 2003; VASCONCELOS, 2004).

1.2.2 Análise de Domínio e Modelo de Domínio

O foco da análise de domínio é a criação e o refinamento de um processo de construção de bibliotecas reutilizáveis a serem aplicadas em famílias de software, *frameworks* e linguagens de domínio específico (TEIXEIRA JUNIOR, 2003). Para tanto disponibiliza técnicas para a codificação e o armazenamento do conhecimento, em diferentes níveis de abstração (MACCARIO, 1997).

O processo de análise de domínio se propõe a resolver questões de aquisição e gerência de conhecimento, gerando uma visão estruturada do domínio, conforme representado na figura 2:



FIGURA 2 – Visão estruturada do domínio
Fonte: O Autor.

A análise de domínio possibilita o planejamento das aplicações de acordo com as necessidades do usuário, pois viabiliza a identificação e organização do conhecimento, encapsulando-o em componentes para serem reutilizados. Esse processo pode ser incorporado no ciclo de vida de desenvolvimento de software, implementando uma prática sistemática, formal e efetiva de reutilização, com recursos reutilizáveis, como bibliotecas de componentes, ferramentas e pessoal, orientando a identificação da aplicação e suas relações (MACCARIO, 1997).

O resultado da análise do domínio é o modelo de domínio. No processo de desenvolvimento baseado em arquitetura, ele representa caminhos e possibilidades potenciais identificadas na análise de domínio (CLEMENTS, NORTHROP, 1996).

A criação do modelo de domínio é uma das atividades mais importantes do processo de tratamento do domínio, mas também uma das mais custosas (SEI, 2004), é uma abstração de alto nível, dependente de um domínio particular, representando a formulação de um problema, conhecimento ou atividade do mundo real (FARIA, GIRARDI, 2003).

O modelo de domínio é um artefato da Engenharia de Domínio, que representa conceitos sobre o domínio, suas entidades, seus objetos, suas operações e relacionamentos (SERRA, GIRARDI, 2003).

As principais atividades na criação do modelo de domínio são:

- a) **Coleta de Informações:** captura de todas as informações sobre o domínio;
- b) **Análise de Características:** cada característica das informações coletadas pode originar um objeto. Deve-se então esquematizar um modelo contendo as características capturadas e classificando-as de acordo com suas relações;
- c) **Modelo de Objetos:** criação de um diagrama de objetos, representando classes e objetos para cada aplicação do domínio;
- d) **Análise Funcional:** criação de um diagrama de fluxo de dados com a finalidade de demonstrar o funcionamento do domínio, com entradas e saídas e de forma estruturada, representando os dados e o fluxo de informações entre o Modelo de Objetos e suas manipulações.

1.3 Considerações Finais do Capítulo

Os assuntos tratados no capítulo são fundamentais para o objetivo deste trabalho. As definições sobre arquitetura de software, documentação de arquitetura, o processo de desenvolvimento baseado em arquitetura e arquitetura de software de domínio específico, servem de base para contextualizar os temas relacionados às DSSAs.

Os principais componentes de uma DSSA, representados na figura 1, em destaque para o modelo de domínio, requisitos de referência e arquitetura de referência, serão úteis para a definição do processo de criação de DSSAs apresentado no capítulo quatro.

No próximo capítulo serão apresentados conceitos e fundamentos sobre Engenharia de Requisitos, com foco na determinação dos requisitos de referência, parte importante de uma DSSA.

2 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Os requisitos de software representam o que o sistema deve fazer, descrevendo suas funções e restrições; qualquer desenvolvimento de software deve ter como base requisitos previamente definidos (SOMMERVILE, 2003; TOVAL, NÍCOLAS, MOROS, 2001). Eles têm uma importância muito grande, pois os principais problemas encontrados nos softwares produzidos são em decorrência de deficiências na captura, modelagens, representação ou gerência de requisitos (MARTINS, 2001; ESCALONA, KOCH, 2002; GASTALDO, MIDORIKAWA, 2003).

Os custos de correção de problemas ou defeitos, na fase de manutenção, não detectados na fase de levantamento e tratamento de requisitos, podem subir de 1 até 20 vezes para de 1 até 200 vezes (LEITE, DOORN, 2004). 74% dos softwares em produção, em 2000, apresentavam problemas em decorrência da não observação dos requisitos. O sucesso ou fracasso do software está diretamente ligado ao bom entendimento dos requisitos, sua representação, implementação e a uma boa especificação (LEITE, EBERLEIN, 2002; TOVAL, NÍCOLAS, MOROS, 2001).

A finalidade deste capítulo é apresentar uma revisão dos conceitos existentes na área de Engenharia de Requisitos, com três principais vertentes: processos, métodos e técnicas, considerando a importância da determinação dos requisitos de referência no contexto de uma DSSA.

A seção 2.1 apresenta definições sobre Engenharia de Requisitos. Já na seção 2.2 são colocados os aspectos sobre requisitos de sistemas de software. Na seção 2.3 são descritos processos de Engenharia de Requisitos. Na seção 2.4 são discutidos alguns métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos, mais adequados à definição dos requisitos de referência de uma DSSA. A seção 2.5 apresenta considerações finais sobre o capítulo, revisando os objetivos estabelecidos.

2.1 Conceitos de Engenharia de Requisitos

A Engenharia de Requisitos é uma subárea da Engenharia de Software e está presente nas primeiras fases do ciclo de vida do software, podendo também participar de outras. Uma de suas principais finalidades é especializar o tratamento dos requisitos, contemplando o macrossistema onde o sistema de software está inserido, será desenvolvido e operado, ou seja, o Universo de Informações (UID) (CYSNEIROS, 2001), combinando métodos, ferramentas e

pessoas em um processo dinâmico e complexo de entendimento, representações e gerenciamento (MALDONADO, et al. , 2001).

A Engenharia de Requisitos busca o correto entendimento do problema com a utilização de um processo sistemático de definição de requisitos, separando o que fazer de como fazer (CYSNEIROS, 2001; RESTREPO, HENAO, ANAYA, 2004), sendo sua responsabilidade produzir uma definição completa do produto de software (LEITE, DOORN, 2004).

A Engenharia de Requisitos pode ser dividida em processos independentes: elicitación, análise, especificação, validação e gerenciamento (SOMMERVILE, 2003; RESTREPO, HENAO, ANAYA, 2004).

Suas atividades são complexas de serem definidas e organizadas, pois envolvem fatores de difícil controle, onde existe a necessidade de considerar os aspectos do negócio, combinando Gestão do Conhecimento, Modelagem Organizacional e aspectos do desenvolvimento de sistemas, baseados no conhecimento e experiência tecnológica (CARVALHO, CASTRO, 2004).

É uma área nova e evoluiu muito na última década, entretanto enfrenta grandes desafios, principalmente quando se trata de domínios específicos, da organização do conhecimento e do gerenciamento de mudanças em um contexto amplo, envolvendo alterações tecnológicas, políticas e de expectativas dos clientes e usuários (LEITE, DOORN, 2004).

Como este trabalho aborda a definição de um processo sistemático de criação de uma Arquitetura de Software de Domínio Específico, fazendo parte do processo a determinação dos requisitos de referência, é preciso entender a proposta da Engenharia de Requisitos voltada para esse objetivo.

2.2 Requisitos de Sistema de Software

Não existe na Engenharia de Software uma definição consistente para o termo requisito, podendo ser utilizado tanto para a representação das funcionalidades ou restrições em alto nível, determinadas pelos usuários, quanto para descrever de forma detalhada e formal as funções que farão parte do sistema. Torna-se necessário, portanto, a classificação dos requisitos, separando-os em diferentes níveis de descrição, facilitando assim o processo de Engenharia de Requisitos. Para isso, podem ser divididos em requisitos de usuário e de sistema (SOMMERVILE, 2003).

Os requisitos de usuário são escritos em linguagem natural ou em diagramas e representam as funções que o sistema deve atender e as restrições sob as quais deve funcionar, do ponto de vista dos usuários, visando o comportamento externo do sistema e não devendo considerar aspectos de projeto (SOMMERVILE, 2003). Os requisitos de usuário não são objeto de estudo neste trabalho, entretanto, como eles são utilizados para a construção dos requisitos de sistema, devem ser considerados.

Os requisitos de sistema de software são construídos a partir dos requisitos de usuário. Visam o detalhamento de forma precisa e objetiva das funcionalidades e restrições do sistema. Também são chamados de especificação funcional, servindo, inclusive, de contrato entre os clientes e os desenvolvedores de software.

Os requisitos de sistema de software podem ser classificados como funcionais e não funcionais, e serão discutidos nas próximas seções. Devem representar de forma abrangente o sistema e fazer parte de uma especificação de requisitos (SOMMERVILE, 2003).

2.2.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais são funções que um sistema deve executar ou serviços que deve fornecer, ou seja, são expressões do comportamento do sistema a determinadas situações, podendo até declarar o que o sistema não pode fazer (CYSNEIROS, 2001; SOMMERVILE, 2003).

A distinção entre requisitos funcionais e não funcionais nem sempre é algo trivial e direto, podendo um requisito funcional gerar mais de um requisito não funcional (CYSNEIROS, 2001). Normalmente requisitos funcionais se preocupam com “o que” o sistema deve fazer, enquanto que os requisitos não funcionais, em “como” o sistema deve fazer, o que possibilita uma ligação direta entre requisitos funcionais e não funcionais (LEITE, DOORN, 2004).

O principal objetivo dos requisitos funcionais é representar com o maior nível de detalhes possível as funções do sistema, com suas entradas, saídas e exceções. A especificação de requisitos é o documento que viabiliza essa representação. Entretanto a tarefa de descrever requisitos de sistema alcançando completeza e consistência é algo complexo, principalmente em sistemas grandes e em domínios específicos (SOMMERVILE, 2003).

2.2.2 Requisitos não Funcionais

Os requisitos não funcionais, também conhecidos como requisitos de qualidade, estão relacionados às propriedades do sistema, tais como a segurança, a velocidade, o custo, a confiança, a manutenção, a portabilidade, o desempenho e a exatidão, abrangendo também funções específicas do sistema e as restrições e regras globais para seu funcionamento, tanto no desenvolvimento como no sistema em produção (SOMMERVILE, 2003; LEITE, DOORN, 2004).

Normalmente os requisitos não funcionais e funcionais aparecem juntos, sendo que um requisito não funcional necessita de um funcional para ser referenciado. É comum uma regra para um requisito funcional ser entendida como um requisito não funcional (LEITE, DOORN, 2004).

A indústria de software sempre priorizou tratamento dos requisitos funcionais, devido à pressa para entregar o produto, preocupando-se com as solicitações dos usuários em relação às funcionalidades, deixando para segundo plano a abordagem dos requisitos não funcionais (CYSNEIROS, LEITE, 2001; GASTALDO, MIDORIKAWA, 2003; LEITE, DOORN, 2004).

Para alguns tipos de requisitos não funcionais, entretanto, a Engenharia de Requisitos é carente de métodos que cumpram essa tarefa satisfatoriamente. As principais dificuldades encontradas na atividade são (GASTALDO, MIDORIKAWA, 2003; SOMMERVILE, 2003):

- a) alguns tipos de restrições surgem em fases diferentes do ciclo de vida do software, dificultando o levantamento dos requisitos não funcionais;
- b) carência de métodos de gerenciamento de requisitos não funcionais. O gerenciamento de requisitos não funcionais se faz necessário devido ao surgimento dos mesmos em diversas fases do ciclo de vida do software;
- c) o alto grau de subjetividade, exigindo avaliações empíricas, o que nem sempre é possível;
- d) um requisito não funcional pode estar relacionado a mais de um requisito funcional e essa ligação não é trivial;
- e) não existem regras claras para determinar os requisitos não funcionais.

Poucos métodos de desenvolvimento buscam definir requisitos não funcionais em conjunto com os requisitos funcionais no início do processo de desenvolvimento, sendo que a maioria os aborda em fases avançadas do ciclo de vida do software. Uma estratégia de

tratamento adequada, portanto, é a convivência entre duas visões, uma funcional e uma outra não funcional.

A estratégia de duas visões sobre o sistema deve ser acompanhada por dois ciclos evolutivos e independentes, conduzidos separadamente, com pontos de convergência que indicam ações na visão funcional e seu impacto na visão não funcional quanto às satisfações das restrições. Ela pode ser uma excelente alternativa na definição dos requisitos não funcionais, devendo iniciar na fase de elicitação de requisitos durante o entendimento do domínio e continuar durante todo o ciclo de vida do software (CYSNEIROS, LEITE, 2001).

Outro momento interessante para a definição de requisitos não funcionais é durante a criação e validação dos casos de uso, na fase de análise de requisitos, quando se deve buscar a melhor solução computacional e, por conseqüência, os requisitos podem surgir (GASTALDO, MIDORIKAWA, 2003).

2.3 Processos da Engenharia de Requisitos

Considerando que o foco deste capítulo são processos, métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos, a finalidade desta seção é discutir alguns processos da Engenharia de Requisitos, destacando-se os mais importantes e diretamente ligados à definição dos requisitos de referência presentes no contexto de construção de uma DSSA.

Os processos da Engenharia de Requisitos têm a responsabilidade de produzir a definição do produto de software, permitindo entender bem o que se deseja construir e como isso deve acontecer, antes de se iniciar o desenvolvimento (CARVALHO, TAVARES, CASTRO, 2001; LEITE, DOORN, 2004).

As abordagens existentes na literatura sobre os processos da Engenharia de Requisitos não são contraditórias, são semelhantes e complementares entre si, diferenciando-se apenas no momento de sua execução. Neste trabalho consideram-se os seguintes processos: elicitação, análise, especificação, validação e gerenciamento de requisitos (MARTINS, 2001; SOMMERVILE, 2003).

Os processos da Engenharia de Requisitos são caracterizados por seu alto grau de interatividade e apesar da elicitação, análise, especificação e validação se apresentarem em seqüência, elas podem ser repetidas diversas vezes (MARTINS, 2001), enquanto que o gerenciamento de requisitos, devido à observação das mudanças de requisitos, deve ocorrer em paralelo com outros processos (MARTINS, 2001; CARVALHO, TAVARES, CASTRO, 2001; SOMMERVILE, 2003).

Dentre os processos apresentados acima, a elicitação, análise e especificação de requisitos são os que mais interessam para os objetivos deste trabalho, pois estão diretamente ligados à captura e estruturação dos requisitos de referência e são considerados na proposta de construção de uma DSSA, apresentada no capítulo quatro.

Nas próximas seções serão descritas as principais atividades compreendidas nos processos de elicitação, análise e especificação de requisitos.

2.3.1 Elicitação de Requisitos

O processo de elicitação de requisitos é a primeira atividade na Engenharia de Requisitos e tem como objetivo obter os requisitos do sistema. Nessa fase deve ocorrer primeiramente o reconhecimento do domínio da aplicação, entendendo onde o sistema será utilizado, as regras gerais da aplicação e a natureza do sistema, ou seja, se será um sistema comercial, financeiro ou um outro tipo (MARTINS, 2001; SOMMERVILE, 2003).

Uma abordagem moderna da elicitação de requisitos é a divisão do processo nas etapas de análise de contexto e de análise de futuro do domínio, trazendo como vantagem principal a possibilidade de o engenheiro de requisitos estabelecer o escopo e as funcionalidades do sistema somente após conhecer bem o contexto atual (NETO, GOMES, CASTRO, 2004):

- a) **Análise de contexto do domínio:** momento em que o contexto é entendido e estruturado sem considerar o novo sistema;
- b) **Análise de futuro, com o sistema fazendo parte do contexto:** nessa etapa o contexto é estudado levando-se em consideração o novo sistema, podendo projetar alternativas de software mais adequadas às características do domínio.

Além disso, deve haver o correto entendimento do problema, do negócio e das necessidades e restrições, determinando seus detalhes juntamente com os *stakeholders*, que são os clientes, os usuários finais, os especialistas do domínio, os gerentes de negócio, ou seja, qualquer pessoa que tenha alguma relação com os requisitos do sistema.

Outro ponto importante nessa fase é a revisão do escopo inicial do sistema, estabelecido na análise de viabilidade, pois ele não pode ser perdido de vista (PRESSMAN, 1995; SOMMERVILE, 2003).

A elicitação dos requisitos é algo complexo, devido ao alto grau de incerteza presente na atividade, pois os requisitos normalmente são vagos e obscuros, o que é agravado em

domínios específicos quando desconhecidos dos engenheiros de requisitos (MARTINS, 2001; ESCALONA, KOCH, 2002).

Ela é caracterizada pela comunicação intensiva entre engenheiros de requisitos e *stakeholders*. As chances de ocorrer interpretações inadequadas, informações incorretas e ambigüidades são altas, devido às falhas de comunicação (PRESSMAN, 1995).

A principal dificuldade encontrada nesse processo é o estabelecimento de um canal de comunicação adequado para discutir os requisitos do domínio. Em domínios específicos muitos termos e nomenclaturas são completamente desconhecidos dos engenheiros de requisitos, dificultando o seu entendimento (ESCALONA, KOCH, 2002; CYSNEIROS, 2002; SOMMERVILE, 2003).

A sequência de atividades do processo de elicitação, as técnicas e ferramentas empregadas, podem variar de acordo com as características do sistema, do domínio e das pessoas envolvidas (SOMMERVILE, 2003).

Normalmente as técnicas de elicitação de requisitos se preocupam com sistemas genéricos e não com domínios particulares, o que é um problema, pois em domínios particulares a elicitação pode ser complexa (CYSNEIROS, 2002).

As diversas técnicas existentes em apoio à captura dos requisitos podem ser combinadas conforme as necessidades, as características do sistema e de seu domínio. Algumas técnicas serão abordadas na seção 2.4.

2.3.2 Análise de Requisitos

O processo de análise de requisitos está muito próximo do processo de elicitação, pois visa descobrir problemas nos requisitos ali não detectados. É comum encontrar, durante esse processo, ambigüidades, requisitos não cobertos e conflitos (MARTINS, 2001; SOMMERVILE, 2003).

Após a elicitação dos requisitos é necessário realizar a análise para verificar como o sistema poderá satisfazer aos múltiplos requisitos simultaneamente. É preciso definir a interação entre eles e suas dependências. O resultado da análise deve configurar-se em um panorama completo sobre os requisitos do sistema, representados de forma ordenada e classificada, cada um com seu grau de expectativa, com o intuito de demonstrar o que o requisito realmente representa e os conflitos com os quais ele se relaciona (LEITE, DOORN, 2004).

As atividades do processo de análise devem ser guiadas por um estudo de requisito a requisito e podem ser apoiadas com a utilização de métodos, técnicas e ferramentas, que serão discutidos na seção 2.4. O resultado do processo tem os seguintes objetivos (MARTINS, 2001; SOMMERVILE, 2003):

- a) constatar se o requisito é realmente necessário;
- b) verificar a consistência, se não existe nenhum requisito contraditório;
- c) observar a completude, se não existe nenhum requisito necessário omitido;
- d) verificar a possibilidade, se é possível implementar o requisito;
- e) estabelecer a prioridade entre os requisitos;
- f) estruturar os requisitos em grupos coerentes.

Estruturar os requisitos é muito importante e o resultado da atividade de estruturação deve ser documentado, possibilitando assim o conhecimento do requisito, suas relações e conflitos. Sendo assim determina-se para cada requisito o seguinte (LEITE, DOORN, 2004):

- a) os *stakeholders* envolvidos com o requisito;
- b) descrição dos requisitos, definindo o que eles representam;
- c) associação qualitativa dos requisitos com os objetivos do sistema;
- d) o modo de realização, como ele se concretiza e como ele é satisfeito;
- e) os atores da realização.

Com os requisitos estruturados e classificados em grupos coerentes, é preciso então identificar suas interações, descobrindo seus significados e como ocorrem. Para isso cria-se uma matriz de comparação com todos os requisitos base, organizando-os pela quantidade de interações e determinando o percentual de conflito entre os mesmos.

Com a matriz pode-se realizar uma análise de cada requisito quanto ao número de interações e conflitos, determinando o grau de conflitância: muito conflituoso, conflituoso, neutro, suportável, muito suportável. Assim tem-se os requisitos com maior clareza de problemas de conflitos, podendo-se então direcionar a eles as ações de análise específicas (LEITE, DOORN, 2004).

Outro ponto importante na análise de requisitos é determinar a sua rastreabilidade, verificando se sua origem é válida e evidente. Em sistemas grandes e em domínios específicos é complicado descobrir todas as ligações dos requisitos com suas origens, no entanto ao mesmo tempo em que é difícil é necessário obter tal informação (LEITE, DOORN, 2004).

Descrever a vida do requisito e representá-la seguindo o caminho correto de sua origem deve ser algo natural no processo de análise. No momento em que se analisa o

requisito isso pode ser determinado, por meio de dois enfoques fundamentais (LEITE, DOORN, 2004) :

- a) descobrir quem deu origem ao requisito. Quando um requisito muda, quem o originou deve ser responsável por isso;
- b) descobrir que componente o requisito está representando. Quando o requisito muda, o impacto da mudança deve ser verificado junto ao componente.

2.3.3 Especificação de Requisitos

A especificação de requisitos organiza-os em busca do estabelecimento de um vínculo efetivo de comunicação com os usuários do sistema. Trata-se de um processo de descrição e representação originado após uma análise dos requisitos. Ela deve ser completa, concisa e precisa (PRESMAN, 1995).

Servirá de base para outras fases do processo de desenvolvimento e para diversas atividades de análise, projeto e implementação (VILLEGAS, LAGUNA,GARCÍA, 2002; BELGAMO; FABBRI, 2004).

As especificações de requisitos podem ser escritas de três formas: em linguagem natural, em linguagem natural e estruturada e em linguagem formal.

Apesar das críticas, no entanto, a maioria dos projetos, cerca de 72%, utiliza a linguagem natural para escrever suas especificações de requisitos, conforme ilustrado na tabela 1 (ESCALONA, KOCH, 2002), o que dá margem a imprecisões:

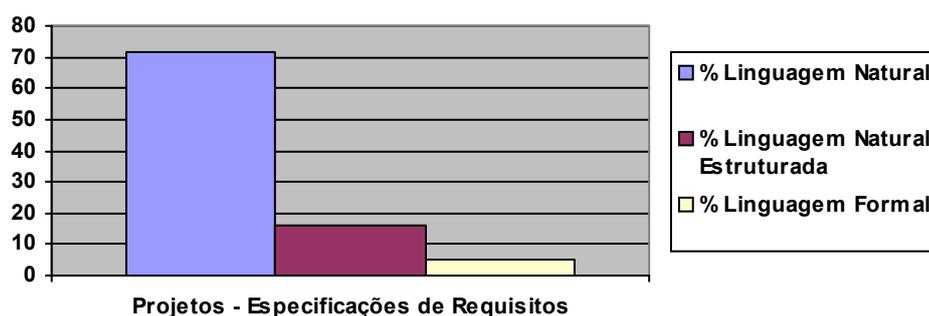


TABELA 1 – Projetos e Formas de Escrita das Especificações
Fonte: LEITE, DOORN, 2004.

Em especificações de requisitos escritas em linguagem natural, na busca da completeza (que todas as funções importantes estejam na especificação) e da consistência (que não existam contradições nos requisitos apresentados) (SOMMERVILE, 2003),

identificando e minimizando as ambigüidades, é necessário aplicar processos de identificação de defeitos ou revisão da especificação (PRESMAN, 1995).

Outra forma de escrever especificações de requisitos é pela utilização de linguagem natural estruturada, que visa alcançar uma certa uniformidade, preservando as expressões da linguagem natural e combinando princípios de controles herdados das linguagens de programação, utilizando-se de padrões e terminologias (SOMMERVILE, 2003).

A construção de especificações de requisitos utilizando linguagens formais é a forma menos utilizada em projetos, porém é a mais eficiente quando o objetivo é eliminar as ambigüidades (LEITE, DOORN, 2004).

Independente da forma de escrita da especificação de requisitos, linguagem natural, linguagem natural estruturada ou linguagem formal, é importante atentar para os seguintes pontos (PRESSMAN, 1995; LEITE, DOORN, 2004):

- a) a especificação de requisitos deve ser escrita por um engenheiro de requisitos;
- b) os *stakeholders* devem participar ativamente do processo de construção da especificação de requisitos;
- c) a especificação de requisitos deve ser validada pelos *stakeholders*;
- d) deve ser assinada por clientes e desenvolvedores, na sua versão final, passando a servir como contrato do escopo de desenvolvimento do sistema.

2.4 Métodos e Técnicas da Engenharia de Requisitos

Esta seção aborda alguns métodos e técnicas utilizados em apoio às atividades da Engenharia de Requisitos. Muitos deles podem ser utilizados em mais de uma atividade e outros são mais específicos.

A Engenharia de Requisitos é um campo novo e diversas pesquisas são realizadas visando o desenvolvimento de novos métodos e técnicas, principalmente em auxílio à captura e ao entendimento dos requisitos, procurando estabelecer melhores níveis de comunicação entre engenheiros de requisitos e *stakeholders*.

Não é objetivo desta seção discutir todos os métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos, mas, sim, apresentar os utilizados na proposta de captura e estruturação dos requisitos de referência descrita no capítulo quatro.

2.4.1 Entrevistas

É uma técnica para eliciação de requisitos muito utilizada, e por meio dela pode-se obter uma visão ampla do sistema. Esse método aproxima o desenvolvedor dos usuários, dando a idéia de projeto.

É composta por questionários e *checklist*, e tem por objetivo orientar as perguntas e maximizar o resultado da atividade junto aos *stakeholders*, na tentativa de capturar suas expectativas sobre o sistema. Uma entrevista bem estruturada requer conhecimento do domínio (MARTINS, 2001; ESCALONA, KOCH, 2002; CYSNEIROS, 2002).

Em sistemas grandes, o processo de entrevistas pode ser demorado, pois elas ocorrem individualmente, e a estruturação das respostas é trabalhosa. Essa técnica deve ser complementada com outras (MARTINS, 2001).

2.4.2 Prototipação

A prototipação é uma poderosa técnica que pode ser utilizada como apoio às atividades dos processos da Engenharia de Requisitos. Pode auxiliar a eliciação, análise e validação de requisitos, aproximando as necessidades dos *stakeholders* da realidade sistêmica (PRESSMAN,1995; DÍAZ, LÓPEZ, 2001; SOMMERVILE, 2003).

Um modelo de software pode ser criado a partir da prototipação, combinando os requisitos coletados, os objetivos do sistema e as restrições conhecidas. Esse modelo é utilizado para validação e identificação de novos requisitos (PRESSMAN,1995).

A construção de um protótipo pode permitir uma visão realista do sistema. Ainda que não represente a totalidade de suas funcionalidades, consegue dar uma idéia da estrutura funcional, uma vez que é derivado dos cenários. É uma técnica que minimiza o risco das diferenças comumente detectadas entre o que o usuário imagina e como o sistema será implementado (DÍAZ, LÓPEZ , 2001; ESCALONA, KOCH, 2002).

Além de cenários e requisitos, os protótipos também podem ser derivados de casos de uso. Em se tratando do modelo organizacional, um modelo do processo de negócio deve ser criado, passando pela transformação, em caso de uso, que servirá como base para a construção de um protótipo de interface de usuário para a validação do processo de negócio (LEITE, DOORN, 2004).

A prototipação deve fazer parte dos processos de Engenharia de Requisitos. Um protótipo deve permitir a visualização dos requisitos em funcionamento, possibilitando

validações, testes e exercícios de conceitos. Não pode, entretanto, ser utilizado como versão do sistema, deve ser eliminado ou, no máximo, mantido em paralelo ao desenvolvimento (PRESSMAN,1995; SOMMERVILLE, 2003).

A prototipação pode aumentar os custos nos primeiros estágios do processo de desenvolvimento, no entanto representa diminuições visíveis nas demais fases, pois possibilita identificar problemas ou omissões que seriam custosas no futuro (SOMMERVILLE, 2003).

Os protótipos representam ainda as seguintes vantagens:

- a) a descoberta de equívocos por meio do exercício das funções;
- b) a descoberta de requisitos defeituosos poderá ocorrer se for constatada uma dificuldade na implementação de alguma funcionalidade;
- c) a possibilidade da apresentação de um sistema em operação real, para ser visto e validado pelos *stakeholders* e gerentes de negócio;
- d) a utilização como referência para a especificação de requisitos;
- e) a utilização como ferramenta de treinamento antes de o sistema ficar pronto;
- f) o incremento na qualidade do processo de desenvolvimento;
- g) a redução do esforço de desenvolvimento após a devida validação.

2.4.3 Viewpoints

A sistemática para obter requisitos considerando diferentes fontes e com diferentes formas é chamada de *viewpoints*, onde encontra-se em destaque a administração e resolução dos conflitos entre pontos de vista (SOMMERVILLE, 1995).

O engenheiro de requisitos naturalmente encontra opiniões divergentes sobre um determinado tema, e diferentes engenheiros de requisitos que tratam do mesmo contexto do UID podem produzir modelos não semelhantes. Sendo assim, um processo de *viewpoints* pode ser incorporado, visando a comparação e o entendimento de cada perspectiva a ser considerada durante o tratamento das informações (LEITE, 1989; SOMMERVILLE, 1995).

A técnica de *viewpoints* pode trazer à tona conflitos ou complementações sobre os requisitos que ajudam na elicitação. Seu resultado é obtido pela comparação entre diferentes visões, análise das discrepâncias e estabelecimento de uma visão única (LEITE, 1989; LEITE, FREEMAN, 1991).

A análise de *viewpoints* visa obter fatos comuns e divergentes após um elaborado processo de construção, considerando o mesmo UID, conforme ilustrado na Fig 3.

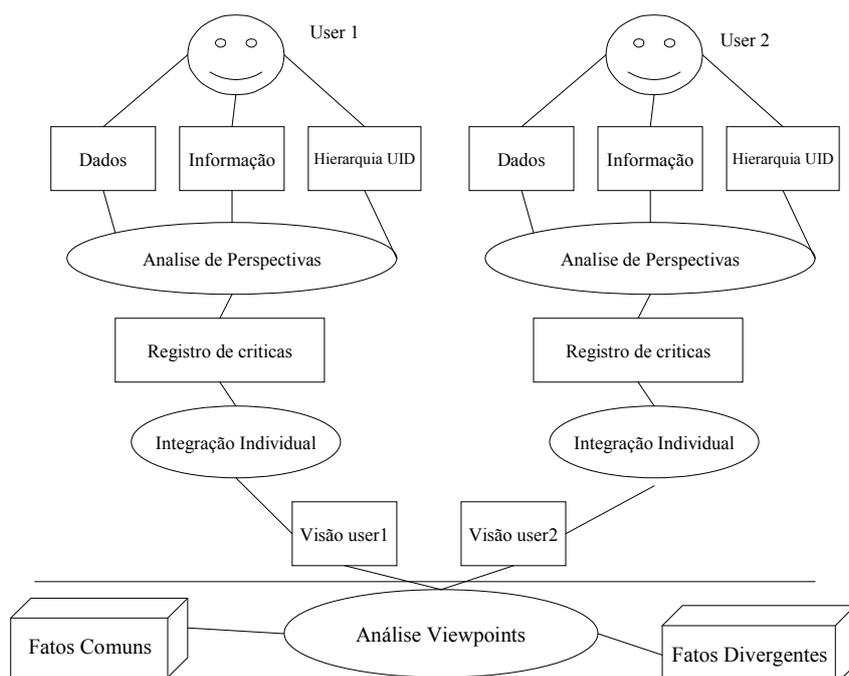


FIGURA 3 – Fluxo de Atividades de *Viewpoints*

Fonte: LEITE, 1989.

Um processo de *viewpoints* deve conter no mínimo os seguintes aspectos (SOMMERVILLE, 1995):

- a) nome do *viewpoint*;
- b) escopo, que deve especificar bem os limites do *viewpoint*;
- c) modelo do *viewpoint*, que deve ser associado a um ou mais modelos de processo, e deve ser representado em uma linguagem natural, para melhor entendimento dos *stakeholders*;
- d) um *viewpoint* deve ser associado a uma preocupação, por exemplo, redução de custos;
- e) cada *viewpoint* deve ter uma ligação explícita com suas fontes: pessoas ou documentos, permitindo a rastreabilidade;
- f) tratamento de questões organizacionais e locais. Cada *viewpoint* é associado a uma questão organizacional, sendo endereçado ao modelo do processo e à sua melhoria. Deve também ser ligado a uma questão local, visando o refinamento.

Os *viewpoints* podem ser classificados em diretos e indiretos, de acordo com a natureza do processo (SOMMERVILLE, 1995):

- a) **Viewpoints diretos**: são trabalhados por programadores, *designers*, analistas de testes e outros participantes do processo técnico. Eles podem ser mapeados em um para muitos, ou seja, um *viewpoint* para um time de pessoas;
- b) **Viewpoints indiretos**: são ligados à organização, onde os clientes influenciam, mas não participam do processo.

O processo de definição do software ocorre em um contexto social onde as pessoas negociam premissas, prioridades e recursos, antes do início de sua construção. A idéia de negociação quando participam diferentes *stakeholders*, não se resume em observações simples, pois engloba o conhecimento de diferentes opiniões e caminhos.

A aplicação de um processo de *viewpoints* pode ser interessante tanto para a definição quanto para a operação do software, e pode ser utilizado para analisar a consistência das representações, antes e durante o desenvolvimento (LEITE, 1996).

2.5 Considerações Finais do Capítulo

A Engenharia de Requisitos pode contribuir imensamente para o processo de criação de uma DSSA, proposto neste trabalho. Seus processos, métodos e técnicas podem ser empregados na definição e estruturação dos requisitos de referência que participam da DSSA.

O foco do capítulo dois está na apresentação dos processos, métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos, abordados nas seções 2.3 e 2.4.

As definições sobre Engenharia de Requisitos, requisitos de software, processos, métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos, apresentadas neste capítulo, são importantes para fundamentar seu emprego no processo de criação de DSSAs, apresentado no capítulo quatro.

3 A TELEFONIA MÓVEL CELULAR E O MODELO DO NEGÓCIO DE FATURAMENTO CONJUNTO

Este trabalho tem como objetivo principal discutir as atividades para a construção de uma DSSA e apresenta uma arquitetura de software de domínio específico aplicável ao modelo de negócio de faturamento conjunto. Torna-se necessário, portanto, abordar alguns aspectos vinculados ao setor de telecomunicações, à telefonia móvel celular, às alterações tecnológicas e regulatórias e ao modelo de negócio de faturamento conjunto.

O setor de telecomunicações é composto por vários segmentos: telefonia fixa, telefonia móvel, radiodifusão, TV por assinatura e outros (Anatel, 2005a). Neste trabalho serão abordados os segmentos de telefonia móvel celular e de telefonia fixa, no que se refere aos serviços de chamadas de Longa Distância Nacional (LDN), chamadas de Longa Distância Internacional (LDI) e de faturamento conjunto.

O setor foi alvo de grandes alterações estruturais, impulsionadas por alterações tecnológicas em âmbito mundial e principalmente por sua privatização. Os serviços de telecomunicações são essenciais e representam um importante componente de infra-estrutura para o desenvolvimento do país (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001).

Atualmente é caracterizado pelo dinamismo, inovação tecnológica e competitividade, fatores que obrigam as empresas de telecomunicações a investir em tecnologia e organização para atender as exigências de qualidade do mercado consumidor e do órgão regulador do setor (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; PRADO, PORTO, 2002; CARNEIRO, BORGES, 2002; PINTO, BATAGLIA, 2004).

Nesse contexto, o segmento de telefonia móvel celular e seu modelo de negócio possuem forte destaque, pois surgiram recentemente e buscam com agressividade soluções tecnológicas competitivas, que visam qualidade e variedade, fazendo dessa indústria uma das mais dinâmicas em transformação, inovação e crescimento (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; PEREIRA, GUEDES, 2004).

O capítulo três tem como objetivo apresentar o setor de telecomunicações no contexto da telefonia móvel celular e do modelo de negócio do faturamento conjunto, servindo de base para as atividades de elicitação de requisitos e de construção do modelo de domínio discutidos nos capítulos quatro e cinco.

Para alcançar esse objetivo a seção 3.1 trata do setor de telecomunicações no Brasil, abordando algumas características importantes, resgatando seu histórico recente e aspectos de sua reestruturação. Já a seção 3.2 apresenta a Anatel e o seu papel regulador. A seção 3.3

apresenta as características do segmento de telefonia móvel celular e a regulamentação do Serviço Móvel Pessoal (SMP). A seção 3.4 aborda o modelo de negócio de faturamento conjunto e, finalmente, a seção 3.5, que apresenta as considerações finais sobre o capítulo.

3.1 O Setor de Telecomunicações no Brasil

O atual modelo de negócio do setor de telecomunicações está baseado em alterações promovidas pelo processo de reestruturação e privatização do setor. As mudanças foram profundas, passando-se de um monopólio público, composto por empresas do grupo Telebrás, para um sistema de concessões públicas, formado por operadoras privadas (DODD, 2000; CONSIDERA et al., 2002; MELO, GUTIERREZ, 2002; PEREIRA, GUEDES, 2004).

O intenso desenvolvimento tecnológico atribuído às telecomunicações coloca o setor em evidência. Sua estrutura exige das empresas criatividade e inovação em busca de resultados. Daí a necessidade de uma constante adequação ao arranjo competitivo, em busca do incremento da capacidade interna de inovação e de incorporação de novos conhecimentos (PRADO, PORTO, 2002).

Antes da privatização existia o sistema Telebrás, *holding* que tinha como responsabilidade os serviços de telefonia fixa e celular. Era composta de 26 operadoras estaduais e uma operadora de longa distância nacional e internacional (a Embratel). Atualmente existem várias operadoras de telefonia fixa e celular, concorrendo entre si e reguladas pela Anatel (CONSIDERA et al., 2002; CARNEIRO, BORGES, 2002).

Observando todas as alterações tecnológicas, de mercado, de regulamentação e das metas de universalização e de qualidade, não se pode considerar que o setor esteja estabilizado (PEREIRA, GUEDES, 2004). Isso fica mais caracterizado em relação ao segmento de telefonia móvel celular, pois é o que mais cresce e é fortemente afetado pela velocidade das inovações tecnológicas e pelo alto grau de competitividade (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001).

3.1.1 Histórico Recente do Setor de Telecomunicações

A história recente do setor de telecomunicações no Brasil pode ser dividida em três períodos: o primeiro, de 1952 até 1971, marcado pela precariedade dos serviços oferecidos; o segundo, de 1972 a 1996, em que se destaca o monopólio público e sua ineficiente reação frente aos desafios tecnológicos; e o terceiro, de 1997 até hoje, caracterizado pela competição, tecnologia e inovação. A figura 4 apresenta algumas características de cada período:

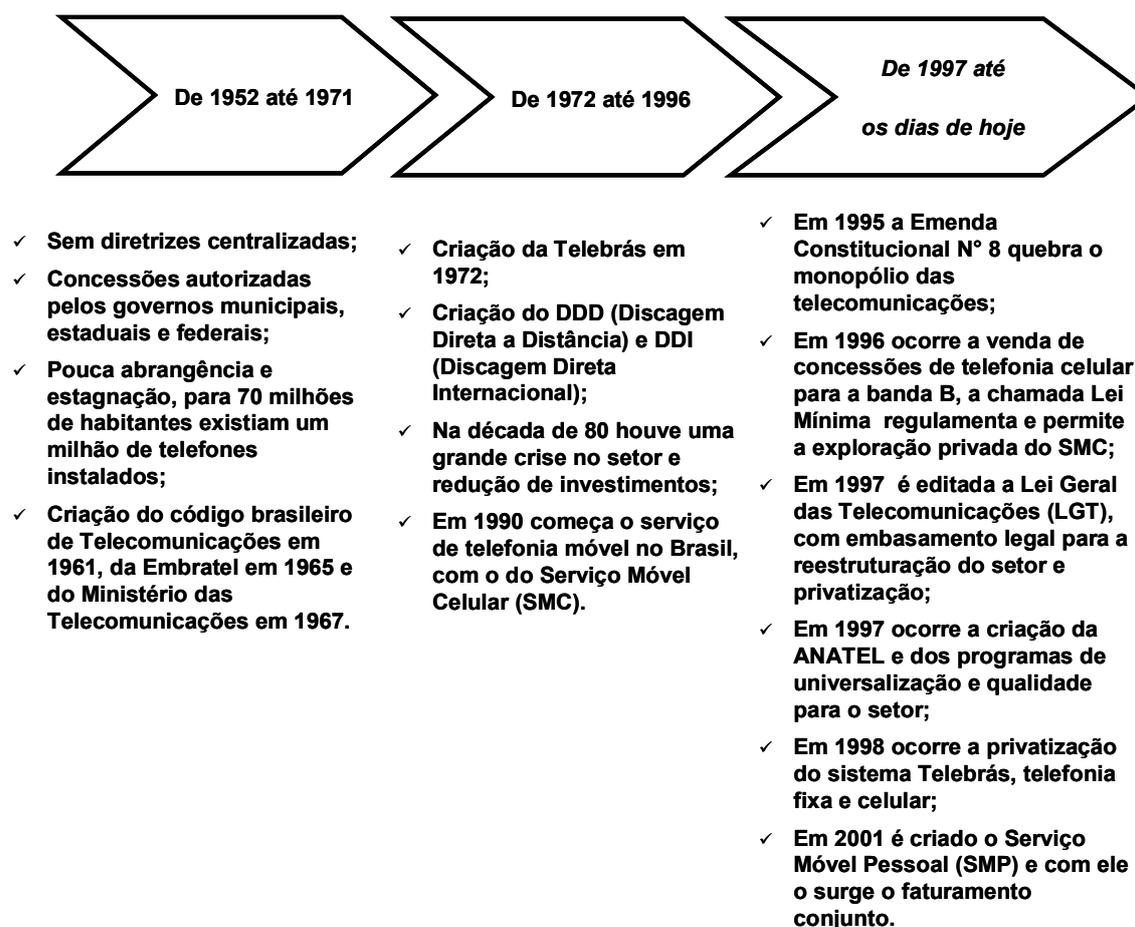


FIGURA 4 – Resumo Histórico Recente do Setor de Telecomunicações
Fonte: O Autor.

A telefonia móvel celular começou no Brasil em 1989, sendo o SMC regulamentado pela Anatel em 1996. Com a privatização, o Brasil ficou dividido em dez áreas; para cada uma foram delimitadas faixas de frequência, denominadas bandas “A” e “B” (CARNEIRO, BORGES, 2002).

3.1.2 A Reestruturação do Setor de Telecomunicações

As telecomunicações estão presentes nas grandes transformações mundiais e não foi somente no Brasil que sofreram alterações visando adaptações aos novos cenários tecnológicos e regulatórios (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; BOLAÑO, 2003).

Em nenhum país do mundo, no entanto, passou por um processo de reformulação como no Brasil, em que sofreu alterações no âmbito institucional, na forma de prestação dos

serviços e na regulamentação, baseadas em objetivos sociais e econômicos (KICKINGER; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2001; PEREIRA, GUEDES, 2004).

Surgiu então um novo paradigma no setor de telecomunicações, onde o seu desenho institucional foi composto por operadoras e fornecedores privados, organizados e regulados pela Anatel (CAMPANÁRIO, 2002).

O processo de reestruturação pode ser dividido em três fases (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; JUNIOR, 2003; BOLAÑO, 2003):

- a) início da privatização, com a criação da chamada Lei Mínima, possibilitando as bases legais para a concessão de exploração do SMC, na banda “B” do segmento de telefonia móvel celular;
- b) criação da Lei Geral de Telecomunicações (LGT), que representa o fundamento da quebra do monopólio estatal, a organização dos serviços de telecomunicações e a criação da Anatel;
- c) desfragmentação do sistema Telebrás, com o leilão das empresas estatais. A telefonia fixa foi dividida em três regiões e a banda “A” da telefonia móvel celular foi dividida em 10 áreas idênticas às da banda “B”;

O SMC foi criado em 1990 e até 1997 era explorado pelo grupo Telebrás, na banda “A”. Esse serviço continuou sendo utilizado após a privatização da banda “B”, mantendo-se ainda após a privatização da banda “A” (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001).

A privatização da banda “B” da telefonia móvel celular se deu antes da quebra do monopólio da Telebrás e foi impulsionadora da concorrência (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001). A Anatel também foi criada antes da privatização do sistema Telebrás, estabelecendo planos de metas para a sua realização e para as operadoras no pós-privatização.

3.2 A Agência Nacional de Telecomunicações

O surgimento das agências reguladoras que fiscalizam e regulam os serviços prestados é consequência direta dos processos de privatizações. A Anatel foi criada para o setor de telecomunicações, assim como a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) surgiu para regular e fiscalizar o setor de energia, a Agência Nacional de Petróleo (ANP), para o setor petrolífero e a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), para o setor de transportes (FERREIRA, 2002; SANTOS, 2003).

A Anatel foi criada pelo Decreto 2.338, de 1997, conforme a Lei 9.472/97 LGT. Seu modelo foi influenciado pelo órgão regulador dos Estados Unidos da América, o *Federal Communications Commission* (FCC) (LEAL, 2003).

A Anatel é uma autarquia especial, autônoma, com autoridade administrativa, patrimônio e receita próprios. Seus dirigentes têm mandato de cinco anos, não renovável, e são escolhidos pelo Presidente da República, com aprovação do Senado Federal (SANTOS, 2003). Sua missão está diretamente ligada à modernização do setor, preocupando-se com a qualidade, diversidade, preços justos e oferta dos serviços em amplitude nacional (Anatel, 2005a).

Não é subordinada a nenhum órgão do Governo Federal. Suas decisões são definitivas e só podem ser questionadas judicialmente. Seu caráter autônomo é garantido por receitas próprias, originadas do Fundo de Fiscalização dos Serviços de Telecomunicações (FISTEL). Sua autonomia decisória é garantida pela estabilidade do conselho diretor, que tem mandato fixo (DOMINGOS, NETO, 2003).

Podem-se caracterizar seus trabalhos em funções executivas, regulatórias e normativas (FERREIRA, 2002):

- a) executivas: responsabilidade pelos licenciamentos e concessões;
- b) regulatórias: relações entre as operadoras e entre usuários e operadoras;
- c) normativas: controle da qualidade dos serviços prestados, dos preços ou tarifas.

A Anatel tem as seguintes responsabilidades e atribuições principais (FERREIRA, 2002; LEAL, 2003; DOMINGOS, NETO, 2003):

- a) fazer cumprir as leis;
- b) realizar concessões a prestação de serviços;
- c) fazer valer e cumprir as obrigações contratuais;
- d) controlar a prestação dos serviços;
- e) elaborar regulamentos de segurança, normas, procedimentos técnicos, faturamento e qualidade dos serviços;
- f) coibir o monopólio, a anticompetição e a discriminação;
- g) estabelecer base de cálculos de tarifas;
- h) autorizar transferências de concessões;
- i) autorizar fusões;
- j) requerer junto às empresas dados e informações necessárias para o cumprimento da lei;
- k) realizar inspeções;
- l) fiscalizar a qualidade dos serviços prestados pelas operadoras;
- m) corresponder a fatores como ética, cultura, leis, demandas sociais e mercado brasileiro;

- n) garantir a competição justa entre as operadoras do sistema;
- o) defender os interesses e direitos do consumidor;
- p) estimular o investimento privado;
- q) estimular a eficiência e inovação;
- r) promover a competição;
- s) defender o interesse social;
- t) atuar entre os entes regulatórios nas esferas estatal, social e econômica;
- u) fiscalizar, arbitrar e regulamentar todos os aspectos e condições para prestação de serviços.

O Ministério das Telecomunicações é responsável por definir as políticas públicas para o setor e por elaborar a legislação que disciplina e regulamenta suas atividades, sem, contudo, ferir os princípios de autonomia da Anatel, que é responsável por regular e fiscalizar o que está estabelecido (LEAL, 2003; GALINA, 2003).

As ações e definições regulatórias da Anatel são fundamentais para a dinâmica da cadeia produtiva do setor. O faturamento conjunto, por exemplo, surgiu justamente de alterações na regulamentação, com a entrada do SMP (GALINA, 2003), o que será discutido na seção 3.3.

3.3 A Telefonia Móvel Celular e a Regulamentação do Serviço Móvel Pessoal

A telefonia móvel celular começou a funcionar no Brasil em 1990. O Sistema Telebrás era responsável pela prestação do serviço somente na banda “A” (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001). A diferença entre bandas “A”, “B”, “C” e “D” são as faixas de frequência do espectro eletromagnético que utilizam (JUNIOR, 2003).

A evolução da telefonia móvel celular se deu rapidamente. Em menos de 11 anos de existência passou-se de 800 mil usuários para mais de 80 milhões (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; PEREIRA, GUEDES, 2004; Anatel, 2005b):

- a) em 1994 eram 800 mil celulares;
- b) em 1997 ocorreu a licitação da banda “B” e as operadoras tinham de entrar em funcionamento antes da privatização da banda “A”;
- c) em 1998 a banda “A” foi privatizada e então o número de telefones celulares passou para 5,6 milhões;
- d) em 1999 já eram 10,9 milhões;
- e) no início de 2000 eram 15 milhões;

- f) a previsão para 2005 era de 58 milhões, sendo totalmente superada, pois atualmente são mais de 86 milhões.

A maior alteração institucional para a telefonia celular, após a privatização, foi a criação do SMP em 2001, em substituição ao SMC. A alteração se justificou pelo avanço tecnológico e intensificação da concorrência (CONSIDERA et al. , 2002). O SMC, criado em 1990, foi o serviço oferecido pelas bandas “A” e “B” (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001).

O SMP apresenta as seguintes diferenças em relação ao SMC (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; CONSIDERA et al., 2002; SARAIVA,2004):

- a) menos interferências e fraudes;
- b) aumento do potencial de oferta de novos serviços, pois permite novas tecnologias;
- c) divisão da prestação de serviços em Áreas de Registro, em que cada área equivale a uma região, definindo a delimitação de origem e destino das chamadas. Dessa forma ligações realizadas em áreas com um mesmo dígito de discagem direta à distância (DDD) são consideradas chamadas locais;
- d) uma operadora pode ter em sua área de concessão várias áreas de registros;
- e) o usuário passa a ter o direito de escolha da prestadora de Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC), que irá encaminhar suas chamadas de Longa Distância (LD), pela utilização do Código de Seleção de Prestadora (CSP);
- f) aumento da concorrência pelo serviço de LDN e LDI;
- g) possibilidade de empresas prestadoras do STFC entrarem no SMP, se suas metas tiverem sido alcançadas.

De todas as alterações surgidas com o SMP destaca-se a possibilidade de escolha da prestadora de STFC para realizar o encaminhamento das chamadas de LD (KICKINGER, PEREIRA, FIGUEIREDO, 2001; CONSIDERA et al., 2002).

Com a finalidade de exemplificar essa alteração, pode-se comparar o tratamento de uma ligação de LDN no SMC e no SMP.

A figura 5 ilustra um cenário de chamada no SMC. O exemplo está relacionado com uma ligação de LDN, onde um usuário móvel de São Paulo realiza uma chamada para um usuário fixo do Rio de Janeiro:

NO SMC: Usuário móvel de SP ligando para usuário fixo do RJ:

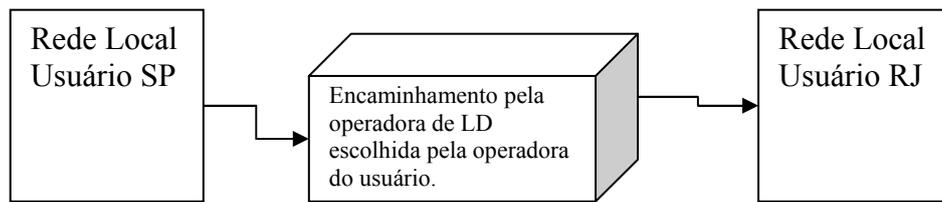


FIGURA 5 – Cenário de Chamada LDN de SP para o RJ no SMC

Fonte: O Autor.

Características do cenário de chamada apresentado na figura 5:

- a) a operadora móvel do usuário de SP escolhe alguma operadora STFC para fazer o encaminhamento da chamada, podendo realizar acordos prévios para isso;
- b) a operadora de LDN é responsável por fazer o encaminhamento da chamada para as redes locais, passando por outras redes;
- c) a operadora móvel celular do usuário de SP paga pelo uso das diversas redes;
- d) a responsabilidade pela cobrança da chamada é totalmente da operadora do usuário de SP;

A figura 6 ilustra um cenário de chamada no SMP. O exemplo também está relacionado com uma ligação de LDN, onde um usuário móvel de São Paulo realiza uma chamada para um usuário fixo do Rio de Janeiro:

NO SMP: Usuário móvel de SP ligando para usuário fixo do RJ:

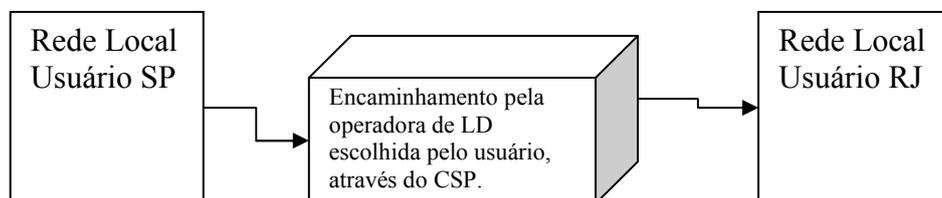


FIGURA 6 – Cenário de Chamada LDN de SP para o RJ no SMP

Fonte: O Autor.

Características do cenário de chamada apresentado na figura 6:

- a) usuário de SP é responsável por escolher, por meio do CSP, código de seleção de prestadora, qual operadora STFC será responsável pelo encaminhamento da chamada;

- b) a operadora de LDN escolhida pelo usuário é responsável por fazer o encaminhamento da chamada para as redes locais, passando por outras redes;
- c) a operadora LDN paga pelo uso das diversas redes e não mais a operadora móvel do usuário de SP;
- d) a responsabilidade pela cobrança da chamada é da operadora de LDN, podendo realizar acordos com as operadoras de telefonia móvel para a realização do faturamento conjunto.

Atualmente todas as operadoras de telefonia móvel celular estão operando no SMP, entretanto, no início, resistiram à migração do SMC para o SMP, alegando perda de receita em relação às chamadas de LD, que passaram a ser exclusivas das operadoras de LD. Por outro lado a Anatel incentivava a migração, apresentando as seguintes vantagens (CONSIDERA et al., 2002; Anatel, 2005d):

- a) flexibilização das restrições às concentrações, diversificações e fusões das operadoras;
- b) não prorrogação das licenças de concessão para quem permanecesse no SMC;
- c) abertura de concessão de prestação de serviços LDN e LDI para as operadoras celulares que migrassem para o SMP.

No SMC as chamadas de LD eram faturadas pela operadora do usuário, enquanto que no SMP a responsabilidade de cobrança é das operadoras de LD, de escolha do usuário no momento de realização da chamada por meio do CSP. Nesse caso as operadoras de LD têm duas opções: realizar o faturamento das chamadas originadas ou estabelecer um acordo contratual de faturamento conjunto com a operadora móvel celular do usuário (Anatel, 2005f).

A prática do Faturamento Conjunto está regulamentada pela Anatel, com base na Resolução n.º 343, de 17 de julho de 2003 (Anatel, 2005e), e representa uma significativa alteração no modelo de negócio da telefonia móvel celular, que será melhor discutido a seguir.

3.4 O Modelo de Negócio de Faturamento Conjunto

Conforme apresentado na seção 3.3, dentre as diversas alterações surgidas com o SMP destaca-se a possibilidade de o usuário escolher a operadora de longa distância que será responsável por realizar o encaminhamento das chamadas de LD. Dessa forma, a responsabilidade sobre tais chamadas deixa de ser da operadora móvel e passa a ser totalmente da operadora de longa distância.

O faturamento conjunto é uma nova modalidade que possibilita às operadoras móveis celulares realizarem o serviço de faturamento das chamadas de LD, para as operadoras de longa distância. Para isso, devem ser realizados acordos definindo regras e formas de prestação do serviço, arrecadação, cobrança e repasse financeiro sobre as chamadas de LD. É importante destacar que, segundo a Resolução n.º 343, de 17 de julho de 2003 (Anatel, 2005e), as operadoras móveis não podem negar solicitações de faturamento conjunto feitas pelas operadoras de LD.

A iniciativa de faturamento conjunto exige tanto das empresas de LD quanto das operadoras de telefonia móvel celular alterações em seus processos de negócio. Neste trabalho será abordado somente o processo de negócio relacionado com as operadoras de telefonia móvel celular.

As operadoras de telefonia móvel celular tinham seu modelo de negócio e seus sistemas adaptados para as regras do SMC. Com a prestação do serviço de Faturamento Conjunto o modelo precisou ser alterado para suportar a nova situação, que tem como princípio básico a segmentação da receita de LD em seu fluxo de negócio.

A figura 7 apresenta um fluxo resumido de faturamento de uma operadora de telefonia móvel celular no SMC, e a figura 8 mostra as alterações gerais no fluxo que devem ocorrer com o SMP e o faturamento conjunto.

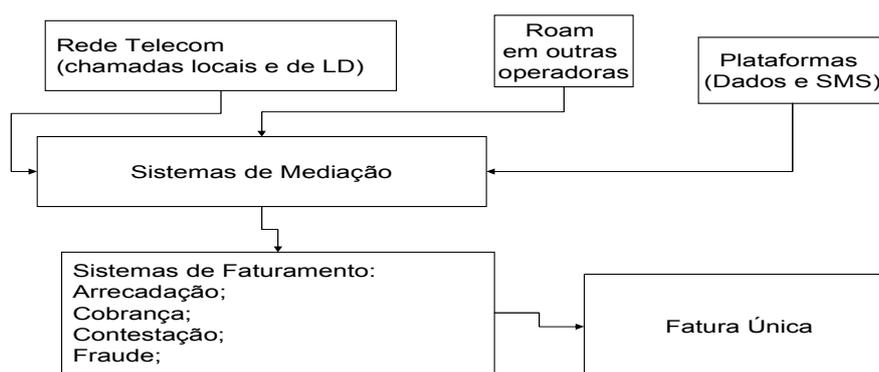


FIGURA 7 – Fluxo Resumido de Faturamento de uma Operadora de Telefonia Móvel Celular no SMC

Fonte: O Autor.

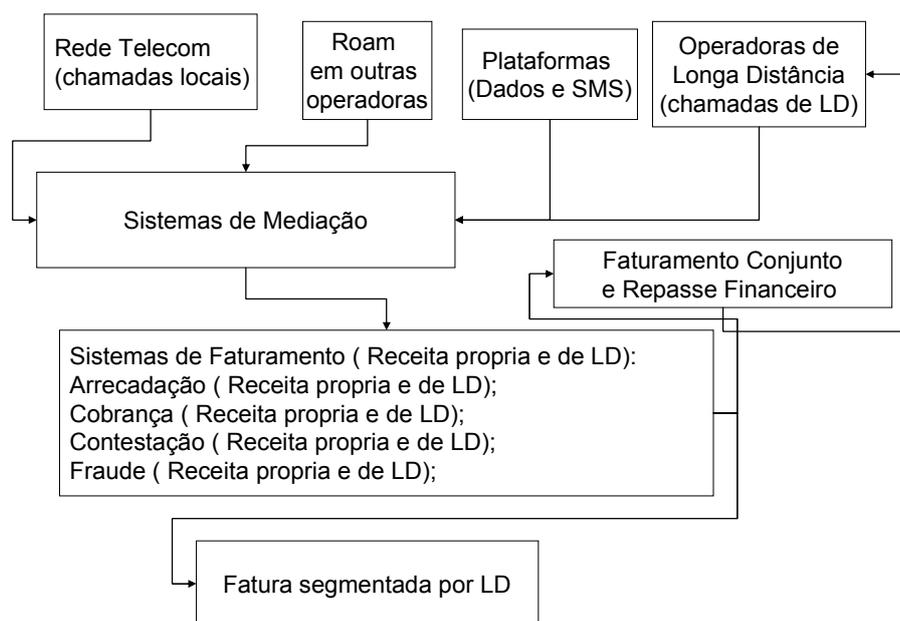


FIGURA 8 – Fluxo Resumido de Faturamento de uma Operadora de Telefonia Móvel Celular no SMP

Fonte: O Autor.

Assim, somente com a segmentação da receita de LD por todo o fluxo de faturamento é possível realizar a correta prestação de contas sobre as chamadas de LD requeridas no processo de faturamento conjunto.

Esse novo processo de negócio envolve, de um lado, as operadoras de longa distância, responsáveis pelo encaminhamento das chamadas de LD e detentoras da receita e, de um outro, as operadoras de telefonia móvel celular, que são obrigadas a prestar o serviço de faturamento conjunto e efetuar o devido repasse financeiro (Anatel,2005 a).

O Grupo de Co-Billing Nacional é formado por todas as operadoras móveis e de longa distância e tem a finalidade de facilitar o relacionamento entre as operadoras na prática do faturamento conjunto, definir padrões, regras e resolver conflitos (ABR, 2005).

Os principais objetivos do modelo de negócio do faturamento conjunto são:

- a) garantir o relacionamento entre a operadora móvel e as operadoras de longa distância, observando os padrões definidos pelo Grupo de Co-Billing Nacional;
- b) possibilitar o controle e visibilidade do ciclo de vida das chamadas de LD, acompanhando as alterações de status nos diversos sistemas da operadora móvel;
- c) garantir o recebimento e o encaminhamento para faturamento das chamadas de LD, enviadas pelas operadoras de longa distância;

- d) possibilitar o cálculo de comissionamento e repasse financeiro, em relação aos valores das chamadas de LD.

Para suportar todas as alterações demandadas pelo faturamento conjunto, os sistemas de informações que participam do modelo de negócio das operadoras de telefonia móvel celular devem ser alterados, o que pode ter um custo muito alto.

A criação de sistemas de informações específicos para atender a esse novo processo de negócio é uma outra alternativa que representa a minimização de impactos na cadeia de sistemas já existentes.

3.5 Considerações Finais do Capítulo

A finalidade deste capítulo é contextualizar o modelo de negócio do faturamento conjunto dentro do domínio das telecomunicações. A forma como está estruturado permitiu a apresentação do setor de telecomunicações, da Anatel e sua ação reguladora, da telefonia móvel celular, do SMP e do faturamento conjunto.

Os assuntos abordados são importantes para os próximos capítulos, principalmente para fundamentar a construção de uma DSSA para o faturamento conjunto, na estruturação dos requisitos de referência e na construção de um modelo de domínio.

4 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DE UMA ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO

Como forma de contribuir para o principal objetivo deste trabalho, o capítulo quatro tem a finalidade de apresentar e discutir as fases e atividades de um processo para a construção de uma DSSA.

Os conceitos e definições abordados em capítulos anteriores servem de base para a construção do processo aqui proposto, onde serão considerados e destacados os pontos mais relevantes.

O capítulo está estruturado em cinco seções. A seção 4.1 apresenta o processo de criação de uma DSSA, abordando suas fases e atividades.

A seção 4.2 discute a construção de um modelo de domínio no contexto de uma DSSA.

A seção 4.3 apresenta aspectos sobre a captura e organização dos requisitos de referência relacionados com a definição de uma DSSA.

A seção 4.4 aborda a construção dos componentes, regras e conectores de uma arquitetura de referência.

A seção 4.5 versa sobre as considerações finais do capítulo.

4.1 O Processo de Criação de uma DSSA

Conforme apresentado no capítulo um, uma DSSA pode ser utilizada para apoiar o desenvolvimento de sistemas de informação. Alguns fatores justificam sua criação, dentre eles a ausência de artefatos, o desconhecimento do domínio e a possibilidade do aumento das chances de sucesso do processo de desenvolvimento.

Uma DSSA é constituída principalmente por um modelo de domínio, requisitos de referência e uma arquitetura de referência. Além disso, é importante definir um processo de desenvolvimento de um sistema com base na DSSA e uma infra-estrutura que suporte esse processo.

Nessa perspectiva, um processo de definição de uma DSSA passa obrigatoriamente pela construção das partes descrita no parágrafo anterior, conforme ilustrado na figura 9.

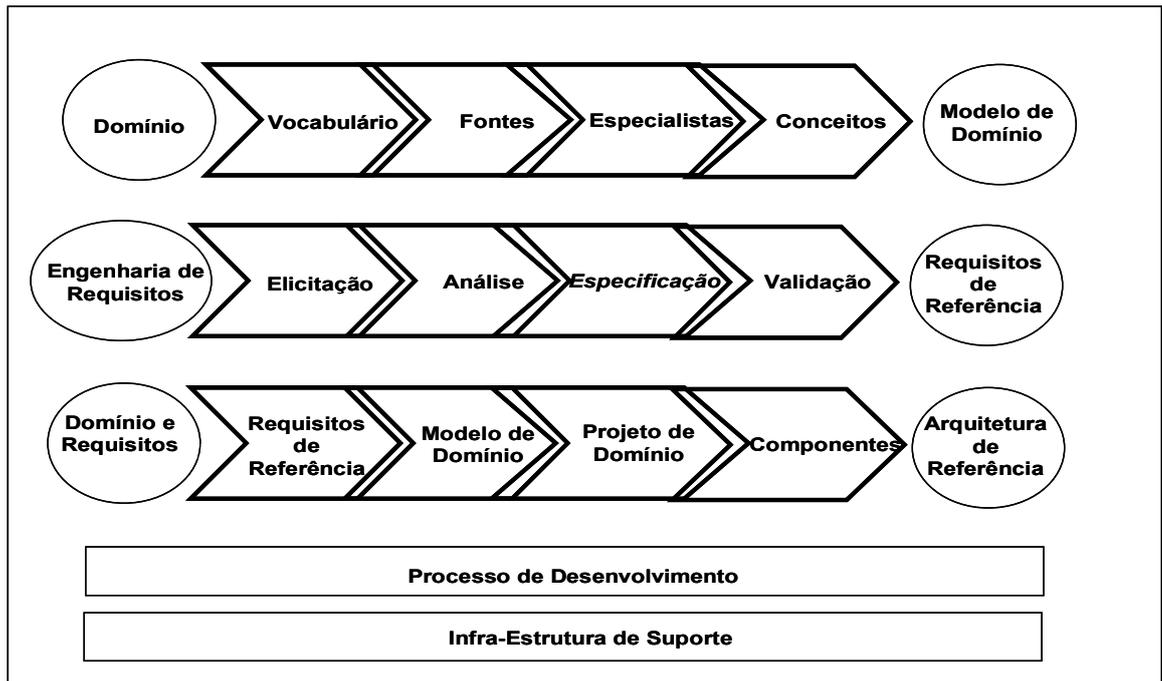


FIGURA 9 – Componentes de uma DSSA
Fonte: O Autor.

O processo de criação de uma DSSA proposto neste trabalho inicia-se com a criação do modelo do domínio, que consiste em um estudo sistematizado do domínio, com ações interativas entre especialistas do domínio e engenheiros de sistemas, considerando fontes, vocabulários e informações específicas do domínio.

O modelo do domínio deve ser representado de forma que os especialistas do domínio de diferentes áreas consigam entendê-lo e validá-lo.

A fase seguinte do processo de criação de uma DSSA é a captura e estruturação dos requisitos de referência, etapa em que a Engenharia de Requisitos pode contribuir de forma significativa, com seus processos, métodos e técnicas.

O resultado final deve ser um conjunto de requisitos reais e necessários para o domínio. Os especialistas do domínio também participam ativamente do processo, tanto na fase de identificação e captura, como nas fases de validação.

Outra etapa do processo de definição de uma DSSA é a criação de uma arquitetura de referência. O modelo de domínio e os requisitos de referência são a base para a criação dos componentes e conexões dessa arquitetura, que tem o objetivo de responder às necessidades do domínio, apresentando um estilo adequado ao domínio específico.

A definição do modelo de domínio, dos requisitos de referência e da arquitetura de referência ocorre de forma seqüencial. No entanto, o refinamento dos artefatos gerados e

novas descobertas podem requisitar alterações a qualquer tempo e isso deve ocorrer em paralelo com as outras atividades.

A definição de um processo de desenvolvimento de sistemas utilizando uma DSSA e uma infra-estrutura que suporte o desenvolvimento também fazem parte da DSSA. Algumas características do domínio podem influenciar diretamente nas definições, como, por exemplo, padrões tecnológicos já nele utilizados.

Nas próximas seções serão apresentadas as principais características das fases de criação do modelo de domínio, dos requisitos de referência e da arquitetura de referência.

4.2 Definição do Modelo de Domínio

A definição do modelo de domínio é uma das principais atividades na criação de uma DSSA. Esse modelo representa o funcionamento do domínio e deve ser construído com a participação dos seus especialistas.

No capítulo um foram discutidos diversos aspectos em relação ao estudo do domínio e sua visão estruturada, dentre eles o modelo de domínio. É um artefato da Engenharia de Domínio e representa conceitos sobre o domínio e suas relações, sendo construído por meio de um processo de análise de domínio (SERRA, GIRARDI, 2003).

A visão estruturada do domínio, que resulta no modelo de domínio, se dá na observação de aspectos particulares, como o vocabulário do domínio, fontes de informações e opiniões dos especialistas.

Para desenvolver um modelo de domínio podem-se estabelecer as seguintes atividades:

- a) capturar todas as informações sobre o domínio;
- b) analisar cada característica em busca da determinação de objetos;
- c) esquematizar um modelo, organizando e classificando as características, conforme suas relações;
- d) criar um diagrama de objetos, representando classes e objetos para cada aplicação no domínio;
- e) criar um diagrama de fluxo de dados, determinando o funcionamento do domínio.

Os especialistas do domínio devem participar de forma interativa e direta da construção do modelo de domínio. A representação desse modelo, dos diagramas e fluxos, portanto, deve ser clara e objetiva, permitindo a visão crítica dos especialistas em relação a

seu funcionamento. Além disso, as representações devem ser suficientes para as pessoas que não conhecem o domínio.

4.3 Estruturação dos Requisitos de Referência

Definir um conjunto de requisitos que um sistema deve atender, no contexto de um domínio específico, é uma das etapas de construção de uma DSSA.

Os requisitos de referência em uma DSSA podem abranger tanto requisitos funcionais, como não funcionais. Eles devem ser completos, claros, consistentes e reais. Para sua captura e organização pode-se utilizar a Engenharia de Requisitos.

No capítulo dois foram apresentados os processos, métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos. Esta seção aborda sua utilização no contexto de definição dos requisitos de referência em uma DSSA.

4.3.1 Processos da Engenharia de Requisitos na Definição dos Requisitos de Referência

Os processos da Engenharia de Requisitos contemplam a elicitação, análise, especificação, validação e gerenciamento de requisitos. Para este trabalho foram considerados somente os processos de elicitação, análise e especificação de requisitos, pois estão diretamente relacionados à obtenção e organização dos requisitos de referência de uma DSSA.

O processo de elicitação de requisitos visa capturar os requisitos para um determinado sistema. No caso dos requisitos de referência de uma DSSA, pode-se utilizar o modelo de domínio como ponto de partida para sua obtenção, sendo que essa prática ajuda a validar o próprio modelo de domínio.

Na fase de análise de requisitos deve ocorrer uma verificação dos requisitos obtidos pela elicitação, constatando junto aos especialistas do domínio se os requisitos são realmente necessários ou se há requisitos não descobertos. Nesse caso deve-se também retornar ao modelo de domínio como forma de ajudar o processo de análise de requisitos.

Algumas técnicas, apresentadas na seção 4.3.2, podem ser utilizadas em auxílio aos processos de elicitação e análise de requisitos.

A especificação de requisitos é a documentação formal dos requisitos coletados e analisados. A linguagem natural é uma das maneiras de construí-la e é a mais utilizada atualmente. No entanto outras técnicas e artefatos podem substituir ou apoiar a especificação

de requisitos, como por exemplo a utilização de protótipos combinados com documentos escritos em linguagem natural.

4.3.2 Métodos e Técnicas da Engenharia de Requisitos na Definição dos Requisitos de Referência

Alguns métodos e técnicas de apoio ao tratamento dos requisitos foram apresentados no capítulo dois. Podem ser utilizados em apoio aos processos da Engenharia de Requisitos, principalmente na elicitação e análise de requisitos.

No contexto da definição dos requisitos de referência em uma DSSA, a técnica de entrevista pode ser utilizada no processo de elicitação de requisitos, obtendo dos especialistas do domínio suas opiniões sobre os requisitos desejados em um sistema no seu domínio.

Outra técnica apresentada neste trabalho é a de análises de visões ou *viewpoints*, que pode ser empregada tanto na descoberta como na validação dos requisitos. Essa técnica considera os conceitos e visões dos especialistas do domínio sob determinado assunto ou fluxo.

O confronto entre as diferentes opiniões dos especialistas ajuda a descobrir novos requisitos, validar os anteriormente descobertos, e também exercitar a consistência e completude do modelo de domínio.

A técnica de prototipação também pode ser muito útil no apoio aos processos da Engenharia de Requisitos. No contexto de uma DSSA, ela pode ser empregada na elicitação, validação e na documentação de requisitos.

A construção de pequenos protótipos para representar algumas funcionalidades complexas do sistema ajuda muito no entendimento dos requisitos, pois proporciona uma validação visual de como o requisito é satisfeito.

Diferentes técnicas podem ser utilizadas para apoiar os processos da Engenharia de Requisitos. Algumas características do domínio podem influenciar o emprego ou combinação de certas técnicas. Não há, portanto, uma definição linear sobre a utilização de métodos e técnicas específicos para apoiar a captura e organização dos requisitos de referência em uma DSSA.

4.4 Determinação da Arquitetura de Referência

A arquitetura de referência consiste em componentes, entidades, objetos e seus relacionamentos. É criada tendo como base o modelo de domínio e os requisitos de referência previamente definidos.

A definição dos componentes e de suas conexões busca resolver as principais necessidades do domínio. Uma arquitetura de referência, no contexto de uma DSSA, deve ser específica e genérica ao mesmo tempo.

Seu caráter específico se dá devido ao seu emprego no domínio em questão, sendo capaz de responder às suas necessidades particulares. Já seu aspecto genérico está relacionado à sua utilização em todo o domínio.

No caso de uma DSSA para faturamento conjunto, apresentada no capítulo cinco, ela se propõe a ser específica para o modelo de negócio do faturamento conjunto e genérica para ser utilizada em qualquer operadora de telefonia móvel celular.

A arquitetura de referência deve ser documentada por meio de um modelo de componentes e submetida a avaliação dos especialistas do domínio. Deve-se também estabelecer práticas de validações, relacionando a arquitetura com os requisitos de referência e o modelo de domínio. O objetivo é encontrar respostas às necessidades definidas na arquitetura, como também verificar possíveis omissões ou falhas nas definições anteriores.

4.5 Considerações Finais do Capítulo

O resultado do processo de construção de uma DSSA é a definição de uma arquitetura de referência. Ela é construída tendo como base o modelo de domínio e os requisitos de referência.

O processo de definição de uma DSSA, proposto neste capítulo, passa pelas fases de criação de um modelo de domínio, de captura e organização dos requisitos de referência e da composição de uma arquitetura de referência.

As fases citadas são caracterizadas por seu aspecto interativo, envolvendo engenheiros de sistemas e especialistas do domínio. Portanto, é importante a utilização de representações que facilitem o entendimento e a comunicação, viabilizando as constantes validações dos modelos por parte dos especialistas do domínio.

O modelo de domínio, os requisitos de referência e a arquitetura de referência estão diretamente relacionados. Qualquer alteração em um dos três artefatos deve ser

cuidadosamente avaliada e revisada, pois pode fazer surgir novas abordagens ou novas definições não previstas anteriormente.

5 ARQUITETURA DE SOFTWARE DE DOMÍNIO ESPECÍFICO PARA SISTEMAS DE FATURAMENTO CONJUNTO

Este capítulo tem como objetivo demonstrar cada etapa de criação de uma DSSA para o domínio do faturamento conjunto. Sendo assim, pretende-se aqui discutir a determinação do modelo de domínio, dos requisitos de referência e dos componentes da arquitetura apresentada.

Portanto, seu resultado final será a descrição de uma arquitetura de referência para sistemas de faturamento conjunto. A proposta é que a arquitetura suporte o desenvolvimento de sistemas de informação para o contexto do faturamento conjunto de uma operadora de telefonia móvel celular, realizando a gestão do negócio e a interação entre as operadoras de longa distância e os sistemas de mediação e faturamento já existentes.

O capítulo está estruturado em quatro seções. A seção 5.1 apresenta um modelo de domínio do faturamento conjunto voltado ao setor de telefonia móvel.

Na seção 5.2 são descritos os requisitos de referência do modelo de negócio do faturamento conjunto.

A seção 5.3 apresenta uma arquitetura de referência para sistemas de faturamento conjunto, descrevendo seus componentes e estruturas.

Na seção 5.4 são realizadas algumas considerações finais do capítulo e sobre a arquitetura proposta.

5.1 O Modelo de Domínio do Faturamento Conjunto

O domínio abordado neste trabalho é o de faturamento conjunto, no contexto da telefonia móvel celular. No capítulo três foram apresentadas algumas características do processo de negócio e funcionamento do fluxo de faturamento e cobrança conjunta.

A criação do modelo de domínio faz parte de uma DSSA e representa aspectos do domínio e seu funcionamento. No caso do faturamento conjunto, o funcionamento do processo de negócio pode ser ilustrado na figura 10, que utiliza notações da *Unifying Modeling Language* (UML) (BOGGS, W., BOGGS, M., 2000).

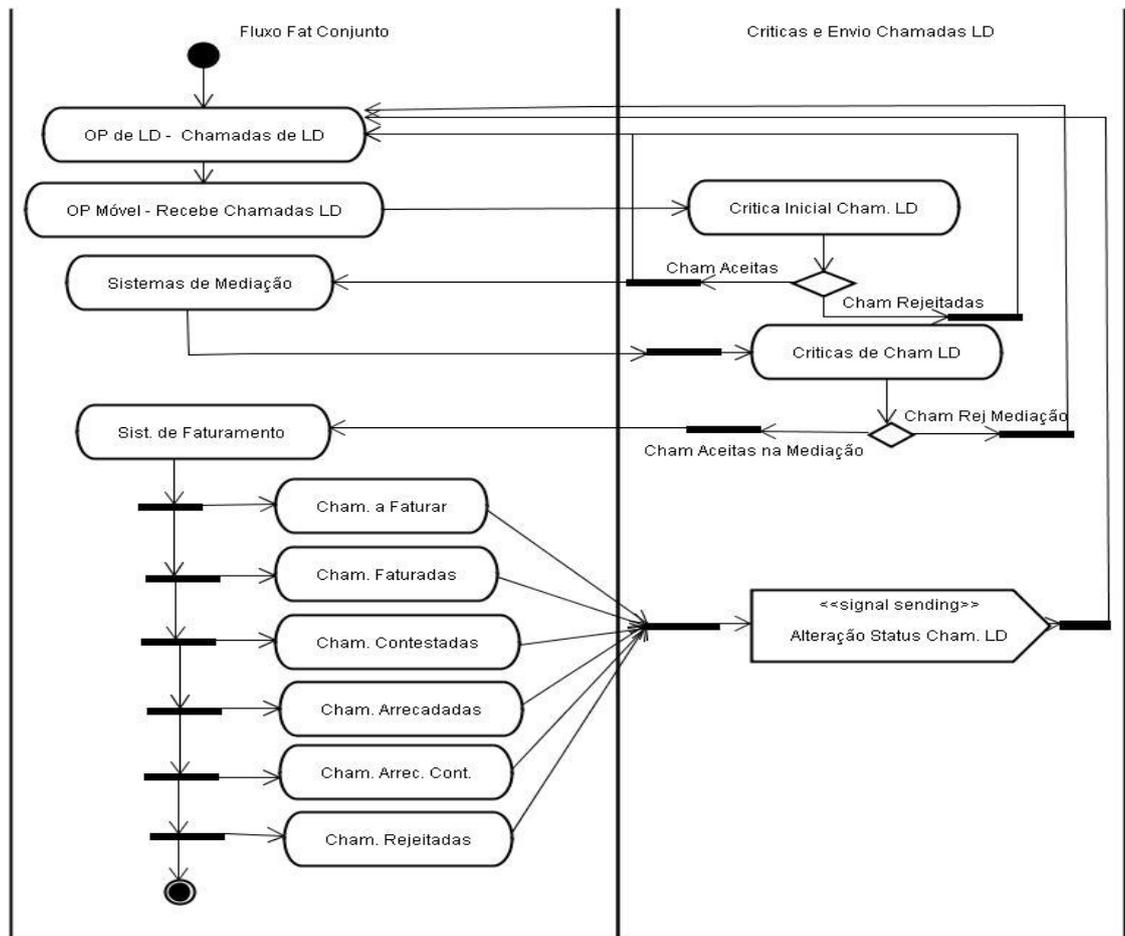


FIGURA 10 – Diagrama de Atividades do Faturamento Conjunto
Fonte: O Autor.

Pode-se considerar o diagrama acima como uma forma de representação do modelo de domínio do faturamento conjunto. Sua construção se deu por meio da coleta de informações, da análise das características e da análise funcional do domínio, buscando estabelecer a representação do fluxo de informações e suas entradas e saídas.

5.2 Requisitos de Referência do Faturamento Conjunto

A identificação dos requisitos de referência é uma fase importante na determinação de uma DSSA. Para obtê-los no domínio do faturamento conjunto, foram utilizados alguns dos processos e técnicas da Engenharia de Requisitos.

O processo inicia-se por entrevistas com especialistas do domínio, passando pelo estudo das fontes sobre o fluxo de negócio, até a construção de visões de diferentes pontos de vista.

A análise do fluxo de faturamento da telefonia móvel celular e das necessidades do domínio em questão fornece algumas regras de negócio em relação ao contexto do domínio do faturamento conjunto:

- a) o processo de negócio discutido aqui é relacionado ao domínio da telefonia móvel celular;
- b) as chamadas de longa distância tratadas neste trabalho são as realizadas por usuários pertencentes às operadoras de telefonia móvel celular;
- c) o usuário de telefonia móvel, no momento da realização da chamada, escolhe, por meio do CSP, qual operadora vai ser responsável por encaminhar sua chamada de LD;
- d) as operadoras de longa distância são responsáveis pelo encaminhamento das chamadas de LD e pagam pelo uso das redes;
- e) as operadoras de longa distância podem solicitar às operadoras de telefonia móvel celular que realizem o faturamento dessas chamadas, configurando-se então o faturamento conjunto. As operadoras de telefonia móvel celular não podem negar o atendimento às solicitações, tornando-se responsáveis pela prestação de conta de chamada a chamada e pelo repasse financeiro;
- f) para o repasse financeiro é necessário a segmentação da receita de LD, separando os processos de faturamento da operadora móvel;
- g) as chamadas de LD podem ser divididas em longa distância nacional (LDN) e longa distância internacional (LDI).

Durante a fase de elicitação de requisitos, em entrevistas com especialistas do domínio e na análise dos diferentes pontos de vistas, foram obtidos os seguintes requisitos funcionais chaves (Anexo A e Anexo B):

- a) a garantia do relacionamento entre a operadora móvel celular e as operadoras de longa distância, observando os padrões definidos pelo Grupo de Co-Billing Nacional (ABR,2005);
- b) a possibilidade de controle e visibilidade do ciclo de vida de chamada a chamada de LDN e LDI, acompanhando as alterações de seus status nos diversos sistemas da operadora móvel;
- c) a garantia do recebimento e o encaminhamento para faturamento das chamadas LDN e LDI enviadas pelas operadoras de longa distância;
- d) a possibilidade do cálculo automático de comissionamento e repasse em relação aos valores faturados e arrecadados das chamadas de LD.

A abordagem de diferentes pontos de vista dos especialistas do domínio em relação ao processo de negócio do faturamento conjunto auxiliou na identificação de novos requisitos funcionais e na validação de outros, conforme exemplificado na figura 11.

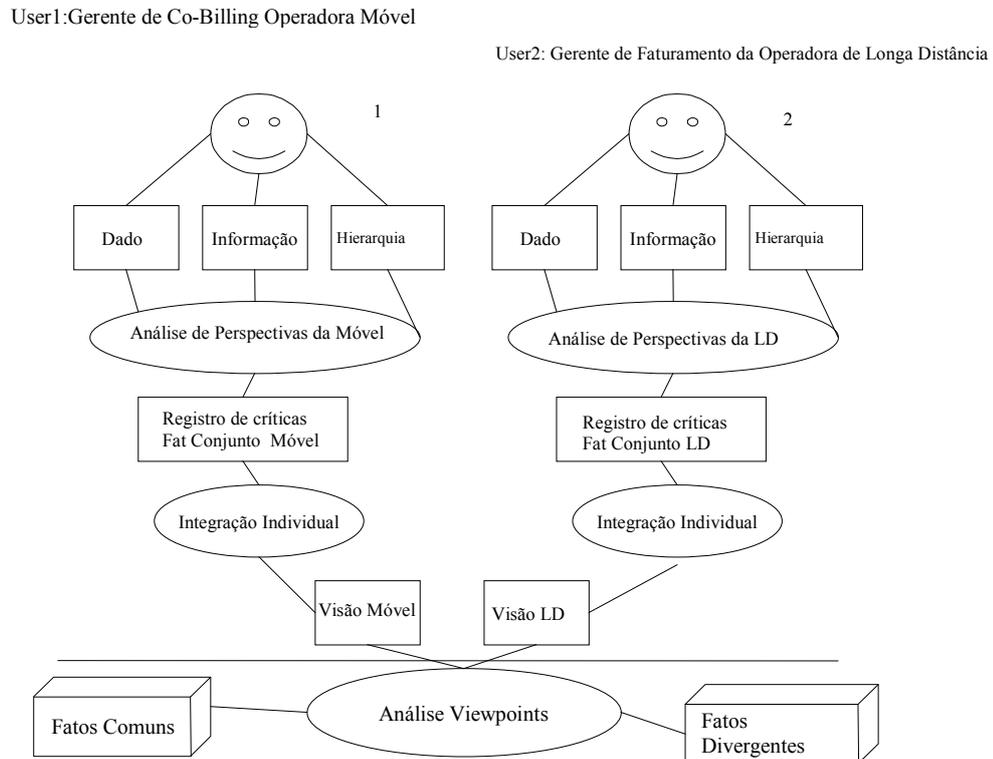


FIGURA 11 – *Viewpoints* de Diferentes Especialistas sobre Faturamento Conjunto
Fonte: O Autor. Adaptação a partir de LEITE, 1989.

O trabalho de elicitación e análise dos requisitos levantados, confrontando-se as diferentes visões, demonstrou a necessidade da criação de um sistema de gestão de faturamento conjunto, que deveria atender, além dos requisitos chaves já listados, os descritos no quadro 1 (Anexo A, Anexo B e ABR, 2005).

Quadro 1 – Requisitos Funcionais de Faturamento Conjunto

Principais Requisitos Funcionais no Contexto do Faturamento Conjunto	
Permitir o cadastramento e visualização on-line dos dados das operadoras de LD e da operadora móvel	Prover um módulo de segurança em camadas, permitindo auditorias em todas as operações
Permitir o cadastramento e visualização on-line de cenários e natureza de chamadas	Permitir o cadastramento e visualização on-line de prefixos, classificando-os segundo seu tipo (pós-pagos ou pré-pagos) e a operadora móvel da qual pertence
Disponibilizar o cadastramento e visualização on-line de impostos, alíquotas por estados, com histórico de atualizações de valores	Oferecer um mecanismo de controle de envio e recebimento de arquivos on-line controlando todos os pontos de entrada e saída do sistema, garantindo a integridade das transmissões
Realizar o tratamento de registros enviados pelas operadoras de LDN e LDI, retornando as chamadas rejeitadas e sinalizando as chamadas aceitas	Permitir o protocolo de aceite de arquivos recebidos e enviados para as operadoras LDs, estabelecendo regras e critérios com os diversos mecanismos de transmissão
Permitir o cadastramento, alteração e visualização on-line das regras para aplicação de críticas das chamadas recebidas	Registrar e disponibilizar de forma on-line, todos os registros de chamadas aceitas, rejeitadas e enviadas para outros sistemas
Receber, validar e enviar para outros sistemas os registros de chamadas recebidos, em um tempo mínimo a ser estabelecido	Ser capaz de recuperar ou receber de outros sistemas os status das chamadas enviadas, atualizando sua condição no sistema e informando para a operadora de LD
Prover o tratamento on-line de registros de chamadas recebidos, permitindo inclusive mecanismos de reciclagem	Permitir o cadastramento e parametrização on-line de formatos de arquivos e de envio para outros sistemas
Permitir o cadastramento on-line de motivos de rejeição de chamadas, segundo padrões estabelecidos pelo Grupo de Co-Billing Nacional	Disponibilizar diversas formas de consultas on-line, parametrizáveis, realizando combinações de resultados de acordo com as necessidades do negócio

Principais Requisitos Funcionais no Contexto do Faturamento Conjunto	
Disponibilizar painéis operacionais de controles de execuções, possibilitando visualização de volumes recebidos, processados e a detecção de problemas e ações preventivas e corretivas	Permitir o cadastramento e visualização on-line das regras, valores e percentuais utilizados na realização de cálculos automáticos de comissionamento e repasse
Permitir o agendamento de expurgo de dados já utilizados e registrados, como também a liberação de dados para <i>backup</i> . Sendo que as regras de <i>backup</i> devem ser configuradas e disponibilizadas de forma on-line	Calcular automaticamente e disponibilizar os dados de repasse financeiro em relação aos valores arrecadados pela operadora móvel, segundo regras definidas e parametrizadas
Enviar arquivos de retorno para as operadoras de LD, com status de cada chamada, à medida que as mesmas forem alterando sua condição nos sistemas de mediação e faturamento	Permitir o agendamento automático de atualização do status de repasse, após sua devida validação, gerando dados financeiros sobre o retorno das chamadas repassadas para as operadoras de LD
Gerar valores contábeis relacionados aos repasses financeiros realizados	Possibilitar a conciliação de chamada a chamada, com arquivos gerados por outros sistemas

Fonte: O Autor.

Os requisitos funcionais apresentados no quadro 1 tem por fim a garantir a gestão do negócio do faturamento conjunto e o fluxo de recebimento e encaminhamento das chamadas de longa distância. Isso dá origem a outros requisitos não funcionais, pois exige um sistema robusto, com alta disponibilidade, escalabilidade, segurança e mecanismos de controles eficientes, objetivando um processamento confiável e sem interrupções.

Na seção 5.3 serão apresentados os componentes da arquitetura de referência proposta e o modo como devem funcionar para atender os requisitos do negócio.

5.3 Arquitetura de Referência para Sistemas de Faturamento Conjunto

Esta seção tem como objetivo definir os componentes de uma arquitetura de referência para sistemas de faturamento conjunto. As notações utilizadas são diagramas de componentes da UML (BOGGS, W., BOGGS, M., 2000).

Considerando o domínio da telefonia móvel celular, sua estrutura, funcionamento e as necessidades do faturamento conjunto, levantadas no estudo dos requisitos, define-se aqui a seguinte arquitetura para um sistema de gestão de faturamento conjunto, conforme representada no diagrama de componentes da figura 12.

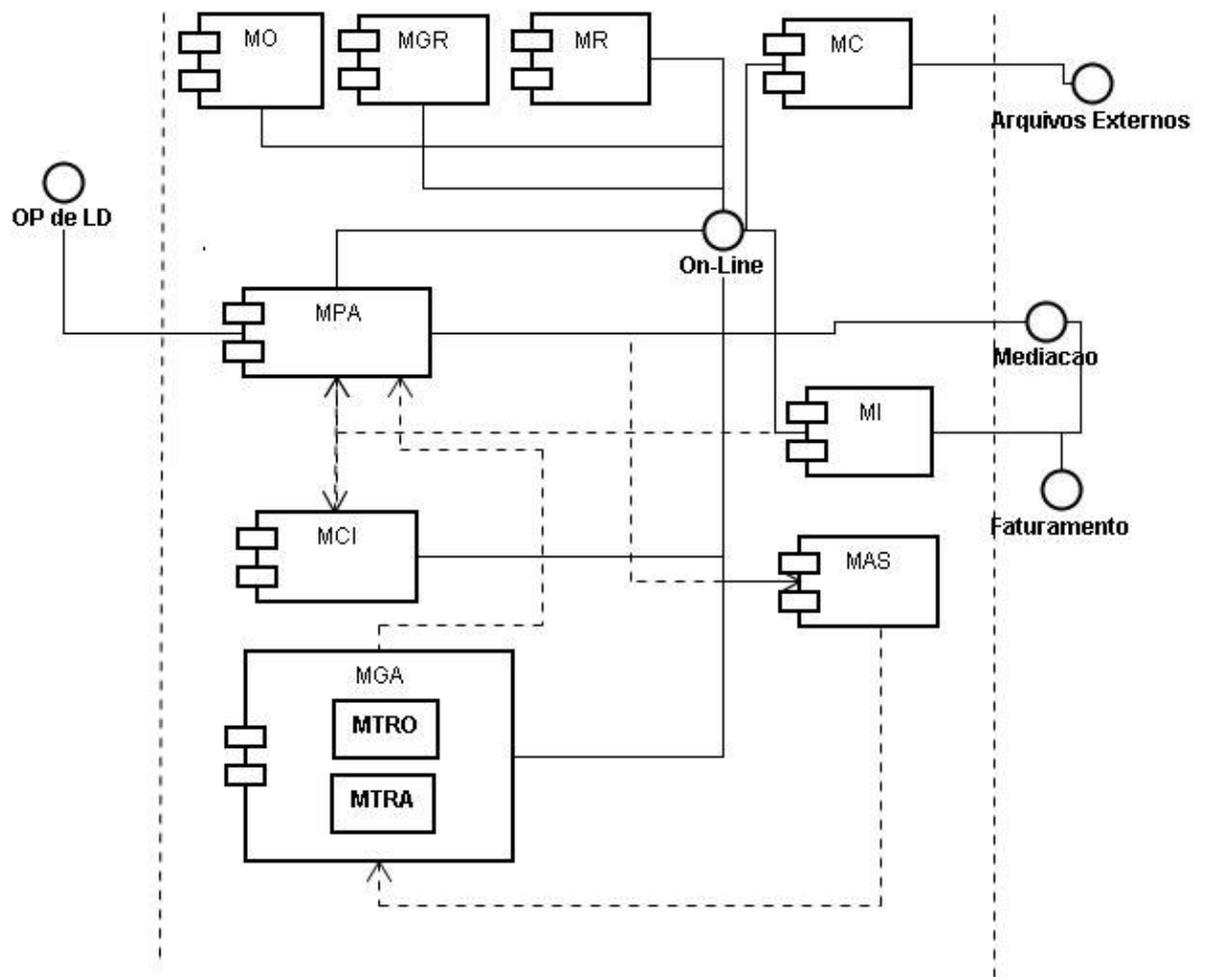


FIGURA 12 – Arquitetura Geral de um Sistema de Faturamento Conjunto
Fonte: O Autor.

A arquitetura sugerida é composta por nove módulos principais, estruturados da seguinte forma:

- a) MPA: Módulo de Protocolo de Aceite;
- b) MGA: Módulo de Geração de Arquivos;
- c) MAS: Módulo de Atualização de Status;
- d) MI: Módulo de Interface;
- e) MCI: Módulo de Crítica Inicial;
- f) MR: Módulo de Repasse;
- g) MGR: Módulo Gerador de Relatórios;
- h) MC: Módulo de Conciliação;
- i) MO: Módulo On-Line.

Os componentes da arquitetura foram concebidos considerando o modelo de domínio abordado na seção 5.1 e os requisitos de referência apresentados na seção 5.2. Cada um realiza uma função específica e se relaciona com outros componentes, fazendo parte de uma organização estrutural que tem como finalidade principal permitir a execução e gestão do faturamento conjunto.

A seguir serão discutidos todos os módulos da arquitetura proposta, abordando suas funções e relacionamentos.

5.3.1 MPA - Módulo de Protocolo de Aceite

O MPA foi criado com a finalidade de atender ao requisito de estabelecimento do protocolo de aceite dos arquivos recebidos das operadoras de longa distância. No entanto sua função vai além disso, pois é utilizado como porta de entrada e saída de qualquer arquivo para o sistema, configurando-se assim como um módulo central da arquitetura.

O protocolo de aceite consiste em tornar pública a confirmação do recebimento de um determinado arquivo ou a sua rejeição.

Um dos objetivos do MPA é validar a consistência dos arquivos transmitidos e recebidos, verificando nomes, tamanhos, formatos e quantidades, possibilitando assim a obtenção da rastreabilidade das trocas de arquivos.

Os aceites e críticas realizadas pelo MPA são registrados no módulo on-line (MO). Além disso, os formatos de arquivos tratados, os sistemas de origem e destino e as regras de validação dos registros também podem ser configuráveis por meio do MO.

O MPA, em sua configuração inicial, recebe e envia arquivos para as operadoras de LD, recebe arquivos do MGA e do MI e disponibiliza arquivos para o MCI, MAS e

Mediação. Todas as suas ações são registradas no MO, conforme mostra a figura 13. No entanto outras entradas podem ser configuradas.

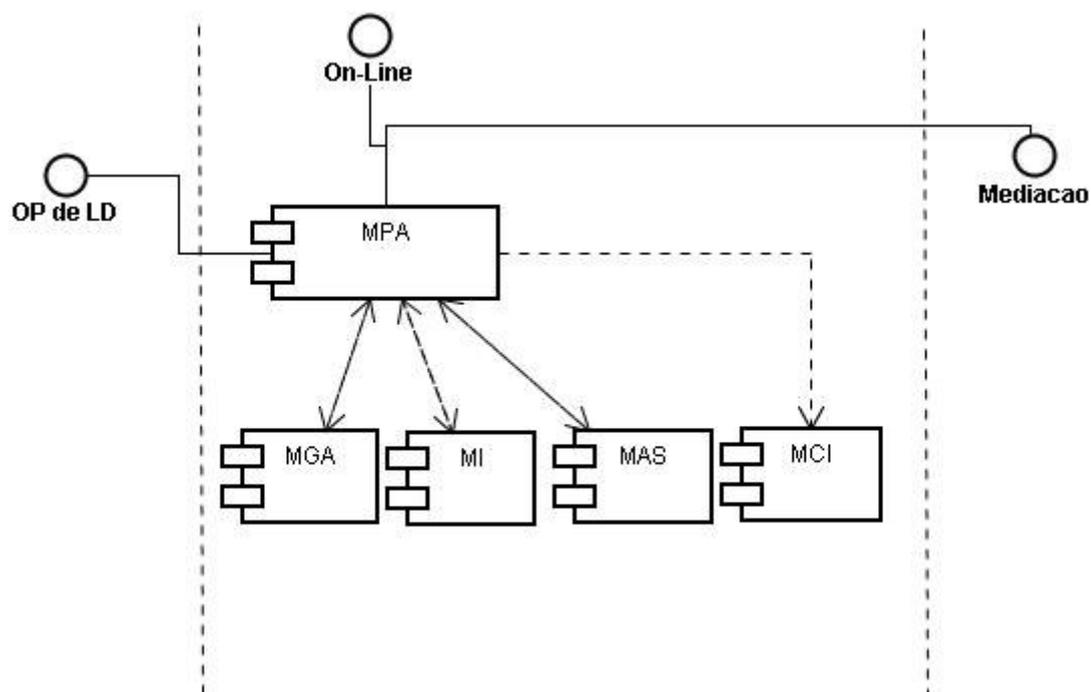


FIGURA 13 – MPA – Módulo de Protocolo de Aceite
Fonte: O Autor.

5.3.2 MCI - Módulo de Crítica Inicial

O MCI é o módulo responsável pela realização da crítica inicial dos registros de chamadas enviados pelas operadoras de LD. Os arquivos recebem primeiramente críticas de consistência, nomes, formatos e quantidades no MPA e depois passam a ser processados pelo MCI, onde se realiza uma série de críticas de registro a registro. As regras para as críticas são cadastradas no MO, assim como os formatos dos registros dos arquivos de entrada.

O resultado do processo de crítica inicial é o seguinte:

- registros rejeitados, com seu respectivo motivo. Esses registros são retornados para as operadoras de LD, pelo MGA e MPA;
- registros aceitos, que seguem o fluxo de dois caminhos: são enviados para faturamento e retornam para as operadoras de longa distância com o status de movimento aceito, pelo MGA e MPA.

Tanto os registros aceitos, que são chamados de movimento aceito, quanto os rejeitados são armazenados em base de dados.

A figura 14 descreve os relacionamentos do MCI.

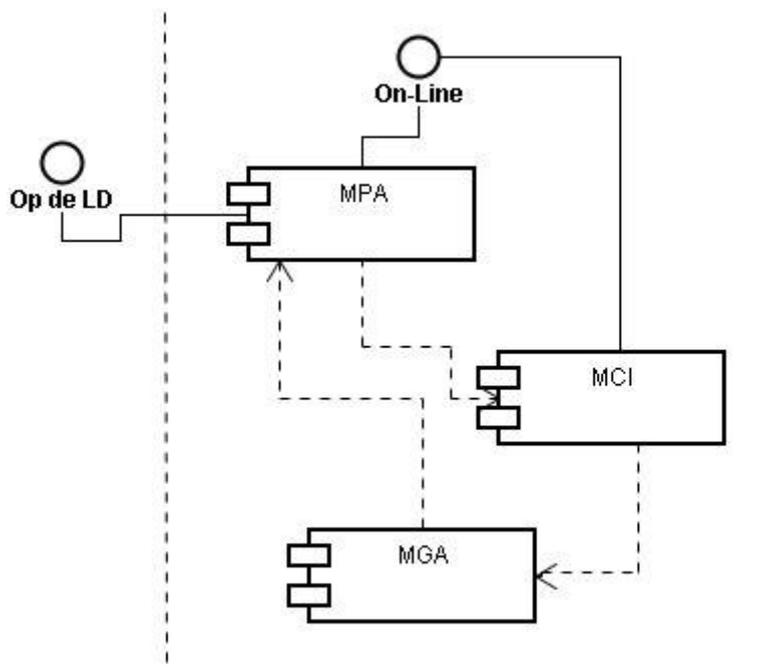


FIGURA 14 – MCI – Módulo de Crítica Inicial
Fonte: O Autor.

5.3.3 MGA - Módulo de Geração de Arquivos

O MGA é o módulo responsável por gerar arquivos de saída, tanto para as operadoras de LD quanto para os sistemas de mediação. Para o MGA funcionar é necessário cadastrar os formatos dos registros dos arquivos, suas origens e destinos, configurando as informações de registro a registro no MO.

O MGA é flexível no sentido de permitir o cadastramento de diferentes formatos de saída, sem limites de quantidades, podendo, inclusive, gerar as mesmas informações em diferentes formatos e ao mesmo tempo. Sendo assim, permite disponibilizar qualquer informação registrada no sistema e em diversos formatos. Por exemplo, o envio de registros com status de chamadas depende somente de configuração, de quando enviar, para onde enviar e em qual formato.

O MGA é dividido em dois sub-módulos, o módulo de tratamento de retorno (MRTO) e o módulo de tratamento de remessas (MRTA):

- a) MTRO - Módulo de Tratamento de Retorno: a principal finalidade desse módulo é, a partir dos dados processados e armazenados em base de dados, gerar arquivos de retorno para as operadoras de longa distância. Os arquivos de retorno apresentam as informações sobre arquivos de registros rejeitados na

crítica inicial pelo MCI, arquivos de registros aceitos na crítica inicial pelo MCI, arquivos de registros com alterações de status (faturado, contestado, rejeitado e outros) processados e armazenados pelo MAS.

- b) MTRA - Módulo de Tratamento de Remessas: o objetivo desse módulo é enviar aos sistemas de mediação os registros para faturamento. As chamadas aceitas pelo MCI são formatadas e enviadas para os sistemas de mediação. Os formatos dos registros podem ser configurados no MO e portanto, ter diferentes formatos de saída.

A figura 15 descreve o MGA e seus relacionamentos:

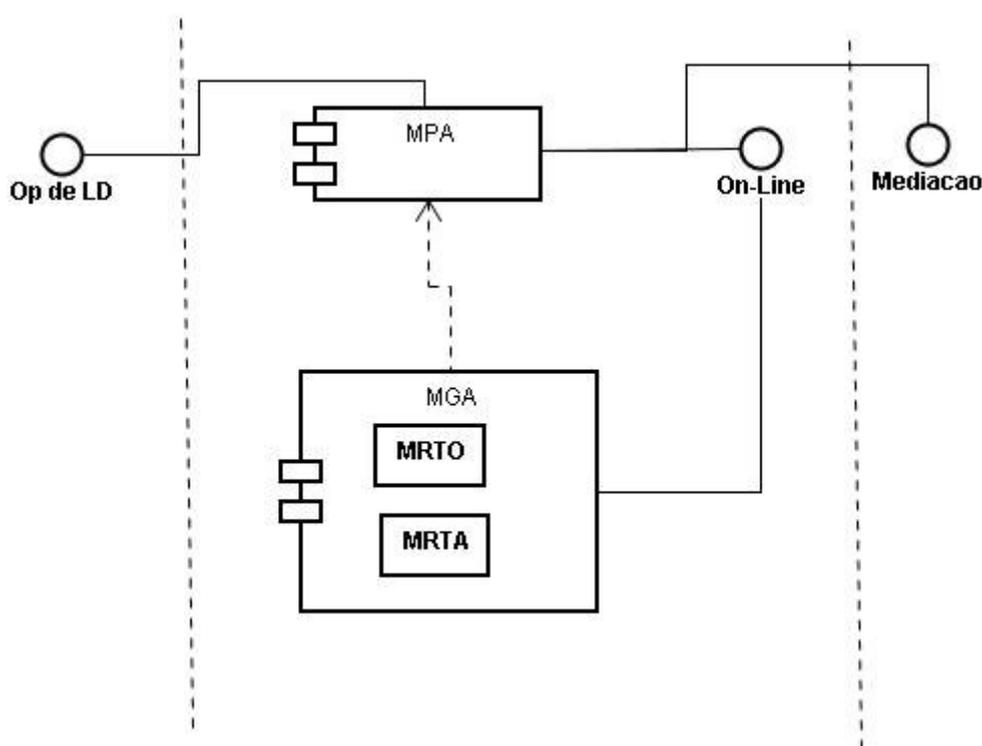


FIGURA 15 – MGA – Módulo de Geração de Arquivos
Fonte: O Autor.

5.3.4 MAS - Módulo de Alteração de Status

O MAS é o módulo responsável por atualizar o status das chamadas no sistema. À medida que as chamadas tenham sua condição alterada nos sistemas de mediação e faturamento, o MI identifica as alterações e as envia com sua nova situação para o MAS, via MPA.

Esse módulo surgiu da necessidade de informar, para as operadoras de longa distância, o status de cada chamada enviada para a operadora móvel celular, entretanto o MAS atualiza

a base de dados com o novo status e o MGA o envia para as operadoras de LD, conforme as configurações e agendamentos.

O fluxo de atualização de status de chamadas no sistema se inicia com o MI, que recupera as informações nos sistemas de mediação e faturamento, registrando-as em arquivos e transmitindo-os para o MPA, que, após validações, os disponibiliza para processamento do MAS.

O MAS, por sua vez, realiza o processamento dos arquivos originalmente criados pelo MI, preservando o histórico de atualizações e disponibilizando os resultados dos processamentos no MO, permitindo, assim, o acompanhamento das atualizações dos registros. Pode-se então, dessa forma, visualizar valores, quantidades e críticas no MO.

Os formatos dos registros de arquivos para cada tipo de status também são configurados no MO. Cada tipo de status pode conter informações distintas que podem ser representados em diferentes formatos.

O MAS está dividido em sub-módulos, sendo um para cada tipo de status de chamadas. A criação de um novo sub-módulo, em atendimento a um novo status, é automática e configurável por meio do MO. Em sua configuração inicial o MAS está dividido nos seguintes sub-módulos:

- a) MAS – AFT: é responsável pelo processamento e atualização dos registros com status “a faturar”, retornados dos sistemas de faturamento pelo MI;
- b) MAS – FAT: quando uma chamada é faturada no sistema de faturamento, o MI fornece dados sobre esse faturamento, tais como o número da nota fiscal, o vencimento da fatura, dentre outros. O MAS – FAT recebe os registros com as informações e os processa, atualizando seu status;
- c) MAS – ARR: o MI recupera informações de pagamento de faturas nos sistemas de faturamento e as encaminha para atualização de status. O MAS – ARR é responsável por processar tais informações, atualizando o status “arrecadado” no sistema;
- d) MAS – CONT: os usuários de telefonia móvel celular podem contestar as chamadas de LD faturadas ou arrecadadas. Quando isso acontece, o MI identifica as contestações com seus respectivos motivos e informa os registros contestados para atualização de status. O MAS – CONT é responsável por atualizar o status “contestado” no sistema;

- e) MAS – FRA: é responsável pelo processamento das chamadas retornadas com status “fraudulentas”, que são retiradas do processo de faturamento. O MI identifica a situação e as envia para atualização de status;
- f) MAS – REJ: nos sistemas de mediação ou faturamento, as chamadas de LD podem ser rejeitadas por diversos motivos. Quando isso ocorre o MI captura as chamadas e os motivos de rejeição e as envia para atualização de status. O MAS-REJ processa os registros enviados, atualizando o status das chamadas “rejeitadas”;
- g) MAS – INAD: é responsável por atualizar os registros de chamadas pertencentes a faturas de clientes inadimplentes. O MI identifica os clientes nos sistemas de faturamento e encaminha as faturas inadimplentes para atualização no sistema;
- h) MAS – PAR: nos sistemas de faturamento os usuários podem realizar o parcelamento das faturas. Quando isso ocorre o MI recupera as informações de parcelamento e as encaminha para atualização de status. O MAS – PAR processa no sistema a atualização das faturas que estão parceladas, realizando inclusive o controle das parcelas;
- i) MAS – REC: tanto nos sistemas de mediação quanto nos de faturamento existe a possibilidade de registros entrarem na condição de reciclagem. Isso ocorre quando um registro é rejeitado não por um problema de conteúdo, mas por algum motivo externo passível de correção. O MI identifica as situações, registrando inclusive os motivos, e envia as chamadas para atualização de status.

A figura 16 descreve o MAS e seus relacionamentos.

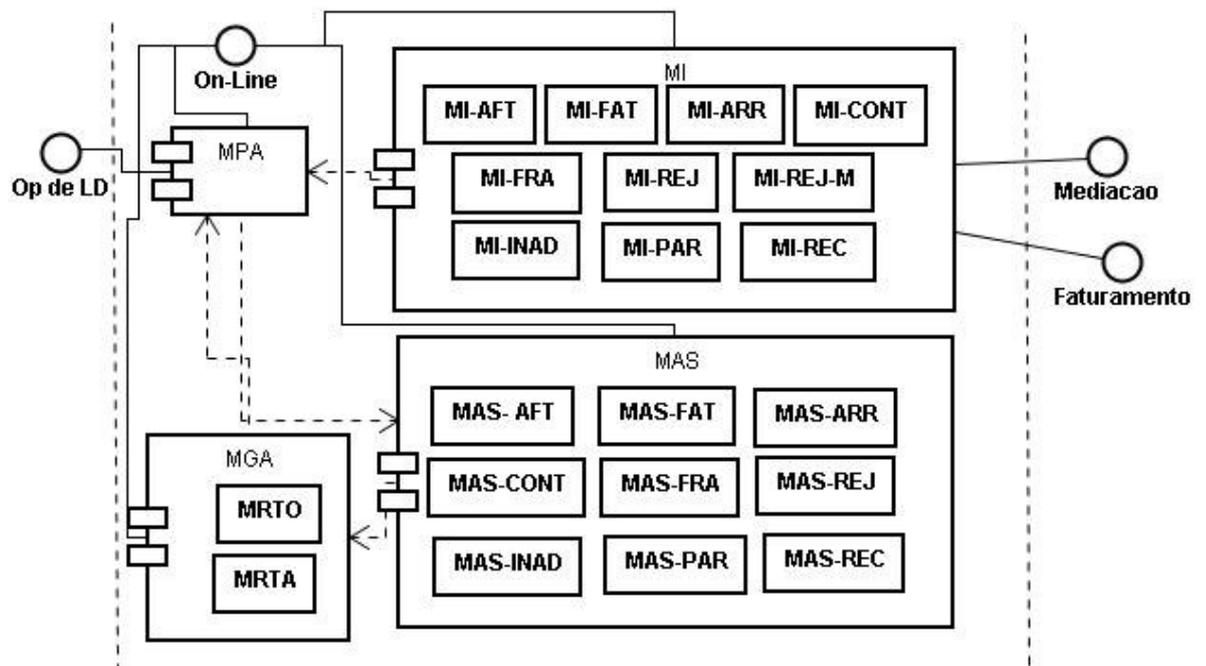


FIGURA 16 – MAS – Módulo de Alteração de Status
Fonte: O Autor.

5.3.5 MI - Módulo de Interface

O MI é o módulo responsável por recuperar informações sobre o status das chamadas de LD nos sistemas de mediação e faturamento e enviá-las ao MPA, para que sejam disponibilizadas no MAS.

Um dos principais requisitos de um sistema de gestão de faturamento conjunto é o envio do status de cada chamada recebida para as operadoras de LD. O MI faz parte da solução para atendimento deste requisito, pois busca nos sistemas da operadora móvel todas as ocorrências em relação às chamadas de LD.

No MO pode-se realizar a configuração de novos status, a definição de formatos dos registros dos arquivos, agendamentos de execuções, configuração de alarmes e acompanhamento dos resultados das execuções do MI.

O MI é um módulo que deve buscar as informações nos sistemas de mediação e faturamento podendo, no entanto, ser configurado também para receber as chamadas e seus respectivos status.

A filosofia de funcionamento do MI é de interface entre o sistema de gestão de faturamento conjunto e os demais sistemas da operadora móvel. Em sua configuração inicial está dividido em dez sub-módulos, sendo um para cada status:

- a) MI – AFT: é responsável por recuperar as chamadas de LD que estão prontas para faturamento;
- b) MI – FAT: informa as chamadas que foram faturadas. A cada ciclo de faturamento o MI-FAT deve ser executado. O próprio sistema de faturamento pode ativar automaticamente a execução do MI-FAT;
- c) MI – ARR: é responsável por recuperar as faturas pagas e enviá-las para atualização de status. Nesse caso o MI-ARR deve ter o controle das faturas que contêm chamadas de LD;
- d) MI – CONT: envia para atualização de status as chamadas de LD contestadas, com os respectivos motivos de contestação;
- e) MI – FRA: interage com os sistemas de fraude e obtem as chamadas de LD que foram classificadas como fraude, enviando-as para atualização de status;
- f) MI – REJ: é responsável por recuperar as chamadas rejeitadas no faturamento, classificando-as com os respectivos motivos de rejeição e enviando-as para atualização de status;
- g) MI – REJM: é responsável por recuperar as chamadas rejeitadas na mediação, classificando-as com os respectivos motivos de rejeição e enviando-as para atualização de status;
- h) MI – INAD: recupera e envia para atualização de status as faturas que estão como inadimplentes nos sistemas de faturamento;
- i) MI – PAR: recupera, nos sistemas de faturamento, informações sobre parcelamento de faturas e as envia para atualização de status;
- j) MI – REC: é responsável por recuperar as chamadas em situação de reciclagem, classificando-as com seus respectivos motivos e enviando-as para atualização de status.

Como o MI realiza a interface com os sistemas de mediação e faturamento, na busca de informações sobre as condições das chamadas de LD, ele precisa ser executado fora do domínio do sistema de gestão de faturamento conjunto, ou seja, juntamente com os sistemas da operadora móvel. Essa característica exige do MI um controle rígido de execução e transmissão, que pode ser atendido por meio do painel de alarmes do MO. A figura 17 descreve o MI e seus relacionamentos.

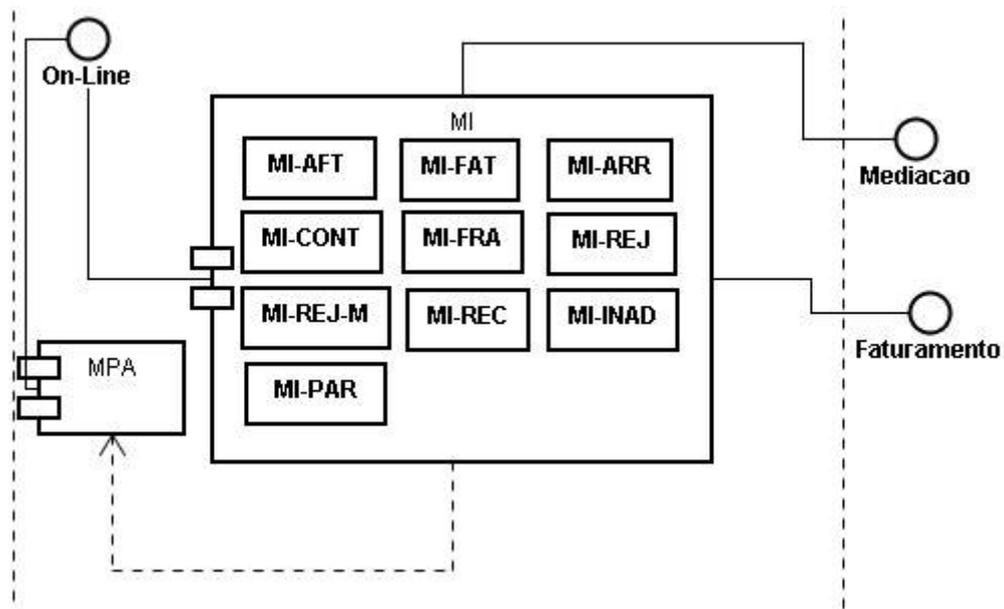


FIGURA 17 – MI – Módulo de Interface
Fonte: O Autor.

5.3.6 MGR - Módulo Gerador de Relatórios

O objetivo do MGR é executar a extração de relatórios previamente definidos no MO. Alguns deles já são disponíveis no MO sem a participação do MGR, entretanto existem outros que exigem um processamento maior e esses são gerados pelo MGR.

O MO permite o agendamento dos relatórios, o acompanhamento das execuções e também a visualização dos resultados sumarizados.

Alguns tipos de relatórios podem ser criados no MO pelo próprio usuário, utilizando-se de combinações de campos disponíveis. Os locais de disponibilização dos resultados e formatos dos registros dos arquivos gerados também podem ser configurados no MO. A figura 18 apresenta o MGR e seus relacionamentos.

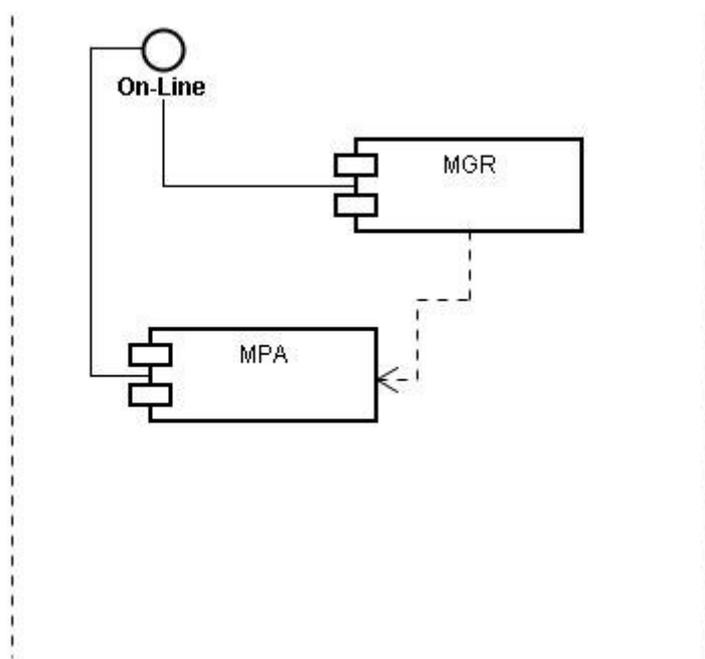


FIGURA 18 – MGR – Módulo Gerador de Relatórios
Fonte: O Autor.

5.3.7 MC - Módulo de Conciliação

A finalidade do MC é realizar o confronto de informações entre arquivos, para identificar igualdades e diferenças nos registros.

As chamadas de LD recebidas pelo sistema de gestão de faturamento conjunto são armazenadas em base de dados e enviadas para faturamento, em situações em que o MI não consegue recuperar, nos sistemas da operadora móvel, informações sobre o status das chamadas. Por isso pode ser necessária a realização de confrontos de registros entre o que está armazenado no sistema de faturamento conjunto e o que existe nos sistemas da operadora móvel.

O MC permite o confronto entre diferentes tipos de formatos. Os formatos dos registros para batimento devem ser configurados no MO, assim como os agendamentos e a visualização dos resultados. Na figura 19 pode-se verificar o MC e seus relacionamentos.

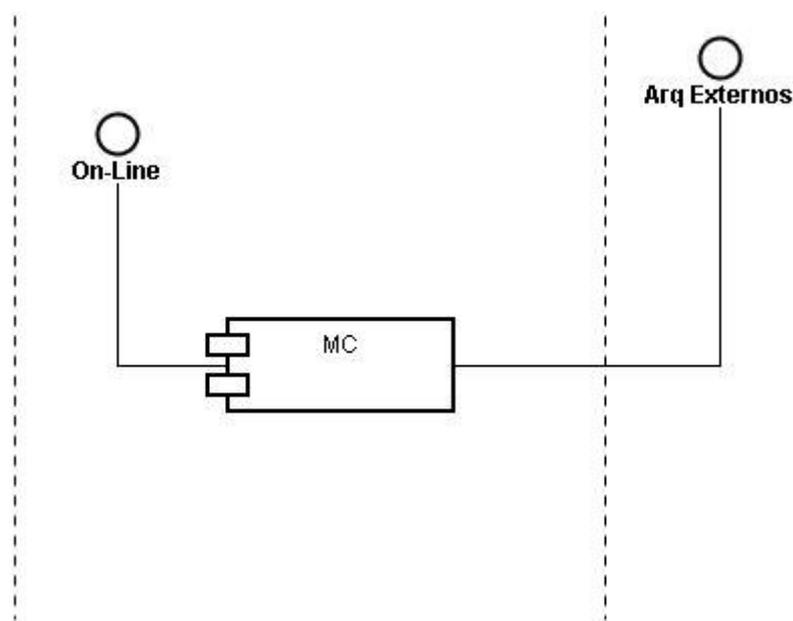


FIGURA 19 – MC – Módulo de Conciliação
Fonte: O Autor.

5.3.8 MR - Módulo de Repasse

O módulo de repasse é responsável por consolidar as informações processadas em relação às chamadas de LD, para a realização do repasse financeiro e comissionamento.

De posse dos registros carregados, dos status atualizados, da base cadastral com dados das operadoras de LD e das regras e valores definidos, é possível calcular automaticamente os valores de repasse e comissionamento. As regras para a composição do repasse financeiro e comissionamento são configuradas no MO.

O produto final de um sistema de gestão de faturamento conjunto são os valores a serem repassados para as operadoras de longa distância, descontados os registros rejeitados, inadimplências e os comissionamentos pelos serviços prestados. Os contratos de faturamento e cobrança conjunta realizados entre a operadora móvel e a operadora de longa distância determinam regras que influenciam diretamente no repasse financeiro.

Após a execução do MR é possível realizar a validação dos valores gerados, visualizando as informações no MO. Com os valores de repasse validados, pode-se liberar o envio das chamadas participantes do repasse para as operadoras de LD, pelo MGA e MPA.

Na figura 20 é possível verificar o MR e seus relacionamentos.

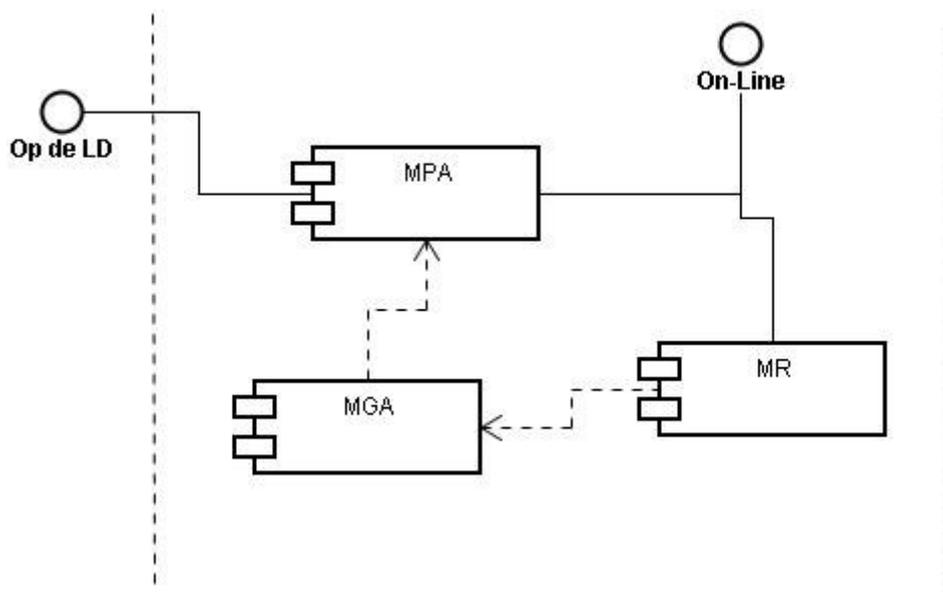


FIGURA 20 – MR – Módulo de Repasse
Fonte: O Autor.

5.3.9 MO - Módulo On-Line

O módulo on-line é central para o sistema. Por meio dele os usuários podem obter informações, agendar processamentos e realizar efetivamente a gestão do faturamento conjunto.

Os diversos módulos do sistema têm relação constante com o MO, pois é ele que disponibiliza as configurações para execução e funcionamento dos módulos, como também a apresentação dos resultados de processamento.

O MO é construído com uma camada de segurança dividida em níveis de acesso, com a finalidade de controlar as ações dos usuários, permitindo o registro de cada alteração.

O MO, em sua concepção inicial, está dividido da seguinte forma:

- a) Painel de Configuração: nele painel é possível realizar uma série de configurações necessárias para o funcionamento do sistema: formatos de registros de arquivos, cadastro e atualização de alíquotas de impostos, tipos de arquivos por saída, agendamentos de processamentos dos módulos, dados cadastrais das operadoras de longa distância e das operadoras móveis e regras de negócio para críticas diversas;
- b) Painel Operacional: sua finalidade é possibilitar uma visão geral e detalhada de todo o fluxo de recebimento e envio de arquivos. Nele podem-se verificar as seguintes informações: arquivos recebidos das operadoras de longa distância,

com quantidades, aceitações e rejeições; arquivos de retorno para as operadoras de longa distância, com o movimento aceito, a crítica inicial e demais status (faturado, rejeitado, repassado e outros); arquivos enviados para a mediação, com quantidades e periodicidades;

O painel operacional controla todos os processamentos, registrando os resultados das execuções para cada módulo: MPA, MGA, MCI, MAS, MGR, MCI, MR e MC;

- c) Painel Gerencial: painel gerencial trata de dados de gestão. Por ele o usuário pode obter valores e quantidades dos registros processados, organizados com um enfoque financeiro. Como exemplo podem-se citar: valores em movimento aceito por operadora de LD, valores rejeitados por tipo de rejeição, valores faturados e arrecadados por LD e valores repassados;

Diversos relatórios podem ser obtidos por meio do painel gerencial. Os que exigem maior esforço de processamento podem ser agendados pelo painel de configuração e executados pelo MGR;

- d) Painel de Alarmes: sua função do painel de alarmes é de sinalizar problemas ou situações que mereçam tratamento especial. Diversos tipos de alarmes podem ser enviados, conforme a configuração:

d.1 tempo máximo de processamento para um certo tipo de transação;

d.2 agendamentos que não são executados por ausência de arquivos;

d.3 erros de processamento;

d.4 valores de rejeições fora do percentual previsto.

Os avisos podem ser configurados por criticidade, e diferentes ações podem ocorrer dependendo das situações.

A figura 21 proporciona uma visão do MO e seus relacionamentos.

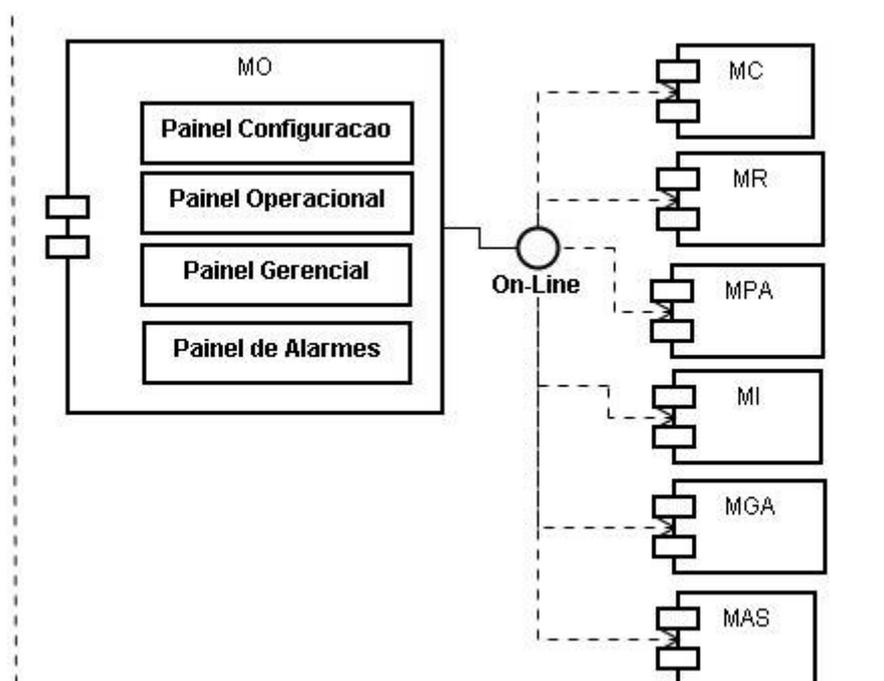


FIGURA 21 – MO – Módulo On-Line

Fonte: O Autor.

5.4 Considerações Finais sobre o Capítulo e a Arquitetura de Software Proposta

A DSSA proposta é resultado da combinação da visão estruturada do domínio e das necessidades levantadas pelos métodos e técnicas da Engenharia de Requisitos, considerando o contexto e os objetivos do modelo de negócio do faturamento conjunto.

Os elementos definidos na DSSA servem para a construção de um sistema de gestão de faturamento conjunto, com a finalidade de atendimento dos principais requisitos e necessidades desse modelo de negócio. Neste ponto, alguns requisitos não funcionais precisam ser destacados:

- a) SGDB: a definição de um SGBD com grande capacidade de armazenamento é crítica para o sucesso da solução;
- b) Modelo de Banco de Dados: a filosofia de funcionamento da arquitetura é dependente de registros e configurações on-line, o que requer um refinamento do modelo de banco de dados. Além disso, o armazenamento das chamadas deve ser realizado de forma que permita interdependência de dados, inclusive com particionamentos físicos definidos pela lógica do negócio;
- c) Chave Única: a criação de uma chave única para os registros de chamadas de LD é fundamental para o sucesso do sistema, pois o modelo de negócio do faturamento

conjunto tem como base o controle do ciclo de vida da chamada de LD. A gestão financeira está totalmente vinculada à situação de rastreabilidade das chamadas e somente com a existência de um identificador único isso se torna viável tecnicamente;

- d) Padrão Tecnológico e Filosofia e Funcionamento: todos os módulos, exceto o MO, devem ser construídos em linguagem C, C ++ ou ProC. Além disso, todos têm a mesma filosofia de funcionamento, contemplando características de re-execução, processamento paralelo, configurações de regras registradas em banco de dados e externas ao código, controles automáticos de execuções registrados em base de dados, permitindo o acompanhamento on-line, e estruturas que possibilitam alto poder de processamento e escalabilidade;
- e) Interface com os Usuários: a arquitetura proposta tem como filosofia a comunicação extrema em ambiente Web. Nele o usuário poderá ter uma visão completa do sistema, tanto operacional como do gerencial. A idéia de painéis no módulo on-line é para permitir o monitoramento completo do sistema, desde as configurações, processamentos, até as gestões de valores e quantidades. É por isso que o MO está inserido em um ambiente Web interativo, porém a inteligência da solução está concentrada no modelo de banco de dados.

Uma constatação importante no trabalho foi a identificação de melhoria do processo de definição de uma DSSA por meio de uma abordagem de tratamento especializado do domínio, para a criação do modelo de domínio, e da utilização da sistemática de definição de requisitos de referência proposta pela Engenharia de Requisitos.

No caso da Engenharia de Requisitos verificou-se a existência de uma dupla relação com a arquitetura de software de domínio específico (DSSA). Os seus métodos e técnicas podem ajudar na construção de uma DSSA, e uma DSSA pode participar de atividades da Engenharia de Requisitos, tais como a elicitação, a validação e o gerenciamento dos requisitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A última parte desta dissertação descreve as principais conclusões obtidas durante o desenvolvimento da pesquisa e suas principais contribuições e possibilidades de trabalhos futuros.

Resultados Alcançados

O objetivo principal desta pesquisa foi discutir e propor um processo para criação de uma DSSA. O trabalho teve ainda outros objetivos específicos: apresentar uma arquitetura de referência voltada ao domínio da telefonia móvel celular, como forma de exercitar as atividades relacionadas ao processo proposto; o estudo sobre arquitetura de software de domínio específico; apresentação dos processos e técnicas da Engenharia de Requisitos; a descrição de algumas características do setor de telecomunicações, da telefonia móvel celular e do modelo de negócio do faturamento conjunto.

Todos os objetivos propostos foram atingidos ao longo dos capítulos. Foram apresentadas as atividades e fases para construção de uma DSSA, uma DSSA relacionada ao modelo de negócio do faturamento conjunto, os principais fundamentos sobre arquiteturas de software de domínio específico, os processos e técnicas da Engenharia de Requisitos e as principais características do setor de telecomunicações, do segmento de telefonia móvel celular e do faturamento conjunto.

Cabe ressaltar que a utilização de arquiteturas de referência facilita o processo de desenvolvimento de sistemas no contexto das telecomunicações. O roteiro de atividades para construção de uma DSSA, apresentado nesta dissertação, pode ser perfeitamente empregado em diversos campos do domínio da telefonia móvel celular.

Principais Contribuições e Trabalhos Futuros

A maior contribuição desta pesquisa é o processo de criação de uma DSSA, que passa pela visão estruturada do domínio na definição do modelo do domínio, pelo tratamento dos requisitos na obtenção dos requisitos de referência e, finalmente, pela definição dos componentes de uma arquitetura de referência, funções e relações, em resposta às necessidades do modelo de negócio em questão.

Além disso a filosofia de funcionamento da arquitetura e sua relação com as regras de negócio demonstradas são um excelente ponto de partida para o entendimento do faturamento conjunto, podendo servir de referência para o desenvolvimento ou validação de um sistema de faturamento e cobrança conjunta.

É importante ainda ressaltar que as soluções de rastreabilidade de chamadas, de controle de troca de arquivos com mecanismos de validações e aceites e de monitoramento centralizado de execuções, representadas em alguns componentes da arquitetura podem contribuir para soluções a serem utilizadas em outros sistemas do domínio da telefonia fixa ou celular.

Nessa perspectiva, algumas possíveis linhas de estudo surgem para a continuação ou aprimoramento deste trabalho:

- a) utilizar a mesma filosofia de construção de uma DSSA empregada no trabalho em outros campos do setor de telecomunicações;
- b) adequar a arquitetura descrita no trabalho, adaptando-a ao domínio das operadoras de longa distância, para suas necessidades em relação ao faturamento conjunto. Essa abordagem pode fazer surgir um sistema de faturamento conjunto convergente, que possa abordar tanto os aspectos da operadora móvel quanto da operadora de longa distância;
- c) evoluir alguns componentes da arquitetura para outros sistemas de informação, já que alguns módulos são potencialmente reaproveitáveis no domínio da telefonia móvel celular, como, por exemplo, a filosofia de funcionamento e estrutura do módulo de protocolo de aceite de arquivos, que pode ser utilizada em qualquer situação onde existe necessidade de controle de trocas de arquivos, ou ainda a utilização do controle centralizado proposto no módulo on-line, que permite configuração, agendamentos, acompanhamento das execuções, alarmes e verificação de resultados em uma só aplicação.

Uma outra contribuição evidenciada ao escrever o trabalho foi a relação entre as atividades de pesquisa desenvolvidas no programa de Mestrado e a realidade nas empresas. A utilização de métodos de pesquisa como forma de buscar soluções para os diversos problemas enfrentados pelas corporações pode ser uma alternativa real e viável.

As empresas têm a alternativa de potencializar seus processos tecnológicos em busca da inovação, utilizando o caminho da pesquisa. Com a introdução da cultura de pesquisa no ambiente corporativo, as opções e soluções se multiplicam em quantidade e qualidade.

Após concluir esta Dissertação, foi essa a constatação do autor, que utilizou a prática da pesquisa em ambiente de tecnologia da informação, no setor de telecomunicações.

REFERÊNCIAS

ABR. Associação Brasileira de Roaming – **Grupos de co-billing**. Disponível em: www.abr.net.br/grupos_de_cobilling.htm, acessado em 23 jun. 2005.

ANATEL Agência Nacional de Telecomunicações. **Conheça a Anatel**. Disponível em: http://www.Anatel.gov.br/conheca_Anatel/default.asp, acessado em 06 jun. 2005a.

Comunicação móvel, SMC - dados relevantes do SMC e SMP.

Disponível em:

http://www.Anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/comunicacao_movel/smc/dados_relevantes_smc_smp.pdf, acessado em 06 dez. 2005b.

Comunicação móvel - SMC.

Disponível em: http://www.Anatel.gov.br/comunicacao_movel/smc/smc.asp, acessado em 06 dez. 2005c.

Comunicação móvel – SMC, evolução SMC – SMP, operadoras.

Disponível em:

http://www.Anatel.gov.br/comunicacao_movel/smc/evolucaosmc_smp_operadoras.pdf, acessado em 06 dez. 2005d.

Resolução 343.

Disponível em: http://www.Anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/biblioteca/resolucao/2003/res_343_2003.pdf, acessado em 06 dez. 2005e.

Comunicação móvel SMP CSP.

Disponível em: http://www.Anatel.gov.br/Comunicacao_Movel/smp/CSP/selecao_prestadoras/paginas/duvidas_frequentes.htm, acessado em 06 dez. 2005f.

BASS, L. et al. **Achieving usability through software architecture**. 2001. Relatório Técnico CMU/SEI-2001-TR-005 ESC-TR-2001-005, Software Engineering Institute (SEI), Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2001.

Recommended best industrial practice for software architecture evaluation. 1997. Relatório Técnico CMU/SEI-96-TR-025 ESC-TR-96-025, Georgia Institute of Technology, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1997.

BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. **Software architecture in practice**. Medford, NY: Addison Wesley, 1998.

BELGAMO, A. ; FABBRI, S. Constructing use case model by using a systematic approach: description of a Study. Workshop em Engenharia de Requisitos 7. **Anais**. Tandil, Argentina, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2004.

BERGEY, J. K.; CLEMENTS, P. C. **Software architecture in DoD (Department of Defense) acquisition: A Reference Standard for a Software Architecture Document**. 2005. Relatório Técnico CMU/SEI-2005-TN-020, Software Engineering Institute (SEI), Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2005.

BOGGS, W.; BOGGS, M. **Mastering UML com Rational Rose 2002**: A Bíblia. Rio de Janeiro: Alta Books, 2002.

BOLAÑO, C. R. S. **Políticas de comunicação e economia política das telecomunicações no Brasil convergência, regionalização e reforma**. Aracajú: Livro Eletrônico, Departamento de Economia, Universidade Federal de Sergipe, 2003.

BLOIS, A. P.; BECKER, K.; WERNER, C. Um processo de engenharia de domínio com foco no projeto arquitetural. In: Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes 4. **Anais**. João Pessoa - PB, UFPB, 2004.

CAMPANÁRIO, M. de A. Políticas públicas, organização industrial e desenvolvimento tecnológico. In: Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica 22. **Anais**. Salvador Bahia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq , 6 a 8 de nov. 2002.

CARNEIRO, M. C. F. ; BORGES, L. F. X. Financiamento das telecomunicações no Brasil: balanço e perspectivas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 17, p. 153-168, jun. 2002.

CAROSO, M. Respostas do gerente de co-billing da TIM sobre faturamento conjunto. (mensagem pessoal). 08 mar. 2006.

CARVALHO, F. S.; CASTRO, J. F. B. Integrando gestão do conhecimento e modelagem organizacional. In: Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes Software. **Anais**. Arequipa – Peru. Universidad Nacional de San Agustín, mai. 2004.

CARVALHO, A. E. S. de. ; TAVARES, H. C.; CASTRO, J. B. Uma estratégia para implantação de uma gerência de requisitos visando a melhoria dos processos de software. Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes Software. **Anais**. Buenos Aires, Argentina. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, 22 e 23 nov. 2001.

CLEMENTS, P. C.; NORTHROP, L. **Software architecture**: An Executive Overview. 1996. Relatório Técnico CMU/SEI-96-TR-003, Software Engineering Institute (SEI), Carnegie Mellon University, 1996.

CONSIDERA, C. M. et al. **O modelo brasileiro de telecomunicações**: Aspectos Concorrentiais e Regulatórios. 2002. Disponível em:
www.fazenda.gov.br/seae/documentos/doctrabalho/documentodetrabalho18
Acessado em 15 nov. 2005.

CYSNEIROS, L. M . Requisitos não funcionais: da elicitação ao modelo conceitual. 2001. Tese (doutorado) - Departamento de Informática Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

_____ Requirements engineering in health care domain. In: International Conference on Requirements Engineering . **Anais**. Essen, Germany. IEEE Computer Society Press, set. 2002.

CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J.C.S.P. Using UML to reflect non-functional requirements. In: Conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative Research CASCON. **Anais**. Toronto, Ontario, Canadá. IBM, 05 a 07 nov. 2001.

DÍAZ, J. S. et al. Prototipado de interfaces de usuário a partir de cenários y modelos UML. In: Workshop on Requirements Engineering. **Anais**. Rio de Janeiro. PUC-RJ e UNB-DF, Jul. 2000.

DÍAZ, J. S. ; LÓPEZ, O. P. Generación automática de protótipos de interface de usuário a partir de modelos de requisitos. In: Jornadas de Ingeniería de Requisitos Aplicada. **Anais**. Sevilla, Espanha. Facultad de Informática y Estadística de Sevilla, 11 e 12 de jun. 2001.

DOMINGOS, R. C.; NETO, F. A. Resultados preliminares da política de universalização dos serviços de telefonia. In: Iberoamerican Academy of Management International Conference 3. **Anais**. São Paulo, SP. FGV-EAESP, 07 a 10 de dez. 2003.

DODD, A. Z. **O guia essencial para telecomunicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campos, 2000. (Tradução)

ESCALONA, M. J.; KOCH, N. **Ingeniería de requisitos en aplicaciones para la web- un estudio comparativo**. Relatório Técnico. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Universidad de Sevilla, 2002.

FARIA, C. G. de. ; GIRARDI, R. GRAMO: Uma técnica para a construção de modelos de domínio reutilizáveis no desenvolvimento de sistemas multiagente. In: Seminário de Computação SEMINCO 12. **Anais**. Blumenau SC. Universidade Regional de Blumenau, 05 a 08 ago. 2003.

FERREIRA, C. R. Agências reguladoras: Setorial ou Multissetoriais?. In: Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública 7. **Anais**. Lisboa, Portugal. Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo CLAD, 8 a 11 de out. 2002.

NOVELLI FILHO, A.; SOBRAL, M. E. G.; FERREIRA, M. A. G. V. DSSA para sistemas de coordenação de trabalhos em grupo. In: GCETE 2005 - Global Congress on Engineering and Technology Education. **Anais**. Bertioga/Santos SP. COPEC Conselho de Pesquisas em Educação e Ciências, 13 a 16 mar. 2005.

GALINA, S. V. R. **Desenvolvimento global de produtos: o papel das subsidiárias brasileiras de fornecedores de equipamentos do setor de telecomunicações**. 2003. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2003.

GASTALDO, D. L.; MIDORIKAWA, E. T. Processo de engenharia de requisitos aplicado a requisitos não-funcionais de desempenho – um estudo de caso. In: Workshop em Engenharia de Requisitos. **Anais**. Piracicaba, UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba, 27 e 28 nov. 2003.

KAISLER, S. H. **Software paradigms**. Hillsboro: John Wiley, 2005.(e-book)

KICKINGER, F. C.; PEREIRA, L. F.; FIGUEIREDO, R. A. O modelo de cinco forças aplicado ao setor de telefonia celular no Brasil. **Cadernos Discentes COPPEAD**. Rio de Janeiro, n. 10, p. 80-104, 2001.

KRUCHTEN, P. A. Architectural blueprints—the “4+1” view model of software architecture. **Software Engineering**, IEEE Transactions on Software Engineering, v. 12, n. 6, p. 42-50, nov. 1991.

JUNIOR, A.W. L. **Formação e aperfeiçoamento profissional em telecomunicações e redes de computadores**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2003.

LEAL, S. de. A. G. O Papel das agências reguladoras no Brasil, os paradoxos da atuação da Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel. In: Congresso Anual em Ciência da Comunicação 26. **Anais**. Belo Horizonte, Núcleo de Políticas e Economia da Comunicação, 02 a 06 de set. 2003.

LEITE, J.C.S.P. et .al. Viewpoint analysis: a case study. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, v. 4, n. 3, p. 111-119, mai. 1989.

LEITE, J. C. S. P.; FREEMAN, P. A. Requirements validation through viewpoint resolution. **Software Engineering**, IEEE Transactions on Software Engineering, v. 17, n. 12, p. 1253-1269, dez. 1991.

LEITE, J. C. S. P. Viewpoints on viewpoints. In: International Workshop on Multiple Perspectives in Software Development 2. **Anais**. San Francisco,CA, ACM SIGSOFT, oct. 1996.

LEITE, J.C.S.P. EBERLEIN, A. Agile requirements definition: A View from Requirements Engineering. In: International Workshop on Time-Constrained Requirements Engineering. **Anais**. Essen, Alemanha. ASERC University of Essen, set. 2002.

LEITE, J.C.S. ; DOORN, J. H. **Perspectives on software requirements**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2004.

MACCARIO, P. M. The domain analysis integrated in an object oriented development methodology. In: Annual Workshop on Institutionalizing Software Reuse (WISR). **Anais**. Ohio, Ohio State University, 23 a 26 mar. 1997.

MALDONADO,R. et. al. **Qualidade de software: teoria e prática**. São Paulo: Makron Books, 2001.

MARTINS, L. E. G. **Uma metodologia de elicitação de requisitos de software baseada na teoria da atividade**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

MELO, P. R. de S.; GUTIERREZ, R. M. V. **Telecomunicações pós-privatização: perspectivas industriais e tecnológicas**. jan. 2002. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimeto/bnser/set803.pdf>
Acessado em 01 oct. 2005.

MENDES, A. **Arquitetura de software desenvolvimento baseado na arquitetura**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

METTALA, L. E.; GRAHAM, M. H. The domain-specific software architecture program. 1992. Relatório Técnico CMU/SEI-92-SR-009, Software Engineering Institute (SEI) Carnegie Mellon University, 1992.

MIAN, P. G. et al. Orientação a domínio em ODE. In: Conferência Latinoamericana de Informática CLEI 28. **Anais**. Montevideo, Uruguai. Universidad De La Republica, 25 e 26 nov. 2002.

NETO, G. C. ; GOMES, A. S.; CASTRO, J. B. Mapeando diagramas da teoria da atividade em modelos organizacionais baseados em i*. In: Workshop em Engenharia de Requisitos 7. **Anais**. Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2004a.

OLIVEIRA, K. M. de. et al. CORDIS: assistência automatizada no desenvolvimento de software em cardiologia. In: Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa 28. **Anais**. Buenos Aires, Argentina. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, 6 a 10 set. 1999.

PEREIRA, M. M.; GUEDES, L. G. de R. **Perspectivas das comunicações móveis no Brasil**. jan. 2004. Disponível em: <http://www.revdigonline.com/artigos.asp>
Acessado em: 01 out. 2005.

PINTO, A. C.; BATAGLIA, W. A influência da privatização no posicionamento das operadoras de rede: O Caso Brasileiro. In: SemeAd Seminários em Administração 7. **Anais**. São Paulo, FEA - USP, ago. 2004.

POULIN, J. Software architectures, product lines, and DSSAs: Choosing the Appropriate Level of Abstraction. In: Annual Workshop on Institutionalizing Software Reuse (WISR). **Anais**. Ohio, USA. Ohio State University, 23 a 26 mar. 1997.

PRADO, F. O. DO. PORTO, G. S. A Interface entre uma empresa de telecomunicações e suas fontes de tecnologia: Um Estudo de Caso em uma Multinacional (MNC) Instalada no Brasil e um Centro de Pesquisa. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção 22. **Anais**. Curitiba, PR. PUC-PR, out. 2002.

PRESSMAN, R. **Engenharia de software**. São Paulo: Makron Books, 1995.

RESTREPO, A.; HENAO, M.; ANAYA, R. Aplicación de una metodología de ingeniería de requisitos a un caso real. In: Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes Software. **Anais**. Arequipa – Peru. Universidad Nacional de San Agustín, maio, 2004.

ROTH, B. H. et al. A domain-specific software architecture for adaptive intelligent systems. **Software Engineering**, IEEE Transactions on Software Engineering, v. 21, n. 4, p. 288-301, abr. 1991.

SANTOS, L. A. dos. Políticas e experiências de gestão e fortalecimento da função pública: A Experiência Brasileira com a Regulação e as Transformações na Função Regulatória do Estado. In: Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública 8. **Anais**. Panamá. Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo CLAD, 28 a 31 de out. 2003.

SARAIVA, E.V. A construção de estratégias: Um Estudo de Caso no Setor de Telefonia Móvel. Dissertação (Mestrado) – Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2004.

SEI. Software Engineering Institute, **Domain Engineering**, Carnegie Mellon University, 09 ago. 2004, Disponível em: http://www.sei.cmu.edu/domainengineering/domain_eng.html Acessado em 10 ago. 2005.

SERRA, I. da C. GIRARDI, R. Uma abordagem gerativa para a engenharia de domínio multiagente. In: Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins 5. **Anais**. Palmas, Universidade Luterana do Brasil, out. 2003.

SHAW, M., GARLAN, D. **An introduction to software architecture**. 1994. Relatório Técnico CMU-CS-94-166, Carnegie Mellon University, jan. 1994.

SIQUEIRA, S. B. R. Respostas do presidente do Grupo Nacional de Co-Billing sobre faturamento conjunto 2005. [mensagem pessoal]. 24 abr. 2006.

SOMMERVILLE, I. et . al. **Process viewpoints**. Relatório técnico CSEG/1/1995, Cooperative Systems Engineering Group, 1995.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. São Paulo: Prentice-Hall, 2003.

STAFFORD, J. A. **Creating and using software architecture documentation using web-based tool support**. Relatório Técnico CMU/SEI-2004-TN-037, Software Architecture Technology Initiative, Software Engineering Institute (SEI) Carnegie Mellon University, set. 2004.

TEIXEIRA, L. A. L. ; JUNIOR, H. de M. F. A reforma nos serviços de telecomunicações: universalização do acesso e exclusão digital. **Revista Bahia Análise & Dados**, Salvador BA, v. 13, n. 3, p. 777-789, dez. 2003.

TEIXEIRA JUNIOR, J. H. **Considerações iniciais sobre o projeto de protocolos de redes baseado em linguagens específicas de domínio (DSLs)**. ago. 2003. Disponível em: <http://www.telemidia.puc-rio.br/funtel/portugues/eventos/palestras/DSL.pdf> Acessado em 06 mar. 2005.

TOVAL, A. NÍCOLAS, J. MOROS, B. SIREN: Un proceso de ingeniería de requisitos basado en reutilización. In: Jornadas de Ingeniería de Requisitos Aplicada. **Anais**. Sevilla, Facultad de Informática y Estadística de Sevilla, 11 e 12 de jun. 2001.

TRACZ, W. et al. A domain-specific software architecture engineering process outline. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**. IBM Corporation Federal Systems Company. Owego, NY. 1993.

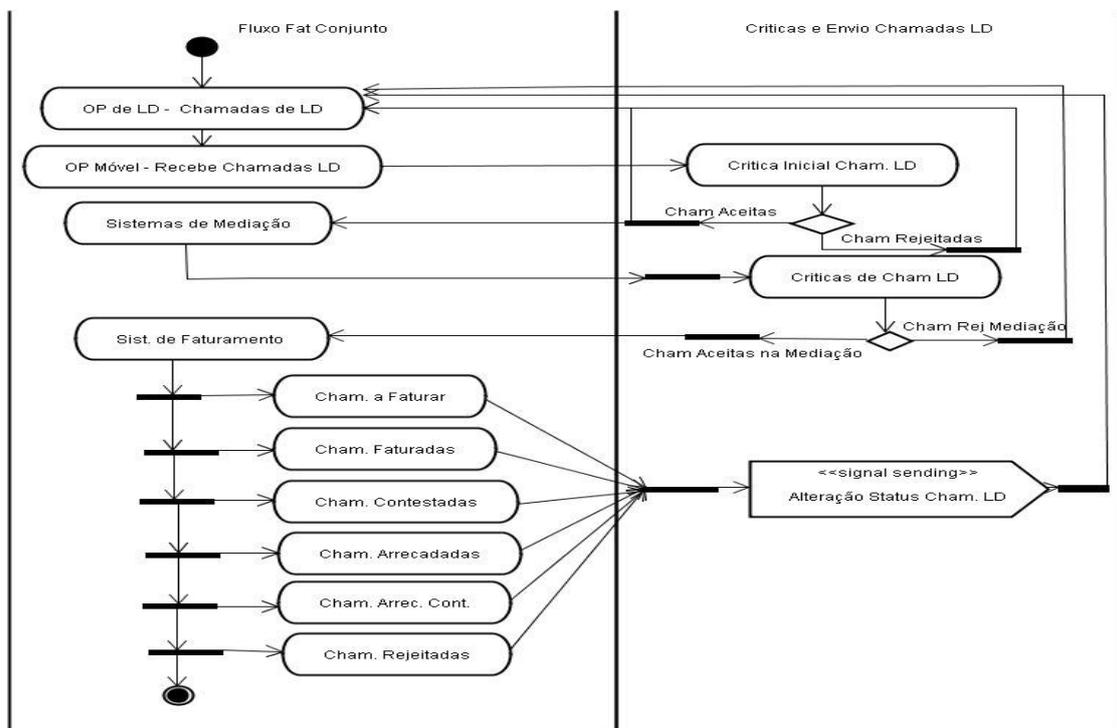
VASCONCELOS, A. P. V. **Uma abordagem para recuperação de arquitetura de software visando sua reutilização em domínios específicos**. 2004. Tese (Doutorado) – Programa de Engenharia de Sistemas e Computação COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

VILLEGAS, O. L. LAGUNA, A. M. GARCÍA, F. J. Reuse based requirements clustering. In: Jornadas Trabajo Dolmen 2. **Anais**. Valencia, Espanha. Universidad Politécnica de Valencia, 12 e 13 mar. 2002.

APÊNDICE A - Sintaxe dos Modelos da *Unifying Modeling Language (UML)* Utilizados no Trabalho

Este apêndice apresenta a sintaxe dos modelos UML utilizados neste trabalho. O modelo de domínio e a arquitetura de referência para sistemas de faturamento conjunto utilizam notações da UML para suas representações (BOGGS, W., BOGGS, M., 2000).

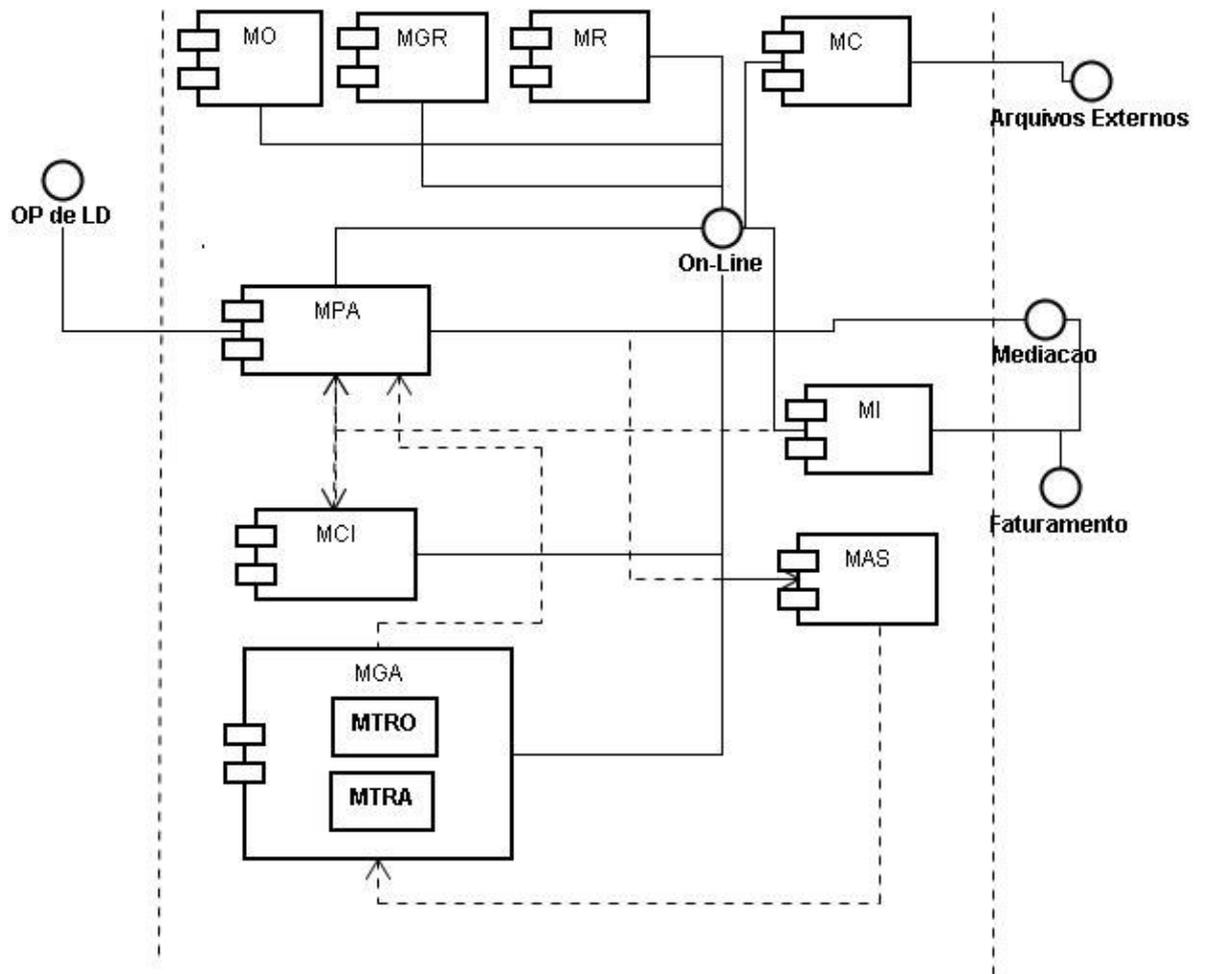
A.1 Sintaxe do Diagrama de Seqüência que representa o Modelo de Domínio do Faturamento Conjunto:



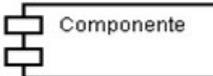
Sintaxe:



A.2 Sintaxe do Diagrama de Componentes que representa a Arquitetura Geral de um Sistema de Faturamento Conjunto:



Sintaxe:

Componente: 

Interface: 
Interface

Dependência: 

Realização: 

ANEXO A – Respostas do Gerente de Co-Billing da TIM sobre Faturamento Conjunto.
Mensagem pessoal recebida por rogerio.guimaraes@bearingpoint.com em 24 de abril de 2006.

De: Eberval Antonio da Silva [mailto:eansilva@timbrasil.com.br]
Enviada em: Wednesday, March 08, 2006 8:51 AM
Para: Guimaraes, Rogerio

Assunto: FW: Help

Guima,

Conforme conversamos, segue abaixo as respostas.

Att.,

Eberval A Silva
AFC - CSA - GCRRP
Gerente de Faturamento
°TIM Brasil
+55 41 21 4009 4796
+55 41 21 8113 1960
eansilva@timbrasil.com.br

-----Original Message-----

From: Marcio Caroso
Sent: terça-feira, 7 de março de 2006 21:56
To: Eberval Antonio da Silva
Subject: RE: Help

Ebe,

Desculpe-me pela demora! Aí seguem as respostas. Espero ter atendido a contento!

Se o pessoal quiser (e tiver a fim de bancar as passagens, é claro!) posso verificar a possibilidade de ir lá bater um papo com eles.

Se seu colega quiser também, pode ligar para mim.

Abraço,

Márcio Caroso
≡TIM - Viver sem fronteiras
Diretoria de Serviços Administrativos
Gerente de Co-Billing e VAS
Cel: 0xx21 - 8113-1610
Tel: 0xx21 - 4009-3816
Fax: 0xx21 - 4009-4433

From: Eberval Antonio da Silva
Sent: sexta-feira, 3 de março de 2006 19:35
To: Marcio Caroso
Subject: Help
Importance: High

Márcio,

Tenho um colega que está fazendo uma Pós-Graduação em Telecomunicações e ele terá que fazer um trabalho e precisa das informações abaixo. Você poderia me ajudar ?

1) Em que se resume o negócio do Faturamento Conjunto?

O negócio faturamento conjunto, de forma genérica está relacionado à cobrança de um serviço prestado por uma empresa terceira (parceiro comercial) por intermédio dos mesmos mecanismos de cobrança utilizados pela Empresa prestadora do serviço. Assim, está relacionado a: impressão e envio da Nota Fiscal da Empresa terceira na mesma fatura da própria empresa, arrecadação dos valores pagos, prestação do primeiro atendimento, realização de repasses financeiros, dentre outros.

2) Podemos considerar o Faturamento Conjunto um novo modelo de negócio no contexto da telefonia celular, se sim, por quê?

Sim. O Faturamento Conjunto, no âmbito dos serviços de telecomunicações, representa um novo modelo de negócio, a partir do momento em que as Empresas de Telefonia possam ofertar aos seus clientes serviços prestados por empresas parceiras, como é o caso dos serviços VAS (Value Added Services) tais como melodias, jogos, canais de bate-papo, dentre outros diversos já disponíveis, e participar das receitas decorrentes destes serviços (Revenue Share Agreements).

3) Qual a principal dificuldade na gestão de Co-Billing?

A grande dificuldade na gestão do Negócio Co-Billing está relacionada a dois aspectos fundamentais: (i) inexistência de regulamentação específica para o processo de Co-Faturamento e; (ii) Falta de aderência tecnológica entre os sistemas das Operadoras de Longa Distância e demais Operadoras, tanto móveis, quanto fixas.

4) O que um sistema de gestão de faturamento conjunto deve ter para melhor apoiar a gestão do negócio?

Um sistema de Gestão de Co-Billing, dentre os diversos aspectos técnicos que poderiam ser relacionados, deve, principalmente, ser flexível para que tenha o maior grau possível de aderência aos diversos modelos e padrões proprietários que ainda existem no mercado, tempo em que já esteja adaptado para operar, também, no modelo padrão definido pelo Grupo Técnico de Co-Billing. Além disso, o sistema de Gestão de Co-Billing deve ter dentre suas funções básicas mecanismos para suporte aos Processos Operacionais e Financeiros, com vistas à garantia da integridade do processo fim-a-fim.

5) Vale a pena, para as operadoras móveis a prestação do serviço de Co-Billing, se sim, por que a obrigatoriedade?

A prestação do serviço de co-billing ainda não é um negócio interessante para as Empresas Locais pois a receita auferida pela prestação do serviço de co-billing ainda não é capaz de remunerar o capital investido em adequações sistêmicas. Além disso, o valor da prestação do serviço é determinado pela Anatel, o que agrava a relação custo x benefício do referido negócio. Com a evolução do modelo e do mercado, é possível que, a algum dia, a margem de lucratividade em relação ao serviço se torne positiva.

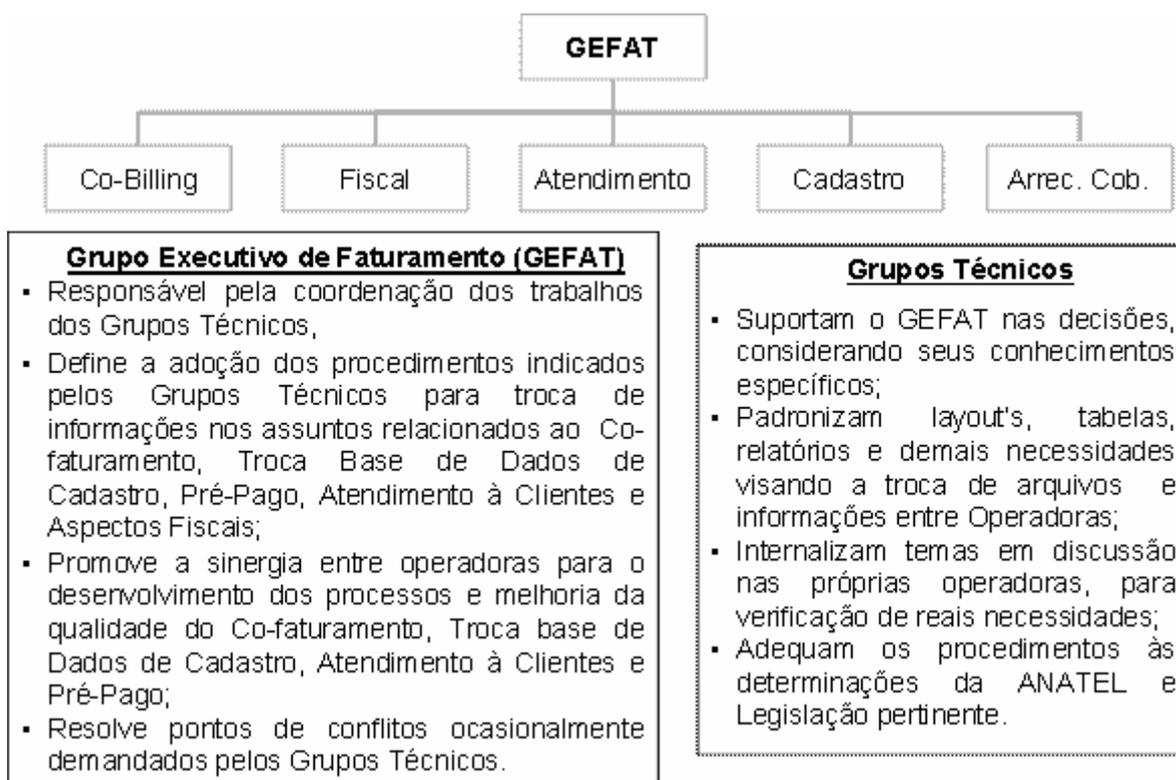
No início da operação do modelo SMP, a Anatel definiu como obrigatório apenas o fornecimento do cadastro. A prestação do serviço de co-billing tornou-se obrigatória às Operadoras Locais (Fixas e Móveis) sob a égide de trazer comodidade ao cliente no pagamento de suas faturas. Todavia, existem evidências quanto a dificuldades que algumas Operadoras de Longa Distância enfrentaram ao realizar seu próprio faturamento (Faturamento Direto).

6) Qual a flexibilidade existente nos contratos de prestação do serviço de Co-Billing, se é que existe flexibilidade?

Em face das divergências e da falta de padrão no modelo, existe um alto grau de flexibilidade na negociação dos termos contratuais. Existem alguns parâmetros balizadores, mas cada contrato é negociado parte a parte, relacionamento a relacionamento.

7) Qual o papel do Grupo de Co-Billing, ele está sendo efetivo perante a Anatel?

O Grupo Executivo de Co-Billing tem como objetivo desenvolver a cooperação entre as Operadoras de Serviços de Telecomunicações, estabelecer a padronização técnica-operacional e níveis de qualidade (SLA) da prestação de serviço de Faturamento e Co-faturamento, suportado pelos Grupos Técnicos, que são cinco: Co-Billing, Fiscal, Atendimento, Cadastro e Arrecadação e Cobrança. Não é função principal do grupo atuar junto à ANTEL, ainda que o mesmo tenha prestado esclarecimentos à mesma para o assunto Co-Billing.



8) Na época da implantação do SMP ninguém sabia direito como as coisas funcionariam na prática, agora o processo está mais maduro, na sua opinião o que deveria mudar, o que deu errado e o que deu certo?

Na minha opinião o grande erro inicialmente cometido foi o estabelecimento de um modelo de seleção dinâmica de CSP, sem a definição das regras do negócio. Acredito que grande parte da dificuldade deveu-se à escolha de um modelo de alto grau de complexidade técnica, potencializado pela falta de padrões pré-estabelecidos, e pela complexidade do modelo fiscal-tributário. O que deu certo é que as Operadoras tiveram que aumentar o grau de cooperação e de aproximação com vistas à viabilização e amadurecimento do processo.

9) A justificativa de aumentar a concorrência, em relação às regras do SMP, com o uso do CSP e a transferência da receita das chamadas de LD foi válida, quem saiu prejudicado, o usuário, as operadoras móveis ou as operadoras de LD?

A resposta para essa pergunta não é fácil de ser dada, pois existem diversas variáveis em jogo no cenário de remuneração do serviço das Empresas. Em decorrência do alto grau de deficiência que o modelo ainda passa, existem diversas disputas, conduzidas no fórum da Anatel, envolvendo receitas de ambas as partes e prejuízos financeiros por todos os envolvidos. Na minha avaliação pessoal, o benefício que o modelo de seleção dinâmica de CSP trouxe para o cliente não compensa o alto grau de complexidade para operacionalização do mesmo. O modelo de CSP utilizado no mercado Norte-Americano, o cliente seleciona previamente através de qual CSP ele quer realizar as chamadas por um determinado período, como uma assinatura de TV a cabo. Desse modo entendo que seja melhor avaliar o benefício obtido através de uma ou outra Operadora. O modelo dinâmico parte da premissa que o cliente poderá, no momento que realizar a chamada, escolher a melhor tarifa. Até hoje não conheci ninguém que realize pesquisa de tarifas antes de realizar uma ligação!

Att.,

Eberval A Silva

AFC - CSA - GCRRP

Gerente de Faturamento

°TIM Brasil

+55 41 21 4009 4796

+55 41 21 8113 1960

eansilva@timbrasil.com.br

ANEXO B – Respostas do Presidente do Grupo Nacional de Co-Billing 2005 sobre Faturamento Conjunto. Mensagem pessoal recebida por rogerio.guimaraes@bearingpoint.com em 24 de abril de 2006.

De: Silas Borges R Siqueira [<mailto:ssiqueira@vivo.com.br>]
Enviada em: Monday, April 24, 2006 9:54 AM
Para: Guimaraes, Rogerio
Cc: Flavia Paiva Pollo
Assunto: RES: CO-BILLING

Fala meu camarada..

Comecei a responder a pesquisa, mas não consegui acabar...tempo cara... porém já é um começo, depois concludo. (rss)

Abrçs e boa sorte no seu mestrado.

Silas

-----Mensagem original-----

De: Guimaraes, Rogerio [<mailto:rogerio.guimaraes@bearingpoint.com>]
Enviada em: terça-feira, 14 de março de 2006 11:46
Para: ssiqueira@vivo.com.br
Assunto: FW: CO-BILLING

Silas,

Me ajude se puder, respondendo as perguntas abaixo, se quiser acrescentar algo mais fique à vontade.

Valeu,
Guimarães.

-----Original Message-----

From: Guimaraes, Rogerio
Sent: Fri 3/3/2006 10:20 PM
To: 'flavia.pollo@vivo.com.br'
Cc:
Subject: CO-BILLING

Flávia,

Seguem algumas perguntas sobre co-billing, parecem óbvias, mas preciso tê-las como uma forma de referência no trabalho de Mestrado.

Se achar que deve colocar mais alguma coisa que não listei, por favor, fique à vontade, pois vai ajudar muito. O trabalho defende uma arquitetura para sistemas de co-billing, no contexto das operadoras móveis, por isto, preciso falar sobre o modelo de negócio do faturamento conjunto.

Perguntas:

1) Em que se resume o negócio do Faturamento Conjunto?

[Silas] Possibilitar ao usuário de telecomunicação a escolha de receber um fatura conjunta, contendo a demonstração de todas as chamadas efetuadas, independente da operadora que esteja completando sua chamada. Possibilitando assim ao cliente, uma forma de pagar todo o seu uso em um determinado telefone, em uma só conta.

2) Podemos considerar o Faturamento Conjunto um novo modelo de negócio no contexto da telefonia celular, se sim, por quê?

[Silas] Sim, mesmo sendo um processo existente desde de 2000 nas Operadoras de celular, não existe ainda um modelo padronizados atuante em todas operadoras .Atualmente o modelo operacional prestado pelas operadoras móveis é semelhante , porém devido a complexidade sistêmica e operacional e distinta em cada Operadora, resulta fases diferentes de implementações em cada operadora Móvel.

3) Qual a principal dificuldade na gestão de Co-Billing?

[Silas] A Principal dificuldade para operadora Prestadora do serviço de Co-Billing é manter a rastreabilidade da chamada da Operadora de LD, distinguindo estas chamadas da sua própria. Tendo que efetuar processos diferentes desta chamadas em vários processos da empresas, como Fiscal, Atendimento, Arrecadação , Cobrança, Contábil, Financeiro e Faturamento.

4) O que um sistema de gestão de faturamento conjunto deve ter para melhor apoiar a gestão do negócio?

5) Vale a pena, para as operadoras móvies, a prestação do serviço de Co-Billing, se sim, por que a obrigatoriedade ?

6) Qual a flexibilidade existente nos contratos de prestação do serviço de Co-Billing, se é que existe flexibilidade?

7) Qual o papel do Grupo de Co-Billing, ele está sendo efetivo perante a Anatel?

8) Na época da implantação do SMP ninguém sabia direito como as coisas funcionariam na prática; agora, o processo está mais maduro; na sua opinião, o que deveria mudar, o que deu errado e o que deu certo?

9) A justificativa de aumentar a concorrência, em relação às regras do SMP, com o uso do CSP e a transferência da receita das chamadas de LD foi válida, quem saiu prejudicado, o usuário, as operadoras móveis ou as operadoras de LD?

Obrigado, suas colocações vão me ajudar muito.

Rogério Guimarães,
Manager - Communication, Content & Utilities
BearingPoint
Management & Technology Consultants
Brasília, DF, Brasil
Mobile ☐ 61 8466 1662
rogerio.guimaraes@bearingpoint.com
www.bearingpoint.com <<http://www.bearingpoint.com>>