

FRANCISCO VIRGINIO MARACCI

RofPN - Abordagem para reutilização de processos de negócio

MARINGÁ
2010

FRANCISCO VIRGINIO MARACCI

RofPN - Abordagem para reutilização de processos de negócio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Profa. Dra. ITANA MARIA DE SOUZA GIMENES

MARINGÁ
2010

M257r Maracci, Francisco Virginio
RofPN - Abordagem para reutilização de processos de negócio.
/ Francisco Virginio Maracci. Maringá, PR: UEM, 2010.
115f. : il.

Orientador: Itana Maria de Souza Gimenes
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá.
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

1. Processo de Negócio. 2. Serviços Web. 3. Reutilização
4. Linha de Produto de Software. 5. Arquitetura Orientada
a Serviços. 6. Tecnologia de Serviços Web. I. Gimenes, Itana
Maria de Souza. II. Universidade Estadual de Maringá. Pro-
grama de Pós-Graduação em Ciência de Computação.

CDD: 001.6

FRANCISCO VIRGINIO MARACCI

**RofPN – ABORDAGEM PARA REUTILIZAÇÃO DE
PROCESSOS DE NEGÓCIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovado em 01/03/2010.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Itana Maria de Souza Gimenes
Universidade Estadual de Maringá – DIN/UEM



Profa. Dra. Elisa Hatsue Moriya Huzita
Universidade Estadual de Maringá – DIN/UEM



Prof. Dr. Ricardo Rodrigues Ciferri
Universidade Federal de São Carlos – DC/UFSCar

Agradecimentos

Primeiramente e mais importante, agradeço a *Deus* por permitir entrar no mestrado e terminá-lo. Agradeço, também, por ter concedido a oportunidade de conhecer pessoas inesquecíveis durante este período. Apesar das dificuldades encontradas, estou realizando um dos meus maiores sonhos.

Sei que este sonho não seria possível sem a dedicação, esforço, apoio e compreensão das duas pessoas mais importantes da minha vida. Portanto, agradeço os meus pais **Oswaldo Luzeni Maracci** e **Valdelici Virginio Maracci**, que me deram o dom da vida.

Não posso deixar de agradecer especialmente a minha orientadora Dr. **Itana Maria de Souza Gimenes** pelo esforço, dedicação e compreensão ao me orientar. Obrigado professora por tudo, e saiba que tenho a senhora como um exemplo a ser seguido.

Agradeço, ainda, aos professores **Thelma Elita Colanzi Lopes**, **Andreia Padovan Jubileu** e **Marcelo Vinícius Creres Rosa** pela amizade que consolidou-se durante as orientações. Não esquecendo dos excelentes professores e profissionais que lecionaram durante a minha graduação e mestrado. Vocês com certeza foram a motivação para o desejo de realizar o mestrado e lecionar.

Ainda, não poderia deixar de agradecer a **Inês** secretária do mestrado que sempre atende os mestrandos com muita dedicação, carinho e respeito. Ao **Robson** que substituiu a Inês durante um período realizando um excelente trabalho. Obrigado pela amizade e compreensão.

Aos meus amigos do mestrado e do grupo de pesquisa Ana Paula, Daiane, Tiago, Rodrigo, Roberto, Camila, Maurílio, Késsia, Bruno, Marcelo, Carlos, Vanderson, André e Edson pelo companheirismo, amizade e apoio nestes anos.

Aos meus amigos e colegas de profissão da Uniesp pelo apoio, amizade e, principalmente, pela troca de experiências. Especialmente aos coordenadores pela compreensão neste tempo.

Um agradecimento especial aos meus amigos e treinadores da academia do Sesc-Maringá companheiros dos poucos momentos de lazer durante este percurso a ser vencido.

A todos meus **familiares** e **amigos**, de **Presidente Prudente** e **Maringá**, pelo apoio nos momentos de alegrias, tristezas, fraquezas e ausências. Desculpem-me pelas falhas cometidas e falta de tempo para lhes disponibilizar a devida atenção que vocês merecem.

Um agradecimento muito especial para Christiane Barros e Daniele Gregorio Costa pela grande ajuda concedida ao auxiliarem-me na correção deste trabalho.

Deixo, ainda, a todos uma frase para reflexão 'When you reach the end of what you should know, you will be at the beginning of what you should sense'.

Finalmente, obrigado a todos que diretamente ou indiretamente ajudaram-me neste ciclo de vida que se completa com a finalização desta dissertação de mestrado.

Muito obrigado!

Resumo

Processos de negócio (PN) e serviços Web (SW) contemplam soluções para uma comunicação inter-organizacional organizada e apoiada pelo estabelecimento de um acordo mútuo (contrato eletrônico). O estabelecimento dos contratos eletrônicos para os processos de negócio em um determinado domínio envolvem um conjunto de pontos comum e divergentes (variabilidades). Portanto, a presente dissertação propõe uma abordagem para reutilização de processos de negócio por intermédio do estabelecimento de uma estrutura de linha de produto com representação de variabilidades pelo diagrama de atividades da UML. A abordagem proposta é aplicada no momento da contratação dos PN e SW, não no momento do desenvolvimento dos mesmos. O objetivo da abordagem e da representação é o desenvolvimento de estruturas de linha de produto para processos de negócio com o intuito de melhorar a estruturação dos processos de negócio e serviços Web e, conseqüentemente, permitir a reutilização dos mesmos. A abordagem proposta é dividida em dois ciclos de vida. O ciclo de vida denominado engenharia de domínio de processos de negócio é responsável por definir o domínio do PN e o desenvolvimento e publicação dos PN e SW. A engenharia de PN é responsável pela configuração e desenvolvimento dos produtos. A finalização do trabalho deu-se através da aplicação da abordagem no domínio de operadoras de telecomunicações com o intuito de avaliar a aplicabilidade da mesma. A abordagem é útil para a estruturação dos processos de negócio, serviços Web e termos de QoS possibilitando, assim, o reuso dos mesmos.

Abstract

Business processes (BP) and Web Services (SW) are solutions to an inter-organizational communication organized and supported by the establishment of a mutual agreement (electronic contract). The establishment of contracts for electronic business processes in a given area involves a set of common points and differences (variability). Therefore, this thesis proposes an approach to reuse of business processes through the establishment of an effective product line with representation of variability by the UML activity diagram. The proposed approach is applied at the time of hire the BP and SW, not the time of their development. The objective of the approach and the representation is the development of a product line infrastructure for business processes in order to improve the structuring of business processes and Web services and thus enable their reuse. The proposed approach is divided into two life cycles. The life cycle called business processes domain engineering is responsible for defining the domain of BP and the development and publication of the BP and SW. BP Engineering is responsible for setting and product development. The completion of the work took place by applying the approach in the field of telecommunications carriers in order to demonstrate the applicability of the same. The approach demonstrated the advantage of being useful for the structuring of business processes, web services and terms of QoS, thus allowing for the reuse of them.

Sumário

Lista de Figuras	ix
1 Introdução	1
1.1 Contexto e Motivação	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Organização do Trabalho	3
2 Processo de Negócio, Serviços Web e Contrato Eletrônico	5
2.1 Considerações Iniciais	5
2.2 Arquitetura Orientada a Serviços	5
2.3 Tecnologia de Serviços Web	7
2.3.1 WSDL	8
2.3.2 UDDI	9
2.3.3 SOAP	10
2.4 Processo de Negócio	11
2.5 Contratos Eletrônicos	13
2.5.1 Uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web	14
2.6 Projeto InfraPro	18
2.7 Considerações Finais	19
3 Linha de Produto de Software e Reutilização	21
3.1 Considerações Iniciais	21
3.2 Reutilização	21
3.3 Linha de Produto de Software	23
3.3.1 Um processo de gerenciamento de variabilidades para linha de produto de software	30
3.4 Considerações Finais	31
4 RofPN - Abordagem para reutilização de processos de negócio	33
4.1 Considerações Iniciais	33
4.2 RofPN - Abordagem para reutilização de processos de negócio	35
4.2.1 Ciclos de vida e suas atividades	36
4.2.2 Artefatos produzidos na RofPN	38
4.3 Representação de Variabilidades em Diagrama de Atividades	49
4.4 Considerações Finais	53

5	Exemplo de aplicação	55
5.1	Considerações Iniciais	55
5.2	Domínio da aplicação	56
5.3	Engenharia de domínio de processos de negócio	57
5.3.1	Modelo de domínio	57
5.3.2	Molde de contrato eletrônico	62
5.3.3	Repositório de serviços Web e processos de negócio	75
5.4	Engenharia de processo de negócio	75
5.4.1	Modelo de característica configurado	75
5.4.2	Diagrama de atividades configurado	79
5.4.3	Contrato eletrônico final	79
5.5	Trabalhos relacionados	85
5.6	Considerações Finais	86
6	Conclusão	89
	Referências Bibliográficas	93

Lista de Figuras

2.1	Estrutura da tecnologia de serviços Web. (Garcia, 2007)	7
2.2	Modelo de serviços Web básico. (Garcia, 2007)	8
2.3	Ciclo de vida de gerencia de processo de negócio. (Garcia, 2007)	12
2.4	Processo de estabelecimento de contrato eletrônico com base em características (Fantinato, 2007)	15
2.5	Relacionamento entre os artefatos produzidos pelo processo (Fantinato, 2007).	16
2.6	Estrutura do modelo de características para serviços eletrônicos (Fantinato, 2007).	17
2.7	Arquitetura do conjunto de ferramentas FeatureContract (Fantinato, 2007).	18
3.1	reutilização-Based workflow Type Development (Kradolfer, 2000).	22
3.2	Atividades essenciais de Linha de Produto de Software (Adaptado). (Northrop e Clements, 2007)	25
3.3	Desenvolvimento do núcleo de artefatos. (Northrop e Clements, 2007)	25
3.4	Desenvolvimento do produto. (Northrop e Clements, 2007)	26
3.5	Exemplo de Modelo de características (Antkiewicz e Czarnecki, 2004)	27
3.6	Exemplo de Modelo de Característica no FeaturePlugin (Fantinato, 2007)	28
3.7	UML <i>Profile</i> para representação de variabilidades em diagrama de classes (Korherr e List, 2006)	29
3.8	Mapeamento de variabilidades em diagrama de atividades (Korherr e List, 2006)	30
3.9	Processo de desenvolvimento de LP existente com gerenciamento de variabilidade (Oliveira Junior, 2005).	31
4.1	Abordagem para reutilização de PN	36
4.2	Etapas da seleção e reutilização	37
4.3	Modelo de característica para o processo de negócio da agência de viagens	39
4.4	Modelo de característica para agência de hotéis	40
4.5	Modelo de característica para a agência de linhas aéreas	40
4.6	Modelo de característica para a locadora de veículos	41
4.7	Descrição dos SW para agência de hotéis - seção: wsdl:Definitions	42
4.8	Descrição do PN para agência de hotéis - seção: bpel:Process	43
4.9	Descrição dos Termos de QoS para agência de hotéis - seção: wsag:Terms	43
4.10	Modelo de característica configurado para rede hotelaria	44
4.11	Modelo de característica configurado para o processo de negócio da agência de viagens	45

4.12	Modelo de característica configurado para a agência de linhas aéreas	46
4.13	Modelo de característica configurado para a locadora de veículos	46
4.14	SW contratados da agência de hotéis - seção: wsdl:Definitions	47
4.15	PN contratados da agência de hotéis - seção: bpel:Process	48
4.16	Termos de QoS contratados da agência de hotéis - seção: wsag:Terms	48
4.17	Representação de uma atividade, serviço Web e/ou sub-processo obrigatório	49
4.18	Representação de uma atividade, serviço Web e/ou sub-processo com ex- ecução opcional (a) com <i>decision node</i> (b) com <i>fork e join nodes</i>	49
4.19	Representação de atividades, serviço Web e/ou sub-processos executados em paralelo	50
4.20	Representação de atividades, serviços Web e/ou sub-processos executados com opção de escolha múltipla	50
4.21	Representação de atividades, serviços Web e/ou sub-processos executados com opção de escolha múltipla exclusiva	51
4.22	Representação de estrutura de repetição.	51
4.23	Exemplo de diagramas de atividades mostrando o processo de negócio da agência de viagens	52
4.24	Exemplo de diagramas de atividades mostrando o processo de negócio da agência de viagens conFigurado	52
5.1	Modelo de características para serviços eletrônicos do sistema COB (car- acterísticas relacionadas aos serviços eletrônicos) (Fantinato, 2007).	58
5.2	Modelo de características para serviços eletrônicos do sistema COB (car- acterísticas relacionadas aos serviços eletrônicos) (Fantinato, 2007).	59
5.3	Modelo de características para serviços eletrônicos do sistema CRM (car- acterísticas relacionadas aos serviços eletrônicos) (Fantinato, 2007).	61
5.4	Modelo de características para serviços eletrônicos do sistema CRM (car- acterísticas relacionadas aos serviços eletrônicos) (Fantinato, 2007).	62
5.5	Molde de Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions (Sistema COB) (Fantinato, 2007).	65
5.6	Molde de Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions (Sistema CRM) (Fantinato, 2007).	66
5.7	Molde de contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions, elementos <i>partner- LinkType</i> (Sistema COB) (Fantinato, 2007).	67
5.8	Diagrama de atividades com as representações para o processo de negócio da operadora de telecomunicações.	69
5.9	Molde de contrato- seção: bpel:Process (Fantinato, 2007).	70
5.10	Molde de contrato- seção: bpel:Process, elementos <i>partnerLink</i> e <i>variable</i> (Fantinato, 2007).	71
5.11	Molde de contrato eletrônico - seção: wsag:Terms, Parte I (Sistema COB) (Fantinato, 2007).	73
5.12	Molde de contrato eletrônico - seção: wsag:Terms, Parte II (Sistema COB) (Fantinato, 2007).	74
5.13	Configuração do modelo de características para serviços eletrônicos do sistema COB (Fantinato, 2007).	76

5.14	Configuração do modelo de características para os atributos de QoS do sistema COB (Fantinato, 2007).	77
5.15	Configuração do modelo de características para serviços eletrônicos do sistema CRM (Fantinato, 2007).	78
5.16	Diagrama de atividades para o contrato eletrônico vigente.	79
5.17	Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions para o sistema COB (Fantinato, 2007).	80
5.18	Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions para o sistema CRM (Fantinato, 2007).	81
5.19	Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions elementos partnerLinkType para o sistema COB (Fantinato, 2007).	81
5.20	Contrato eletrônico - seção: wsag:Terms para o sistema COB, Parte I (Fantinato, 2007).	82
5.21	Contrato eletrônico - seção: wsag:Terms para o sistema COB, Parte II (Fantinato, 2007).	83
5.22	Contrato eletrônico - seção: bpel:Process (Fantinato, 2007).	84
5.23	Contrato eletrônico - seção: BPEL:Process elementos partnerLink e variable (Fantinato, 2007).	85
5.24	Comparação entre a RofPN e a abordagem de Fantinato (2007).	87

Lista de Siglas

BP: *Business Process*

BPM: *Business Process Management*

BPMN: *Business Process Modeling Notation*

BPMS: *Business Process Management System*

LPS: Linha de Produto de Software ¹

PN: Processo de Negócio ²

SOA: Arquitetura Orientada a Serviços ³

SOAP: Protocolo da arquitetura orientada a serviços ⁴

SW: Serviços Web ^{5 6}

UDDI: *Universal Description, Discovery, and Integration*

WS-BPEL: *Business Process Execution Language for Web Services*

WSDL: *Web Service Definition*

¹Do Inglês *Software Product Line(SPL)*

²Do Inglês *Business Process(BP)*

³Do Inglês *Service Oriented Architecture*

⁴Do Inglês *Service Oriented Architecture Protocol*

⁵Do Inglês *Web Service*

⁶Também denominado de serviços eletrônicos em algumas bibliografias

Introdução

1.1 Contexto e Motivação

Com o crescente aumento da complexidade dos negócios, os sistemas de informação necessitam responder às novas especificações requeridas pelas organizações. Uma das exigências das organizações é a troca de informações inter-organizacionais e a utilização de serviços. Portanto, as aplicações corporativas necessitam comunicar-se trocando um grande volume de informações, apoiadas pelo estabelecimento de um acordo mútuo (Weske, 2007). O estabelecimento do acordo mútuo é realizado por intermédio de contratos eletrônicos que descrevem os serviços contratados e as responsabilidades e direitos de cada uma das organizações parceiras (Fantinato, 2007). A comunicação inter-organizacional através dos sistemas de informação encontra dificuldades quando a tecnologia utilizada torna-se heterogênea. Porém, atualmente, com o advento da Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) esta comunicação tornou-se possível (Alonso, 2004).

SOA é um modo de projetar sistemas de software por intermédio da publicação e identificação de interfaces (Alonso, 2004). SOA é uma arquitetura utilizada para disponibilizar serviços baseada na troca de mensagens que objetiva um melhor reaproveitamento dos serviços garantindo agilidade na composição de serviços, menor custo e maior facilidade de manutenção.

Serviços Web são definidos como componentes de software auto-descritivos que auxiliam na composição de aplicações. Serviços Web são vistos como aplicações acessíveis por outras aplicações por meio da Web e que podem ser combinadas para desempenhar

um processo de negócio (Alonso, 2004; Leymann et al., 2002). A associação de SOA com serviços Web resulta na tecnologia de serviços web. Esta tecnologia consiste de protocolos de mensagens e padrões para descrição e descoberta de serviços, tornando a interligação de componentes de serviço gerenciável (Ort, 2005).

Um processo de negócio é um conjunto de procedimentos ou atividades realizadas coordenadamente em uma organização para atingir o objetivo do negócio. Cada processo de negócio é realizado por uma única organização, mas ele pode interagir com processos de negócio realizados por outras organizações (Leymann e Altenhuber, 1994; Sadtler e Kovari, 2004; Weske, 2007). A combinação de processos de negócio com serviços Web permite a criação de processos de negócio que são compostos por serviços Web (Garcia, 2007). A composição destacada permite o pensamento do reuso de processos de negócio e dos serviços que os compõem, principalmente, porque SOA foi criado pensando-se em reuso (Leymann e Altenhuber, 1994).

Por intermédio de pesquisas sobre reuso de processos de negócio foi encontrado em reuso de *workflow* o conceito de linha de produto de software como uma opção para inserir o reuso em processos de negócio (Kang et al., 1998).

Linha de Produto de Software (LP) pode ser definida como um conjunto de sistemas que compartilham aspectos comuns e variáveis. Estes aspectos são denominados variabilidades e são gerenciáveis de modo a satisfazer as necessidades de um domínio específico (Gimenes e Travassos, 2002). O resultado final de uma LP são os produtos finais - softwares construídos utilizando os recursos disponíveis na LP. Este conjunto de produtos desenvolvidos compõem a família de produtos de uma LP (Sugumaran et al., 2006).

A pesquisa realizada é parte do projeto denominado InfraPro que objetiva a criação de uma infra-estrutura de apoio a modelagem e execução de processo de negócio baseado nos preceitos de reutilização (Gimenes, 2006). Portanto, os resultados obtidos com a pesquisa serão integrados ao projeto.

A proposta foi desenvolvida utilizando-se como base dois trabalhos:

- **Um processo de gerenciamento de variabilidades para linha de produto de software Oliveira Junior (2005):** aborda os conceitos de LP propondo a utilização de um processo de gerenciamento de variabilidades que utiliza os diagramas de classes e casos de uso da UML na sua modelagem e o modelo de características.
- **Uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web Fantinato (2007):** propõe uma estruturação de linha de produto para contratos eletrônicos utilizando o modelo

de características para a modelagem de serviços Web e termos de qualidade de software e as variabilidades encontradas nos mesmos.

1.2 Objetivos

As vantagens de LP, principalmente, quanto ao reuso motivaram a investigação de sua aplicação em PN compostos por serviços Web. Portanto, este trabalho tem como objetivo aplicar os conceitos e diretrizes de LP para gerenciar os aspectos comuns e as variabilidades encontradas em processos de negócio e seus serviços Web, possibilitando uma maior reutilização dos processos de negócio e dos serviços que os compõem.

A abordagem proposta possui como base os processos propostos por Oliveira Junior (2005) e Fantinato (2007). Contudo, o problema de reuso de processos de negócio não foi abordado nestes trabalhos. No presente trabalho é proposto uma abordagem para reutilização de PN aplicando os conceitos de LP para o gerenciamento de variabilidades visando permitir o reuso de processos de negócio e SW. É proposta, também, uma representação de variabilidades em diagrama de atividades para modelar os processos de negócio. A abordagem proposta é utilizada no momento da contratação dos processos de negócio e SW e não no momento do desenvolvimento.

Em síntese, os elementos que comporão a abordagem proposta são:

- A definição de um conjunto de passos a serem seguidos para garantir uma estrutura de linha de produto que permita a reutilização de processos de negócio;
- A representação de variabilidades de processos de negócio utilizando-se do diagrama de atividades da UML;

1.3 Organização do Trabalho

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica sobre processos de negócio, serviços Web e contratos eletrônicos. No terceiro capítulo é apresentado a fundamentação teórica sobre reutilização e linha de produtos de software. Os assuntos abordados nos dois capítulos de fundamentação teórica formam a base para o desenvolvimento da abordagem proposta.

A abordagem para reutilização de PN e representação de variabilidades de PN em diagramas de atividades é proposta no capítulo 4. No capítulo 5 é apresentado um exemplo de aplicação da abordagem proposta para verificar a validade por intermédio da aplicação da mesma no domínio do processo de negócio de operadoras de telecomunicações. O sexto

capítulo apresenta conclusões e resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho de pesquisa e as perspectivas futuras quanto ao assunto. Finalmente, o capítulo 7 apresenta as referências bibliográficas utilizadas no trabalho de pesquisa.

Processo de Negócio, Serviços Web e Contrato Eletrônico

2.1 Considerações Iniciais

O capítulo apresenta os conceitos necessários para o posterior entendimento da abordagem proposta nesta dissertação. O capítulo está dividido em seções que abordam os assuntos pesquisados, referentes a processo de negócio e as tecnologias envolvidadas, durante o desenvolvimento da pesquisa do mestrado. A primeira seção apresenta a arquitetura SOA¹. Na segunda seção, são apresentados a tecnologia de serviços web e os padrões que compõem as camadas desta tecnologia. A terceira seção aborda o conteúdo de processos de negócio. Na última seção é apresentado as considerações finais deste capítulo.

2.2 Arquitetura Orientada a Serviços

SOA é uma arquitetura cuja função é coordenar o relacionamento entre as principais características de serviços de modo a oferecer apoio dinâmico à busca e ao uso automatizado dos serviços (Abinader e Lins, 2006). Esses serviços podem estar disponíveis em uma rede local ou na Web (Ort, 2005).

As características principais de SOA compreendem (Abinader e Lins, 2006): a localização, a organização e a especificação dos serviços. A localização dos serviços possibilita

¹Do Inglês *Service-oriented architecture*

a busca para atender a critérios de negócios necessários. A organização de serviços busca disponibilizar informações a fim de que o requisitante do serviço consiga identificar o que realmente o serviço oferece. Por fim, a especificação dos serviços inclui os formatos, protocolos e questões técnicas, para que os serviços sejam obtidos corretamente. As arquiteturas SOA são baseadas em três componentes: o cliente (*service requester*), o provedor (*service provider*) e o registro (*service registry*).

O uso de SOA acelera o processo de desenvolvimento de aplicações e faz com que as aplicações se adaptem às mudanças de software. As mudanças e adaptações são permitidas através das características da organização da arquitetura que permite (Ort, 2005):

- Reutilização: a reutilização de serviços feitos para outras aplicações diminui o custo e o tempo de desenvolvimento. Porém, alguns obstáculos são considerados tais como: as singularidades de cada aplicação, código em diferentes linguagens, diferentes ambientes de execução, diferentes interfaces e protocolos. Contudo, SOA permite a reutilização por intermédio do reuso do tipo caixa preta. O reuso caixa preta visa eliminar a necessidade do conhecimento da implementação do serviço, pois o reuso dá-se através da utilização de interfaces de comunicação com o serviço que padroniza a comunicação.
- Interoperabilidade: consiste na comunicação entre clientes e serviços, não importando a plataforma que estes estão executando. Os padrões de Serviços Web são responsáveis para que a comunicação seja interoperável.
- Escalabilidade: SOA permite que os sistemas sejam escaláveis, sendo assim, o crescimento é organizado e não afeta o funcionamento dos elementos pré-existentes.
- Adaptação a mudanças: a facilidade de integrar e remover novos serviços por intermédio da utilização de interfaces de comunicação permite que os sistemas consigam adaptar-se a mudanças com maior facilidade. A utilização de um serviço ocorre como descrito nos itens abaixo.
 1. O cliente acessa o registro de serviços requisitando os dados de identificação do servidor e da interface de comunicação com o serviço.
 2. O registro responde dando uma identificação para o servidor que implementa a interface do serviço
 3. O cliente acessa o serviço utilizando a interface

2.3 Tecnologia de Serviços Web

Segundo Clement (2004), Serviços Web são caracterizados como aplicações auto-suficientes, modulares, orientadas à internet e com interfaces padronizadas. O objetivo principal dos serviços Web é estruturar a interação entre serviços de maneira que computadores gerenciem esta interação através dos conceitos de COS (Computação Orientada a Serviços) e implementados sobre a arquitetura orientada a serviços apresentada na seção ???. A associação de SOA com serviços Web resulta na tecnologia de serviços web. Esta tecnologia consiste de protocolos de mensagens e padrões para descrição e descoberta de serviços Web (Alonso, 2004). Esses protocolos e padrões são baseados na linguagem XML ². A Figura 2.1 ilustra a estrutura da tecnologia de serviços Web.

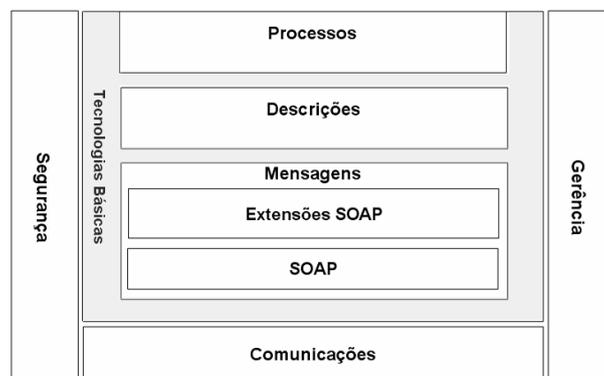


Figura 2.1: Estrutura da tecnologia de serviços Web. (Garcia, 2007)

A tecnologia de serviços Web é dividida em camadas conforme segue:

- Camada de Comunicações ou transporte: representa os formatos e os protocolos que permitem a conexão com o serviço.
- Camada de Descrições: linguagem padrão para a descrição de serviços Web. A camada descreve o contrato de serviço que contém informações como as operações e os parâmetros que o serviço necessita para se comunicar.
- Camada de busca: implementa o mecanismo responsável por encontrar um serviço nos repositórios e sua descrição.

A Figura 2.2 ilustra o modelo de serviços web básico onde os provedores de serviço publicam seus serviços no repositório de serviços por intermédio da camada de descrições e transporte (passo 1). Os clientes procuram os serviços nos repositórios utilizando a

²Do Inglês *Extensible Markup Language*

camada de busca e descrições para contratá-los (passo 2). Após a contratação do serviços o mesmo é invocado para utilização realizando o passo 3 utilizando a camada de transporte.

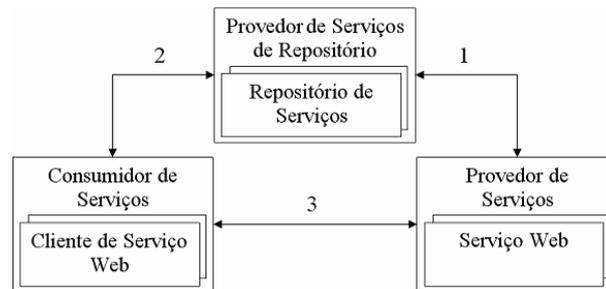


Figura 2.2: Modelo de serviços Web básico. (Garcia, 2007)

As seções subsequentes apresentam os principais protocolos e padrões das camadas da tecnologia de serviços Web. São eles: WSDL, UDDI e SOAP

2.3.1 WSDL

Segundo Abinader e Lins (2006), WSDL é uma linguagem utilizada para descrever serviços Web de modo a informar ao consumidor: o que o serviço executa, como invocar o serviço e como diferenciar o serviço dos similares disponíveis. As descrições WSDL têm como principal função permitir que o consumidor conheça, primeiramente, os serviços disponíveis para depois selecioná-los e utilizá-los de forma automática, sem que seja necessária a intervenção ou contato com o autor do serviço. A descrição de um serviço Web busca explicitar detalhes da interface, os métodos disponíveis, as assinaturas dos métodos, a localização, o protocolo de invocação e os valores retornados.

Em um documento WSDL, dois tipos de descrição devem ser considerados: a abstrata e a concreta. A abstrata refere-se à descrição de serviços em nível de aplicação, e a concreta são informações direcionadas aos consumidores para o acesso ao serviço.

A descrição em nível de aplicação é constituída dos elementos (Abinader e Lins, 2006):

- *portType*: seção de mensagens para descrever as funções de assinatura, como nome da operação, parâmetros de entrada e saída;
- *operations*: representa a interação particular com o serviço e descreve as mensagens de entrada e saída;
- *message*: representa os dados trocados em uma transmissão de mensagem;
- *types*: contém tipos de definições independentes da linguagem e da plataforma;

A descrição em nível concreto contém a especificação de implementação para o serviço Web. Para esta descrição, dois elementos XML são importantes: *Bindings* e *Service*. *Bindings* define como o serviço será acessado na rede e, também, qual o protocolo utilizado. *Service* adiciona informação específica ao documento indicando onde o serviço está localizado para acesso, isto é, o endereço do serviço na rede.

2.3.2 UDDI

Após os serviços serem definidos e descritos em WSDL é necessário publicá-los para que as organizações possam utilizá-los. O padrão UDDI é, portanto, empregado para publicar e encontrar serviços Web em um repositório de descrições (Leymann et al., 2002). O UDDI é um *framework* que define um modelo de dados em XML e SOAP para que *APIs* registrem e descubram informações de serviços Web (NewComer, 2002). UDDI é baseado em XML e provê uma infra-estrutura para integrar informações em ambientes de serviços Web tanto para serviços disponíveis publicamente quanto para serviços expostos internamente em organizações. O diretório ou repositório de descrições oferece uma infra-estrutura para integrar e compartilhar informações sobre a localização e uso de serviços por meio de registros responsáveis por fornecer informações sobre o serviço (Alonso, 2004). UDDI oferece aos consumidores de Serviços Web a infra-estrutura para localizar provedores, os serviços disponibilizados por eles e as interfaces que devem ser utilizadas para interagir com os serviços.

O padrão UDDI permite os seguintes tipos de repositórios (Leymann et al., 2002):

- Público: provê acesso aberto aos serviços registrados;
- Privado: utilizado por organizações de modo fechado, por um firewall, para apoiar a integração de suas próprias aplicações internas.
- Compartilhado: utilizado por um grupo limitado de organizações (parceiros de negócio) para apoiar a integração de aplicações entre os parceiros.

Um registro UDDI, fornece informações tais como: nome do serviço, breve descrição do que ele faz e a descrição da interface para acessar o serviço (Ort, 2005). Segundo Chen et al. (2006), um registro UDDI é constituído por três grandes partes ou divisões: as páginas brancas, as páginas amarelas e as páginas verdes. Nas páginas brancas, os consumidores encontram informações das organizações que oferecem os serviços como telefone, e-mail e até mesmo endereço. Usando estas páginas brancas como catálogos, os clientes podem encontrar serviços Web oferecidos por um certo negócio. As páginas

amarelas incluem informação de classificação baseada na taxonomia padrão da indústria ou segmento da qual a empresa e os serviços por ela oferecidos fazem parte. Nas páginas verdes, encontra-se uma lista completa dos serviços oferecidos descritos por extenso.

2.3.3 SOAP

SOAP (*Simple Object Access Protocol*) é um protocolo básico de comunicação entre o cliente e os serviços, possibilitando a comunicação entre serviços Web. SOAP utiliza a linguagem XML para permitir a troca de informações em um ambiente distribuído e descentralizado oferecendo um formato de mensagem comum para a troca de dados. O formato do protocolo SOAP define características como: formato da mensagem para comunicação, forma de interação entre as partes (invocação e resposta). É importante relatar que SOAP não define um novo protocolo de comunicação, mas trabalha sobre os protocolos existentes como o HTTP para o transporte de dados na internet (Leymann et al., 2002)(Abinader e Lins, 2006).

A mensagem SOAP é, basicamente, um envelope cuja função é indicar ao receptor onde começa e onde termina a mensagem. Uma mensagem SOAP possui os seguintes componentes (Ort, 2005):

- Um elemento obrigatório para a identificação de mensagens SOAP;
- Um cabeçalho (*header*) opcional que contém informações que podem ser processadas por nós intermediários;
- Um corpo (*Body*) obrigatório que possui a mensagem sendo transmitida.

A mensagem SOAP pode possuir dois tipos de interação (Abinader e Lins, 2006)(Ort, 2005):

- Documento (*document-style*): mensagens SOAP são utilizadas para transportar os documentos entre as partes após o estabelecimento de um acordo entre as partes sobre a estrutura dos documentos a serem trocados;
- Chamada de procedimento remoto (*RPC-style*): uma mensagem SOAP encapsula uma requisição enquanto outra encapsula a resposta para a requisição. A mensagem de requisição possui a chamada do procedimento, especificando o nome e os parâmetros de entrada. A mensagem de resposta inclui os resultados e os parâmetros de saída.

O comportamento de um nó, ao enviar, receber ou ambos, com relação à mensagem SOAP, é denominado modelo de processamento SOAP (Abinader e Lins, 2006). Além do emissor e do receptor, existe o papel do nó intermediário, sendo assim, SOAP possui três categorias de nós. Em resumo, uma mensagem SOAP sai do remetente e a cada nó que ela chega, identifica-se e é processada. As entradas do *Header* da mensagem permitem verificar se a mensagem é destinada ao nó atual; caso não seja destinada a ele (nó intermediário), a mensagem é enviada adiante; caso seja o destino, deve-se processar o conteúdo do elemento *Body*.

2.4 Processo de Negócio

A representação do conhecimento sobre uma organização é uma atividade que requer a representação de vários aspectos de maneira coerente e integrada (Caetano et al., 2007). Organizações, tipicamente, descrevem como os processos de negócio devem ser realizados, principalmente, os que representam uma rotina complexa de trabalho envolvendo muitas pessoas e que são frequentemente realizados (Leymann e Altenhuber, 1994). Processos de negócio são definidos como um conjunto de atividades invocadas e executadas em uma sequência específica e coordenada para atingir as metas do negócio em um ambiente técnico e organizacional (Weske, 2007). Um processo de negócio deve definir a sequência do fluxo de dados, os requisitos de interação humana, como os eventos externos são controlados e como realizar o processamento (Sadler e Kovari, 2004). Um processo é definido por meio da descrição de regras, atividades e recursos, e executado por intermédio da invocação de serviços de negócio existentes (Garcia, 2007). Cada processo de negócio é realizado por uma organização, mas ele pode interagir com processos realizados por outras organizações (Weske, 2007).

Com o objetivo de garantir vantagens competitivas, as organizações estão formando organizações virtuais onde os processos de negócio são compostos de processos inter organizacionais gerenciados pelas organizações envolvidas (Garcia, 2007). A qualidade de um processo de negócio passa, então, a influenciar no desempenho da empresa necessitando assim de um gerenciamento. A atividade de gerenciamento de processo de negócio torna-se, portanto, uma atividade importante nestas organizações (Leymann e Altenhuber, 1994). O gerenciamento de processo de negócio (BPM) é definido como um apoio para o processo de negócio utilizando métodos, técnicas e softwares para projetar, administrar, realizar e analisar os processos operacionais envolvendo humanos, organizações, aplicações, documentos e outros recursos de informação (Leymann e Altenhuber, 1994; Weske, 2007). O gerenciamento de processos de negócio é realizado por um sistema de gerenciamento

de processos de negócio (BPMS). O BPMS é um sistema de software genérico que deve realizar as atividades de definição, execução, manutenção, monitoramento e análise para melhorias no processo de negócio (Aalst et al., 2003).

Segundo Garcia (2007), a gerencia de processos de negócio cumpre o ciclo de vida representado na figura 2.3. O ciclo de vida inicia-se realizando a definição do processo de automatização (projeto). Em seguida a definição é registrada em um sistema de gerenciamento de processos de negócio (configuração) para então ser executado. A execução inicia-se a com criação de uma instância. Após a execução são apresentados diagnósticos baseados nos resultados da execução com a finalidade de aprimorar o processo de negócio.

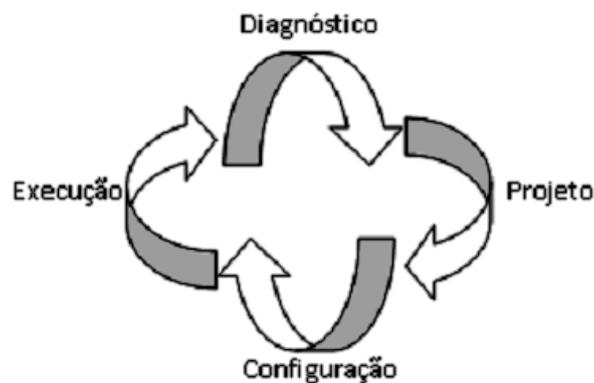


Figura 2.3: Ciclo de vida de gerencia de processo de negócio. (Garcia, 2007)

Com o intuito de tornar os processos de negócio inter-organizacionais, surge a abordagem de processos de negócio compostos por serviços Web. Nesta abordagem, os processos de negócio são compostos por serviços oferecidos por parceiros de negócio que são contratados para serem utilizados após disponíveis em um repositório de processos de negócio e serviços Web (Garcia, 2007).

OS PN são modelados pela linguagem WS-BPEL para descrever e compor o comportamento dos processos de negócio. Esta linguagem, por ser padronizada, garante a portabilidade e interoperabilidade dos processos de negócio. Um processo especificado em WS-BPEL mostra a interação entre os parceiros que podem interagir de maneira assíncrona e síncrona por meio da troca de mensagens. Tal processo é composto pelos seguintes elementos: *PartnerLinks* (parceiros), variáveis, *FaultHandlers* (cabecçalho de falhas) e *Activities* (atividades) (Fantinato, 2007).

- **parceiros:** define os parceiros que interagem com o processo de negócio durante toda a execução identificando a funcionalidade que deve ser oferecida por cada parceiro do serviço;

- **variáveis:** define as variáveis de dados usadas pelo processo de negócio;
- **cabeçalho de falhas:** contém os tratadores de falhas que definem as atividades a serem executadas em resposta as falhas resultantes da invocação de serviços;
- **atividades:** contém a descrição do comportamento normal para a execução do processo de negócio.

2.5 Contratos Eletrônicos

A necessidade de realização de processos organizacionais de modo ágil e a evolução da internet permitiram que aplicações pudessem ser disponibilizadas em formato de serviços para serem utilizadas por várias organizações. Contudo, a realização destes serviços por outras organizações inclui a necessidade de um estabelecimento de regras para o fornecimento e o consumo destes serviços (Garcia, 2007).

Contratos eletrônicos são documentos modelados, especificados, executados, controlados e monitorados por sistemas de software para para descrever detalhes e/ou regras sobre o fornecimento e consumo de serviços eletrônicos pelas partes interessadas. As obrigações das partes envolvidas nos contratos devem ser deixadas claras durante o estabelecimento do contrato. Os contratos poderão incluir, também, os atributos de qualidade dos serviços a serem contratados (QoS). Os contratos eletrônicos possuem elementos que descrevem as partes, responsabilidades e atividades a serem contratadas que devem ser realizadas durante o ciclo de vida do contrato. (Fantinato, 2007).

O ciclo de vida de contratos eletrônicos inicia-se com o desenvolvimento dos serviços a serem contratados. Logo após o desenvolvimento, os serviços são disponibilizados para que sejam buscados e descobertos pelas organizações interessadas em utilizá-los. Após a descoberta é realizado a negociação para o estabelecimento do contrato eletrônico que regulamentará a utilização dos serviços contratados. Por fim, o ciclo de vida termina com a realização do processo de negócio que executa os serviços eletrônicos cumprindo os termos estabelecidos no contrato (Fantinato, 2007).

Segundo Fantinato (2007), os elementos mais comuns dos contratos eletrônicos são:

1. **partes:** apresentam os parceiros envolvidos no contrato eletrônico e os papéis exercidos por eles;
2. **atividades:** descrevem os serviços a serem executados por meio da realização do contrato eletrônico;

3. **cláusulas contratuais:** descrevem as responsabilidades (restrições) a serem cumpridas pelas partes durante a execução das atividades contratadas.

2.5.1 Uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web

Nesta subseção é apresentado a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web proposta por Fantinato (2007) e utilizada como base para o desenvolvimento da proposta a ser apresentada nesta dissertação de mestrado. O objetivo da abordagem é reduzir a complexidade durante o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, melhorar a estrutura e aumentar a reutilização dos serviços Web e informações dos contratos eletrônicos.

A abordagem utiliza-se de modelo de características para representar os serviços eletrônicos e seus níveis de QoS de forma genérica. Os modelos de características orienta através de suas configurações o processo de estabelecimento de contratos eletrônicos entre as partes envolvidas. Cada configuração do modelo de característica apresenta o conjunto de serviços, níveis de QoS conhecidos pelas partes envolvidas e que serão contratados para utilização. Os serviços genéricos após contratados para utilização são mapeados para serviços Web específicos com o intuito de serem executados. A abordagem baseia-se nos conceitos de linha de produto de software e é derivada do método FORM, sendo dividida em dois ciclos de vida que possuem 5 estágios (Fantinato, 2007; Kang et al., 1998).

O primeiro ciclo de vida, denominado desenvolvimento do molde, é responsável por desenvolver o molde do contrato eletrônico e o desenvolvimento e publicação dos serviços Web por intermédio do desenvolvimento do modelo de características, molde de contrato eletrônico e serviços Web. este ciclo de vida e suas atividades são realizados uma única vez para um domínio de contrato eletrônico envolvendo o mesmo par de organizações (?).

O desenvolvimento do contrato (segundo ciclo de vida) é responsável por realizar as configurações do modelo de características para compor o contrato eletrônico final que utilizará os serviços e termos de QoS selecionados na configuração. O ciclo de vida do desenvolvimento do contrato e suas atividades é realizado a cada nova instância do contrato para um mesmo domínio. A Figura 2.4 ilustra o processo proposto, seus ciclos e vida e as atividades pertencentes aos ciclos. A Figura 2.5 ilustra os artefatos desenvolvidos durante a abordagem (posteriormente descritos) e os relacionamentos entre eles (Fantinato, 2007).

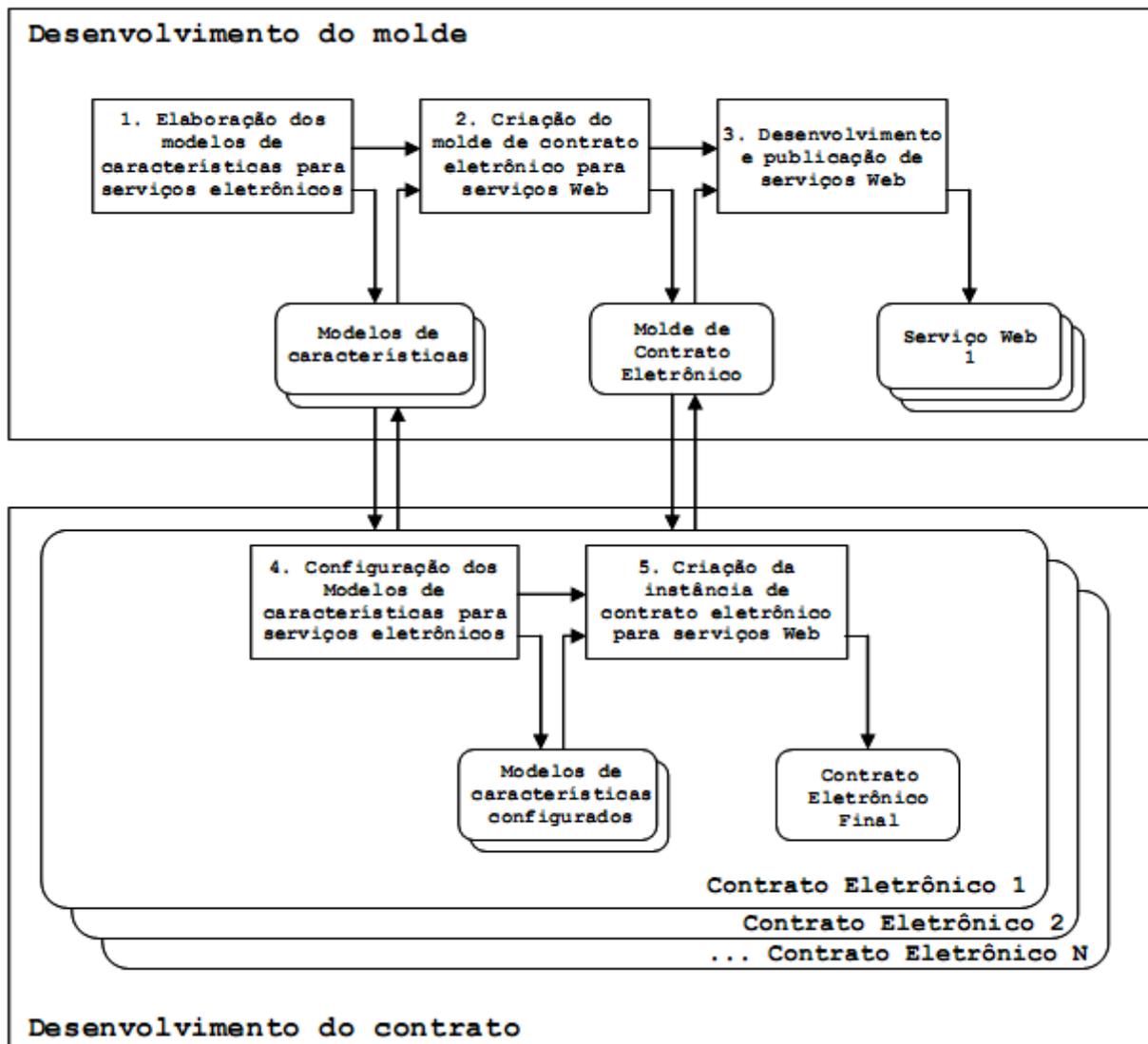


Figura 2.4: Processo de estabelecimento de contrato eletrônico com base em características (Fantinato, 2007)

As atividades pertencentes ao processo e os ciclos de vida são (Fantinato, 2007):

- **Desenvolvimento do molde**

1. *elaboração dos modelos de características para serviços eletrônicos:* desenvolvimento de modelos de características para a representação dos serviços eletrônicos e os atributos de QoS a serem contratados pelas organizações;
2. *criação do molde de contrato eletrônico para serviços Web:* molde de contrato com informações que poderão ser utilizadas em qualquer contrato eletrônico;

3. *desenvolvimento e publicação de serviços Web*: os serviços eletrônicos representados nos modelos de características são desenvolvidos nesta atividade e publicados para ficarem disponíveis para contratação e realização do processo de negócio contido no contrato;

- **Desenvolvimento do contrato**

1. *configuração dos modelos de características para serviços eletrônicos*: nesta atividade os modelos de características são configurados para representar os serviços e os níveis de QoS que serão utilizados para a geração de um contrato eletrônico em específico para um processo de negócio entre um par de organizações;
2. *criação da instância de contrato eletrônico para serviços Web*: após configurado o modelo de característica o molde de contrato eletrônico é agora refinado para estabelecer as definições e geração do contrato eletrônico final.

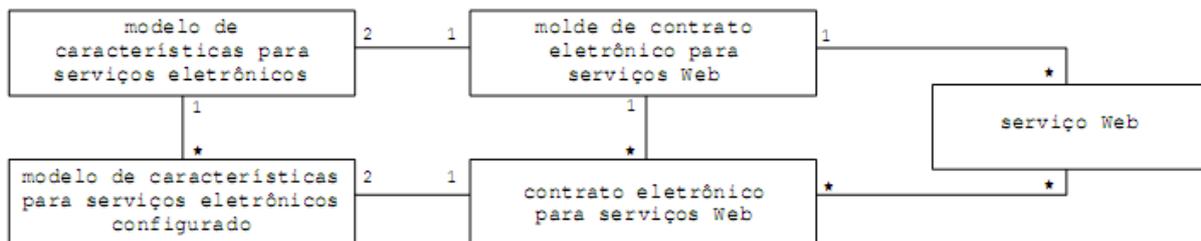


Figura 2.5: Relacionamento entre os artefatos produzidos pelo processo (Fantinato, 2007).

Os artefatos produzidos durante a abordagem são (Fantinato, 2007):

- **modelo de característica para serviços eletrônicos**: representa através do modelo de característica os serviços Web e os atributos de QoS que encontra-se disponível para contratação. O modelo de característica segundo (Fantinato, 2007) deve seguir a estrutura mostrada na Figura 2.6. Onde o modelo possui os serviços eletrônicos e atributos de QoS que possuem as suas respectivas características.

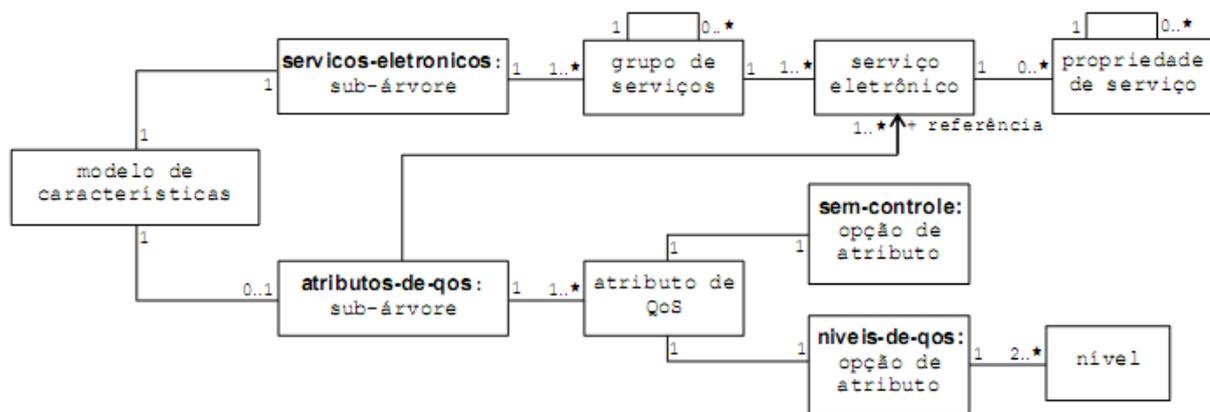


Figura 2.6: Estrutura do modelo de características para serviços eletrônicos (Fantinato, 2007).

- **molde de contrato eletrônico para serviços Web:** o molde de contrato eletrônico descreve os serviços Web, termos de QoS e o processos de negócio utilizando:
 - **serviços Web:** linguagem WSDL;
 - **atributos de QoS:** *WS-Agreement*;
 - **processos de negócio:** *WS-BPEL*;
- **serviços Web:** repositório de serviços Web já desenvolvidos e publicados;
- **modelo de característica para serviços eletrônicos configurado:** configuração do modelo de característica para representação de um determinado contrato eletrônico e os serviços e termos de QoS selecionados para este contrato em específico;
- **contrato eletrônico final:** contrato eletrônico desenvolvido por intermédio da configuração do modelo de característica e a derivação do molde de contrato eletrônico.

Fantinato (2007) propõe em seu trabalho um conjunto de ferramentas denominada de FeatureContract para utilização com o seu processo. A Figura 2.7 ilustra o conjunto de ferramentas que é composto por seis ferramentas integradas e que oferecem apoios a diferentes estágios durante o desenvolvimento do processo.

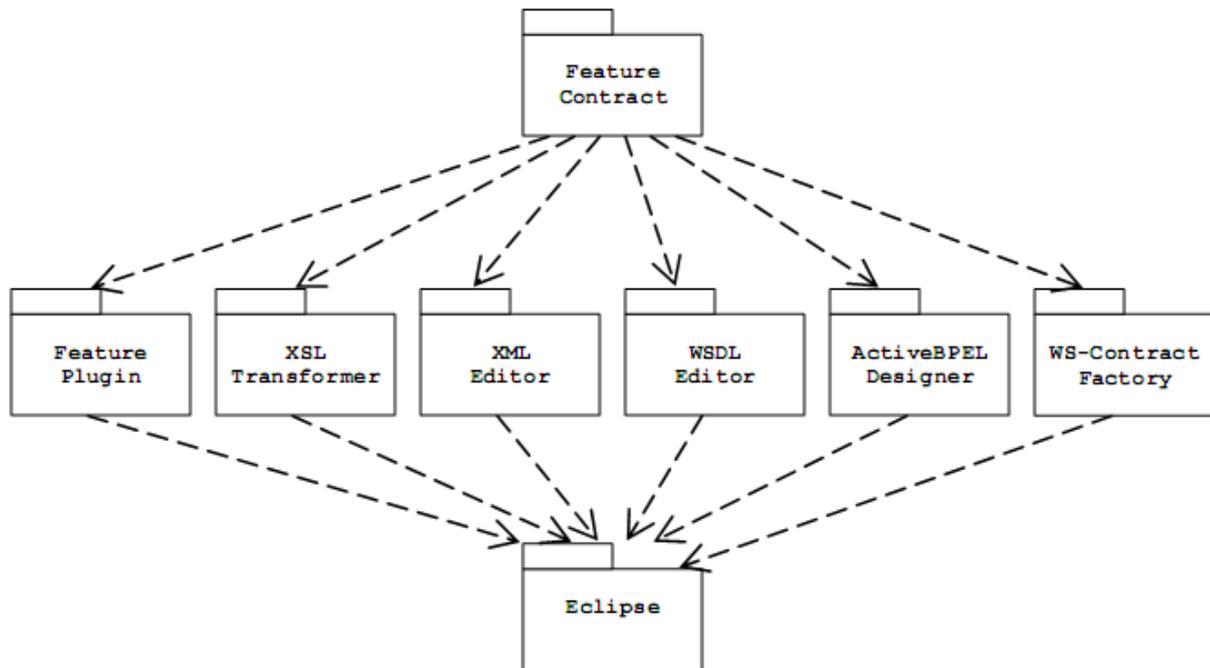


Figura 2.7: Arquitetura do conjunto de ferramentas FeatureContract (Fantinato, 2007).

O processo proposto por Fantinato (2007) é validado no trabalho por intermédio da aplicação do mesmo em um estudo de caso e ao final é resultado os resultados obtidos pelo trabalho. Apresenta-se as vantagens obtidas com a realização do processo proposto. São elas: representação adequada de serviços eletrônicos por modelos de características, melhor estruturação e reuso de informações envolvidas. Como desvantagens e limitações destacam-se a necessidade de conhecimento de modelagem de características, a heterogeneidade das ferramentas propostas para utilização com o processo

2.6 Projeto InfraPro

O projeto InfraPro tem como objetivo o desenvolvimento de uma infra-estrutura de apoio a modelagem e execução de processos de negócio baseado nos preceitos de reutilização, no paradigma de orientação a aspectos, e na tecnologia de serviços Web (Gimenes, 2006). O projeto possui como principais objetivos:

1. A investigação para aplicar os conceitos do paradigma de orientação a aspectos aos processos de negócio;
2. Investigar modelos e metodologias para reutilização de processos de negócio e serviços Web.

O presente trabalho de mestrado encontra-se inserido no contexto do projeto InfraPro com o intuito de estabelecer uma abordagem que permita o reuso de processos de negócio e serviços Web. Foi encontrado em reuso de *workflow* o conceito de linha de produto de software como um bom candidato para aplicar em processos de negócio com o intuito de garantir o reuso. Portanto, a próxima seção deste capítulo aborda os conceitos de LP, suas problemáticas e aplicações encontradas. A abordagem que será proposta no capítulo 4 é desenvolvida aplicando os conceitos de LP para propor o desenvolvimento de uma estrutura de LP para reuso de processos de negócio.

2.7 Considerações Finais

O presente capítulo apresentou os conceitos pertinentes aos assuntos necessários para o entendimento da proposta desta dissertação. Foi apresentado os conceitos de SW e suas tecnologias, processos de negócio, projeto InfraPro e contratos eletrônicos para serviços Web. Os conceitos e tecnologias apresentados são elementos base para a comunicação entre serviços eletrônicos, estabelecimento de contratos eletrônicos para os serviços e realização de processos de negócio inter-organizacionais.

Um processo de negócio é um conjunto de atividades realizadas em uma determinada ordem para atingir o objetivo do negócio. Os processo de negócio compostos de serviços Web e regulamentado por um contrato eletrônico para o estabelecimento de regras que norteiem o acordo de interesse entre os parceiros de negócio. O estabelecimento de contrato eletrônico é tido como o elemento dificultador neste acordo inter-organizacional. O processo de Fantinato (2007) diminui a complexidade do estabelecimento de contratos eletrônicos. É utilizado como base (*background*) para as propostas a serem desenvolvidas e apresentadas na presente dissertação de mestrado. Apesar das vantagens já mencionadas do processo proposto por Fantinato (2007), o mesmo não desenvolve atividades que enfatize a reutilização dos processos de negócio envolvidos nos contratos eletrônicos. A reutilização neste trabalho ocorre quanto aos serviços eletrônicos, termos de QoS e informações genéricas do contrato. Portanto, a proposta desta dissertação tem o intuito de estender a abordagem proposta por Fantinato (2007) com o objetivo de incluir uma ênfase maior na reutilização e representação dos processos de negócio.

O próximo capítulo apresentará a fundamentação teórica sobre os assunto pertinentes a linha de produto de software com o intuito de nortear o leitor quando aos conceitos utilizados como base para a geração da proposta de reutilização de processos de negócio utilizando conceitos de LP. A abordagem a ser desenvolvida será inserida no contexto do projeto InfraPro já descrito neste capítulo.

Linha de Produto de Software e Reutilização

3.1 Considerações Iniciais

Este capítulo apresenta os conceitos de linha de produto de software que norteiam o desenvolvimento da abordagem proposta nesta dissertação de mestrado. É abordado, também, neste capítulo dois trabalhos utilizados como base para o desenvolvimento da abordagem.

Os conceitos de linha de produto de software foi encontrado como um assunto promissor para reutilização de processo de negócio por intermédio de pesquisas sobre o assunto de reutilização de processos e reutilização de *workflow*. Portanto, a primeira seção apresenta os conceitos básico e essenciais sobre reutilização incluindo uma tese de mestrado que trata sobre reutilização de tipos de *workflow* utilizada como um dos trabalhos base. A segunda seção apresenta os conceitos de linha de produto de software e o último trabalho utilizado como base para a proposta. A última seção apresenta as considerações finais deste capítulo.

3.2 Reutilização

reutilização ou reutilização é definido por Kradolfer (2000) em sua tese de doutorado como um processo de incorporar a um novo produto um produto já existente ou partes deste.

Em seu trabalho Kradolfer (2000) aborda um metamodelo para reutilização de tipos de *Workflow* em um modelo evolutivo seguindo as atividades do processo ilustrado na Figura 3.1 e descrito posteriormente.

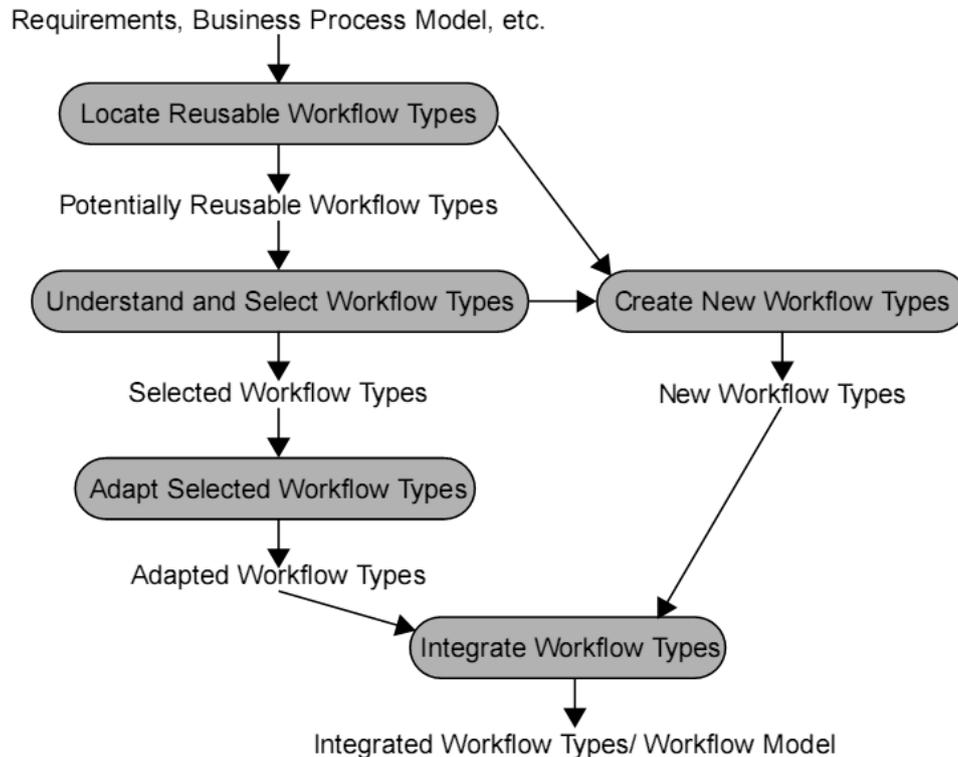


Figura 3.1: reutilização-Based workflow Type Development (Kradolfer, 2000).

A reutilização é permitida por intermédio da entrada no processo dos requisitos e modelo de processo de negócio para uma atividade no processo que localiza os tipos de *workflows* que tem potencialidade de serem reutilizáveis. Após esta seleção estes *workflows* são analisados verificando sua completa aplicabilidade na resolução do novo problema. Caso seja completamente aplicável o mesmo é reutilizado. Caso contrário, duas frentes podem ser consideradas. Na primeira o tipo de *workflow* é adaptado para adequar-se as novas exigências gerando, assim, uma nova versão do mesmo ou modificando o original e integrando aos tipos *workflows* já existentes. Na segunda frente não é encontrado um tipo de *workflow* que possa ser modificado ou reutilizado e neste caso é necessário criar um tipo novo e integrá-lo aos tipos já existentes Kradolfer (2000).

3.3 Linha de Produto de Software

As iniciativas de componentização de software e o desenvolvimento orientado a objetos tornaram a reutilização de software viável. Com a evolução destas ideias surge o modelo de LP apresentando um deslocamento no paradigma tradicional de desenvolvimento de software (Gimenes e Travassos, 2002).

O termo LP é uma referência à linha de produção das indústrias de manufatura que introduziram uma revolução no processo produtivo, sugerindo o desenvolvimento sequencial de produtos por intermédio de tarefas repetidas e executadas pelas mesmas pessoas e com as mesmas matérias-primas e ferramentas de trabalho. Portanto, LP é uma abordagem que usa a construção sistemática de software baseada em uma família de produtos por intermédio da reutilização de artefatos. Uma família de produtos de software é o conjunto de produtos de software com propriedades suficientemente similares para permitir a definição de uma infra-estrutura comum dos ítems que os compõem e a parametrização das diferenças entre eles. Os membros da família são produtos específicos desenvolvidos de maneira sistemática a partir de um conjunto comum de artefatos da LP (Gimenes, 2006).

A ideia chave de LP é que a maioria das aplicações de software desenvolvidas é parecida, apresentando muitas igualdades ao invés de diferenças (Sugumaran et al., 2006). Portanto, o objetivo das abordagens de LP é identificar os aspectos comuns e as variabilidades existentes entre os artefatos de software durante o desenvolvimento objetivando a geração de produtos específicos por intermédio da reutilização de componentes pré-existentes. Variabilidades são diferenças tangíveis, entre os produtos, que são encontradas em qualquer etapa do desenvolvimento de uma LP (Fantinato, 2007).

Os benefícios conseguidos com a adoção de uma Linha de Produto podem ser classificados em (Oliveira Junior, 2005):

- Organizacionais: melhor compreensão do domínio por analisar vários produtos pertencentes a um mesmo domínio tornando o domínio amplamente conhecido e aumento da qualidade dos produtos e da confiança do cliente, pois novos produtos são criados utilizando-se de artefatos já testados por outro(s) produto(s) já em operação;
- Engenharia de software: melhor análise, aumento da reutilização dos artefatos, melhor controle da qualidade dos produtos;
- Negócio: redução dos gastos com teste e manutenção.

Segundo Sugumaran et al. (2006), implantar uma LP e estratégias de reutilização em uma organização requer decisão sobre investimentos, portanto o processo de adoção torna-se um aspecto a ser considerado. Existem três modelos de processo de adoção que são frequentemente utilizados para a adoção de reutilização: proativo, reativo e extrativo. Com o modelo proativo a organização faz investimentos para desenvolver componentes para a LP e produtos são desenvolvidos utilizando esses componentes. No modelo reativo componentes são desenvolvidos quando surge a necessidade e oportunidade não requerendo um grande investimento. O modelo extrativo fica entre os dois modelos apresentados. Nele os componentes podem ser desenvolvidos antecipadamente e quando necessário. A abordagem extrativa é efetiva para organizações que possuem experiências acumuladas de desenvolvimento e artefatos acumulados em um domínio, porém requer uma rápida mudança do modelo tradicional para o de LP.

Para mudar a maneira como as organizações produzem software, segundo Clements et al. (2006) e Clements e Northrop (2001), é necessário realizar mudanças de negócio, técnicas, financeiras e pessoais. Portanto, traçar diretrizes para adotar LP torna-se necessário, pois facilita a adoção ao definir as metas e práticas a serem alcançadas de modo contínuo. As diretrizes contém as metas a serem alcançadas dividindo-as em metas de produto, processo e organização. As metas estão ainda subdivididas para mostrar o nível de adoção da organização: estabelecer contexto, estabelecer capacidade de produção e operar a LP.

O SEI¹ (*Software Engineering Institute*) estabelece as atividades essenciais que as abordagens de LP devem possuir como ilustrada na Figura 3.2 (Northrop e Clements, 2007). As atividades são: o desenvolvimento do núcleo de artefatos, o desenvolvimento do produto e o gerenciamento. Os três círculos da Figura 3.2, que representam as atividades, estão conectados para indicar que as atividades são altamente interligadas e interativas, sendo assim, uma atividade pode influenciar nas demais (inclusão de novos requisitos ou reanálise de algum existente).

¹www.sei.cmu.edu



Figura 3.2: Atividades essenciais de Linha de Produto de Software (Adaptado). (Northrop e Clements, 2007)

O Desenvolvimento do núcleo de artefatos, representado na figura 3.3, tem como entrada as restrições do produto, restrições de produção, estratégia de produção, frameworks, padrões e o repositório dos artefatos pré-existentes. Com estas informações são estabelecidos o contexto da linha de produto, o núcleo de artefatos e o plano de produção. O contexto da linha de produto descreve o que ela é capaz de produzir apresentando as variabilidades e semelhanças entre os produtos. O núcleo de artefatos é uma estrutura que viabiliza a reutilização da arquitetura da LP e de seus componentes já disponíveis.



Figura 3.3: Desenvolvimento do núcleo de artefatos. (Northrop e Clements, 2007)

O Desenvolvimento do produto representado na figura 3.4, tem como objetivo a partir do contexto da LP, do núcleo de artefatos e do plano de produção, a geração de produtos de uma LP. Nesta fase é possível que sejam encontrados requisitos que não foram anteriormente especificados e, conseqüentemente, será necessário atualizar o núcleo de artefatos da LP, bem como o contexto da LP.

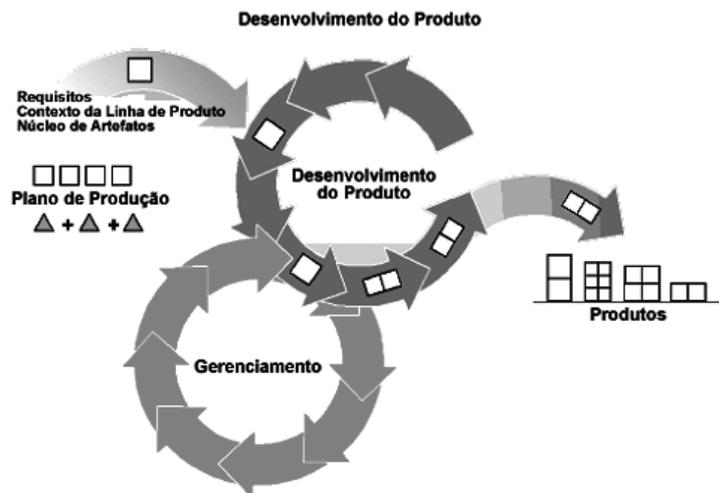


Figura 3.4: Desenvolvimento do produto. (Northrop e Clements, 2007)

O Gerenciamento da LP tem como objetivo garantir que todas as atividades técnicas sejam realizadas de acordo com um planejamento coordenado. Uma das tarefas mais importantes é a criação de um plano de adoção que descreva o estado desejado da organização e uma estratégia para alcançar tal estado.

As atividades possuem como objetivo principal gerenciar as variabilidades existentes em uma família de produtos para gerar produtos específicos por intermédio da reutilização de artefatos pré-existentes. Portanto, um dos aspectos principais a serem observados é a representação das variabilidades e o gerenciamento das mesmas (Oliveira Junior, 2005).

Na literatura é possível encontrar diversas formas de representar variabilidades dentre elas podemos citar: diagramas de casos de uso, diagramas de classes, diagrama de atividades e modelos de características. Modelos de características são usados em engenharia de software para capturar e gerenciar pontos em comum, e variabilidades em famílias de produto de software. Abordaremos aqui a representação utilizando o modelo de característica e, também, abordagens para a representação utilizando o diagrama de atividades da UML Fantinato (2007); Oliveira Junior (2005).

Modelos de caraterísticas são normalmente organizados em diagramas hierárquicos, na forma de árvore, onde cada nó representa uma característica e cada característica

pode ser descrita por um conjunto de sub-características Fantinato (2007). A Figura 3.5 apresenta um modelo de características desenvolvido para representar os serviços disponibilizados por uma loja eletrônica na notação proposta por Antkiewicz e Czarnecki (2004). Os serviços disponibilizados são: pagamento e entrega. As variabilidades no serviços de pagamento são apresentadas nos tipos de pagamentos disponíveis (cartão de crédito, cartão de débito, boleto bancário) e as variabilidades no serviço de entrega são os meios de entrega (mar, terra, ar).

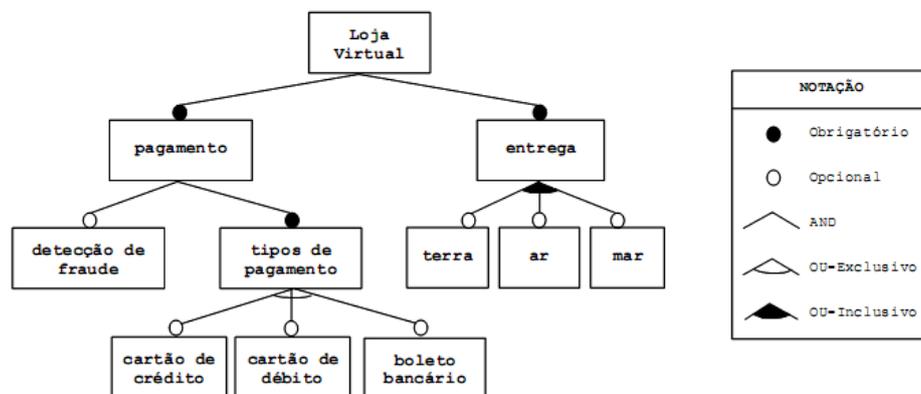


Figura 3.5: Exemplo de Modelo de características (Antkiewicz e Czarnecki, 2004)

Czarnecki et al. (2005) desenvolveram uma ferramenta para a automatização de modelos de características denominada FeaturePlugin. A ferramenta oferece apoio à elaboração de modelos de características e suas configurações por intermédio de uma interface gráfica com o usuário. FeaturePlugin oferece também a opção de exportação dos modelos de características e suas configurações para documentos XML. A figura 3.6 apresenta o modelo de características da figura 3.5 elaborado na ferramenta FeaturePlugin, assim como, os significados dos símbolos usados na representação.

A representação através do diagramas de atividades é estabelecida pensando-se que um processo de negócio consiste, essencialmente, de atividades que representam os serviços e os sub-processos que compõem. O diagrama de atividades faz parte do conjunto de diagramas comportamental da UML e sua principal utilização é representar e modelar o fluxo de controle de atividades em software. Uma das modificações da UML 2.0 foi a compatibilização do diagrama de atividades com as linguagens de representação de processos de negócio (Rumbaugh et al., 2005; Selic, 2005). Até o presente momento a maioria dos trabalhos sobre representação de variabilidades em UML utilizam-se dos diagramas de classes e casos de uso. Contudo, estes diagramas representam a visão estrutural dos processos de negócio e não uma visão comporta-

- ▲ – característica raiz;
- – característica solitária obrigatória;
- ⊙ – característica solitária opcional;
- ▲ – grupo de características (ou-inclusivo);
- ▲ – grupo de características (ou-exclusivo);
- – característica agrupada obrigatória;
- – característica agrupada opcional/alternativa;
- → – referência para característica.

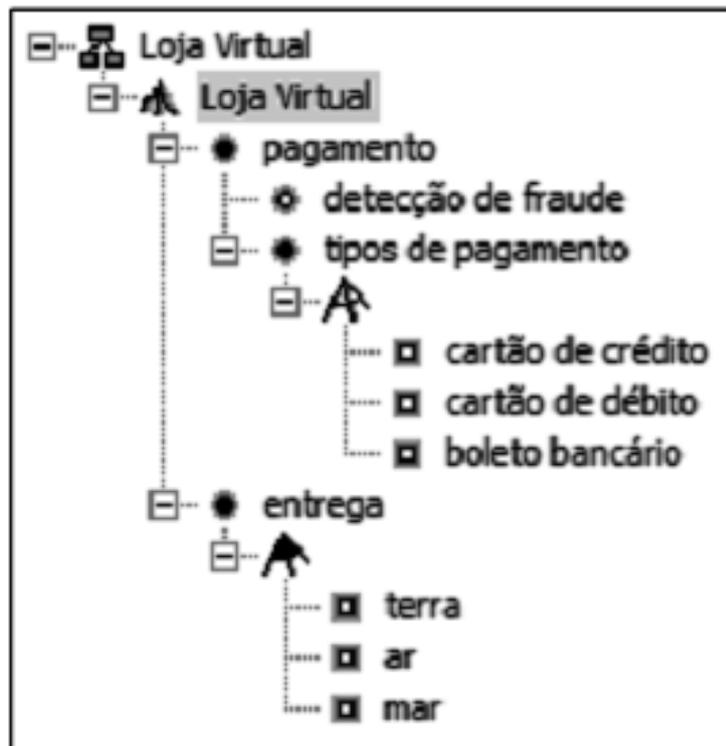


Figura 3.6: Exemplo de Modelo de Característica no FeaturePlugin (Fantinato, 2007)

mental permite ver o comportamento do processo de negócio durante a execução de seus serviços, atividades, e/ou processos (Gomaa, 2005; Oliveira Junior, 2005; Rumbaugh et al., 2005; Selic, 2005). Com este intuito Korherr e List (2006, 2007) propõem *Profiles* para representação de variabilidades em diagrama de atividades.

Um ponto de variação, segundo Korherr e List (2006, 2007), pode ser multi-valorado e as opções podem ser mutualmente exclusivas e/ou combinadas. Com o intuito de representar este tipo de variabilidades Korherr e List (2006, 2007) criaram uma representação de variabilidades em diagramas de classes representado na Figura 3.7.

var. dependency	mult.	generalisation set	Class Diagram	UML Profile
Mandatory	1	{complete, disjoint}	<pre> classDiagram class DoorLock class Fingerprint class EyeScanner DoorLock < -- Fingerprint DoorLock < -- EyeScanner </pre>	<pre> classDiagram class DoorLock class Fingerprint class EyeScanner DoorLock < -- Fingerprint DoorLock < -- EyeScanner </pre>
Alternative	0..1	{incomplete, disjoint}	<pre> classDiagram class ColorOfCar class Red class Blue ColorOfCar < -- Red ColorOfCar < -- Blue </pre>	<pre> classDiagram class ColorOfCar class Red class Blue ColorOfCar < -- Red ColorOfCar < -- Blue </pre>
Alternative	1..*	{complete, overlapping}	<pre> classDiagram class calendarEntry class todoList class dateReminder calendarEntry < -- todoList calendarEntry < -- dateReminder </pre>	<pre> classDiagram class CalendarEntry class ToDoList class dateReminder CalendarEntry < -- ToDoList CalendarEntry < -- dateReminder </pre>
Optional	0..*	{incomplete, overlapping}	<pre> classDiagram class operatingSystem class Windows class MacOSX operatingSystem < -- Windows operatingSystem < -- MacOSX </pre>	<pre> classDiagram class operatingSystem class Windows class MacOSX operatingSystem < -- Windows operatingSystem < -- MacOSX </pre>

Figura 3.7: UML *Profile* para representação de variabilidades em diagrama de classes (Korherr e List, 2006)

Korherr e List (2006, 2007), representam variabilidades em diagramas de atividades da UML por intermédio dos recursos já disponíveis no diagrama de atividades. A representação das multiplicidades dá-se por intermédio do uso das estruturas de decisão (*merge*, *join*, *fork* e *decision*) presentes no diagrama de atividades como pode ser observado na Figura 3.8.

<i>Left MM Class</i>	<i>Right MM Class</i>
Variation Point	Activity Partition
Variant	Action
Mandatory	Fork Node - Join Node
Optional	Fork Node - Join Node
Alternative Choice [1..*]	Fork Node - Join Node
Alternative Choice [0..1]	Decision Node - Merge Node
requires	Control Flow
excludes	Control Flow - Decision Node

Figura 3.8: Mapeamento de variabilidades em diagrama de atividades (Korherr e List, 2006)

3.3.1 Um processo de gerenciamento de variabilidades para linha de produto de software

Segundo Oliveira Junior (2005) a correta captura e representação de variabilidades permite ampliar o número de produtos desenvolvido a partir de uma LP. Várias soluções para o gerenciamento de variabilidades são encontradas na literatura, porém o que se percebe é a falta de um processo que possibilite identificar, representar, delimitar, escolher mecanismos de implementação, monitorar e rastrear as variabilidades de uma LP. Portanto, Oliveira Junior (2005) propõe em seu trabalho um processo de gerenciamento de variabilidade para linha de produto de software.

O processo de gerenciamento de variabilidades encontra-se inserido no contexto do processo de desenvolvimento de uma linha de produto de forma a gerenciar a linha de produto e suas variabilidades consumindo informações da LP criada e gerando novas informações que serão utilizadas para a realização de melhorias na LP e dos produtos a serem gerados. A Figura 3.9 permite ver o relacionamento entre o o processo de desenvolvimento de linha de produto e os seus três componentes internos, sendo um deles o gerenciamento de variabilidades.

O processo proposto utiliza-se do diagrama de casos de uso da UML e do modelo de características como principais artefatos para identificar, delimitar e representar graficamente as variabilidades. Com a identificação, representação e delimitação é possível fazer o controle e rastreamento das variabilidades para a análise de configurações de produtos específicos. Portanto, o processo possui atividades que, em conjunto, apoiam a construção

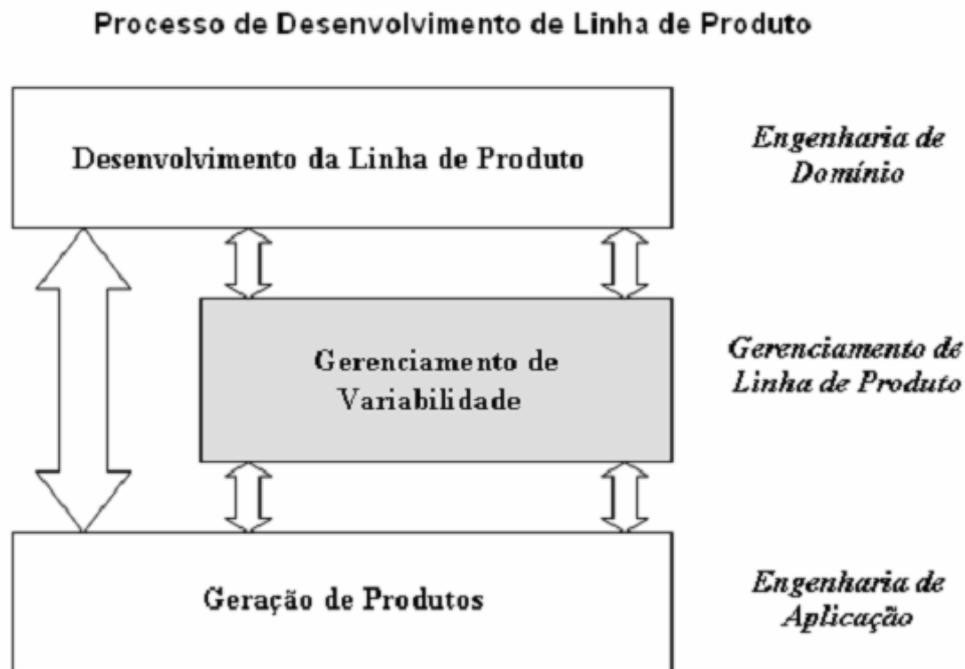


Figura 3.9: Processo de desenvolvimento de LP existente com gerenciamento de variabilidade (Oliveira Junior, 2005).

de uma LP e a gerencia de suas variabilidades. Dando suporte à geração de produtos específicos além de fornecerem uma visão gerencial de uma LP.

O processo proposto foi validado realizando um estudo de caso que concluiu que o processo permite identificar e gerenciar variabilidades em LP de forma efetiva. Foi concluído, também, que o modelo de característica permitiu uma maior facilidade para a representação, identificação, entendimento e gerenciamento de variabilidades.

3.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou os conceitos necessários para o entendimento da proposta desta dissertação. Foi apresentado os conceitos de reutilização, linha de produto de software e representação de variabilidades.

As abordagens de LP, gerenciamento de variabilidades e de estabelecimento de contrato eletrônicos apresentadas durante este capítulo e o capítulo de processo de negócio resolvem os seguintes problemas relacionados as necessidades observadas em processos de negócio, serviços web e linha de produto a serem consideradas para o projeto InfraPro:

- gerenciamento de variabilidades em LP;

- representação de serviços Web;
- geração de contratos eletrônicos para serviços Web.

Contudo, a pesquisa desenvolvida durante este trabalho observou que encontra-se em aberto soluções para definir uma representação de variabilidades em processos de negócio compostos por SW e, principalmente, uma solução que crie uma estrutura de LP que permita a reutilização dos processos de negócio e serviços Web.

O próximo capítulo apresentará a abordagem proposta para reutilização de processos de negócio, aplicando os conceitos de linha de produto, reutilização e gerenciamento de variabilidades com o intuito de melhorar a reutilização de processos de negócio. Aplica-se estes conceitos para fazer uma extensão do processo originalmente proposto por Fantinato (2007). É apresentado ainda, a proposta de uma representação de variabilidades em processos de negócio, utilizando-se do diagrama de atividades da UML, o objetivo é resolver o problema da representação de variabilidades em processos de negócio e a reutilização dos processos de negócio.

RofPN - Abordagem para reutilização de processos de negócio

4.1 Considerações Iniciais

Com intuito de resolver os problemas apresentados nos capítulos anteriores sobre o reutilização de processos de negócio e a representação de variabilidades em diagrama de atividades. Encontrou-se em reutilização de *workflow*, linha de produto de software como principal candidato para reutilização de processo de negócio. Na seção 4.2 é apresentada uma abordagem para reutilização de processos de negócio aplicando os conceitos de linha de produto, reutilização e gerenciamento e representação de variabilidades.

A abordagem apresentada juntamente com a representação de variabilidades em diagramas de atividades (4.3), procura melhorar o Reutilização de processos de negócio e serviços Web e representar a interação entre os mesmos. A abordagem proposta estende a abordagem originalmente proposta por Fantinato (2007) inserindo artefatos e atividades que permita o Reutilização de processos de negócio. A utilização da abordagem dá-se no momento da seleção e contratação dos processos e dos serviços e o estabelecimento do contrato eletrônico que rege os compromissos das partes e não no momento do desenvolvimento dos mesmos. Portanto, os artefatos aqui apresentados possuem um nível de representação considerado alto para desenvolvimento, porém útil para entendimento, seleção e contratação. O intuito da abordagem é permitir três níveis de granularidade de Reutilização que são encontrados em processos de negócio e serviços Web.

O primeiro nível é o Reutilização integral dos processos de negócio observado quando o processo é reusado sem alterar as especificações. A alteração das variabilidades, serviços contratados e/ou termos de QoS implica na instanciação de um novo produto na LP, não caracterizando assim, um Reutilização integral do processo. Quando ocorre as alterações dá-se o Reutilização de partes do processo denominado Reutilização de sub-processos.

O Reutilização de sub-processos, segundo nível, acontece quando partes de processos são reutilizadas. Por exemplo, uma empresa **W** que detêm um site para vendas *on-line* possui um processo que realiza a venda, cobrança e recebimento fazendo chamada aos serviços das financeiras (boletos, cartões de crédito e débito). A organização **Z** necessita realizar, também, as cobranças dos seus serviços e/ou produtos oferecidos aos clientes e decide por contratar o sub-processo de cobrança e recebimento já existente e disponível de **W**. Contudo, **Z** conFigura as variabilidades do processo de negócio de **W** contratando somente partes do processo que lhe interessa para integrar no seu processo de negócio realizando o Reutilização de parte do processo de W (Reutilização de sub-processo).

O terceiro nível é o Reutilização de serviços que ocorre quando apenas um serviço é contratado. Por exemplo, a empresa **W** possui em seu processo de negócio serviços que realizam cobrança e recebimento, vendas, compras, cadastros e consultas. Esta coleção de serviços define o processo de negócio da organização. Um sub-processo seria a venda e os serviços que a compõem. O Reutilização de apenas um serviço desta organização conFiguraria a utilização apenas de um serviço de cobrança em específico (exemplo: cobrança por boleto bancário) não utilizando os demais serviços de cobrança disponíveis.

Portanto, a seção 4.2 deste capítulo apresenta a abordagem para Reutilização de processos de negócio e, também, uma abordagem desenvolvida para a representação de variabilidades em diagramas de atividades, com o intuito de representar não apenas as variabilidades, mas também a interação entre os processos de negócio.

A abordagem apresentada neste capítulo utiliza-se dos trabalhos já mencionados como base. O trabalho de Fantinato (2007) é estendido para melhorá-lo quanto a reutilização e representação de processos de negócio. O trabalho de Oliveira Junior (2005) foi utilizado com o intuito de inserir artefatos que melhorem o gerenciamento de variabilidade em processo de negócio, serviços Web e contrato eletrônicos. A tese de Kradolfer (2000) é utilizada para detalhar a descrição da atividade que permite a realização efetiva da reutilização na abordagem proposta. Os trabalhos de Korherr e List (2006); ? são utilizados para a proposta de utilização de diagrama de atividades para representação de variabilidades em processo de negócio.

A abordagem proposta foi desenvolvida para ser utilizada, principalmente, no momento da contratação de processos de negócio e serviços Web pelas empresas e não no

momento da criação e publicação do mesmo. Portanto, os artefatos considerados na mesma são de alto nível de representação e não de baixo nível para ser utilizado para implementação.

4.2 RofPN - Abordagem para reutilização de processos de negócio

A abordagem desenvolvida estende a abordagem proposta originalmente por Fantinato (2007) para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. A abordagem é composta por dois modelos de ciclo de vida acompanhando a proposta de Fantinato (2007) e FORM (Kang et al., 1998). A Figura 4.1 ilustra a abordagem proposta e os artefatos produzidos durante a mesma. A abordagem aplica os conceitos de LP para definir os passos a serem seguidos a fim de criar uma estruturação para os processos de negócio em um determinado domínio, permitindo a reutilização dos mesmos.

As atividades que compõem a engenharia de domínio tem como principal objetivo desenvolver o núcleo de artefatos para um domínio do processo de negócio. A engenharia de processo de negócio possui como objetivo o desenvolvimento dos produtos finais, por intermédio da configuração dos artefatos desenvolvidos no ciclo de vida anterior.

A RofPN inicia-se com o desenvolvimento da análise de domínio, que será realizada apenas uma vez para um domínio de negócio, envolvendo o mesmo par de organizações. Nestas atividades são criados o modelo de contrato eletrônico e o desenvolvimento e publicação dos SW e PN.

O segundo ciclo de vida e suas atividades são executados inteiramente para cada novo produto da LP. Durante a realização deste ciclo de vida pode ser necessário realizar alterações ou inclusões de novas informações (variabilidades, serviços, processos e níveis de qualidade de serviços) no primeiro ciclo de vida.

Os produtos da LP são criados através da configuração do(s) modelo de características, configuração do processo de negócio e a instanciação do contrato eletrônico final. As seções subsequentes descrevem as atividades dos modelos de ciclo de vida da RofPN.

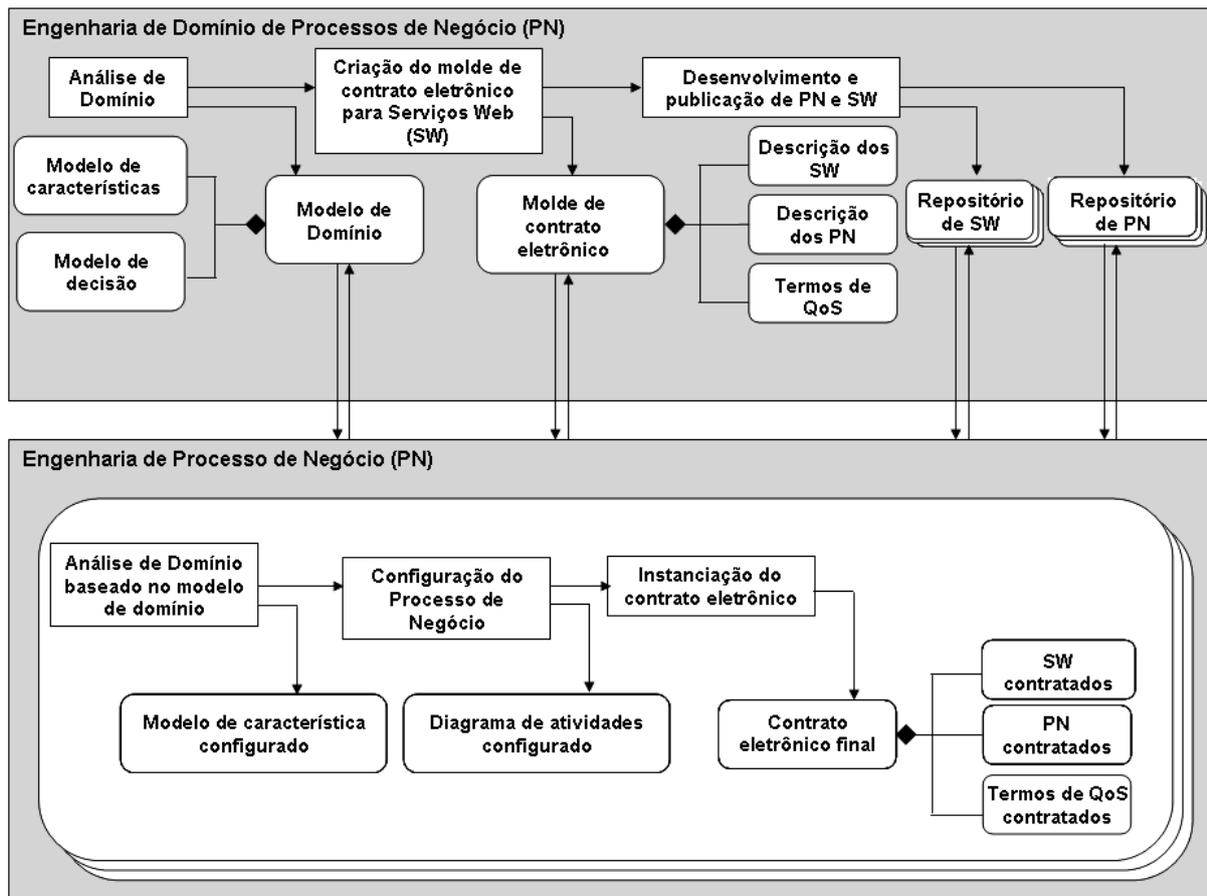


Figura 4.1: Abordagem para reutilização de PN

4.2.1 Ciclos de vida e suas atividades

Engenharia de domínio de processo de negócio

- Análise de domínio:** a análise de domínio do processo de negócio tem como principal objetivo entender e documentar o domínio e os requisitos necessários para a concretização do processo de negócio. O entendimento do domínio permite desenvolver o artefato denominado, modelo de domínio composto pelo modelo de características e o modelo de decisão. Esta composição e o modelo de decisão não existiam na abordagem original proposta por Fantinato (2007).
- Criação do molde de contrato eletrônico para serviços Web:** baseando-se no modelo de domínio é criado o molde de contrato eletrônico com as informações necessárias, que serão usadas em qualquer contrato eletrônico estabelecido a partir do modelo de domínio. No molde são descritos os processos de negócio, serviços Web

e termos de QoS. A composição e descrição dos processos de negócio por intermédio do diagrama de atividades é proposto neste trabalho com o intuito de melhorar a reutilização dos processos de negócio.

- **Desenvolvimento e publicação de processos de negócio e serviços Web:** nesta atividade são desenvolvidos e publicados, em seus respectivos repositórios, os serviços Web e os processos de negócio para que sejam utilizados/reusados na instanciação do(s) produto(s) da LP.

Engenharia de processo de negócio

- **Análise de domínio baseada no modelo de domínio:** esta atividade analisa o modelo de domínio, estabelecendo as conFigurações para o processo de negócio e o contrato eletrônico a serem desenvolvidos com as variabilidades, pertencentes a cada produto em específico. Nesta fase são selecionados os processos de negócio e serviços Web a serem utilizados. Nesta atividade realização o Reutilização é realizado através do entendimento e seleção dos serviços Web e processos de negócio a serem utilizados para compor um produto da LP. Nesta fase, pode ocorrer de um serviço ou processo não existir ou não ser adequado ao produto, sendo assim, torna-se necessário sua adaptação ou criação do novo serviço. Após as fases de seleção, adaptação e criação é necessário realizar a integração dos componentes desenvolvidos a LP. As ideias aqui expostas partem do trabalho de doutorado de Kradofer (2000) para o Reutilização de *workflow*. Com o intuito de ilustrar e detalhar os passos internos pertencentes a esta atividade, a Figura 4.2 foi desenvolvida derivando a originalmente proposta por Kradofer (2000).

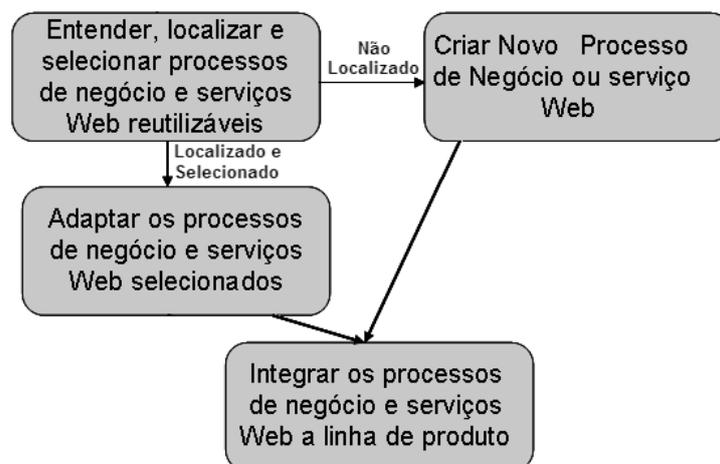


Figura 4.2: Etapas da seleção e reutilização

- **ConFiguração do processo de negócio:** esta atividade objetiva conFigurar o processo de negócio a ser contratado, baseando-se no modelo de característica conFigurado. O processo de negócio conFigurado é ilustrado por intermédio do diagrama de atividades conFigurado. Esta atividade é proposta neste trabalho e não pertence à abordagem original proposta por Fantinato (2007)
- **Instanciação do contrato eletrônico:** esta atividade objetiva a criação do(s) produto(s) da LP por intermédio do(s) modelo(s) de característica conFigurado(s) e diagrama de atividades conFigurado, que estabelecem os serviços web, termos de QoS e processos de negócio a serem utilizados pelo produto da LP.

4.2.2 Artefatos produzidos na RofPN

Com a finalidade de proporcionar um melhor entendimento a respeito dos artefatos produzidos durante a realização das atividades da RofPN é utilizado como exemplo, o processo de negócio de uma agência de viagens. O domínio de um processo de negócio para uma agência de viagens consiste no gerenciamento de vendas e reserva de passagens, hotéis e veículos. Neste contexto o processo de negócio da agência de viagens realiza chamadas aos serviços eletrônicos contratados de três organizações, são elas: agência de hotéis, locadora de veículos e agência de linhas aéreas. No capítulo 5 é apresentado um exemplo mais completo dos artefatos produzidos num domínio de processo de negócio diferente. Os artefatos estão separados de acordo com o ciclo de vida a qual pertencem.

Engenharia de domínio de processo de negócio

- **Modelo de domínio:** documenta as variabilidades do domínio do processo de negócio, os serviços Web e os termos e QoS; documentando os requisitos necessários para a concretização do processo de negócio. O modelo de domínio é composto de dois artefatos: modelo de decisão e modelo de características.
 - Modelo de característica: representa os serviços Web e os atributos de QoS como proposto no trabalho de (Fantinato, 2007). As Figuras 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 representam os modelos de características para o processo de negócio da agência de viagens, com os serviços e termos de QoS disponíveis.

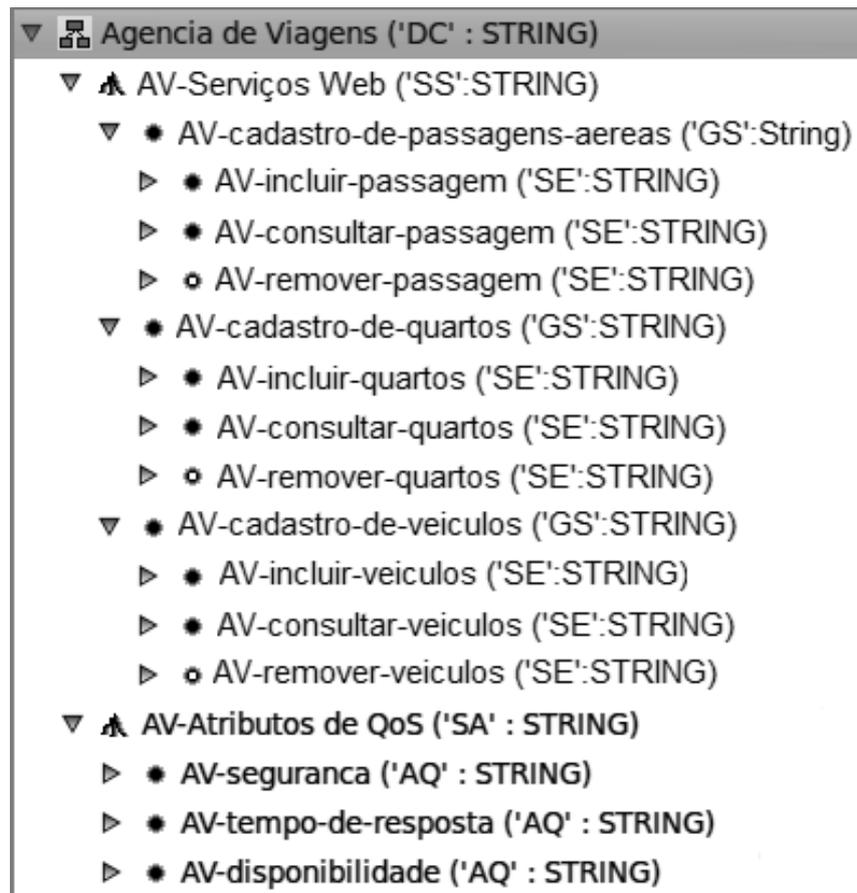


Figura 4.3: Modelo de característica para o processo de negócio da agência de viagens



Figura 4.4: Modelo de característica para agência de hotéis

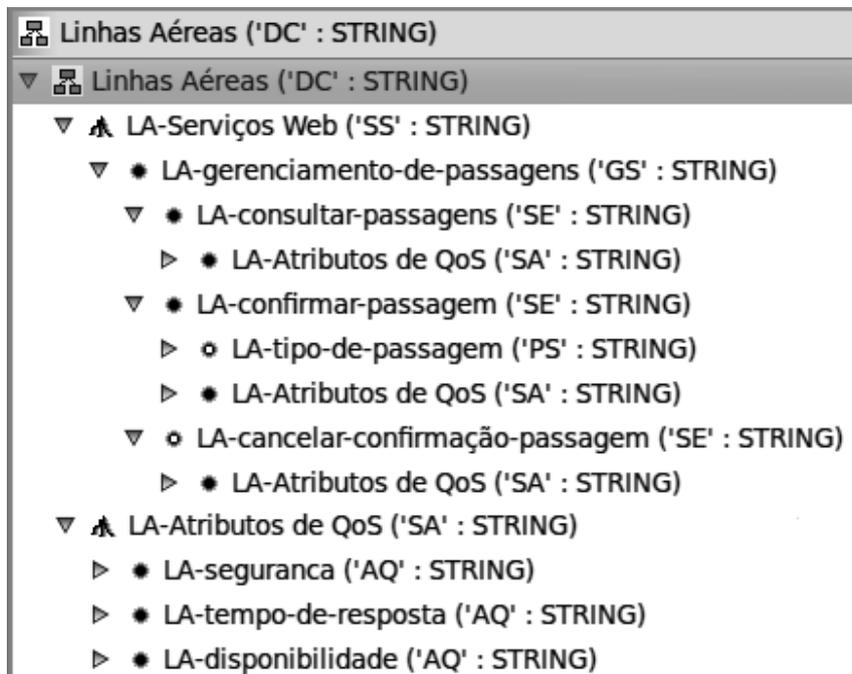


Figura 4.5: Modelo de característica para a agência de linhas aéreas

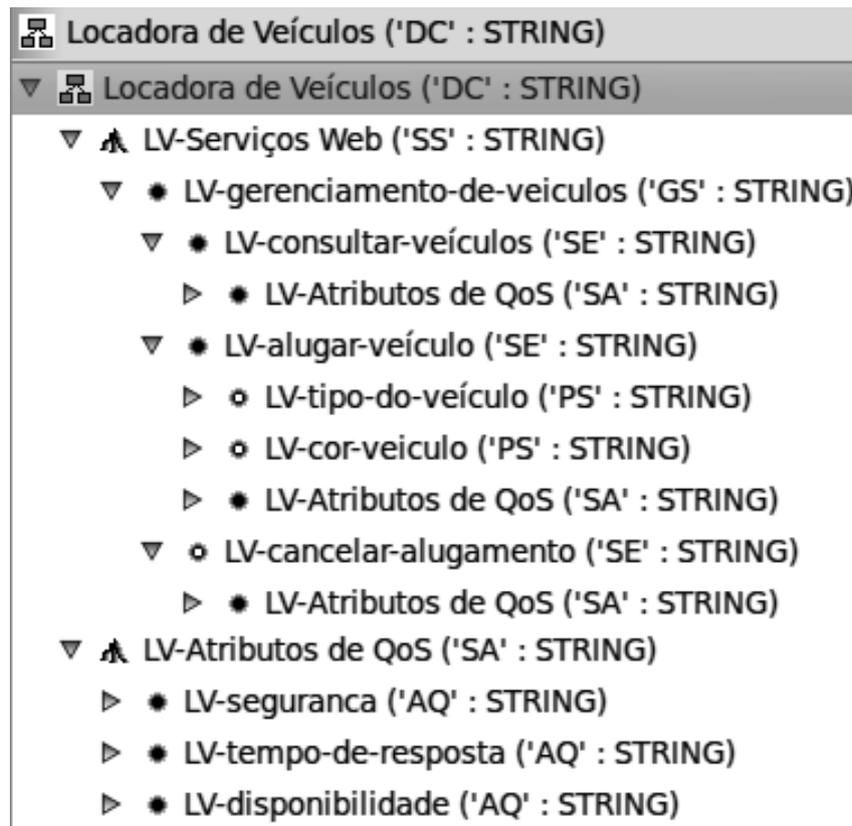


Figura 4.6: Modelo de característica para a locadora de veículos

- Modelo de decisão: documenta os requisitos, restrições e outras informações relevantes a respeito da LP de processo de negócio para o domínio em questão, objetivando apoiar as decisões futuras no momento da instanciação de um novo produto. O modelo de decisão complementa o modelo de características, no sentido de descrever melhor as opções de configuração e as consequências de suas escolhas. Por motivo de foco no trabalho este modelo é postergado como trabalho futuro definindo a padronização do modelo. Este artefato é proposto neste trabalho e não pertence a abordagem proposta por Fantinato (2007).
- **Molde de contrato eletrônico:** descreve todos os serviços Web, processos de negócio e termos de QoS possíveis de serem utilizados para a geração dos produtos da LP. As características obrigatórias do molde de contrato eletrônico são diretamente incorporadas no contrato eletrônico final descrevendo os serviços, processos de negócio e termos de QoS que devem ser obrigatoriamente contratados. As características alternativas ou opcionais são adiadas até o momento da negociação dos serviços Web e QoS a serem contratados. O molde de contrato eletrônico é apresentado em três partes, são elas:

- Descrição dos SW: a descrição dos serviços Web é realizada por intermédio dos arquivos relativos a seção: wsdl:Definitions. A Figura 4.7 apresenta a descrição dos SW para o processo de negócio contratado da agência de hotéis, pela agência de viagens como exemplo deste artefato.

AH-gerenciamento-de-quartosPT		
AH-consultar-quartos-disponiveisOP		
input	AH-consultar-quartos-disponiveis-Request-MSG-PART	string
output	AH-consultar-quartos-disponiveis-Response-MSG-PART	string
AH-reservar-quartoOP		
input	AH-reservar-quarto-Request-MSG-PART	string
output	AH-reservar-quarto-Response-MSG-PART	string
AH-cancelar-reserva-quartoOP		
input	AH-cancelar-reserva-quarto-Request-MSG-PART	string
output	AH-cancelar-reserva-quarto-Response-MSG-PART	string

Figura 4.7: Descrição dos SW para agência de hotéis - seção: wsdl:Definitions

- Descrição dos PN: os processos de negócio são descritos por intermédio do diagrama de atividades, para mostrar as variabilidades nos processos de negócio e a interação entre os mesmos. A descrição é realizada, também, por meio da seção: bpel:Process. O diagrama de atividades é apresentado na seção 4.3 deste mesmo capítulo, pois nela é proposta uma representação de variabilidades de processos de negócio em diagrama de atividades. A Figura 4.8 apresenta a seção bpel:Process para o processo de negócio da agência de hotéis. A descrição por diagrama de atividades é proposta neste trabalho não constando na abordagem original proposta por Fantinato (2007).

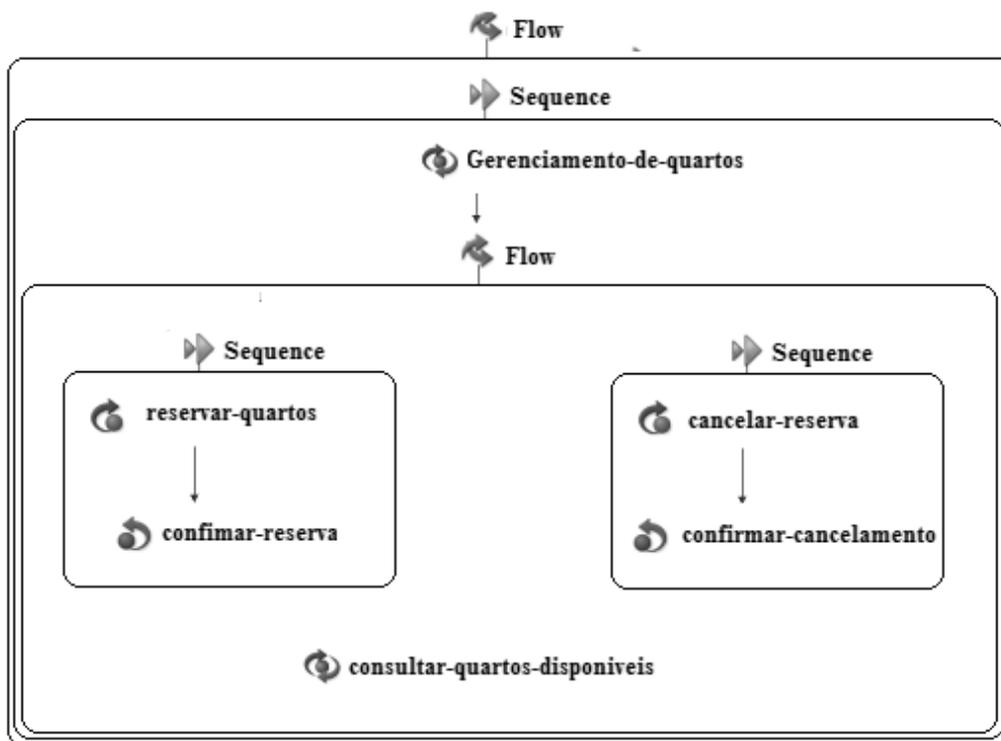


Figura 4.8: Descrição do PN para agência de hotéis - seção: bpel:Process

- Termos de QoS: a descrição dos atributos de qualidade de serviço (QoS) são realizadas através da seção: wsag:Terms. A Figura 4.9 ilustra partes de uma seção wsag:Terms para o processo de negócio da agência de hotéis.

!-	AH-consultar-quartos-disponiveis
[-] [e] wsag:Serviceproperties	
[a] wsag:Name	AH-consultar-quartos-disponiveisSP
[a] wsag:ServiceName	AH-consultar-quartos-disponiveisOP
[-] [e] wsag:VariableSet	
!-	FEATURE_ID = reference20IXIseguranca
+ [e] wsag:Variable	
!-	FEATURE_ID = reference20IXIdisponibilidade
[-] [e] wsag:Variable	
[a] wsag:Name	disponibilidadeVAR
[a] wsag:Metric	amount:frequency
+ [e] wsag:Location	

Figura 4.9: Descrição dos Termos de QoS para agência de hotéis - seção: wsag:Terms

- **Repositório de SW:** mantém os serviços Web já disponíveis de forma organizada para que sejam utilizados. O repositório é proposto nesta abordagem todavia não consta na original proposta por Fantinato (2007). Contudo, quando utiliza-se de

SOA é previsível a existência de um repositório para os serviços a serem disponibilizados.

- **Repositório de PN:** mantém os processos de negócio já disponíveis de forma organizada para que sejam utilizados. O repositório é proposto nesta abordagem todavia não consta na original proposta por Fantinato (2007).

Engenharia de processo de negócio

- **Modelo de característica conFigurado:** é o modelo de característica com os atributos já selecionados. Representando, assim, os serviços Web e os níveis de QoS contratados para um determinado produto da LP. As Figuras 4.11, 4.10, 4.12 e 4.13, apresentam os modelos conFigurados para a agência de viagens.

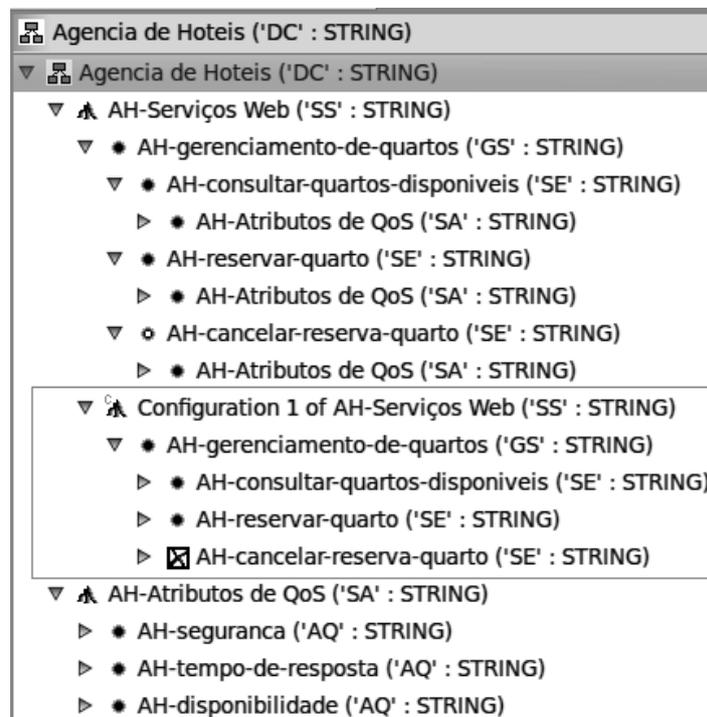


Figura 4.10: Modelo de característica configurado para rede hotelaria

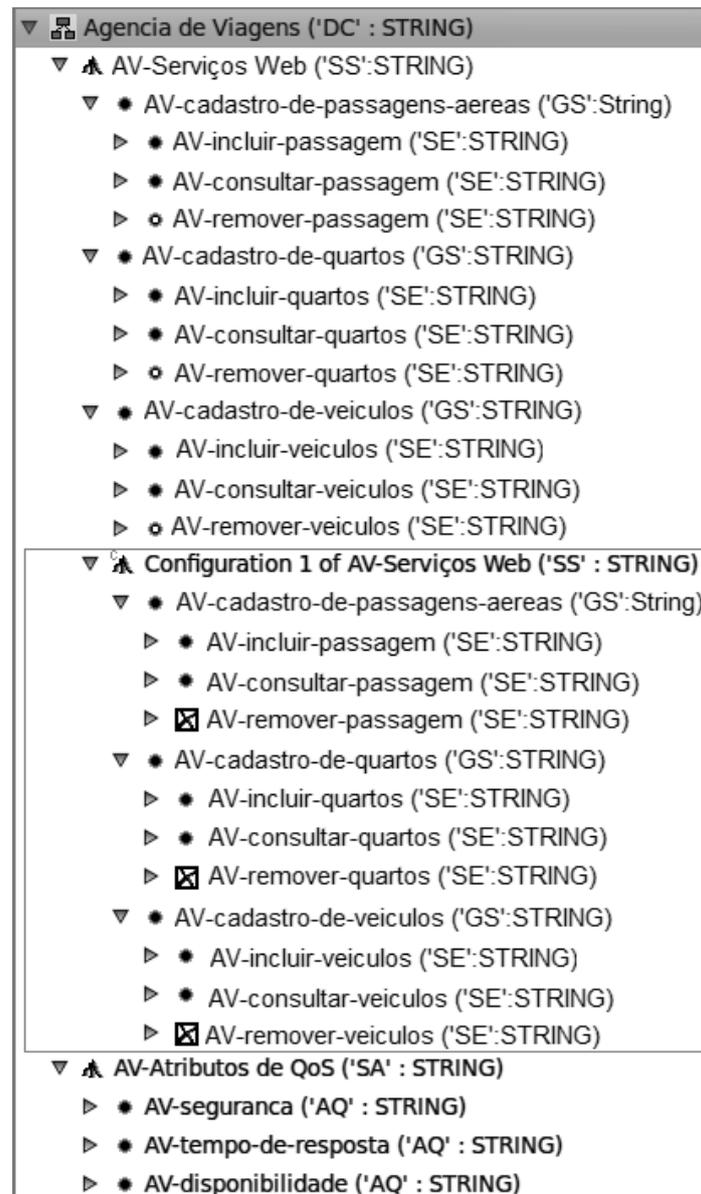


Figura 4.11: Modelo de característica configurado para o processo de negócio da agência de viagens

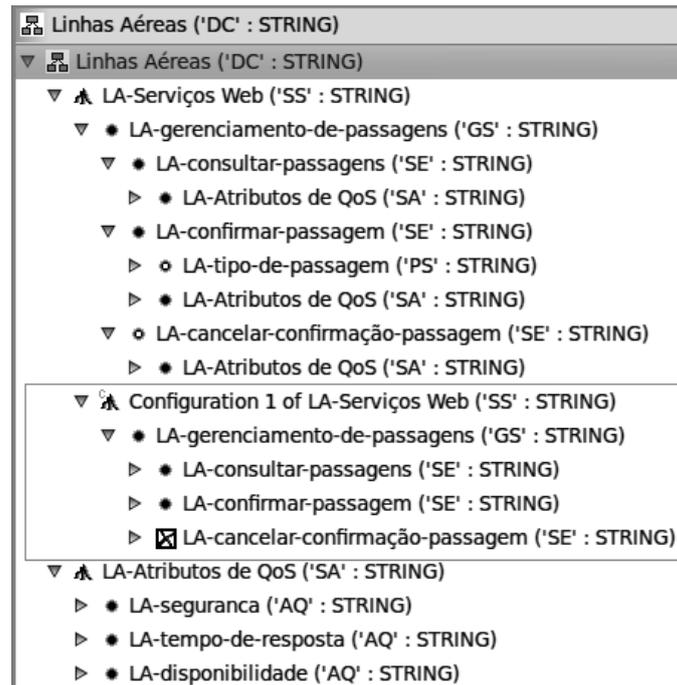


Figura 4.12: Modelo de característica configurado para a agência de linhas aéreas

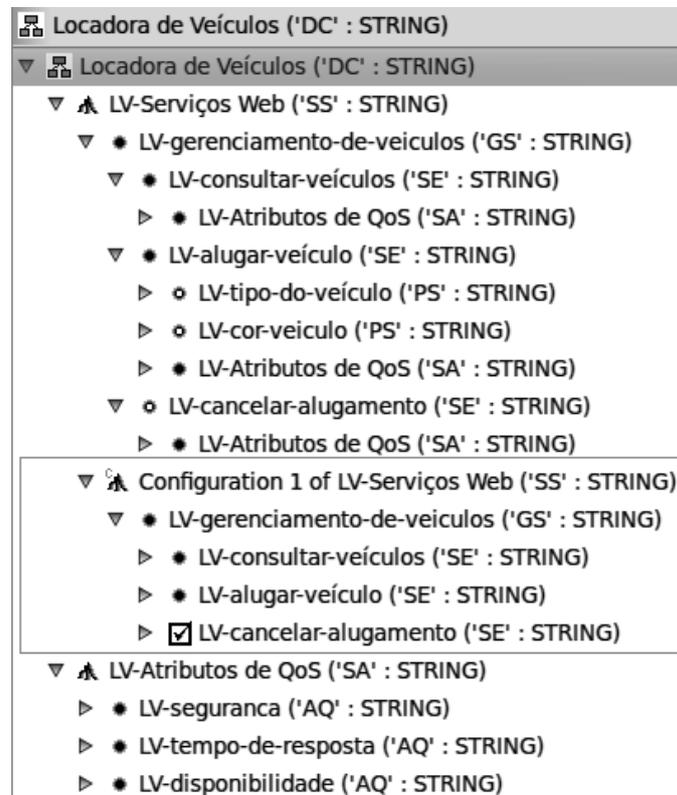


Figura 4.13: Modelo de característica configurado para a locadora de veículos

- **Diagrama de atividades conFigurado:** é o diagrama que representa o processo de negócio com os SW e níveis de QoS contratados para um determinado produto da LP. Assim como na descrição dos processos de negócio, o diagrama de atividades conFigurado é apresentado somente na seção 4.3 deste mesmo capítulo onde é proposto uma representação de variabilidades de processos de negócio em diagrama de atividades. Artefato também não proposto por Fantinato (2007).
- **Contrato eletrônico final:** o(s) contrato(s) eletrônico final reflete a instanciação de um produto da LP com seus devidos processos de negócio, serviços Web e termos de QoS. São criados utilizando-se do modelo de característica conFigurado e o diagrama de atividades conFigurado. O contrato eletrônico final é composto por:
 - Serviços Web contratados: os serviços Web contratados no contrato eletrônico vigente e disponíveis no repositório de serviços Web. Os serviços Web são descritos por meio da seção: wsdl:Definitions. A Figura 4.14 apresenta a seção wsdl:Definitions conFigurada descrevendo, assim, os serviços Web contratados da agência de hotéis.

AH-gerenciamento-de-quartosPT		
AH-consultar-quartos-disponiveisOP		
input	AH-consultar-quartos-disponiveis-Request-MSG-PART	string
output	AH-consultar-quartos-disponiveis-Response-MSG-PART	string
AH-reservar-quartoOP		
input	AH-reservar-quarto-Request-MSG-PART	string
output	AH-reservar-quarto-Response-MSG-PART	string

Figura 4.14: SW contratados da agência de hotéis - seção: wsdl:Definitions

- Processo de negócio contratados: os processos de negócio contratados no contrato eletrônico vigente e disponíveis no repositório de processos de negócio. Os processos de negócio são descritos pela seção: bpel:Process. A Figura 4.15 apresenta a seção bpel:Process para os processos contratados da agência de hotéis.
- Termos de QoS contratados: os termos de QoS contratados no contrato eletrônico vigente. Os termos de QoS são descritos por intermédio da seção: wsag:Terms.

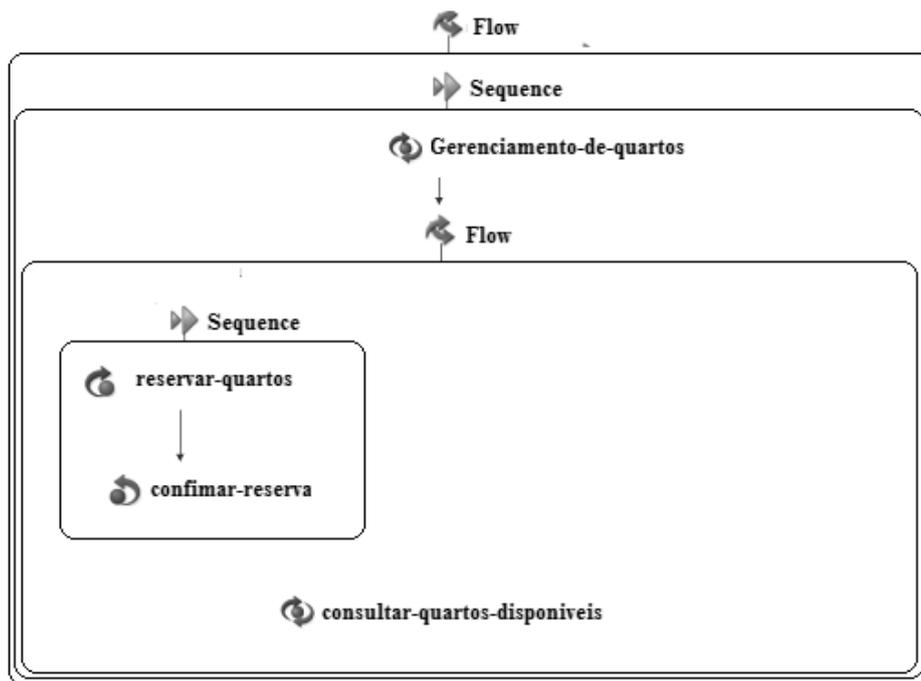


Figura 4.15: PN contratados da agência de hotéis - seção: bpel:Process

A Figura 4.16 apresenta parte da seção wsag:Terms contratada da agência de hotéis.

!--	AH-consultar-quartos-disponiveis
[-] [e] wsag:Serviceproperties	
[a] wsag:Name	AH-consultar-quartos-disponiveisSP
[a] wsag:ServiceName	AH-consultar-quartos-disponiveisOP
[-] [e] wsag:VariableSet	
!--	FEATURE_ID = reference20IXIseguranca
+ [e] wsag:Variable	
!--	FEATURE_ID = reference20IXIdisponibilidade
[-] [e] wsag:Variable	
[a] wsag:Name	disponibilidadeVAR
[a] wsag:Metric	amount:frequency
+ [e] wsag:Location	

Figura 4.16: Termos de QoS contratados da agência de hotéis - seção: wsag:Terms

4.3 Representação de Variabilidades em Diagrama de Atividades

Ao analisar as propostas já existentes, para representação de variabilidades em diagramas de atividades, verificou-se a necessidade de realizar modificações no *profile* encontrado para tornar adaptável para modelagem de variabilidades em processos de negócio e permitir o mapeamento entre o modelo de características e o diagrama de atividades representando as multiplicidades encontradas nos pontos de variação Korherr e List (2006, 2007). Deste modo, foi feito uma extensão do *Profile* existente para melhor adequar-se à representação desejada de variabilidades em processos de negócio.

Ao pensar em modelagem de variabilidade de processos de negócio, compostos de serviços Web, utilizando-se de diagramas de atividades surgem vários tipos de multiplicidades a serem mapeadas. Uma das ocorrências especiais é o caminho nulo que representa a escolha de nenhuma das alternativas disponíveis em um ponto de variação representada no diagrama de atividades por um fluxo que não executa atividade(s). A seguir são apresentadas e explicadas as representações desenvolvidas para a extensão proposta neste trabalho:

- **Obrigatório:** neste tipo de multiplicidade à atividade, sub-processo e/ou serviço é obrigatoriamente executada. A representação dá-se através de um fluxo normal de uma atividade à próxima, como na Figura 4.17;



Figura 4.17: Representação de uma atividade, serviço Web e/ou sub-processo obrigatório

- **Opcional:** é possível a escolha de zero (caminho nulo) ou uma entre as opções disponíveis de acordo a condição satisfeita. Representa-se utilizando o *fork* e *join nodes* ou com o *decision node*, como na Figura 4.18;

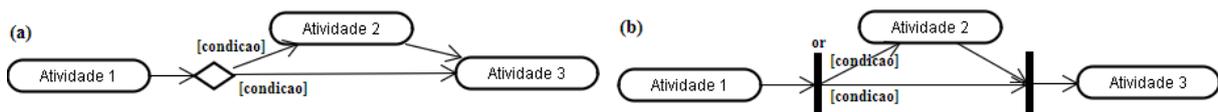


Figura 4.18: Representação de uma atividade, serviço Web e/ou sub-processo com execução opcional (a) com *decision node* (b) com *fork* e *join nodes*

- **Paralelas:** as atividades, serviços Web e/ou sub-processos são executados paralelamente, não havendo a opção de escolha e sim uma execução em paralelo. É representada pelo *fork* e *join nodes*, como na Figura 4.19;

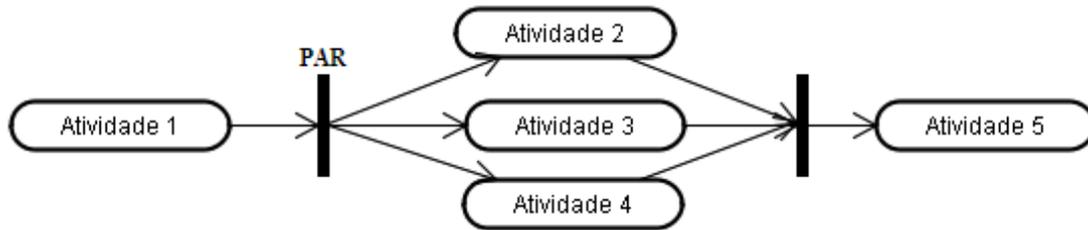


Figura 4.19: Representação de atividades, serviço Web e/ou sub-processos executados em paralelo

- **Múltipla-Alternativa:** é possível dentre as opções de atividades, serviços e/ou sub-processos escolher zero, uma ou várias das disponíveis. A representação dá-se através dos *fork* e *join nodes*, como na Figura 4.20. Neste caso também é possível a utilização de condições representada através de colchetes;



Figura 4.20: Representação de atividades, serviços Web e/ou sub-processos executados com opção de escolha múltipla

- **Múltipla-Alternativa exclusiva:** na múltipla-alternativa exclusiva é escolhido um caminho no processo de negócio e este caminho deve ser único apesar de existir várias alternativas. O caminho é escolhido de acordo com a condição que for satisfeita. A representação dá-se através do uso dos *fork* e *join nodes*, como na Figura 4.21. A diferença entre a múltipla-alternativa e a múltipla-alternativa exclusiva é que nesta última apenas um caminho pode ser escolhido e na anterior existe a possibilidade de escolher mais de uma alternativa.

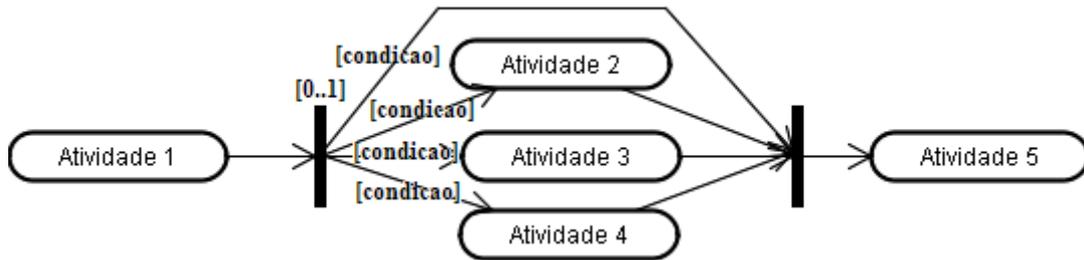


Figura 4.21: Representação de atividades, serviços Web e/ou sub-processos executados com opção de escolha múltipla exclusiva

A representação de estrutura de repetição na abordagem proposta para representação de variabilidades em processos de negócio por intermédio do diagrama de atividades é realizada utilizando o *decision node* e um fluxo de retorno para o ponto em que deseja-se realizar a repetição. A Figura 4.22, demonstra a utilização de um laço de repetição para repetir uma parte de processo de negócio que apresenta atividades realizadas paralelamente. A restrição que define a execução ou termino do laço é representada no fluxo de retorno dentro de colchetes.

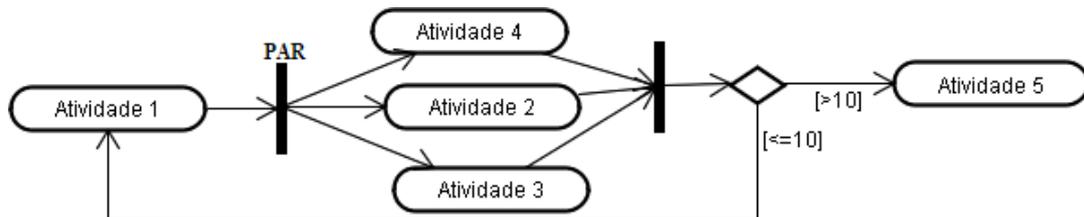


Figura 4.22: Representação de estrutura de repetição.

Com o intuito de utilizar a representação proposta, para modelagem de variabilidades em processo de negócio, a Figura 4.23 ilustra a modelagem do processo de negócio para a agência de viagens representando o comportamento do processo de negócio da agência de viagens quanto à chamada dos seus serviços e dos serviços disponíveis das outras organizações. As *swimlanes* do diagrama de atividades é utilizada nesta representação para diferenciar cada organização envolvida no processo de negócio e as chamadas aos seus serviços. A Figura 4.24 apresenta o diagrama de atividades conFigurado para o mesmo processo de negócio, portanto, apresenta apenas os serviços, termos de QoS e processos contratados. Por exemplo, os serviços de remoção de passagem, remoção de quartos e remoção de veículos não aparecem no diagrama conFigurado, pois não serão contratados para compor o processo de negócio que está sendo conFigurado.

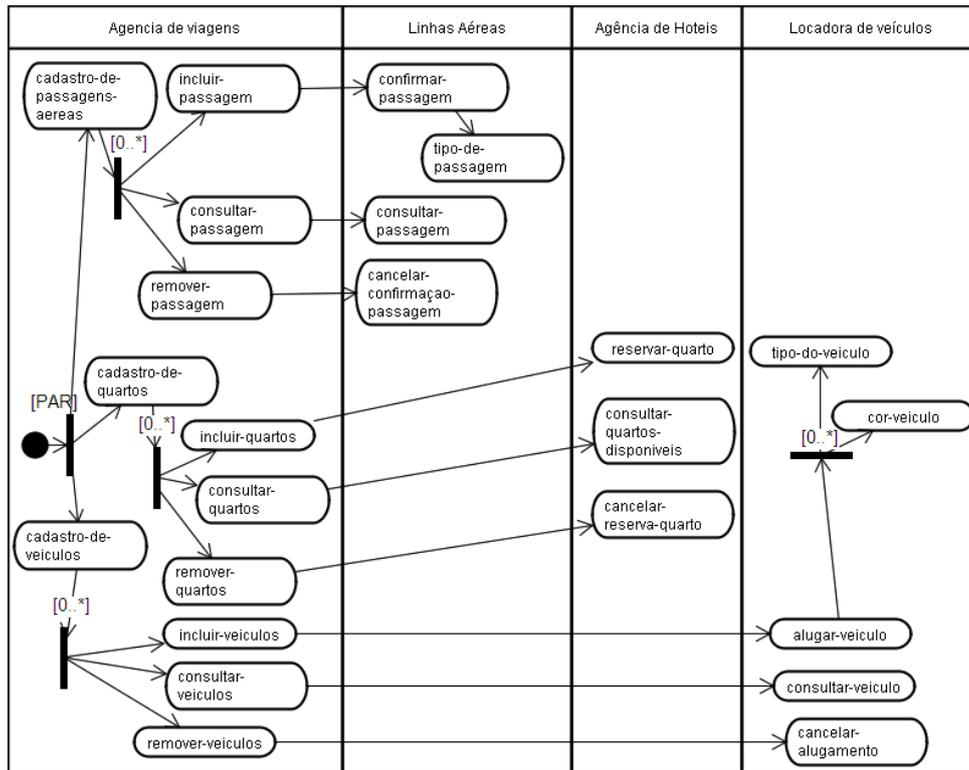


Figura 4.23: Exemplo de diagramas de atividades mostrando o processo de negócio da agência de viagens

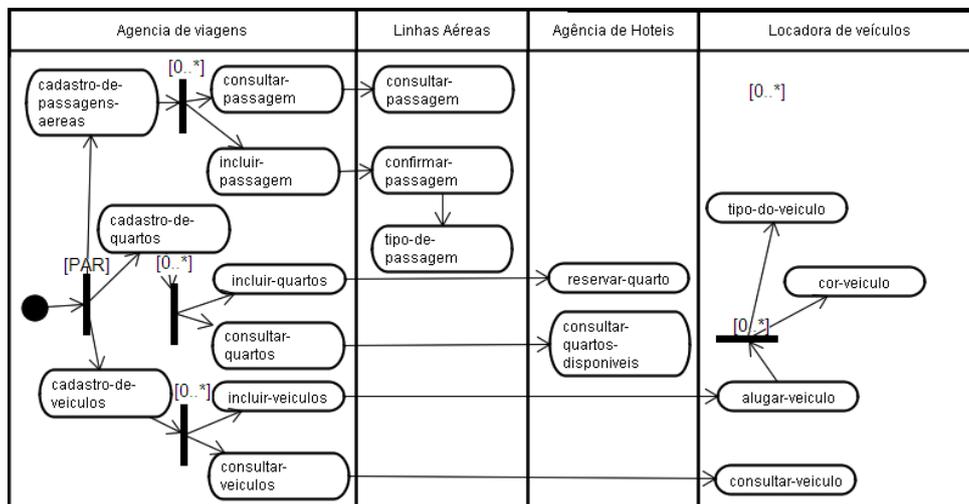


Figura 4.24: Exemplo de diagramas de atividades mostrando o processo de negócio da agência de viagens configurado

4.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a abordagem desenvolvida para reutilização de processos de negócio por intermédio do estabelecimento de uma estrutura de LP para processos de negócio compostos por serviços Web. O intuito da abordagem é melhorar a reutilização dos processos de negócio em seus diferentes níveis. A abordagem constou ainda com a proposta de uma representação de variabilidades em processos de negócio utilizando-se do diagrama de atividades da UML.

Os conteúdos apresentados foram ilustrados por intermédio da modelagem do processo de negócio para uma agência de viagens.

O próximo capítulo, 5, apresenta um exemplo de aplicação da abordagem proposta em um outro domínio de processo de negócio e as conclusões obtidas por intermédio da utilização da abordagem.

Exemplo de aplicação

5.1 Considerações Iniciais

Este capítulo apresenta um exemplo de aplicação da RofPN em um domínio de processo de negócio, diferente do abordado no capítulo 4, com o intuito de exemplificar a abordagem proposta e analisar as vantagens e desvantagens de sua utilização. O domínio do processo de negócio abordado é uma continuação do estudo de caso apresentado no trabalho de (Fantinato, 2007). Portanto, vários artefatos produzidos para o domínio são derivados do trabalho de (Fantinato, 2007). A escolha deste domínio deu-se pelo fato do domínio já ter sido modelado anteriormente e ter produzido resultados no trabalho de (Fantinato, 2007). Portanto, espera-se que com a aplicação da RofPN neste domínio os resultados obtidos anteriormente repitam-se, visto que a RofPN é uma extensão da proposta anterior, e que os novos resultados sejam alcançados.

A seção (5.2) apresenta o domínio da aplicação utilizada como exemplo. Em seguida são apresentados os artefatos produzidos durante os ciclos de vida da abordagem para o domínio modelado. Na seção 5.3 é apresentado o ciclo de vida de engenharia de domínio do processo de negócio e os artefatos produzidos neste ciclo.

A seção 5.4 apresenta o segundo ciclo de vida, denominado de engenharia de processo de negócio, onde são instanciados os produtos da linha de produto, desenvolvido no ciclo de vida anterior, por intermédio da configuração do molde de contrato eletrônico que seleciona os serviços web, processos de negócio e termos de QoS a serem contratados. Cria-se, assim, um processo de negócio a ser utilizado pela organização.

A seção 5.5 apresenta os trabalhos relacionados evidenciando as extensões proposta durante o trabalho. Por fim, a seção 5.6 apresenta as conclusões e resultados obtidos com a aplicação da metodologia para o domínio escolhido.

5.2 Domínio da aplicação

O domínio de processo de negócio apresentado é derivado do estudo de caso apresentado por Fantinato (2007) em sua tese e possui como objeto de estudo a integração entre dois sistemas de apoio a negócios e operações, conhecidos como sistemas BOSS (*Business and Operation Support Systems*), no contexto de operadoras de telecomunicações. Contudo, o objetivo do estudo de caso é mostrar os artefatos produzidos no desenvolvimento de uma linha de produto para o processo de negócio do domínio das operadoras de telecomunicações que sub-contrata serviços eletrônicos de outras organizações demonstrando, assim, os artefatos produzidos para a linha de produto e o reuso de serviços web e processos de negócio contratados (Fantinato, 2007).

No domínio apresentado, a empresa operadora de telecomunicações, para diminuição de custos ou por não ter domínio de conhecimento do negócio, sub-contrata os serviços oferecidos por outras empresas (processo de negócio inter-organizacionais). Neste exemplo, abordaremos dois sistemas dentro do domínio de telecomunicações. O primeiro realiza o gerenciamento entre os clientes e a empresa de telecomunicações (processo desenvolvido pela operadora de telecomunicações), e o segundo apresenta o sistema de cobrança que oferece um apoio computacional para a cobrança de débitos de clientes da empresa de telecomunicações. O sistema de cobrança (processo de negócio) é um sistema sub-contratado de outra organização pela empresa de telecomunicação, sendo assim, é criado um processo de negócio inter-organizacional. Os sistemas neste processo de negócio oferecem um conjunto de serviços eletrônicos ao outro implementados e disponibilizados como serviços Web e contratados por intermédio de contratos eletrônicos. Os sistemas são (Fantinato, 2007):

- **Sistema de atendimento a Clientes (CRM - *Customer Relationship management*):** este sistema gerencia o relacionamento entre a empresa de telecomunicações e seus clientes oferecendo um conjunto de serviços eletrônico para venda de produtos, contratação e cancelamento de serviços, consulta de serviços, criação e atualização de cadastro de clientes, e criação de contratos entre empresa e clientes. A execução deste sistema requer a integração com outros sistemas BOSS para gerenciamento das demais áreas dentro do domínio de telecomunicações. Como

exemplos: gerência de recursos, gerencia de recursos humanos, tarifação de serviços, faturamento de serviços, arrecadação, cobrança e contabilização.

- **Sistema de Cobrança (COB):** oferece apoio computacional à cobrança de débitos de clientes da empresa de telecomunicações oferecendo um conjunto de serviços eletrônicos que realizam as ações de inclusão e exclusão de registro de cheques irregulares, cadastramento de débitos, atualização de débitos, parcelamento de débitos, cancelamento de débitos, cancelamentos de encargos (multas e juros), concessão de descontos, notificação de débitos (correspondência, e-mail, telefone), suspensão do fornecimento de serviços contratados (parcial ou total) e ações legais contra os clientes em débito.

Neste processo de negócio os sistemas citados necessitam disponibilizar os serviços um para o outro para que as tarefas possam ser executadas. Pode ser necessário a execução de serviços pelo sistema CRM para que o sistema COB possa terminar a execução de um determinado serviço.

5.3 Engenharia de domínio de processos de negócio

Nesta seção é apresentado o ciclo de vida intitulado de engenharia de domínio de processos de negócio que inicia-se com o desenvolvimento do modelo de domínio, molde de contrato eletrônico e repositórios de SW e PN.

5.3.1 Modelo de domínio

Modelo de características

Os modelos de características para o domínio do processo de negócio em estudo representará os serviços Web e termos de QoS para o processo de negócio das operadoras de telecomunicações. Os modelos foram desenvolvidos com o apoio da ferramenta Feature-Plugin.

Os modelos de características apresentados possuem um conjunto de sub-características que representam de forma estruturada os serviços Web disponíveis e os atributos de QoS disponibilizados por eles. As características raiz pré-nomeadas de **serviços eletrônicos** e **atributos de QoS** representam, respectivamente, os processos de negócio a serem contratados com os seus serviços e os atributos de qualidade disponíveis para contratação dos mesmos (Fantinato, 2007).

Opcionalmente, os serviços eletrônicos podem conter sub-características que representam detalhes funcionais associados ao respectivo serviço. Por exemplo, a característica **consulta de estado de ações e reversões de ação de cobrança** contém as seguintes sub-características que representam detalhes funcionais relacionados à aplicação de ações de cobrança **consulta estado de ação de cobrança** e **consulta estado de reversão de ação de cobrança**.

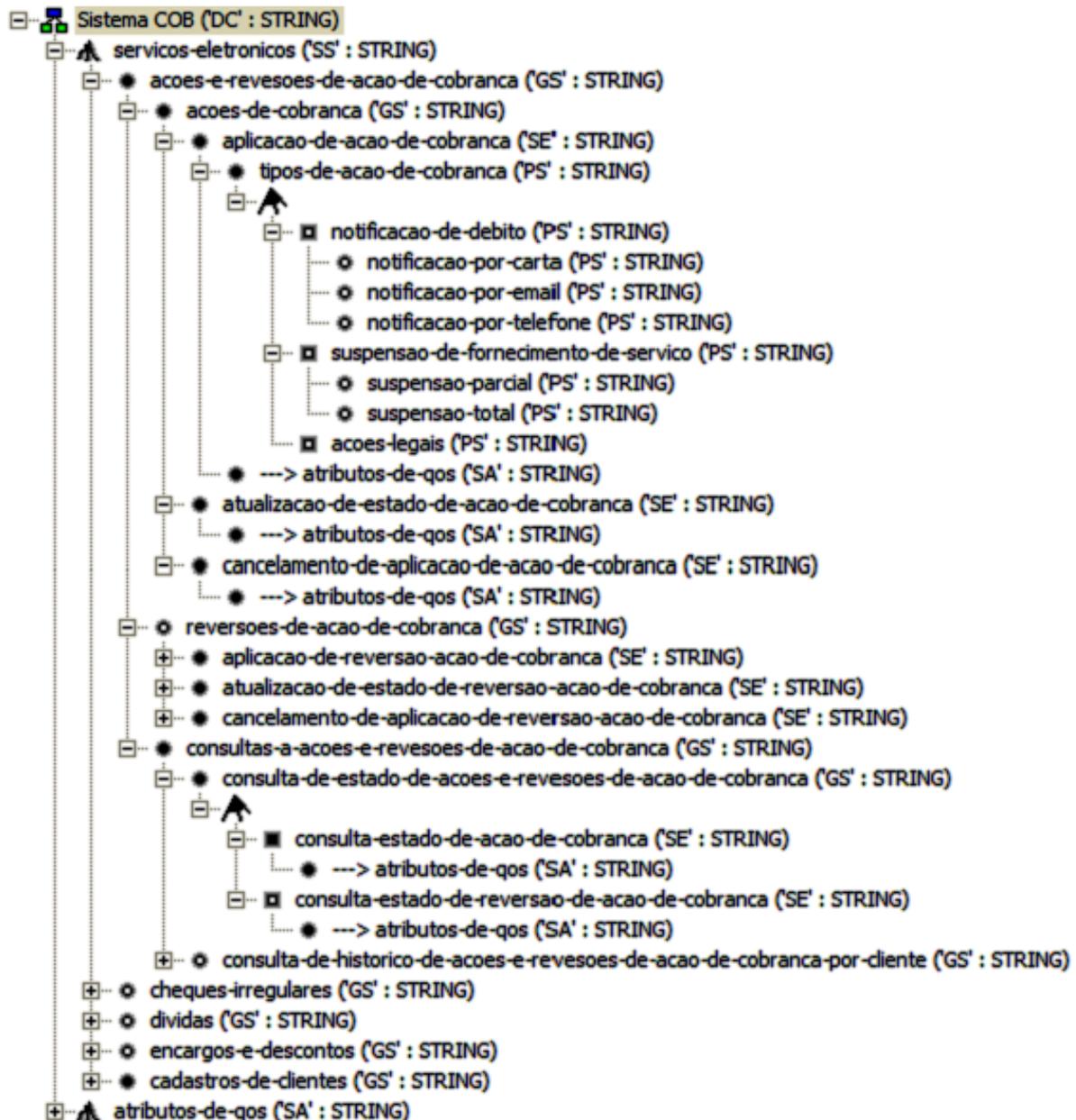


Figura 5.2: Modelo de características para serviços eletrônicos do sistema COB (características relacionadas aos serviços eletrônicos) (Fantinato, 2007).

No modelo de característica apresentado são definidas características obrigatórias e opcionais. As características obrigatórias são consideradas de extrema importância para o funcionamento do sistema COB e sem elas o mesmo não opera, portanto, são serviços (características) que devem ser obrigatoriamente contratados pela empresa operadora de telecomunicações, exemplo: **acoes e reversões de ação de cobrança, consultas a acoes e reversões de ação de cobrança**, e outros. As características opcionais podem ser contratadas pela empresa caso sejam consideradas necessárias, exemplos: **cheques irregulares, dividas, encargos e descontos**, e outras.

Os atributos de QoS também apresenta a característica raiz e suas sub-características que podem ser associados a serviços eletrônicos representando os níveis de qualidade desejados para os serviços, exemplos deste tipo de características: **disponibilidade, tempo de resposta, acessos simultâneos e segurança**. As sub-características de QoS possuem também suas sub-características apresentando os tipos de opção de atributo de QoS, como: **sem controle e níveis de QoS**. As sub-características do tipo níveis de QoS apresentam, ainda, sub-características representando os níveis de QoS que estão disponíveis para escolha para os serviços eletrônicos a serem contratados, exemplo: **5, 15, 30 e outros** para a característica **tempo de resposta**.

Até o momento, apresentamos o modelo de característica para o sistema COB contratado pela operadora de telecomunicações. As figuras 5.3 e 5.4 apresentam os modelos de características dos serviços e atributos de QoS, respectivamente, para o sistema CRM responsável pelo gerenciamento de atendimento aos clientes. O modelo de característica para o sistema CRM apresenta a mesma estrutura do modelo de característica do sistema COB, com as características raiz e suas sub-características, assim, como os tipos de características obrigatórias e opcionais.

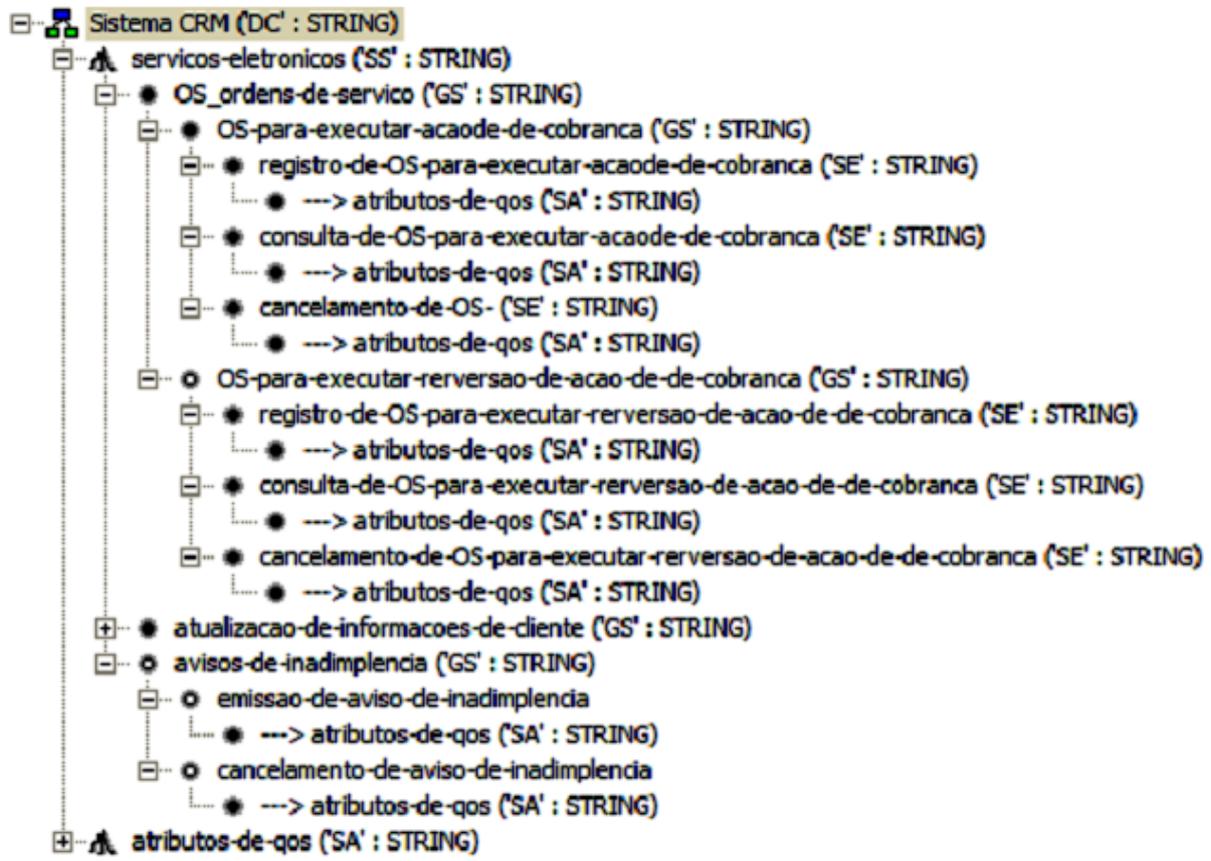


Figura 5.3: Modelo de características para serviços eletrônicos do sistema CRM (características relacionadas aos serviços eletrônicos) (Fantinato, 2007).

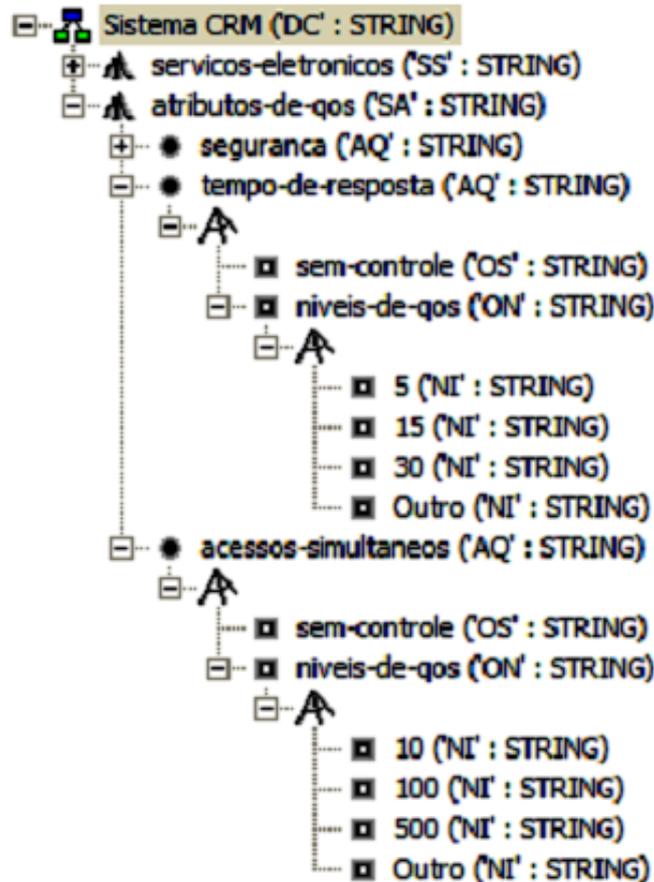


Figura 5.4: Modelo de características para serviços eletrônicos do sistema CRM (características relacionadas aos serviços eletrônicos) (Fantinato, 2007).

Modelo de decisão

O modelo de decisão deve descrever os requisitos, restrições e outras características necessárias ao processo de negócio que está sendo modelado objetivando proporcionar aos interessados uma clareza maior na escolha dos serviços, processos e suas variabilidades. O modelo deve, ainda, descrever as implicações que cada escolha realizada terá na configuração do produto final da LP. Neste trabalho não é proposto uma padronização para este modelo postergando o desenvolvimento do mesmo, por motivo de foco, como trabalho futuro de pesquisa.

5.3.2 Molde de contrato eletrônico

Nesta seção são apresentados os artefatos produzidos na segunda atividade realizada durante a engenharia de domínio de processo de negócio. Estes artefatos compõem o molde

de contrato eletrônico para serviços Web pertencentes a linha de produto de operadora de telecomunicações e são apresentados em sua forma gráfica pelas ferramentas que compõem o conjunto FeatureContract (Fantinato, 2007).

Parte do molde de contratos eletrônico apresentado foi desenvolvido no trabalho proposto por Fantinato (2007), contudo, neste trabalho os artefatos produzidos para o molde de contrato eletrônico foram divididos em três categorias para representar separadamente os serviços Web, processos de negócio e termos de QoS.

A RofPN apresenta também a utilização do diagrama de características para representar o processo de negócio, juntamente, com a documentação WS-BPEL. A primeira subseção apresenta os artefatos utilizados para descrever os serviços Web, a segunda apresenta os artefatos utilizados para descrever os processos de negócio e a última seção apresenta os artefatos utilizados para descrever os termos de QoS.

Descrição dos serviços Web

A descrição dos serviços Web é apresentada utilizando-se dos arquivos relativos às seções `wsdl:Definitions` gerados com o apoio da ferramenta XSLTransformer. Os elementos básicos da seção `wsdl:Definitions` são gerados de forma automática a partir dos respectivos elementos nos modelos de características. As figuras dos modelos de características apresentadas na seção anterior foram utilizadas para gerar a seção `wsdl:Definitions` (Fantinato, 2007).

As figuras 5.5 e 5.6 apresentam as seções `wsdl:Definitions` para os sistemas COB e CRM, respectivamente. São apresentados os elementos básicos da linguagem WSDL utilizados para descrever os serviços Web para o processo de negócio da operadora de telecomunicações. As características utilizadas para a geração da descrição dos serviços Web estão localizadas abaixo da sub-árvore serviços eletrônicos.

Os principais elementos da seção `wsdl:Definitions` são os tipos de porta (`portType`), criados a partir das características do tipo grupo de serviços. Como exemplo, o tipo de porta `acoes-de-cobrancaPT` é gerado a partir da característica `acoes-de-cobranca`. Os `portType` são compostos por um conjunto de operações (`operation`), criadas a partir das sub-características do tipo serviço eletrônico, exemplo: `aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP` (Fantinato, 2007).

Um conjunto de pelo menos dois tipos de mensagens são associadas a cada operação, uma de entrada e uma de saída, que são utilizadas como variáveis pelas operações. Além desses dois tipos, algumas operações podem possuir mensagens adicionais criadas a partir

de sub-características do tipo propriedade de serviços existente a partir da hierarquia de características (Fantinato, 2007).

Outro tipo de elemento da seção `wsdl:Definitions` é o tipo de ligação entre parceiros (`partnerLinkType`). Este elemento, porém, não faz parte do conjunto padrão de elementos de uma especificação WSDL apesar de ser necessário para o entendimento dos serviços Web. A ferramenta utilizada para visualizar graficamente oferece apenas apoio aos elementos padrões, portanto, o elemento `partnerLinkType` é apresentado na Figura 5.7 no formato textual para o sistema COB.

① ações-de-cobrançaPT		
* aplicacao-de-acao-de-cobrançaOP		
⇒ input	aplicacao-de-acao-de-cobrança-Request-MSG-PART	string
	tipos-de-acao-de-cobrança-MSG-PART	string
⇐ output	aplicacao-de-acao-de-cobrança-Response-MSG-PART	string
* atualizacao-de-estado-de-acao-de-cobrançaOP		
⇒ input	atualizacao-de-estado-de-acao-de-cobrança-Request-MSG-PART	string
⇐ output	atualizacao-de-estado-de-acao-de-cobrança-Response-MSG-PART	string
* cancelamento-de-aplicacao-de-acao-de-cobrançaOP		
⇒ input	cancelamento-de-aplicacao-de-acao-de-cobrança-Request-MSG-PART	string
⇐ output	cancelamento-de-aplicacao-de-acao-de-cobrança-Response-MSG-PART	string
① reversoes-de-acao-de-cobrançaPT		
* aplicacao-de-reversao-de-acao-de-cobrançaOP		
⇒ input	aplicacao-de-reversao-de-acao-de-cobrança-Request-MSG-PART	string
⇐ output	aplicacao-de-reversao-de-acao-de-cobrança-Response-MSG-PART	string
* atualizacao-de-estado-de-reversao-de-acao-de-cobrançaOP		
⇒ input	atualizacao-de-estado-de-reversao-de-acao-de-cobrança-Request-MSG-PART	string
⇐ output	atualizacao-de-estado-de-reversao-de-acao-de-cobrança-Response-MSG-PART	string
* cancelamento-de-aplicacao-de-reversao-de-acao-de-cobrançaOP		
⇒ input	cancelamento-de-aplicacao-de-reversao-de-acao-de-cobrança-Request-MSG-PART	string
⇐ output	cancelamento-de-aplicacao-de-reversao-de-acao-de-cobrança-Response-MSG-PART	string
① encargos-e-descontosPT		
* cancelamento-de-encargoOP		
⇒ input	cancelamento-de-encargo-Request-MSG-PART	string
	tipo-de-encargo-MSG-PART	string
⇐ output	cancelamento-de-encargo-Response-MSG-PART	string
* concessao-de-descontoOP		
⇒ input	concessao-de-desconto-Request-MSG-PART	string
	tipos-de-desconto-MSG-PART	string
⇐ output	concessao-de-desconto-Response-MSG-PART	string
① dividasPT		
* parcelamento-de-dividaOP		
⇒ input	parcelamento-de-divida-Request-MSG-PART	string
⇐ output	parcelamento-de-divida-Response-MSG-PART	string
* cancelamento-de-dividaOP		
⇒ input	cancelamento-de-divida-Request-MSG-PART	string
⇐ output	cancelamento-de-divida-Response-MSG-PART	string

Figura 5.5: Molde de Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions (Sistema COB) (Fantinato, 2007).

OS-para-executar-acao-de-de-cobrancaPT		
* registro-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobrancaOP		
input	registro-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	registro-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
* consulta-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobrancaOP		
input	consulta-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	consulta-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
* cancelamento-de-OS-para-executar-acao-de-cobrancaOP		
input	cancelamento-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	cancelamento-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca-Response-MSG-PART	string

OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobrancaPT		
* registro-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobrancaOP		
input	registro-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	registro-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
* consulta-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobrancaOP		
input	consulta-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	consulta-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
* cancelamento-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobrancaOP		
input	cancelamento-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	cancelamento-de-OS-para-executar-rversao-de-acao-de-de-cobranca-Response-MSG-PART	string

atualizacao-de-informacoes-de-dientePT		
* atualizacao-de-estado-de-conta-devedora-de-dienteOP		
input	atualizacao-de-estado-de-conta-devedora-de-diente-Request-MSG-PART	string
output	atualizacao-de-estado-de-conta-devedora-de-diente-Response-MSG-PART	string
* atualizacao-de-estado-de-cheque-irregular-de-dienteOP		
input	atualizacao-de-estado-de-cheque-irregular-de-diente-Request-MSG-PART	string
output	atualizacao-de-estado-de-cheque-irregular-de-diente-Response-MSG-PART	string

aviso-de-inadimplenciaPT		
* emissao-de-aviso-de-inadimplenciaOP		
input	emissao-de-aviso-de-inadimplencia-Request-MSG-PART	string
output	emissao-de-aviso-de-inadimplencia-Response-MSG-PART	string
* cancelamento-de-aviso-de-inadimplenciaOP		
input	cancelamento-de-aviso-de-inadimplencia-Request-MSG-PART	string
output	cancelamento-de-aviso-de-inadimplencia-Response-MSG-PART	string

Figura 5.6: Molde de Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions (Sistema CRM) (Fantinato, 2007).

```
<!--FEATURE_ID = acoesdecobranca-->
<plnk:partnerLinkType name="acoes-de-cobrancaPLT">
  <plnk:role name="acoes-de-cobrancaROLE">
    <plnk:portType name="tns:acoes-de-cobrancaPT" />
  </plnk:role>
</plnk:partnerLinkType>

<!--FEATURE_ID = reversoesdeacaodecobranca-->
<plnk:partnerLinkType name="reversoes-de-acao-de-cobrancaPLT">
  <plnk:role name="reversoes-de-acao-de-cobrancaROLE">
    <plnk:portType name="tns:reversoes-de-acao-de-cobrancaPT" />
  </plnk:role>
</plnk:partnerLinkType>
(...)
<!--FEATURE_ID = cadastrosdeclientes-->
<plnk:partnerLinkType name="cadastros-de-clientesPLT">
  <plnk:role name="cadastros-de-clientesROLE">
    <plnk:portType name="tns:cadastros-de-clientesPT" />
  </plnk:role>
</plnk:partnerLinkType>
```

Figura 5.7: Molde de contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions, elementos *partner-LinkType* (Sistema COB) (Fantinato, 2007).

Descrição dos processos de negócio

Os processos de negócio são descritos por intermédio da representação das variabilidades em diagramas de atividades, que modelam as variabilidades do processo de negócio e, também, as interações ocorridas entre os sistemas que compõem o processo de negócio da operadora de telecomunicação. A representação por diagrama de atividades foi proposta neste trabalho com o intuito de melhor entender e visualizar as variabilidades do processo de negócio para que seja possível a reutilização dos mesmos ao configurar o diagrama no momento de criar um produto da LP. Portanto, esta representação não pertence a abordagem original proposta por Fantinato (2007).

O diagrama de atividades, apresentado na Figura 5.8, descreve o processo de negócio em questão apresentando, ambos, os sistemas CRM e COB suas variabilidades e as interações presentes entre os mesmos. Neste diagrama é apresentada diversas possibilidades de acordo de negócio entre as organizações, contudo, apenas uma delas ou um conjunto delas é utilizado em cada instância de contrato a ser criada em uma etapa futura. O processo é especificado tendo o sistema CRM como ator principal na cooperação entre os dois sistemas. As variabilidade e suas multiplicidades são representadas e visualizadas no diagrama utilizando-se de colchetes com a multiplicidade inseridos nos elementos de escolha pertencentes ao diagrama de atividades da UML (*join, merge e decision*).

A Figura 5.9 apresenta parte da seção `bpel:Process` para o processo de negócio que envolve os sistemas COB e CRM. O processo descrito em linguagem WS-BPEL é apresentado graficamente por meio da ferramenta ActiveBPEL Designer, também integrante do conjunto de ferramentas FeatureContract. Assim como no diagrama de atividades, a seção `bpel:Process` apresenta diversas possibilidades de acordo de negócio entre as organizações. A seção aqui apresentada não representa por completo todos os serviços Web que foram criados na seção `wSDL:Definitions` e sim parte do processo de negócio relativo aos serviços Web de aplicação de ações de cobrança e a reversão de aplicação de ações de cobrança por parte do sistema COB; e a gerência de ordens de serviços para apoiar tais aplicações e reversões pelo sistema CRM. O processo é composto por uma série de sequência de fluxos paralelos de serviços Web sendo invocados entre os sistemas. O processo é especificado, assim como no diagrama de atividades, tendo o sistema CRM como ator principal na cooperação entre os dois sistemas. Portanto, a comunicação entre os sistemas para o uso de serviços Web é realizado de duas formas (Fantinato, 2007):

1. **Sistema CRM invoca serviços Web oferecidos pelo Sistema COB:** esse tipo de operação é representado por apenas um elemento gráfico no processo (*invoke*). O recebimento da invocação do serviço Web por parte do sistema COB e a sua resposta ao sistema CRM não são apresentados, por estarem no escopo de operação do sistema COB.
2. **Sistema CRM recebe uma invocação do sistema COB/Sistema CRM responde à invocação realizada pelo sistema COB:** estas operações são apresentadas por dois elementos gráficos no processo (*receive* e *reply*). Ao contrário do caso anterior, a invocação do serviço Web por parte do sistema COB não é apresentada por estar no escopo de operação do sistema COB.

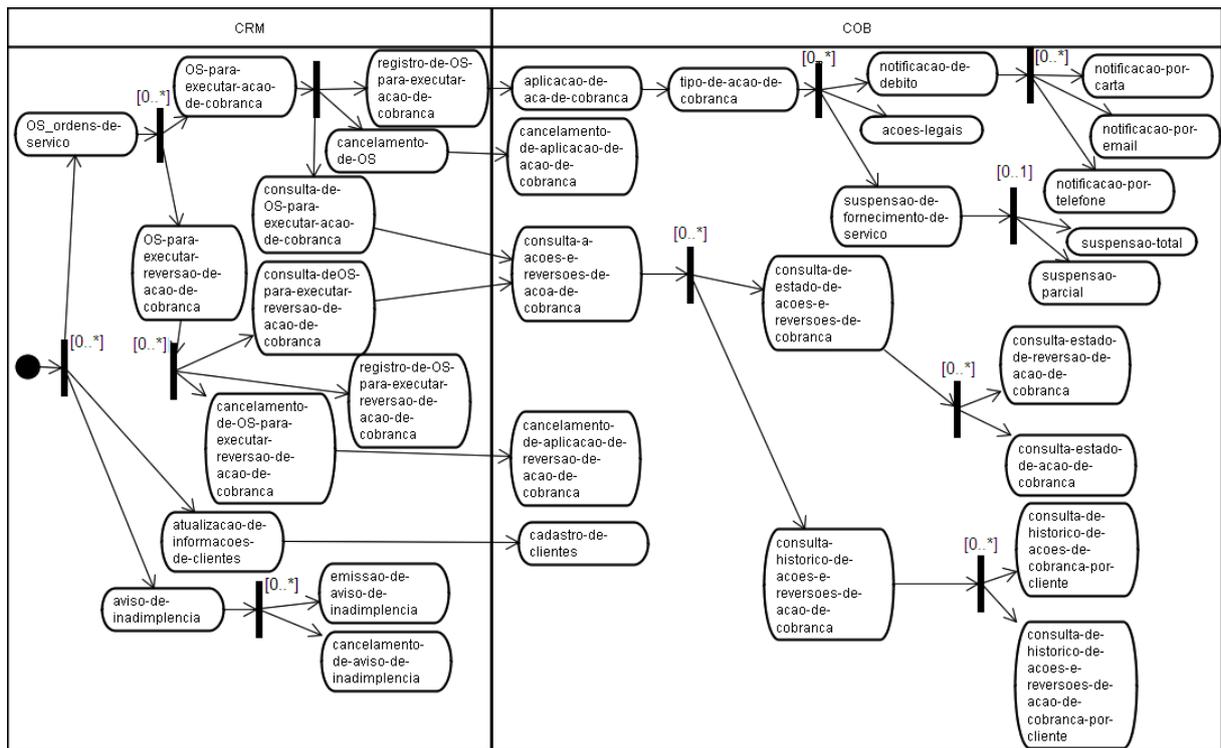


Figura 5.8: Diagrama de atividades com as representações para o processo de negócio da operadora de telecomunicações.

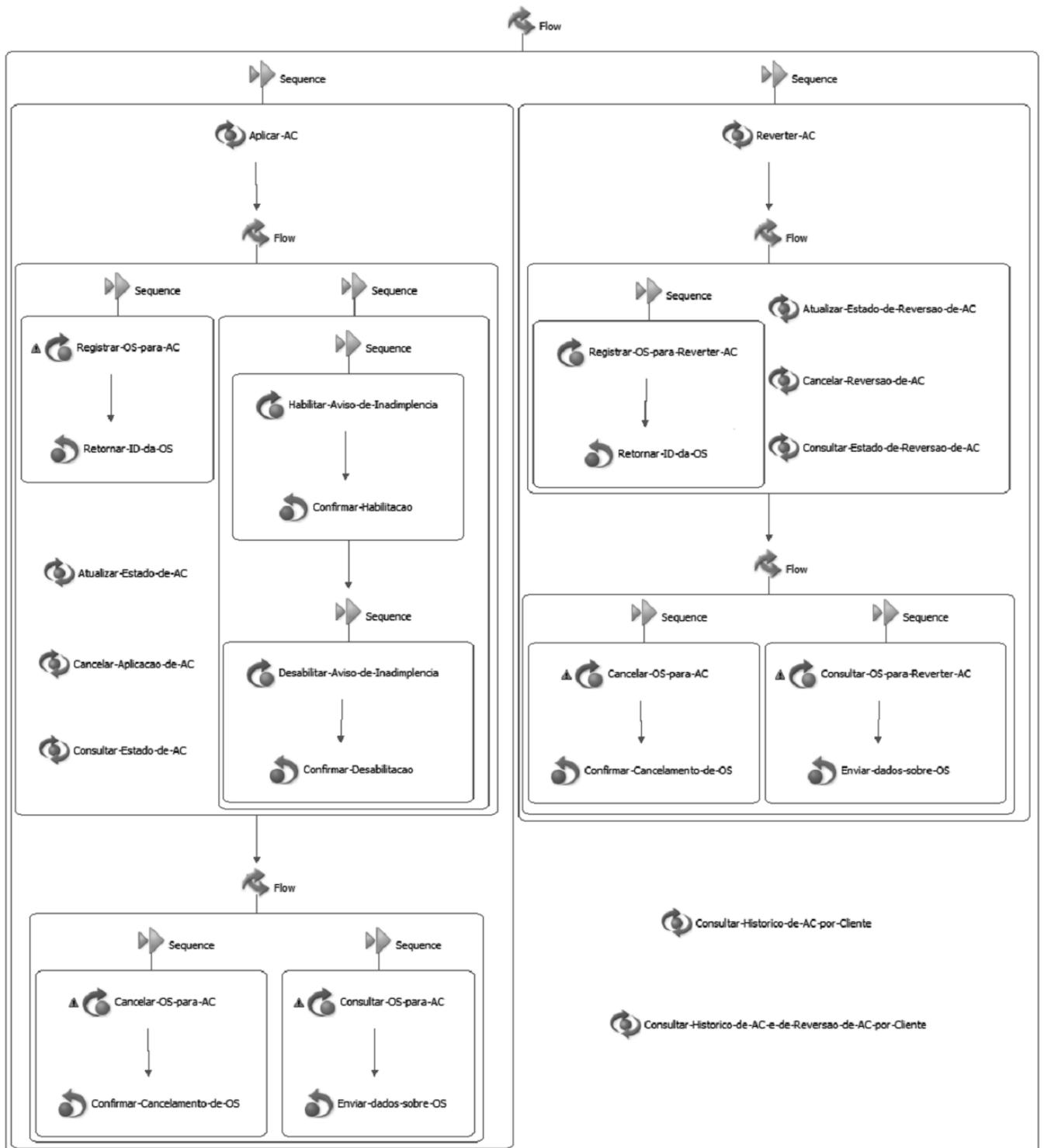


Figura 5.9: Molde de contrato- seção: `bpel:Process` (Fantinato, 2007).

Além dos elementos apresentados na Figura 5.9, existem outros tipo de elementos da seção `bpel:Process` que não são representados graficamente pela ferramenta ActiveBPEL

Designer. São eles: `partnerLink` que representa a ligação entre os parceiros e `variable` que representa as variáveis do processo. Portanto, estes elementos são apresentados de forma textual na Figura 5.10 (Fantinato, 2007).

```

<bpel:partnerLinks>
  <!-- FEATURE_ID = acoesdecobranca -->
  <bpel:partnerLink name="acoes-de-cobranca"
    partnerLinkType="nsl:acoes-de-cobrancaPLT"
    partnerRole="acoes-de-cobrancaROLE"/>
  (...)
  <!-- FEATURE_ID = oSparaexecutaracaodedecobranca -->
  <bpel:partnerLink myRole="OS-para-executar-acao-de-cobrancaROLE"
    name="OS-para-executar-acao-de-cobranca"
    partnerLinkType="nsl:OS-para-executar-acao-de-cob (...)"/>
  (...)
</bpel:partnerLinks>

<bpel:variables>
  <!--FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca-->
  <bpel:variable messageType="nsl:aplicacao-de-acao-de-cobranca-Req-MSG"
    name="aplicacao-de-acao-de-cobranca-Request"/>

  <!--FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca-->
  <bpel:variable messageType="nsl:aplicacao-de-acao-de-cobranca-Res-MSG"
    name="aplicacao-de-acao-de-cobranca-Response"/>
  (...)
  <!--FEATURE_ID = actionApplication-->
  <bpel:variable messageType="nsl:registro-de-OS-para-executar-acao-de (...) "
    name="registro-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca (...)"/>

  <!--FEATURE_ID = actionApplication-->
  <bpel:variable messageType="nsl:registro-de-OS-para-executar-acao-de (...) "
    name="registro-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca (...)"/>
  (...)
</bpel:variables>

```

Figura 5.10: Molde de contrato- seção: `bpel:Process`, elementos `partnerLink` e `variable` (Fantinato, 2007).

Termos de QoS

Na seção `wasg:Terms` também são geradas com o apoio da ferramenta `XSLTransformer` utilizando o modelo de características que descrevem os termos de QoS. Os atributos de QoS descritos na linguagem `WS-Agreement` são apresentados graficamente por meio da ferramenta `XML Editor` também integrante do conjunto de ferramentas `FeatureContract`. As Figuras 5.11 e 5.12 apresentam partes da seção `wasg:Terms` para o sistema COB gerados em função do modelo de características para os termos de QoS, e seus respectivos níveis, relacionados com os serviços Web envolvidos. As características utilizadas para

gerar esta seção do molde de contrato são todas as existentes abaixo da sub-árvore atributos de QoS (Fantinato, 2007).

As seções `wsag:Terms` apresentam as propriedades de serviço `wsag:ServiceProperties` criados para cada operação de serviço Web na seção `wsdl:Definitions`. Um conjunto de variáveis de garantia `wsag:Variable` são geradas a partir de todas as características do tipo atributo de QoS para cada propriedade de serviço. O exemplo de propriedade de serviço apresentado na figura é aplicação de ação de cobrançaSP, associada à operação aplicação de ação de cobrançaOP. Um exemplo de variáveis de garantia é tempo de respostaVAR, gerada para a característica tempo de resposta (Fantinato, 2007).

A parte da seção que descreve os termos de garantia `wsag:GuaranteeTerm` é criada para operação de serviço Web; um para cada variável de garantia `wsag:Variable` de uma determinada propriedade de serviço. Cada termo de garantia possui um objetivo de nível de serviço `wsag:ServiceLevelObjective` associado à respectiva variável de garantia. O objetivo do nível de serviço é criado a partir de: características agrupadas para a opção de atributo sem-controle; e sub-características do tipo nível das características agrupadas para a opção de atributo níveis de QoS (Fantinato, 2007).

!--	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
[-] [e] wsag:ServiceProperties	
[+] [a] wsag:Name	aplicacao-de-acao-de-cobrancaSP
[+] [a] wsag:ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
[-] [e] wsag:VariableSet	
!--	FEATURE_ID = reference20IXIseguranca
[+] [e] wsag:Variable	
!--	FEATURE_ID = reference20IXIdisponibilidade
[-] [e] wsag:Variable	
[+] [a] wsag:Name	disponibilidadeVAR
[+] [a] wsag:Metric	amount:frequency
[+] [e] wsag:Location	
!--	FEATURE_ID = reference20IXItempodeespera
[+] [e] wsag:Variable	
!--	FEATURE_ID = reference20IXItempoderesposta
[-] [e] wsag:Variable	
[+] [a] wsag:Name	tempo-de-respostaVAR
[+] [a] wsag:Metric	time:duration
[+] [e] wsag:Location	
!--	FEATURE_ID = reference20IXIacessosimultaneos
[+] [e] wsag:Variable	
!--	FEATURE_ID = reference20IXIdesempenho
[+] [e] wsag:Variable	
!--	FEATURE_ID = atualizacaodeestadoeacaodecobranca
[+] [e] wsag:ServiceProperties	
!--	FEATURE_ID = cancelamentodeaplicacaodeacaodecobranca
[+] [e] wsag:ServiceProperties	

Figura 5.11: Molde de contrato eletrônico - seção: wsag:Terms, Parte I (Sistema COB) (Fantinato, 2007).

!--	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
[-] [e] wsag:GuaranteeTerm	
[ⓐ] Obligated	fornecedorDeServico
[-] [e] wsag:ServiceScope	
[ⓐ] ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
[+] [e] wsag:QualifyingCondition	
[-] [e] wsag:ServiceLevelObjective	
[!]	disponibilidadeVAR IS-LESS-INCLUSIVE
!--	FEATURE_ID = reference20IXIsemcontrole0
[!]	sem-controle
!--	FEATURE_ID = reference20IXIa24X7
[!]	24X7
!--	FEATURE_ID = reference20IXIa24X5
[!]	24X5
!--	FEATURE_ID = reference20IXIa8X5
[!]	8X5
!--	FEATURE_ID = reference20IXIoutro
[!]	Outro
[+] [e] wsag:BusinessValueList	
!--	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
[+] [e] wsag:GuaranteeTerm	
!--	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
[+] [e] wsag:GuaranteeTerm	
!--	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
[-] [e] wsag:GuaranteeTerm	
[ⓐ] Obligated	fornecedorDeServico
[-] [e] wsag:ServiceScope	
[ⓐ] ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
[+] [e] wsag:QualifyingCondition	
[-] [e] wsag:ServiceLevelObjective	
[!]	tempo-de-respostaVAR IS-LESS-INCLUSIVE
!--	FEATURE_ID = reference20IXIsemcontrole2!
[!]	sem-controle
!--	FEATURE_ID = reference20IXIa5
[!]	5
!--	FEATURE_ID = reference20IXIa16
[!]	15
!--	FEATURE_ID = reference20IXIa31
[!]	30
!--	FEATURE_ID = reference20IXIoutro1
[!]	Outro
[+] [e] wsag:BusinessValueList	
!--	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
[+] [e] wsag:GuaranteeTerm	

Figura 5.12: Molde de contrato eletrônico - seção: wsag:Terms, Parte II (Sistema COB) (Fantinato, 2007).

5.3.3 Repositório de serviços Web e processos de negócio

O repositório de serviços Web é responsável por manter os serviços Web já implementados e disponíveis para a utilização na linha de produto de software, assim como, suas versões. É importante que neste repositório seja realizada alguma organização para que os serviços Web sejam facilmente encontrados e que seja também possível identificar qual é a versão de cada serviço Web para facilitar o uso e reuso dos mesmos. O repositório de SW são também definidos neste trabalho para melhor organizar os SW a serem disponibilizados. Estes repositórios são servidores onde encontrarão os serviços disponíveis para utilização por intermédio da arquitetura de serviços Web.

5.4 Engenharia de processo de negócio

Nesta seção são apresentados os documentos gerados no ciclo de vida intitulado de engenharia de processos de negócio com o intuito de gerar os produtos para o domínio da operadora de telecomunicações através da configuração do modelo de características e geração do contrato eletrônico final composto pelos serviços Web, termos de QoS e processos de negócio contratados.

5.4.1 Modelo de característica configurado

Nesta seção é apresentado o modelo de característica configurado para a instanciação de um produto da linha de produto para o domínio das operadoras de telecomunicações. Os modelos de características aqui configurados são derivados dos modelos apresentados na seção 5.3.1 que apresenta o molde de contrato eletrônico desta LP. A configuração apresenta um processo de negócio possível de ser gerado para esta LP, contudo, existe a possibilidade de configurar de varias formas o modelo de características gerando, assim, produtos (processos de negócio) diferentes para esta mesma LP.

As Figuras 5.13 e 5.14 apresentam a configuração do sistema COB contratado pela operadora de telecomunicações onde os serviços obrigatórios já aparecem pré-selecionados, como ações de cobrança e alguns de suas sub-características. As características opcionais/alternativas são selecionados de acordo com a necessidade - como por exemplo reversões de ação de cobrança que não foi selecionada e nem suas sub-características. Neste caso a operadora de telecomunicação em questão não deseja contratar estes serviços.

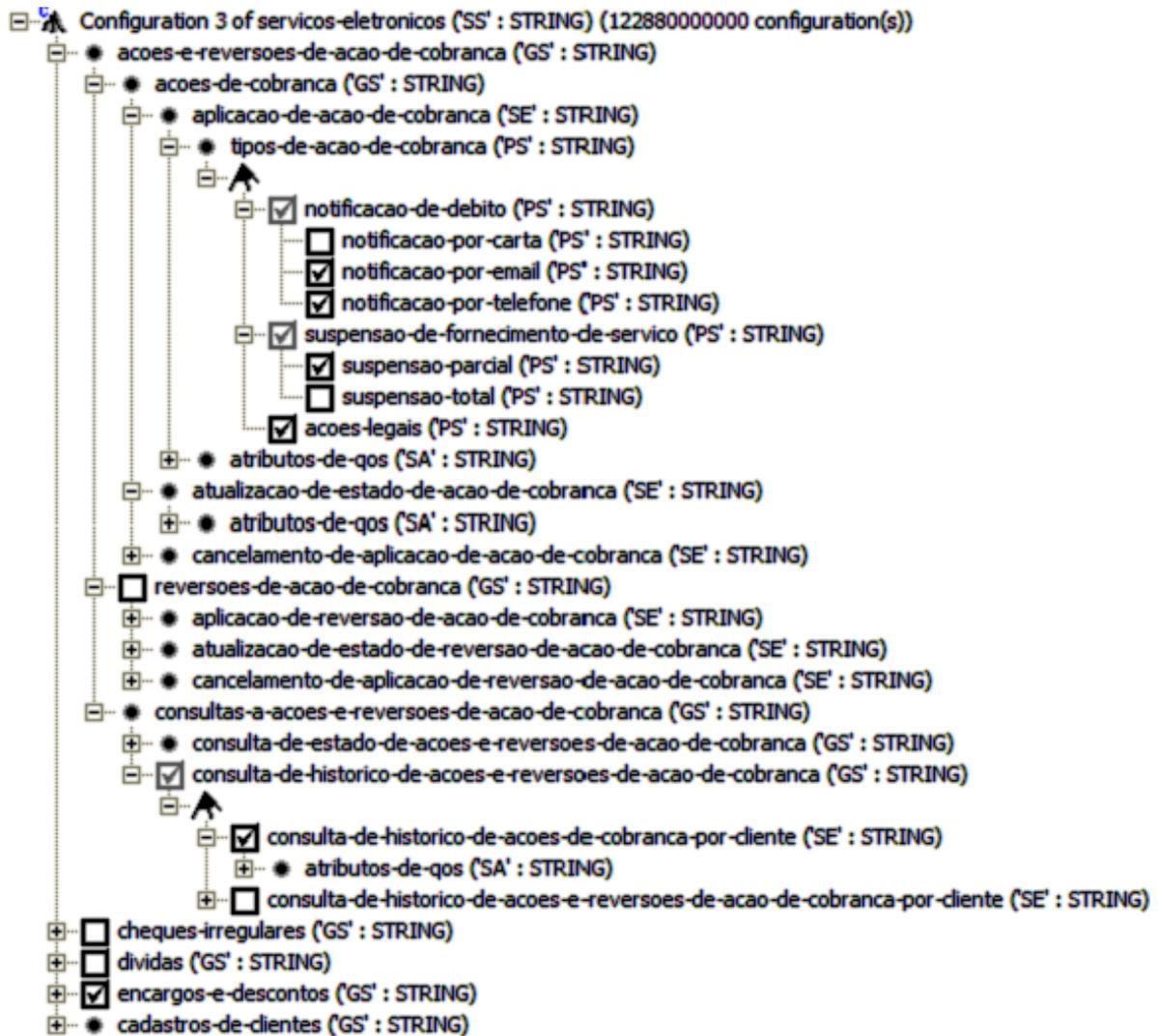


Figura 5.13: Configuração do modelo de características para serviços eletrônicos do sistema COB (Fantinato, 2007).

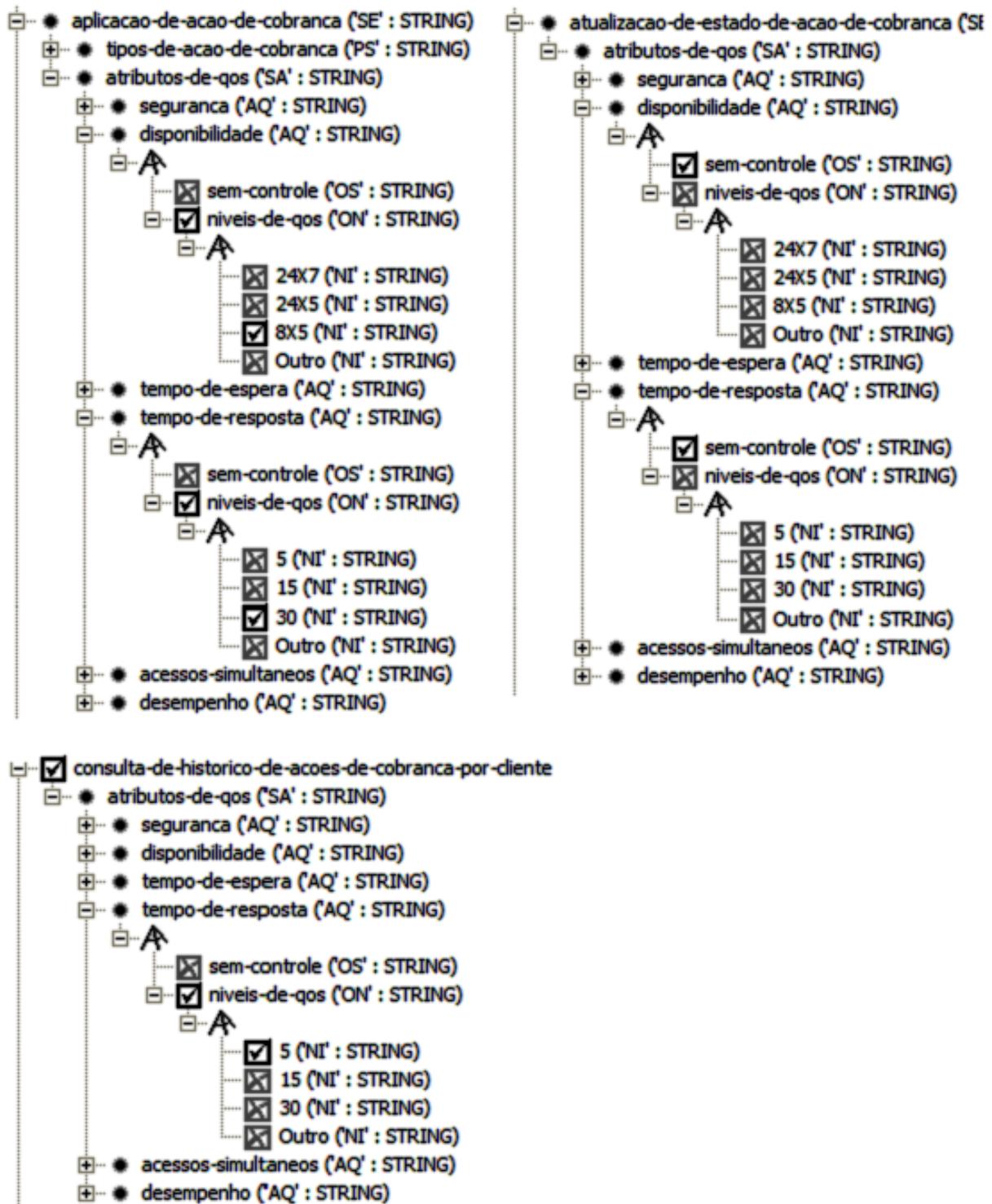


Figura 5.14: Configuração do modelo de características para os atributos de QoS do sistema COB (Fantinato, 2007).

Os modelos de características, também, são configurados quanto aos atributos de QoS selecionando os níveis de qualidade desejável para os processos de negócio e seus serviços contratados. A Figura 5.15 apresenta a configuração do modelo de característica, que descreve o processo de negócio e serviços Web, para o sistema CRM. Como no sistema COB a característica de reversão de ação de cobrança não foi selecionada, o sistema CRM não deve, portanto, apresentar em sua configuração este serviço.

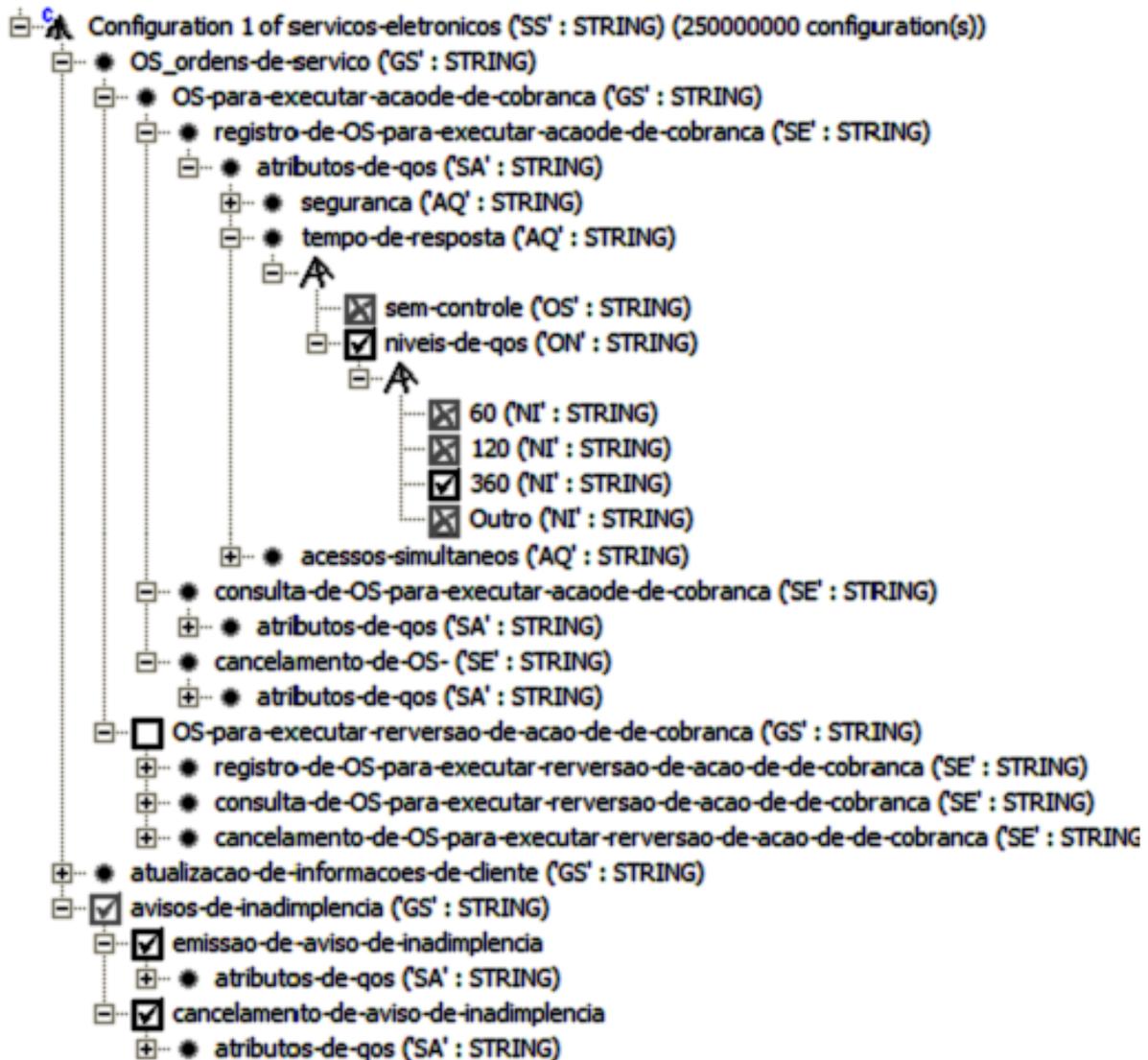


Figura 5.15: Configuração do modelo de características para serviços eletrônicos do sistema CRM (Fantinato, 2007).

5.4.2 Diagrama de atividades configurado

O diagrama de atividades configurado deve refletir o processo de negócio da operadora de telecomunicações configurado para o produto da LP que esta sendo configurado neste exemplo durante a engenharia do processo de negócio. O diagrama de atividade é configurado baseando-se no modelo de característica configurado para o processo de negócio. A Figura 5.16 apresenta o diagrama de atividades configurado para o produto da LP utilizado como exemplo. O presente artefato é proposto neste trabalho não constando no trabalho de Fantinato (2007).

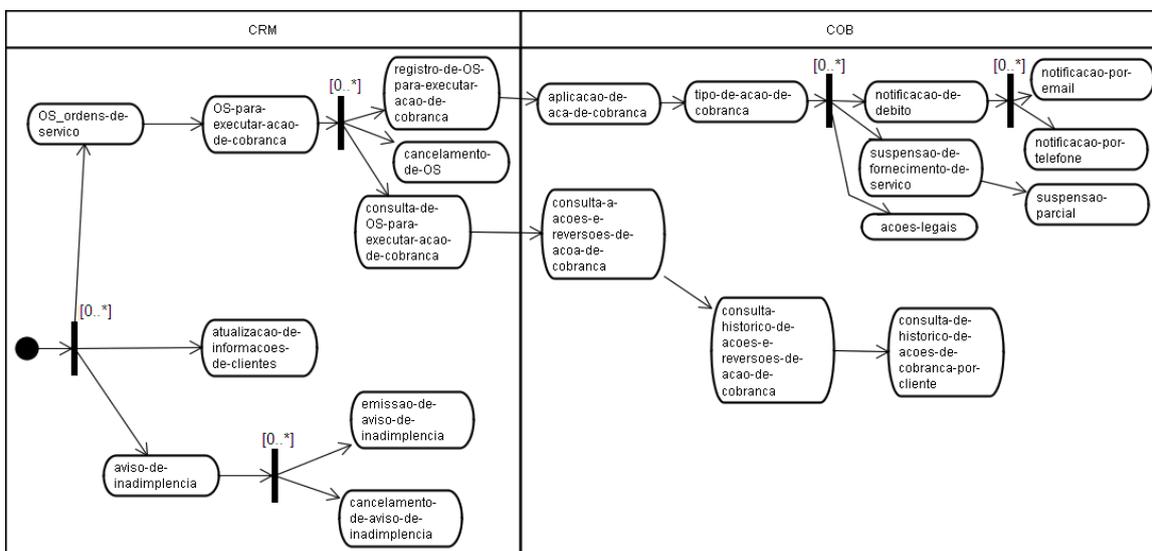


Figura 5.16: Diagrama de atividades para o contrato eletrônico vigente.

5.4.3 Contrato eletrônico final

O contrato eletrônico final é composto pelos serviços Web, processos de negócio e termos de níveis de QoS contratados. Portanto, esta seção descreve os serviços Web contratados através das definições **WSDL** e seus elementos (*partnerLinkType*), os termos de níveis de QoS por intermédio da seção **WSAG**, e o processo de negócio pela seção **WS-BPEL** e seus elementos (*partnerLink*, *variable*). O contrato eletrônico é realizado baseando-se no modelo de característica configurado apresentado na seção 5.4.1. A configuração e realização do contrato eletrônico final estabelece uma instância da linha de produto para o domínio das operadoras de telecomunicações.

O contrato eletrônico é produzido pela ferramentas FeatureContract. As Figuras 5.17, 5.18 e 5.19 apresentam os serviços eletrônicos que foram contratados para o contrato vigente de ambos os sistemas (COB, CRM). Portanto, apresentam apenas um subconjunto

dos serviços disponíveis para o domínio de processo de negócio em questão, pois somente deve apresentar os serviços selecionados.

aco-es-de-cobrancaPT		
aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP		
input	aplicacao-de-acao-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
	tipos-de-acao-de-cobranca-MSG-PART	string
output	aplicacao-de-acao-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
atualizacao-de-estado-de-acao-de-cobrancaOP		
input	atualizacao-de-estado-de-acao-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	atualizacao-de-estado-de-acao-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
cancelamento-de-aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP		
input	cancelamento-de-aplicacao-de-acao-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	cancelamento-de-aplicacao-de-acao-de-cobranca-Response-MSG-PART	string

encargos-e-descontosPT		
cancelamento-de-encargoOP		
input	cancelamento-de-encargo-Request-MSG-PART	string
	tipo-de-encargo-MSG-PART	string
output	cancelamento-de-encargo-Response-MSG-PART	string
concessao-de-descontoOP		
input	concessao-de-desconto-Request-MSG-PART	string
	tipos-de-desconto-MSG-PART	string
output	concessao-de-desconto-Response-MSG-PART	string

Figura 5.17: Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions para o sistema COB (Fantinato, 2007).

OS-para-executar-acao-de-de-cobrancaPT		
registro-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobrancaOP		
input	registro-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	registro-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
consulta-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobrancaOP		
input	consulta-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	consulta-de-OS-para-executar-acao-de-de-cobranca-Response-MSG-PART	string
cancelamento-de-OS-para-executar-acao-de-cobrancaOP		
input	cancelamento-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca-Request-MSG-PART	string
output	cancelamento-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca-Response-MSG-PART	string

avisos-de-inadimplenciaPT		
emissao-de-aviso-de-inadimplenciaOP		
input	emissao-de-aviso-de-inadimplencia-Request-MSG-PART	string
output	emissao-de-aviso-de-inadimplencia-Response-MSG-PART	string
cancelamento-de-aviso-de-inadimplenciaOP		
input	cancelamento-de-aviso-de-inadimplencia-Request-MSG-PART	string
output	cancelamento-de-aviso-de-inadimplencia-Response-MSG-PART	string

Figura 5.18: Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions para o sistema CRM (Fantinato, 2007).

```

<plnk:partnerLinkType name="acoes-de-cobrancaPLT">
  <plnk:role name="acoes-de-cobrancaROLE">
    <plnk:portType name="tns:acoes-de-cobrancaPT" />
  </plnk:role>
</plnk:partnerLinkType>
(...)
<plnk:partnerLinkType name="cadastros-de-clientesPLT">
  <plnk:role name="cadastros-de-clientesROLE">
    <plnk:portType name="tns:cadastros-de-clientesPT" />
  </plnk:role>
</plnk:partnerLinkType>

```

Figura 5.19: Contrato eletrônico - seção: wsdl:Definitions elementos partnerLinkType para o sistema COB (Fantinato, 2007).

Outra parte do contrato eletrônico de grande importância são os termos de níveis de qualidade (QoS). Portanto, as Figuras 5.20 e 5.21 ilustram os níveis de QoS contratados para os sistemas COB.

Nas Figuras 5.22 e 5.23 são apresentadas a seção BPEL e seus elementos (*partnerLink* e *variable*) para o mesmo processo de negócio. As três figuras mencionadas, juntas, definem

o produto que foi instanciado para a linha de produto apresentada para o domínio das operadoras de telecomunicações.

[-] [e]	wsag:ServiceProperties	
[@]	wsag:Name	aplicacao-de-acao-de-cobrancaSP
[@]	wsag:ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
[-] [e]	wsag:VariableSet	
[+]	[e] wsag:Variable	
[-] [e]	wsag:Variable	
[@]	wsag:Name	disponibilidadeVAR
[@]	wsag:Metric	amount:frequency
[+]	[e] wsag:Location	
[+]	[e] wsag:Variable	
[-] [e]	wsag:Variable	
[@]	wsag:Name	tempo-de-respostaVAR
[@]	wsag:Metric	time:duration
[+]	[e] wsag:Location	
[+]	[e] wsag:Variable	
[+]	[e] wsag:Variable	
[+]	[e] wsag:ServiceProperties	
[+]	[e] wsag:ServiceProperties	

Figura 5.20: Contrato eletrônico - seção: wsag:Terms para o sistema COB, Parte I (Fantinato, 2007).

[-] [e] wsag:GuaranteeTerm	
ⓐ Obligated	fornecedorDeServico
[-] [e] wsag:ServiceScope	
ⓐ ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
[+] [e] wsag:QualifyingCondition	
[-] [e] wsag:ServiceLevelObjective	
📄	disponibilidadeVAR IS-LESS-INCLUSIVE
📄	8X5
[+] [e] wsag:BusinessValueList	
[+] [e] wsag:GuaranteeTerm	
[-] [e] wsag:GuaranteeTerm	
ⓐ Obligated	fornecedorDeServico
[-] [e] wsag:ServiceScope	
ⓐ ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
[+] [e] wsag:QualifyingCondition	
[-] [e] wsag:ServiceLevelObjective	
📄	tempo-de-respostaVAR IS-LESS-INCLUSIVE
📄	30
[+] [e] wsag:BusinessValueList	
[+] [e] wsag:GuaranteeTerm	

Figura 5.21: Contrato eletrônico - seção: wsag:Terms para o sistema COB, Parte II (Fantinato, 2007).

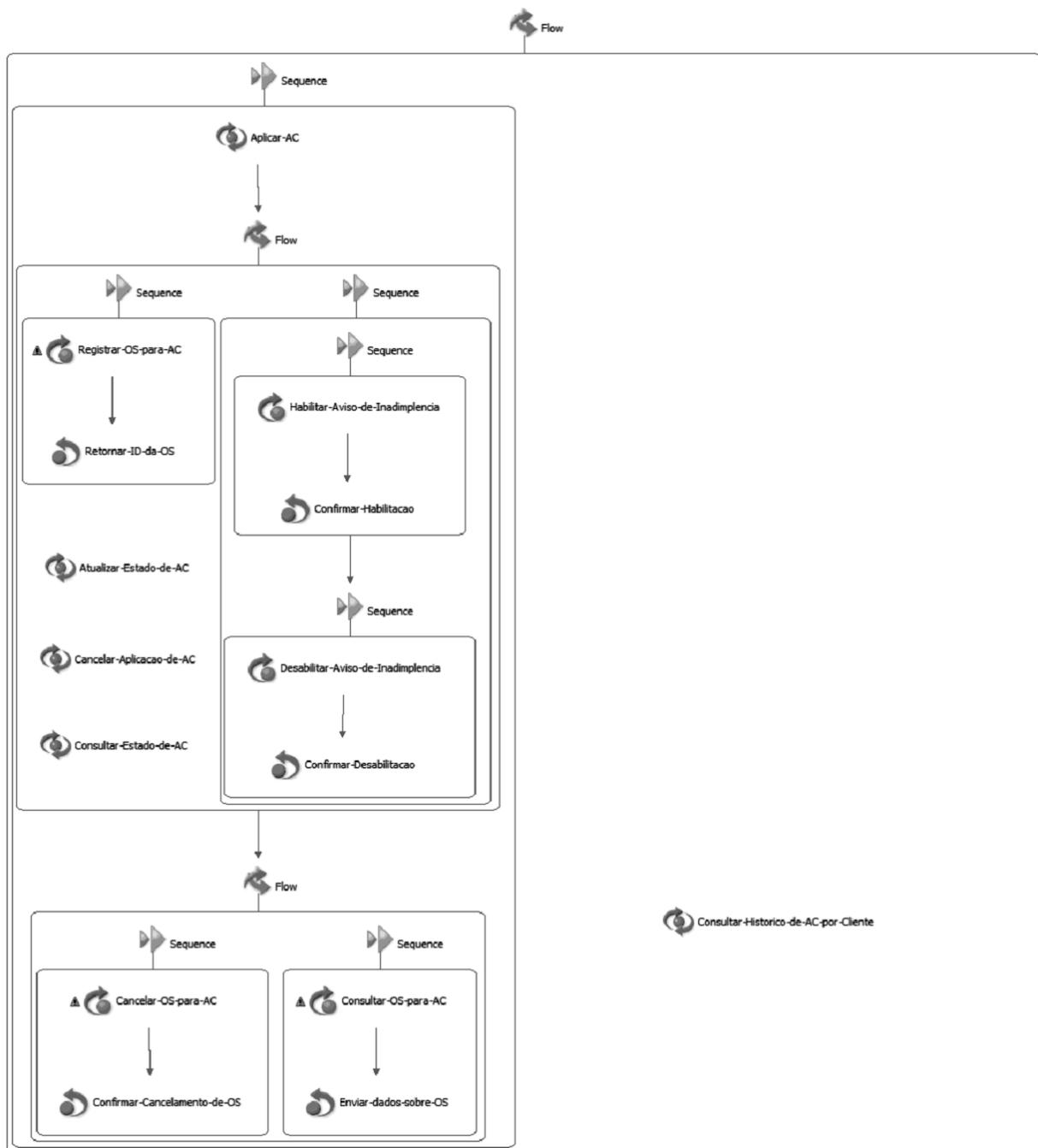


Figura 5.22: Contrato eletrônico - seção: `bpel:Process` (Fantinato, 2007).

```

<bpel:partnerLinks>
  <bpel:partnerLink name="acoes-de-cobranca"
    partnerLinkType="ns1:acoes-de-cobrancaPLT"
    partnerRole="acoes-de-cobrancaROLE"/>
  (...)
  <bpel:partnerLink myRole="OS-para-executar-acao-de-cobrancaROLE"
    name="OS-para-executar-acao-de-cobranca"
    partnerLinkType="ns1:OS-para-executar-acao-de-cob (...)"/>
  (...)
</bpel:partnerLinks>

<bpel:variables>
  <bpel:variable messageType="ns1:aplicacao-de-acao-de-cobranca-Req-MSG"
    name="aplicacao-de-acao-de-cobranca-Request"/>

  <bpel:variable messageType="ns1:aplicacao-de-acao-de-cobranca-Res-MSG"
    name="aplicacao-de-acao-de-cobranca-Response"/>
  (...)
  <bpel:variable messageType="ns1:registro-de-OS-para-executar-acao-de (...) "
    name="registro-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca (...)"/>

  <bpel:variable messageType="ns1:registro-de-OS-para-executar-acao-de (...) "
    name="registro-de-OS-para-executar-acao-de-cobranca (...)"/>
  (...)
</bpel:variables>

```

Figura 5.23: Contrato eletrônico - seção: BPEL:Process elementos partnerLink e variable (Fantinato, 2007).

5.5 Trabalhos relacionados

Esta seção descreve os trabalhos relacionados enfatizando a utilização dos mesmos para compor a proposta desenvolvida neste trabalho. O primeiro trabalho a ser abordado é a tese de doutorado de Kradolfer (2000) que propõe um processo a ser seguido para atingir a reutilização. Neste trabalho o processo foi modificado propondo uma estrutura de sub-atividades a serem seguidas durante a atividade denominado análise de domínio baseado no modelo de domínio para permitir a reutilização.

O segundo trabalho abordado foi o trabalho de Oliveira Junior (2005) utilizado durante as pesquisas para pesquisar a representação de variabilidades utilizando-se dos diagramas da UML e o gerenciamento das mesmas. Durante a leitura do trabalho foi observado que o diagrama da UML que melhor mostraria variabilidades em processos de negócio seria o diagrama de atividades visto que o mesmo consegue apresentar o comportamento de um processo de negócio. Portanto, o trabalho contribuiu juntamente com os trabalhos

de Korherr e List (2006, 2007) para a proposta de representação de variabilidades de processos de negócio em diagrama de atividades.

O terceiro trabalho, e o mais relevante para o desenvolvimento da proposta, é o trabalho de Fantinato (2007) que foi durante a proposta estendido para incluir atividades de gerenciamento, publicação e configuração de processos de negócio. Inserindo, assim, no trabalho uma estrutura não apenas para serviços eletrônicos e termos de qualidade, mas, também, uma estrutura que permite a representação e configuração do processo de negócio a ser contrato pelos contrato eletrônicos.

A Figura 5.24 apresenta uma comparação entre as duas abordagens, mostrando os ciclos de vida, atividades e artefatos pertencentes. O nome dos ciclos de vida foram alterados para melhor adequar-se ao conceito de reutilização de processos de negócio. A atividade denominada de configuração de processos de negócio e os artefatos diagrama de atividades e diagrama de atividades configurado foram adicionados para permitir a representação e configuração dos processos de negócio e, portanto, a reutilização dos mesmos. O artefato modelo de domínio foi adicionado juntamente com os artefatos que o compõem para permitir uma melhor representação do domínio do negócio. O molde de contrato eletrônico e o contrato eletrônico final foi alterado inserindo uma composição de artefatos que representa os serviços Web, processos de negócio e termos de QoS a serem configurados e contratados.

5.6 Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma aplicação da RofPN no domínio de processos de negócio das operadoras de telecomunicações com o intuito de analisar sua aplicação em um domínio de processo de negócio para levantar suas vantagens e desvantagens. Neste capítulo foram apresentados, ainda, exemplos dos artefatos desenvolvidos durante a aplicação da abordagem para o desenvolvimento da engenharia de domínio do processo de negócio, também, durante a instanciação (configuração) de um processo de negócio (produto) e seu contrato eletrônico. A aplicação da abordagem obteve como principal resultado a demonstração de que a utilização da abordagem é realmente possível.

A abordagem contribuiu estendendo o trabalho de Fantinato (2007) por intermédio da inclusão de representação e configuração dos processos de negócio e suas variabilidades utilizando-se do diagrama de atividades. As alterações realizadas na abordagem original permite uma melhor representação dos processos de negócio e, portanto, um melhor reuso dos mesmos. Contudo, algumas observações devem ser feitas a respeito da abordagem considerando suas vantagens e desvantagens. As vantagens encontradas foram:

Fantinato(2007)		RofPN	
<i>Atividades</i>	<i>Artefatos</i>	<i>Atividades</i>	<i>Artefatos</i>
<i>Desenvolvimento do molde</i>		<i>Engenharia de domínio de processo de negócio</i>	
Elaboração do modelo de características para serviços eletrônicos	Modelo de características	Análise de domínio	Modelo de domínio (modelo de característica e modelo de decisão)
Criação do molde de contrato eletrônico para serviços Web	Molde de contrato eletrônico	Criação do molde de contrato eletrônico para serviços Web	Molde de contrato eletrônico (descrição dos serviços Web, descrição dos processos de negócio e termos de QoS)
Desenvolvimento e publicação de serviços Web	Repositório de serviços Web	Desenvolvimento e publicação de processos de negócio e serviços Web	Repositório de serviços Web Repositório de processos de negócio
<i>Desenvolvimento do contrato</i>		<i>Engenharia de processo de negócio</i>	
Configuração dos modelos de características para serviços eletrônicos	Modelo de características configurado	Análise de domínio baseado no modelo de domínio	Modelo de características configurado
		Configuração do processo de negócio	Diagrama de atividades configurado
Criação da instância de contrato eletrônico para serviços Web	Contrato eletrônico final	Instanciação do contrato eletrônico	Contrato eletrônico final (serviços Web configurado, processo de negócio configurado, termos de QoS configurado)

Figura 5.24: Comparação entre a RofPN e a abordagem de Fantinato (2007).

- **Representação adequada dos serviços Web por modelos de características:** o modelo de características é considerado adequado para a representação de serviços Web e termos de QoS. A representação estruturada dos serviços Web pelo modelo de características facilita o entendimento do mesmo e permite uma representação efetiva das características obrigatórias, opcionais e/ou alternativas. Este ponto forte da abordagem proposta neste trabalho foi obtido também na abordagem proposta por Fantinato (2007) da qual a RofPN baseia-se.
- **Representação adequada dos processos de negócio e variabilidades pelo diagrama de atividades:** o diagrama de atividades demonstrou-se ser de grande

valia para a representação das variabilidades e interação dos processos de negócio. A melhora no entendimento do processo de negócio através do uso do diagrama de atividades permite uma facilidade maior no momento da configuração dos processos de negócio e serviços Web para compor o produto final. O diagrama de atividades para a representação dos processos de negócio e suas variabilidades é um resultado obtido com a proposta desta abordagem.

- **Melhor estruturação e reuso de informações envolvidas:** a abordagem proposta re-estruturou a abordagem originalmente proposta por Fantinato (2007), com o intuito de incluir a representação de processos de negócio por diagrama de atividades, para facilitar a reutilização dos mesmos aplicando em conjunto os conceitos de linha de produto. Portanto, a abordagem demonstrou uma melhoria na estruturação para o reuso dos processos de negócio e serviços Web.

A abordagem apresenta, também, pontos fracos que foram observados durante o desenvolvimento da aplicação demonstrada neste capítulo, são eles:

- **Necessidade de conhecimento a respeito do modelo de características:** é necessário o conhecimento a respeito de modelagem de características por intermédio do modelo de características. Contudo, Fantinato (2007) não considera esta técnica complexa.
- **Heterogeneidade das ferramentas que englobam o conjunto FeatureContract:** este ponto fraco deriva-se da abordagem proposta por Fantinato (2007). Contudo, a problemática está sendo solucionada através do desenvolvimento de trabalhos de pesquisa para propor ferramentas que permitam uma homogeneidade maior. As ferramentas serão integradas ao projeto InfraPro (Gimenes, 2006).

O próximo capítulo, 6, apresenta as conclusões gerais desta dissertação, bem como, os possíveis trabalhos futuros.

Conclusão

Com o objetivo de facilitar a realização e reuso de processos de negócio inter-organizacionais, esta dissertação apresenta uma abordagem para reutilização de processos de negócio. O reuso de processos de negócio e serviços Web é extremamente interessante para as organizações por agilizar o desenvolvimento de novos processos de negócio que possuam as mesmas características. Portanto, é necessário existir uma metodologia que apoie o desenvolvimento e o reuso dos processos.

A RofPN possui dois ciclos de vida. O primeiro ciclo de vida é responsável por criar e estabelecer o domínio do processo de negócio, suas variabilidades, serviços e termos de QoS que são desenvolvidos e publicados. Ao completar o primeiro ciclo de vida uma estrutura para a LP e seus componentes ficam disponíveis sendo, portanto, possível a criação dos produtos da LP reutilizando a estrutura desenvolvida. O segundo ciclo de vida permite a configuração do domínio especificado anteriormente para a criação dos produtos finais. A configuração é realizada sobre o modelo de característica, pertencente ao molde de contrato eletrônico, e o diagrama de atividades. Ao final do segundo ciclo de vida o resultado é um processo de negócio configurado com os serviços e termos de QoS contratados e o desenvolvimento de um contrato eletrônico.

A abordagem proposta estendeu a abordagem originalmente proposta por Fantinato (2007) incluindo a representação e configuração de processos de negócio e suas variabilidades, além de, propor a utilização do diagrama de atividades para esta representação.

A modelagem do domínio das operadoras de telecomunicações e agência de viagens possibilitou analisar a abordagem proposta verificando seus pontos fortes e fracos. A

abordagem permite uma modelagem das variabilidade de processos de negócio considerada de fácil entendimento que possibilita uma maior facilidade no momento da configuração dos produtos finais. A facilidade de configuração de produtos diferentes para um mesmo domínio de processo de negócio demonstra que a abordagem consegue estruturar os processos de negócio e serviços Web de modo que permita uma melhoria quanto à reutilização dos mesmos.

A representação dos processos de negócio e suas variabilidade pelo diagrama de atividades permite às organizações usufruírem dos benefícios do reuso de seus processos de negócio e serviços compondo com facilidade os produtos finais e, conseqüentemente, uma redução de custo e tempo de desenvolvimento. O reuso permite, ainda, que a qualidade dos produtos desenvolvidos sejam confiáveis partindo do preceito de que as partes que o compõem já foram testadas e estão em utilização por outros produtos sem apresentarem problemas.

Observa-se, ainda, que a representação das variabilidades de processos de negócio utilizando o diagrama de atividades da UML permite um entendimento mais claro do processo de negócio modelado e suas variabilidades por conseguir mostrar não apenas as variabilidades, mas, também, o comportamento dos sistemas envolvidos em um determinado produto da LP. Esta facilidade de entendimento é importante no momento da seleção de variabilidades para a criação de novos produtos da mesma família. O entendimento e seleção das variabilidades, serviços e termos de QoS que compõem os produtos da família é realizado, também, por intermédio dos modelos de características que permitem a configuração dos mesmos através das seleções das características desejadas.

A análise dos resultados obtidos permitiu observar que a abordagem proposta possui como vantagens a representação adequada por intermédio dos modelos de características dos SW e termos de QoS. Uma representação adequada por meio do diagrama de atividades dos processos de negócio e suas variabilidades. Melhor estruturação e reuso dos PN, SW e termos de QoS através da estrutura de LP.

Quanto as desvantagens observou-se a necessidade de conhecimento sobre modelo de características. Necessidade de entendimento sobre estrutura de LP para aplicação da abordagem, desenvolvimento e gerenciamento da estrutura proposta na abordagem para reutilização de processos de negócio.

Como trabalhos futuros é observado a necessidade de aplicar e analisar a abordagem proposta em outros domínios de processos de negócio dentro de organizações objetivando um melhoramento na abordagem proposta. Outra necessidade futura é o desenvolvimento do modelo de decisão para melhorar o apoio no momento da seleção das características para compor os produtos. O melhoramento das ferramentas já propostas para o projeto

InfraPro de modo a resolver o problema da heterogeneidade das mesmas. Quanto à problemática das ferramentas trabalhos de pesquisa estão em desenvolvimento.

Referências Bibliográficas

- Aalst, W. M. P. van der and Hofstede, A. H. M. ter and Weske, M. Business process management: A survey. In: *Business Process Management*, v. 2678, Springer Berlin / Heidelberg, p. 1019, lectures Notes in Computer Science, 2003.
- Abinader, J. A and Lins, R. D. *Web service em java*. 1st ed. Brasport, 2006.
- Alonso, G et al *Web services: Concepts, architectures and applications*. 1st ed. Springer, 2004.
- Antkiewicz, M. and Czarnecki, K. Featureplugin: Feature modeling plug-in for eclipse. In: *Proceedings of the 2004 OOPSLA workshop on eclipse technology eXchange*, 2004, p. 67–72.
- Caetano, A. and Zacarias, M. and Souza, P. and Silva, A. R. and Tribolet, J. A. A framework for business process modeling and alignment. In: *IRMA 2007 Business Process Management Track*, 2007, p. 264.
- Chen, L. and Wassermann, B. and Emmerich, W. and Foster, H. Web service orchestration with bpel. *International Conference on Software Engineering*, p. 1071–1072, 2006.
- Clement, L. Uddi consortium. [*On-line*], <http://www.uddi.org/pubs/uddiv3.htm>.
- Clements, P. and Northrop, L. *Software product lines: Practices and patterns*. Addison-Wesley, 2001.
- Clements, P. C. and Jones, L. G. and McGregor, J. D. and Northrop L. M. Getting there from here: A roadmap for software product line adoption mapping the technical and business activities and steps required for successful organizational adoption. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 12, 2006.

- Czarnecki, K. and Helsen, S. and Eisenecker, U. Staged configuration through specialization and multi-level configuration of feature models. *Software Process: Improvement and Practice*, v. 10, n. 2, p. 143–169, 2005.
- Fantinato, M. *Uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web*. Tese de Doutorado, IC - Instituto de Computação, Unicamp - Universidade Estadual de Campinas, Campinas - São Paulo, 2007.
- Garcia, D. Z. G. *Incorporação de qualidade de serviço no modelo de serviço web*. Dissertação de Mestrado, IC - Instituto de Computação, Unicamp - Universidade Estadual de Campinas, Campinas - São Paulo, 2007.
- Gimenes, I. M. S. Infra-estrutura de apoio a processos de negócio baseado em reutilização e aspectos. 2006.
- Gimenes, I. M. S. and Travassos, G. H. O enfoque de linha de produto para desenvolvimento de software. In: *JAI - Jornada de Atualização em Informática da SBC*, 2002, p. 1–32.
- Gomaa, H. *Designing software product lines with uml: From uses cases to pattern-based software architecture*. 1st ed. Addison Wesley, 2005.
- Kang, K. and kim, S. and Lee, J. and Shin, E. and Huh, M. Form: A feature-oriented reuse method with domain-specific reference architectures. *Annals of Software Engineering*, v. 1, n. 2, p. 143–168, 1998.
- Korherr, B. and List, B. Extending the uml 2.0 activity diagrama with business process goals and performance measures and the mapping to bpel. v. 4231, p. 7–18, 2006.
- Korherr, Birgit and List, Beate A uml 2 profile for variability models and their dependency to business processes, p. 829–834. 2007.
- Kradolfer, M. *A workflow metamodel supporting dynamic, reuse-based model evolution*. Tese de Doutorado, Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, Universität Zurich, Zurich - Germany, 2000.
- Leymann, F. and Altenhuber, W. Managing business process as an information resource. *IBM System Journal*, v. 33, n. 2, p. 326–348, 1994.

- Leymann, F. and Roller, D. and Schmidt, M. Web services and business process management. *IBM System Journal*, v. 41, n. 2, p. 198–211, 2002.
- NewComer, E. *Understanding web services - xml, wsdl, soap e uddi*. 1st ed. Pearson, 2002.
- Northrop, L. and Clements, P. C. A framework for software product line practice, version 5.0. [*On-line*], <http://www.sei.cmu.edu/plp/framework.html>.
- Oliveira Junior, E. *Um processo de gerenciamento de variabilidade para linha de produto de software*. Dissertação de Mestrado, DIN - Departamento de Informática, UEM - Universidade Estadual de Maringá, Maringá - Paraná, 2005.
- Ort, Ed. *Service-oriented architecture and web services: Concepts, technologies, and tools*. 1st ed. Sun Microsystems Inc., 2005.
- Rumbaugh, J. and Jacobson, I. and Booch, G. *The unified modeling language reference manual*. 2nd ed. Addison-Wesley, 2005.
- Sadtler, C. and Kovari, P. Websphere business integration server foundation architecture and overview. *IBM Redbooks paper*, 2004.
- Selic, B. What is new in uml 2.0? *IBM Distinguished Engineer*, 2005.
- Sugumaran, V. and Park, S. and Kang, K. C. Software product line engineering. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 12, 2006.
- Weske, M. *Business process management: concepts, languages, architectures*. 1st ed. Springer, 2007.