

TIAGO LOPES GONÇALVES

UMA ABORDAGEM PARA APOIO À APLICAÇÃO DE
ESTUDOS EXPERIMENTAIS EM PROCESSO DE NEGÓCIO

MARINGÁ
2009

TIAGO LOPES GONÇALVES

UMA ABORDAGEM PARA APOIO À APLICAÇÃO DE
ESTUDOS EXPERIMENTAIS EM PROCESSO 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

2009

G635u Gonçalves, Tiago Lopes
Uma abordagem para apoio à aplicação de estudos experimentais
em processo de negócio / Tiago Lopes Gonçalves. -
Maringá: UEM, 2009.
xiii, 82 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof. Dra. Itana Maria de Souza Gimenes
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.
Maringá, 2009.

1. Processo de Negócio. 2. Engenharia de Software Experimental. 3.
Serviços Web. 4. Contratos Eletrônicos. I. Gimenes, Itana Maria de
Souza, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-
Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

CDD: 005.1
CDU: 004.41

TIAGO LOPES GONÇALVES

UMA ABORDAGEM PARA APOIO À APLICAÇÃO DE ESTUDOS EXPERIMENTAIS EM PROCESSO 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 04/09/2009.

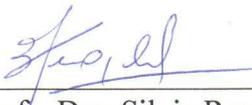
BANCA EXAMINADORA



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



Profª. Dra. Silvia Regina Vergilio
Universidade Federal do Paraná – DInf/UFPR

Agradecimentos

A Jesus Cristo, meu amigo e mestre de toda sabedoria existente.

A minha orientadora pela oportunidade, pela dedicação e paciência.

A minha linda, maravilhosa, fantástica, carinhosa, dedicada, lutadora e incrível Família (Dozinete, Marta, Tatiane e Tomás). Vocês são minha força, minha garra e incentivo para todos os desafios.

A meus tios e tias e também meus avôs e avós pela alegria e oração oferecida.

A meus incomparáveis amigos: Carla, Franciele, Sandro, Vânia, Grazielle, Edilene, Rodrigo, Danilo, Karina, Viviane, Rafael, Claudia e Cristina.

As mães Izabel Tessaro, Sônia Tessaro e Sandra Delci pela atenção e carinho sempre demonstrados.

A minha querida amiga Ana Paula Chaves pelos incríveis e inesquecíveis momentos, além da ajuda, força e incentivo nesse período de mestrado.

A meus grandes amigos irmãos André Dias Martins e Juliano Pazini, pelo apoio, motivação e alegrias.

A meu grande amigo Roberto Pereira, pela amizade, confiança e acolhimento.

A meu amigo Rodrigo Pagno, pelos momentos de distração proporcionados por suas histórias e piadas.

A pessoa mais incrível de todas as secretárias dessa universidade, Inês pela paciência e compreensão.

A meus amigos participantes do estudo experimental: Jesus, Roberto, Marcelo, Sara, Ana, Vanderson, Mauro, Nelson, Renata, André Verona, André Dias, Bruno, Francisco e Rogério.

A todos aqueles que aqui não foram citados, mas que contribuíram direto ou indiretamente para minha formação pessoal e profissional.

A todos aqueles que acreditam no poder do Sonho, que acreditam que podemos mais, que lutam, suam, sofrem, descepcionam-se e choram. Contudo a aqueles que acreditam no impossível, almejam, vencem, se alegram, sorriam e comemoram a conquista de um grande e tão esperado SONHO.

Muito Obrigado!

Com os avanços e a capacidade da Internet de oferecer recursos mais poderosos e eficientes, é possível que organizações, mesmo estando fisicamente distribuídas, cooperem para que disponibilizem seus serviços, bem como consumirem serviços de outras organizações de maneira dinâmica. Para garantir a qualidade dos serviços envolvidos nos processos inter-organizacionais são estabelecidos contratos eletrônicos. Um contrato eletrônico é um documento composto de informações que regem um processo de negócio entre organizações. Assim como mecanismos e teorias, processos de negócio precisam ser evidenciados e melhorados. Experimentos em engenharia de software buscam caracterizar, evidenciar, avaliar, prever, controlar e melhorar teorias, processos, produtos e ferramentas de desenvolvimento de software. Esta dissertação apresenta uma abordagem para o apoio à aplicação de estudos experimentais em processos de negócio. Esta abordagem é composta por um conjunto de procedimentos e diretrizes para a aplicação dos experimentos e também de um meta-modelo de artefatos de apoio à execução de experimento que permite armazenar projetos de estudos experimentais, dados e documentos relacionados. Para a concepção da proposta, utilizou-se como objeto de estudo a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Os experimentos serviram como meio de explicitar os elementos da abordagem proposta. Um experimento com participantes do meio acadêmico sobre a abrangência de estudos *in-vitro* e outro estudo por meio de uma pesquisa de opinião com participantes que trabalham em empresas de desenvolvimento de software e implementação de serviços da cidade de Maringá e Dois Vizinhos. Após a coleta dos dados, a análise foi realizada a fim de identificar a influência da experiência ou inexperiência dos participantes no uso da abordagem como objeto de estudo. As contribuições apresentadas por este trabalho são: (i) a avaliação da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web; (ii) a concepção de uma abordagem para o apoio à aplicação de estudos experimentais em processo de negócio com procedimentos e diretrizes para aplicação de experimentos; (iii) um meta-modelo de artefatos de apoio à execução de experimentos, que contribuirá com uma série de artefatos devidamente armazenados e descritos para facilitar as experimentações futuras e; (iv) o estabelecimento de uma visão do planejamento e execução de experimentos em processo de negócio.

Abstract

With the advances of the Internet and the ability to offer the most powerful and efficient, it is possible that organizations, even though they are physically distributed, cooperate to provide and consume services of other organizations dynamically. To ensure the quality of the services involved in inter-organizational process, electronic contracts are established. An electronic contract is a document composed of information that govern a business process between organizations. As mechanisms and theories, business processes need to be highlighted and improved. Experiments in software engineering seek characterize, demonstrate, assess, predict, monitor and improve theories, processes, products and development tools software. This dissertation presents an approach to give support to the application of experimental studies in business processes. This approach is composed of procedures and guidelines for application of experiments and also a meta-model of artifacts to support the implementation of experiments that can store experimental studies, data and documents related. For the development of the proposal design, was used as objects of study the approach based on feature for the establishment of electronic contracts for Web services. Two experiments were performed and served as a means to illustrate the elements of the proposed approach. An experiment with participants from academic on the scope of studies *in vitro*, and another experiment by an opinion search with participants who work in companies of software development and implementation services in Maringá and Dois Vizinhos. After data collection, the analysis was performed to identify the influence of experience or inexperience of the participants in the use of the approach used as the object of study. The contributions of this work are: (i) the evaluation of the feature-based approach to the establishment of electronic contracts for Web services, (ii) to design an approach to support the application of experimental studies in business process with procedures and guidelines for implementation of experiments, (iii) a meta-model of artifacts to support the implementation of experiments that will contribute to a number of artifacts stored properly and described to facilitate future experiments and (iii) the establishment of a view for the planning and execution of experiments in business process.

Sumário

Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
1 Introdução	1
2 Processo de Negócio e Serviços Web	5
2.1 Considerações Iniciais	5
2.2 Tecnologias de Serviços Web	5
2.2.1 <i>SOAP</i>	8
2.2.2 <i>WSDL</i>	8
2.2.3 <i>UDDI</i>	10
2.3 Processo de Negócio	11
2.4 Contratos Eletrônicos	13
2.4.1 Uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web	15
2.4.2 Exemplos: configuração de características e contrato eletrônico . . .	20
2.5 Projeto InfraPro	20
2.6 Considerações Finais	23
3 Engenharia de Software Experimental	25
3.1 Considerações Iniciais	25
3.2 Experimentação em Engenharia de Software	26
3.3 Conceitos Relacionados à Experimentação	28
3.4 Métodos de Pesquisa em Engenharia de Software	30
3.4.1 Abordagens para Execução de Estudos Empíricos	31
3.4.2 Estratégias para investigação de estudos empíricos	32
3.5 Plano Experimental	33
3.6 Considerações Finais	34
4 Experimentos Realizados	37
4.1 Considerações Iniciais	37
4.2 Visão Geral dos Experimentos	38
4.3 Definição do Experimento I	39
4.4 Definição do Experimento II	44
4.5 Análise dos Resultados - Experimento I	45

4.6	Análise dos Resultados - Experimento II	50
4.7	Considerações Finais	55
5	Procedimentos e diretrizes da abordagem proposta	59
5.1	Considerações Iniciais	59
5.2	Visão Geral da Abordagem	60
5.2.1	Descrição do Conjunto de Procedimentos e diretrizes para Experi- mentação	61
5.2.2	Artefatos Gerados pela abordagem	63
5.3	Infraestrutura de apoio a processo de negócio	64
5.4	Considerações Finais	66
6	Conclusões	69
	Referências Bibliográficas	73
A	Q1 - Questionário de Experiência	77
B	Q2 - Questionário de Dificuldades - Acadêmicos	79
C	Q3 - Questionário de Dificuldades - Empresários	81

Lista de Figuras

2.1	Papéis dos componentes de SOA	7
2.2	Representação do documento WSDL	9
2.3	Estrutura de uma aplicação baseada em processo de negócio	11
2.4	Ciclo de vida de gerência de processo de negócio	12
2.5	Processo de estabelecimento de contratos eletrônicos com base em características	16
2.6	Exemplo de modelo de característica e suas associações	17
2.7	Relacionamento entre os artefatos produzidos pelo processo	18
2.8	Meta-modelo para o estabelecimento de contratos eletrônicos	19
2.9	Parte de uma configuração de modelo de característica para serviços eletrônicos	21
2.10	Parte de exemplo de contrato eletrônico	22
3.1	Processo de Experimentação	30
4.1	Grupo de serviços Web modelados e utilizados para o experimento	39
4.2	Experiência dos participantes	46
4.3	A quem a abordagem é vantajosa	50
4.4	Experiência - Empresários	51
4.5	Experimento - Empresas	54
4.6	A quem a abordagem é vantajosa	55
5.1	Processo de apoio a execução de experimentos em processo de negócio	61
5.2	Relacionamento entre os artefatos gerados pelo processo	63
5.3	Arquitetura do conjunto de ferramentas FeatureContract	65
5.4	Meta-modelo de artefatos para apoio a execução de experimentos	66

Lista de Tabelas

4.1	Dados da Experiência dos Participantes	45
4.2	Dados dos participantes do Estudo Experimental - I	47
4.3	Frequências observadas - Suficiência do Treinamento	48
4.4	Frequências observadas - Apresentaram dificuldades quanto a nova abordagem	48
4.5	Frequências observadas - Julgaram a abordagem ser vantajosa	49
4.6	Dados da Experiência dos Participantes - Empresários	51
4.7	Dados dos participantes do experimento - Empresários	52
4.8	Frequências observadas - Encorajaria a utilização	54
A.1	Grau de Experiência do Participante	78

Lista de Siglas

- BPEL:** *Business Process Execution Language* - (Linguagem de Execução de Processo de Negócio)
- BPM:** *Business Process Management* - (Gerenciamento de Processo de Negócio)
- BPMS:** *Business Process Management System* - (Sistema de Gerenciamento de Processo de Negócio)
- COS:** *Computer Oriented Service* - (Computação Orientada a Serviço)
- FORM:** *Feature Oriented Reuse Method* - (Método de Reusabilidade Orientado a Características)
- HTTP:** *HyperText Transfer Protocol* - (Protocolo de Transferência de Hipertexto)
- QoS:** *Quality of Service* - (Qualidade de Serviço)
- GQM:** *Goal Question Metric* - (Objetivo, Pergunta, Métrica)
- SOA:** *Service Oriented Architecture* - (Arquitetura Orientada a Serviço)
- SOAP:** *Simple Object Access Protocol* - (Protocolo de Acesso Simples ao Objeto)
- UDDI:** *Universal Description, Discovery and Integration* (Descrição, Descobrimto e Integração Universal)
- WS-Agreement:** *Web Services Agreement Specification* - (Especificação de Acordos de Serviços Web)
- WSDL:** *Web Services Description Language* - (Linguagem de Descrição de Serviços Web)
- WS-BPEL:** *Web Service - Business Process Execution Language* - (Linguagem de Execução de Processo de Negócio para Serviços Web)
- WSFL:** *Web Service Flow Language* - (Linguagem de Fluxo de Serviços Web)
- XML:** *eXtensible Markup Language* - (Linguagem de Marcação Extensiva)
- XLANG:** *X Language* - (Linguagem X)
- WSAG:** *Web Service Agreement* - (Acordo de Serviços Web)
- XSD:** *XML Schema Definitions* - (Definições de Esquemas XML)

Introdução

Com os avanços e a capacidade da Internet de oferecer recursos mais poderosos e eficientes, é possível que organizações, mesmo estando fisicamente distribuídas, cooperem para que disponibilizem seus serviços, bem como consumirem serviços de outras organizações de maneira dinâmica. Linguagens de representação de processos de negócios permitem que a composição de serviços inter-organizacionais seja formalizada. Para garantir a qualidade dos serviços envolvidos nos processos inter-organizacionais são estabelecidos contratos eletrônicos. Um contrato eletrônico é um documento composto de informações que regem um processo de negócio entre organizações.

Assim como mecanismos e teorias, processos de negócio precisam ser evidenciados e melhorados. No entanto, existe uma carência por pesquisas que apliquem técnicas de engenharia de software experimental em processos de negócio. É necessário que se tenha procedimentos, diretrizes, artefatos, documentos, estudos relacionados armazenados, e ferramentas que auxiliem a aplicação de estudos experimentais em processos de negócio.

Experimentos em engenharia de software buscam caracterizar, evidenciar, avaliar, prever, controlar e melhorar teorias, processos, produtos e ferramentas de desenvolvimento de software (Basili et al., 1986). Por meio de um plano experimental, os experimentos são aplicados para evidenciar quantitativamente ou qualitativamente a credibilidade e a confiabilidade dos resultados do estudo.

A importância de experimentos e medição para a evolução da ciência tem sido discutida na comunidade científica de computação (Fabbri, 2006), (Basili, 2006) e (Tichy, 1998). Evidenciar a veracidade e a precisão das idéias é um requisito para o progresso de qualquer

disciplina. Por esse motivo, existe uma crescente conscientização na comunidade de engenharia de software de que estudos experimentais são indispensáveis para desenvolver e melhorar processos, métodos e ferramentas.

Fantinato (2007) propôs uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Esta abordagem é utilizada no InfraPro¹ (Gimenes, 2006). Neste projeto são propostas técnicas e ferramentas de apoio ao gerenciamento de processos de negócio baseadas nos conceitos de linha de produto e aspectos. Assim, faz-se necessário uma abordagem para avaliar as técnicas e ferramentas propostas de modo que os artefatos e diretrizes para realização de experimentos fiquem armazenados e possam ser explorados pelos participantes do projeto ou pessoas interessadas em repetir os experimentos. Este trabalho de mestrado propõe o desenvolvimento de uma abordagem para apoiar a aplicação de estudos experimentais em processo de negócio, e em particular estuda-se o processo de estabelecimento de contratos eletrônicos. Para apoiar a concepção da abordagem experimental foram realizados experimentos que utilizam como objeto de estudo a abordagem baseada em característica para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web.

O projeto InfraPro tem como objetivo desenvolver modelos e mecanismos para a formação de uma infraestrutura de apoio à modelagem e execução de processos de negócio baseada nos conceitos de reutilização, no paradigma de orientação a aspectos e na tecnologia de serviços Web. Este trabalho de mestrado está no contexto do projeto InfraPro para estabelecer mecanismos para a realização de estudos experimentais.

A abordagem proposta é composta de um conjunto de procedimentos e diretrizes para aplicação de experimentos em processo de negócio e um meta-modelo de artefatos de apoio à execução de experimentos que permitam armazenar projetos de estudos experimentais, dados e documentos relacionados aos estudos realizados. Para conceber os elementos da abordagem foram realizados dois experimentos, um em ambiente acadêmico e o outro em ambiente empresarial. O experimento em ambiente acadêmico teve a participação de 15 (quinze) pessoas e o empresarial 8 (oito) pessoas. No ambiente acadêmico, os participantes respondiam o questionário que revelava sua experiência e depois representavam o papel de estabelecadores de contratos eletrônicos selecionando as características que desejavam para o contrato eletrônico que estavam formalizando. Após isso, respondiam o questionário para expressar suas dificuldades sobre a abordagem. Para o segundo experimento, os participantes empresariais respondiam o questionário que revelava a experiência sobre os assuntos abordados e recebiam uma explanação da abordagem auxiliada por um documento que apresentava a abordagem com exemplos de aplicação, vantagens e limitações.

¹Infraestrutura de apoio a Processos de Negócio baseado em Reutilização e Aspectos

Após isso, os participantes respondiam um terceiro questionário que buscava identificar o “feedback” dos participantes em uma futura utilização da abordagem.

As contribuições apresentadas por este trabalho são: (i) a avaliação da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web; (ii) a concepção de uma abordagem para o apoio à aplicação de estudos experimentais em processo de negócio com procedimentos e diretrizes para aplicação de experimentos; (iii) um meta-modelo de artefatos de apoio à execução de experimentos, que contribuirá com uma série de artefatos devidamente armazenados e descritos para facilitar as experimentações futuras e; (iv) o estabelecimento de uma visão do planejamento e execução de experimentos em processo de negócio.

Esta dissertação está organizada em 5 (cinco) capítulos. O Capítulo 2 apresenta uma contextualização do assunto deste trabalho, os quais incluem: tecnologias de serviços Web, detalhando aspectos relacionados a protocolos e linguagens de especificação de serviços Web, processos de negócio, contratos eletrônicos, e a abordagem desenvolvida por Fantinato (2007). No Capítulo 3 descrevem-se os principais conceitos de engenharia de software experimental, processo de experimentação, métodos e classificações de pesquisa experimental. O Capítulo 4 apresenta os experimentos realizados, a análise dos dados e as lições aprendidas. A partir dos experimentos realizados, os procedimentos e diretrizes da abordagem são descritos pelo Capítulo 5. No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões finais deste trabalho, as contribuições da abordagem e os trabalhos futuros.

Processo de Negócio e Serviços Web

2.1 Considerações Iniciais

Visto que o objetivo deste trabalho é conceber uma abordagem para o apoio à aplicação de estudos experimentais em processo de negócio, e ainda, que um processo de negócio é composto por serviços Web, introduz-se neste capítulo os conceitos básicos relacionados a esses assuntos. Inicialmente, na Seção 2.2 uma revisão sobre tecnologias de serviços Web é apresentada. Em seguida, na Seção 2.3 são abordados conceitos que envolvem processo de negócio e seu relacionamento com serviços Web. Uma descrição sobre contratos eletrônicos é realizada na Seção 2.4. Nesta seção também é apresentada a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, discutindo seu funcionamento vantagens e limitações, que é o foco principal dos experimentos realizados. Na Seção 2.5 é apresentado o contexto desse trabalho com o projeto InfraPro. A Seção 2.6 faz as considerações finais deste capítulo.

2.2 Tecnologias de Serviços Web

Com o crescimento da Internet, as interações humanas passaram a ser apoiadas com dados textuais e gráficos. As pessoas utilizam a Internet diariamente para comprar bens de consumo, ler notícias e outros. Este nível de interação é adequado para muitos propósitos, entretanto, páginas textuais estáticas não oferecem apoio suficiente à aplicações na Internet. A transmissão de grandes quantidades de dados de forma eficiente

tornou possível a comunicação entre organizações de maneira mais rápida, mais produtiva e barata (Newcomer, 2002). As aplicações passaram a ser disponibilizadas por meio de serviços, e suas interações realizadas por meio de mensagens XML sobre protocolos baseados na Internet, construindo o conceito de COS (Computação orientada a serviços)¹.

Leymann et al. (2002) definem serviços como sendo componentes de software auto-descritivos que apoiam a composição ágil de aplicações. Cada serviço pode realizar uma ou mais funções relacionadas ao negócio. Dessa forma, mesmo em locais fisicamente distribuídos com plataformas diferentes, é possível que organizações disponibilizem suas aplicações como serviços e, também, consumam serviços de outras. Um tipo de Serviço que possibilita a interação entre aplicações semelhantes a outros mecanismos de apoio aos sistemas distribuídos como *CORBA*² e *RMI*³ é o serviço Web. Um serviço Web é um módulo de software auto-descritivo disponível por meio de uma rede, como a Internet, que completa suas atribuições ou realiza operações em nome de um usuário ou de uma aplicação (Papazoglou, 2008). Serviços Web fazem parte de uma infraestrutura de computadores distribuídos com módulos de software tentando se comunicar sobre uma determinada rede a fim de formar um único sistema lógico. Os módulos de software são identificados por uma URL na Internet e suas interfaces definidas e descritas em artefatos XML (Alonso et al., 2004). Serviços Web estão alterando radicalmente as regras do *Web Commerce*, tornando-se possível a conexão de sistemas de diferentes organizações. Para tanto, algumas modificações no uso de tecnologias correntes foram necessárias, a saber: (i) a substituição do uso do protocolo HTML⁴ pelo protocolo XML; (ii) servidor Web por uma máquina SOAP e; (iii) usuário por um programa que realize e gereencie as trocas de mensagens.

Serviços são estruturados de acordo com a arquitetura *SOA*⁵ que é uma abordagem baseada em padrões compostos e disponibilizados por diferentes pacotes de software para a gestão de reutilização e reconfiguração (Benatallah e Nezhad, 2005). A SOA tem a função de permitir a interoperabilidade entre as tecnologias existentes e aos futuros efeitos de extensibilidade sobre arquiteturas (Papazoglou, 2008). SOA permite que sistemas de componentes monolíticos e estáticos tornem-se sistemas modulares e componentes flexíveis representados como serviços que podem ser solicitados por protocolos padrão de Internet. De acordo com Chaudhary et al. (2003) e Medeiros et al. (2007), os componentes de SOA podem desempenhar um ou mais dos seguintes papéis representados pela Figura 2.1.

¹Do Inglês *Computer Oriented Service*

²Do Inglês *Common Object Request Broker Architecture*

³Do Inglês *Remote Method Invocation*

⁴Do inglês Hyper Text Markup Language

⁵Do Inglês *Service Oriented Architecture*



Figura 2.1: Papéis dos componentes de SOA
(Medeiros et al., 2007)

Para melhor compreensão desses papéis, procede-se à descrição de cada item:

- **provedor do serviço:** publica o serviço disponibilizando um ponto de acesso em sua localização;
- **repositório do serviço:** entidade que anuncia e descreve os serviços disponíveis nos provedores;
- **consumidor do serviço:** entidade que procura um serviço no diretório. Após encontrar, usa-o em seu respectivo provedor;
- **agregador do serviço:** faz a composição de vários serviços em um único novo serviço;

Em relação a serviços web, XML oferece o formato da descrição, do armazenamento e também da transmissão de dados trocados entre os serviços. A sintaxe do XML especifica como o dado é representado, como é definido e com que qualidade de serviço é transmitido, além de detalhar como os serviços são publicados e descobertos. Em seu livro *Understanding Web Services*, Newcomer (2002) afirma que existem duas grandes categorias de uso de XML em Web Service, são elas: a primeira focada no formato e na representação de armazenamento de dados, e a segunda na especificação do software que manipula os dados. Apesar de ter originado como uma linguagem de marcação de texto, a XML tornou-se amplamente utilizada para manipulação e formatação dos dados. As subseções seguintes apresentam uma descrição dos padrões de serviço Web que realizados com o uso de XML.

2.2.1 SOAP

SOAP⁶ é o protocolo baseado em XML responsável pela comunicação entre serviços de ambientes distribuídos que utilizam serviços Web. O SOAP oferece um formato de mensagem comum para troca de dados entre clientes e serviços, defini características básicas como: (i) o formato da mensagem para a comunicação, descrevendo como a informação pode ser empacotada em um documento XML; (ii) um conjunto de regras para o uso de mensagens SOAP, bem como definir como os clientes podem invocar procedimentos remotos enviando uma mensagem SOAP; (iii) a forma como os serviços podem responder enviando outra mensagem SOAP ao chamador; (iv) definição de um conjunto de regras que qualquer entidade que processa uma mensagem SOAP deve seguir, definindo em particular os elementos XML que uma entidade deve ler e entender, além das ações que essas entidades devem realizar se não entenderem o conteúdo.

2.2.2 WSDL

WSDL⁷ é a linguagem de descrição de serviços Web que utiliza XML como base. Esta linguagem tem a função de divulgar informações detalhadas que descrevem como o cliente pode utilizar o serviço Web. As descrições em WSDL representam as funcionalidades do serviço (Alonso et al., 2004), incluindo detalhes da interface, indicando os métodos disponíveis, e os valores retornados. A finalidade de uma descrição em WSDL é permitir ao consumidor conhecer, primeiramente, os serviços para depois utilizá-lo de forma automática, sem a necessidade de intervenção ou contato com o autor do serviço. Para utilizar os serviços, no mínimo deve ser conhecida as informações como a localização e o protocolo a ser usado para enviar a invocação. Essas informações compõe um documento WSDL e estão divididos nos três principais elementos, relacionados a seguir Newcomer (2002):

- **definições do tipo de dados:** determina a estrutura e o conteúdo de uma mensagem;
- **operações abstratas:** determina as operações executadas sobre o conteúdo da mensagem e;
- **elementos *bindings*:** determina como a rede de transmissão irá levar a mensagem ao seu destino.

⁶Do Inglês *Simple Object Access Protocol*

⁷Do Inglês *Web Service Description Language*

Um documento WSDL é representado pela Figura 2.2

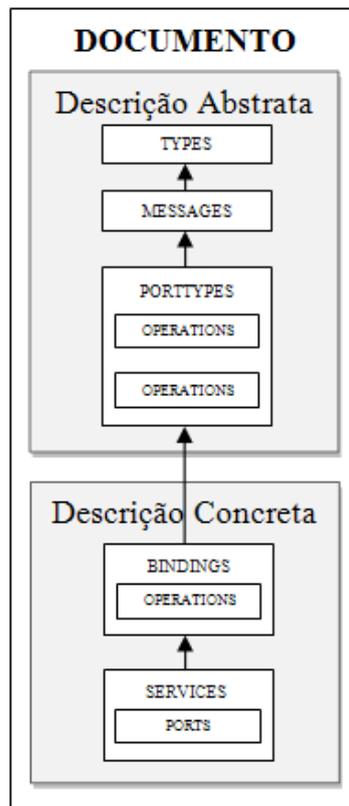


Figura 2.2: Representação do documento WSDL
(Abinader e Lins, 2006)

A descrição de um serviço precisa ser disponibilizada para ser usada por diferentes plataformas e linguagens. Sendo assim, para melhor entender a representação da Figura 2.2, considere que a organização das informações está em duas seções: descrição abstrata e descrição concreta. A parte de descrição abstrata é composta por quatro elementos: os elementos *types* que contém tipos e definições independentes de linguagem e plataforma; elementos *messages* compostos pelos parâmetros de entrada e saída para o serviço, descrevendo também as diferentes mensagens trocadas pelo serviço; elemento *operations*, responsável pela interação particular com o serviço, descrevendo também as mensagens de entrada, saída e exceções possíveis que são permitidas durante a interação e; o elemento *portTypes* responsável por usar a seção de mensagem para descrever as funções oferecidas e os, métodos disponibilizados pelos serviços.

Em relação à descrição concreta, seu papel é definir a especificação de implementação para os serviços Web. Conforme apresentado na Figura 2.2, a descrição concreta conta com dois elementos XML significantes: elementos *bindings* que definem como o serviço

será acessado na rede e por meio de qual protocolo e; elemento *services* indicando por exemplo, onde o serviço está localizado para acesso, isto é, o endereço do serviço na rede.

2.2.3 UDDI

Depois que os dados dos serviços foram definidos e descritos em XML e WSDL respectivamente, será identificado o meio de envio e recebimento dessas mensagens por meio do protocolo SOAP. Assim se faz necessário publicar o serviço que a organização oferecerá e encontrar os serviços que outras oferecerão. O UDDI⁸ é um *framework* que define um modelo de dados em XML e SOAP para que *APIs*⁹ registrem e descubram informações de serviços Web (Newcomer, 2002). O UDDI é considerado um diretório que registra e publica as definições dos serviços na Internet. Baseado em XML, esse diretório oferece uma infra-estrutura para integrar e compartilhar informações sobre a localização e uso dos serviços Web por meio de registros. Este registro é responsável por fornecer informações sobre negócios, dados da organização e dos serviços que ela oferece, além de informações como nome do serviço, descrição das funcionalidades, localização e descrição da interface para seu uso.

Todos os três recursos básicos da tecnologia de serviços Web aqui explicados, são desenvolvidos baseados em XML. Por ser uma meta-linguagem, permite a definição de outras linguagens aplicáveis a domínios de negócio específicos. As propriedades dos marcadores XML permitem que a representação seja realizada de forma neutra, o que possibilita seu uso por diferentes plataformas e fabricantes. Dentre os recursos que XML fornece, Moulitis e Kirk (2000) citam:

- uma linguagem extensível que fornece a capacidade de definir suas próprias marcas e atributos. Esses elementos com suas marcas de início e fim, junto a seus atributos, estabelecem a estrutura do documento;
- a capacidade de aninhar estruturas de documentos dentro de estruturas de outros, a fim de criar outros documentos mais complexos e;
- a capacidade de validar a estrutura de documentos durante o processamento.

Na próxima Seção (2.3), são abordados conceitos fundamentais sobre processo de negócio e como serviços web estão engajados nestes conceitos.

⁸Do inglês *Universal Distribution, Discovery, and Interoperability*

⁹Do Inglês *Application Programming Interfaces*

2.3 Processo de Negócio

Um Processo de negócio consiste em um conjunto de atividades que são executadas de forma coordenada em um ambiente técnico e organizacional para atingir um objetivo de negócio (Weske, 2007). Cada processo de negócio é publicado em uma única organização que visa interagir com processos de negócio realizado por outras.

A Figura 2.3 mostra o funcionamento de um processo de negócio, representado por um conjunto de 5 (cinco) atividades. A atividade 1 (um) representada por uma aplicação Java está conectada à atividade 2 (dois) representada por um sistema legado. A atividade três (3) representa um outro processo. Ao término da execução da atividade 1 (um), as atividades 2 (dois) e 3 (três) podem ser executadas em paralelo ou apenas uma de cada vez, considerando a condição estabelecida nos conectores. O fluxo do processo esperará na atividade 4 (quatro) por uma decisão humana para executar a atividade 5 (cinco) (Sadler e Kovari, 2004). Desta forma, nota-se que uma aplicação baseada em processo de negócio é composta por processos de negócio e aplicações que ele invoca.

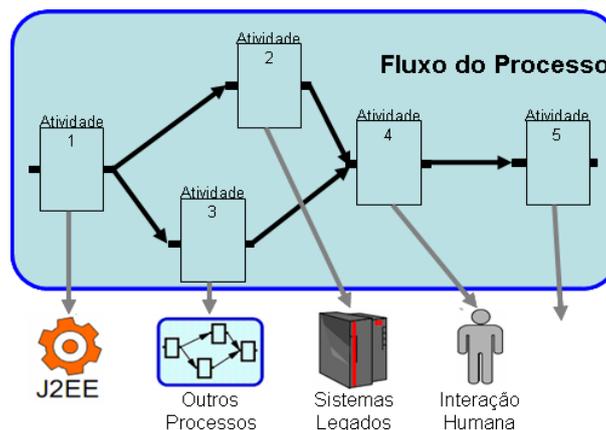


Figura 2.3: Estrutura de uma aplicação baseada em processo de negócio (Sadler e Kovari, 2004)

Tendências de mercado como a interação entre aplicações de diferentes organizações, permitem a reciprocidade entre processos de negócio tanto dentro de uma organização quanto entre outras organizações. Desse modo, o conceito de processos de negócio interorganizacionais é formalizado e realizado por duas ou mais partes, cruzando as fronteiras organizacionais e caracterizados pela heterogeneidade dos ambientes.

O gerenciamento de processo de negócio (BPM¹⁰) inclui conceitos, métodos e técnicas para apoiar o projeto, administração, configuração, publicação e análise dos processos de negócio (Weske, 2007).

Karagiannis (1995) explica que para a gerência de processos de negócio, é necessário um sistema de gerenciamento de processo de negócio (BPMS)¹¹. Os BPMS oferecem automatização de processos caracterizados pelo alto grau de estruturação e atividades com um alto grau de automatização.

A Figura 2.4 apresenta o ciclo de vida para a automatização de processo de negócio. Realiza-se primeiro a definição do processo de automatização (projeto). Em seguida, esta definição é registrada em um sistema de gerenciamento de processos de negócio (configuração da automatização). Para a execução do processo, é necessário criar uma instância, coordenando e registrando (realizando a execução). Após a execução desse processo, o diagnóstico é apresentado baseado na análise dos resultados a fim de gerar um processo de negócio mais aprimorado (Garcia, 2007).

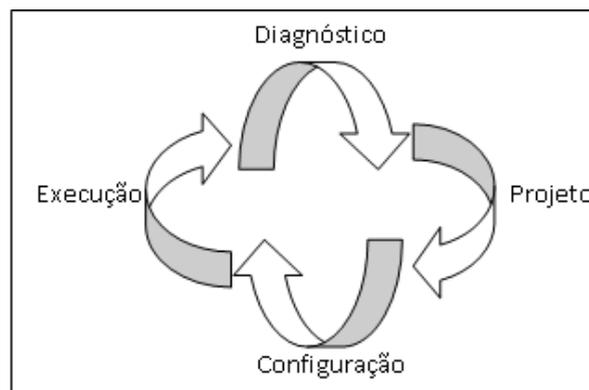


Figura 2.4: Ciclo de vida de gerência de processo de negócio (Garcia, 2007)

Conforme discutido na Seção 2.2, a concepção de serviços está baseada na SOA. Desta forma, é oferecida uma estrutura para acessar serviços e integrar processos de negócio compostos pela execução dos serviços. Nessa abordagem de processos de negócio baseados em serviços Web, cada processo de negócio inclui atividades que representam serviços providos por parceiros de negócio. Durante a execução do BPM, as atividades são realizadas por serviços web e são selecionadas de repositórios de serviços.

Algumas propostas de linguagens de especificação de processos de negócio que permitem a composição de serviços web são conhecidas. A WSFL da IBM (Leymann, 2001)

¹⁰Do inglês *Business Process Management*

¹¹Do inglês *Business Process Management System*

e a XLANG da *Microsoft* (Thatte, 2001). Ambas linguagens originaram a BPEL4WS, comumente conhecida como WS-BPEL (Jordan e Evdemon, 2007). WS-BPEL permite a especificação de aplicações que utilizam serviços web, e também que uma aplicação seja especificada como um serviço web devido ao fato de que, em WS-BPEL um processo de negócio é publicado em forma de serviço web, inclusive com seu próprio descritor WSDL. WS-BPEL é a linguagem mais usada atualmente e possui os seguintes componentes básicos, a saber (Jordan e Evdemon, 2007):

- **tipos de dados:** XSD¹² define os tipos de dados que podem ser usados no processo;
- **entrada e saídas:** WSDL descritor dos serviços web utilizados na composição e;
- **lógica de programação:** os elementos da linguagem WS-BPEL que unem as variáveis às chamadas de serviços.

Medeiros et al. (2007) apresentam o escopo da linguagem WS-BPEL:

- papéis que participam da troca de mensagem;
- portas¹³ dos papéis;
- variáveis usadas para manter o estado de dados e a história do processo baseada na troca de mensagens;
- orquestração entre serviços definidos em WSDL e outros aspectos como transações e exceções e;
- informação de correlação definindo como mensagens são direcionadas para instância de composição correta.

2.4 Contratos Eletrônicos

De acordo com o descrito na Seção 2.2, a evolução da Internet permitiu que aplicações pudessem ser disponibilizadas em formato de serviços para serem utilizadas por outras organizações. Entretanto, o fato de realizar transações operacionais ou comerciais entre aplicações que ultrapassam os limites físicos e lógicos organizacionais, implica na necessidade de acompanhamento ou apenas de uma descrição formal em detalhes sobre o fornecimento e o consumo dos serviços.

¹²Do Inglês *Schema Definitions*

¹³Do Inglês *Port*

Segundo Fantinato (2007), contratos eletrônicos são usados para descrever detalhes sobre o fornecimento e o consumo de serviços eletrônicos em um processo de negócio, podendo incluir também atributos de QoS estabelecidos pelas partes envolvidas. Alguns exemplos de atributos de qualidade de serviço são: integridade, disponibilidade, confiabilidade, segurança e tempo de resposta (Sahai et al., 2002). Neste trabalho, o tipo de contrato eletrônico considerado é o contrato eletrônico para serviços web.

Um contrato eletrônico é um documento modelado, especificado, executado, controlado e monitorado por um sistema de software (Krishna et al., 2005). Um Contrato Eletrônico estabelece um acordo entre duas ou mais partes (organizações) para criar um relacionamento entre elas. Essas relações representam os direitos e obrigações como também as condições sobre as quais as partes organizacionais estarão regidas (Krishna et al., 2005),(Fantinato, 2007). Angelov e Grefen (2002) afirmam que os acordos acontecem com custos mais baixos, com períodos de tempo menores e sem limites geográficos. Sendo assim, alguns benefícios podem ser ressaltados quando se faz o uso de contratos eletrônicos, são de três tipos e valores: financeiro, estratégicos e de processos. Os valores estratégicos compreendem vantagem competitiva, informação de gerência e arquitetura de tecnologia de informação estratégica. Sobre valores de processos podem-se citar: tempo do ciclo de vida, agilidade e adaptabilidade Angelov e Grefen (2004) apud Fantinato (2007). Um contrato eletrônico pode ser usado como instrumento de apoio para eventuais julgamentos em caso de discordâncias entre as partes envolvidas no processo de negócio.

Alguns riscos podem ser associados a contratos eletrônicos como: riscos políticos, de negócio, de legalidade, de padronização de segurança (interna e externa).

Alguns autores como Griffel et al. (1998) e Fantinato (2007) afirmam que os elementos mais comuns de contratos eletrônicos são:

- **partes:** representam as diferentes organizações envolvidas em um processo de negócio. Essas organizações representam parceiros exercendo diferentes papéis.
- **atividades:** descrevem os serviços que serão executados por meio da realização do contrato eletrônico. Essas descrições incluem também informações que são úteis para o correto fornecimento e consumo dos serviços.
- **cláusulas contratuais:** descrevem restrições a serem cumpridas durante a execução das atividades que estão previstas no contrato.

O ciclo de vida de contratos eletrônicos pode se resumir em quatro fases (Fantinato, 2007):

1. **implementação dos serviços eletrônicos:** refere-se à implementação dos serviços realizados pelas organizações fornecedoras. Esta implementação pode ser realizada pela iniciativa das organizações e não necessariamente só a partir dos pedidos de organizações que poderão ser potenciais consumidoras;
2. **disponibilização, busca e descoberta dos serviços eletrônicos:** a disponibilização de serviços como também de informações de QoS é realizada pelos fornecedores. Para os consumidores faz-se necessária a busca e descoberta dos serviços;
3. **negociação e estabelecimento dos contratos eletrônicos:** envolve decisões que definem como o processo de negócio acontecerá entre as partes envolvidas. Decisões como quais serviços serão utilizados bem como quais as cláusulas contratuais;
4. **realização do processo de negócio:** refere-se à execução e cumprimento dos termos estabelecidos no contrato eletrônico.

2.4.1 Uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web

Esta seção apresenta a Abordagem baseada em Características para o Estabelecimento de Contratos Eletrônicos para Serviços Web que é foco dos experimentos realizados neste trabalho de mestrado. Esta abordagem visa reduzir a complexidade do estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, melhorar a estrutura e aumentar a reutilização de informações presentes em contratos eletrônicos. Além disto, são propostas melhorias na estruturação como também nas facilidades de gerência e reutilização das informações envolvidas nos contratos eletrônicos (Fantinato, 2007).

Na abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web são usados modelos de características para representar, de forma genérica, os serviços eletrônicos e seus níveis de QoS. As atividades do processo de estabelecimento de contratos eletrônicos entre as partes envolvidas são orientadas pelos modelos de características e por suas possíveis configurações. Cada configuração de um modelo de características apresenta um conjunto de serviços eletrônicos, informações associadas aos serviços e, também, ao conjunto de níveis dos atributos de QoS, conhecidas pelas duas partes envolvidas do negócio. Todos os serviços genéricos, após selecionados para a contratação, são mapeados para serviços web específicos a fim de possuírem operações e relacionamento de um-para-um. Esta abordagem é baseada em conceitos de

linha de produto de software, como também em modelo de características. Seus 5 (cinco) estágios são derivados do método FORM¹⁴, conforme mostra a Figura 2.5, (Fantinato, 2007):

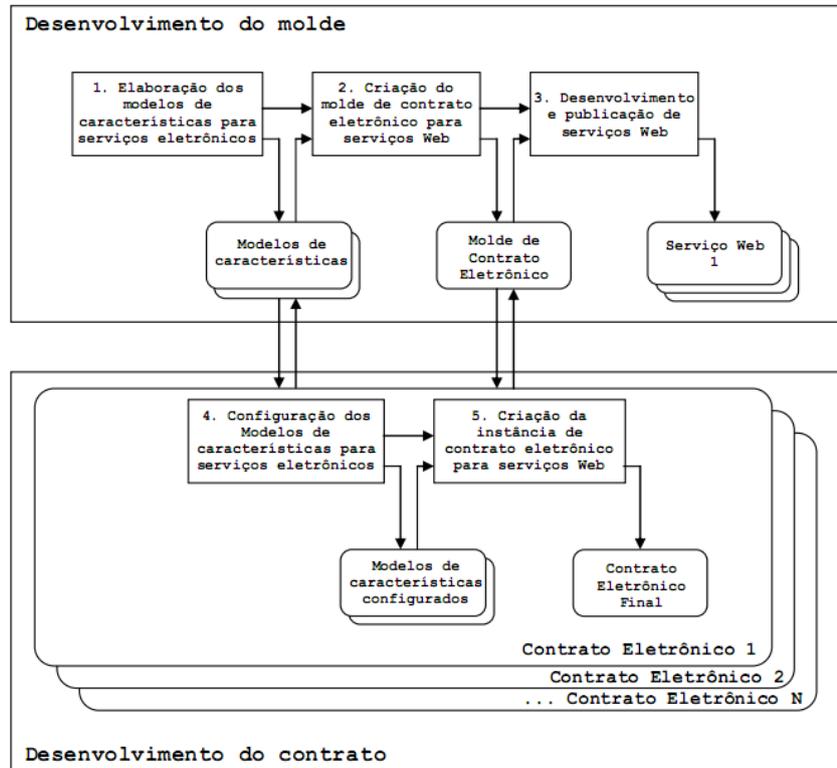


Figura 2.5: Processo de estabelecimento de contratos eletrônicos com base em características

(Fantinato, 2007)

- 1. elaboração dos modelos de características para serviços eletrônicos:** os modelos de características e os atributos de QoS, sendo um para cada parte das organizações que desejam estabelecer o contrato eletrônico;
- 2. criação do molde de contrato eletrônico para serviço web:** este molde de contrato conterá informações que poderão ser utilizadas em qualquer contrato eletrônico estabelecido a partir desses dois modelos;
- 3. desenvolvimento e publicação dos serviços Web:** os serviços Web que implementam os serviços eletrônicos devem ser desenvolvidos e publicados a fim de estarem disponíveis para a realização do processo de negócio contido no contrato;

¹⁴Do Inglês *Feature-Oriented Reuse Method*

4. **configuração dos modelos de características para serviços eletrônicos:** os modelos de características são configurados, isto é, as características que representam os serviços e os níveis de QoS exigidos são selecionados para o processo de negócio entre as organizações;
5. **criação da instância de contrato eletrônico para serviço Web:** tendo como base o par de modelos de características configurados no estágio 4, o contrato eletrônico é refinado sobre o molde de contrato eletrônico estabelecido no estágio 2.

A Figura 2.6 apresenta um exemplo de modelo de característica no domínio de uma loja virtual. A associação das características basicamente determina como o serviço será realizado. Dois serviços básicos são oferecidos: pagamento e entrega. O serviço pagamento possui funcionalidades opcionais de pagamento por cartão de crédito, cartão de débito ou por boleto bancário. O serviço de entrega dispõe de entrega por terra, ar ou mar exclusivamente.

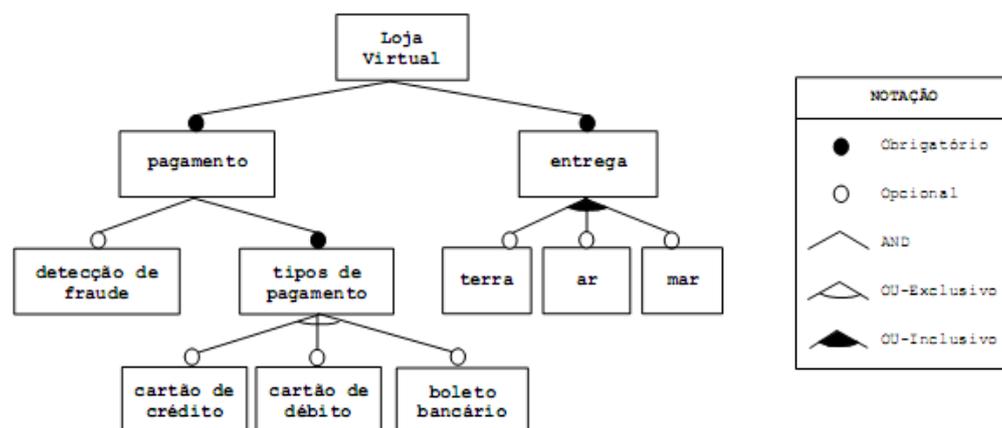


Figura 2.6: Exemplo de modelo de característica e suas associações (Fantinato, 2007)

Para o início do processo de estabelecimento do contrato, é necessário que as organizações envolvidas no processo de negócio sejam conhecidas. Com exceção do estágio 1 (um), os estágios que seguem devem ser realizados com parceria entre as organizações. Devido as características particulares, os estágios 1 (um), 2 (dois) e 3(três) são realizados uma única vez para um domínio de contrato envolvendo aquele mesmo par de organização. Os estágios 4 (quatro) e 5 (cinco) são realizados a cada nova instância do contrato para um mesmo domínio.

Para cada estágio, descrito anteriormente, um artefato é gerado. Na Figura 2.7, os artefatos são representados em um diagrama de classe, e os relacionamentos estabelecidos.

O modelo de características é o artefato base para a criação de um único molde de contrato eletrônico. A partir dele será derivado um ou mais modelos de características configurados. Para cada modelo de característica configurado, existe um contrato eletrônico para um particular serviço Web estabelecido. Cada contrato eletrônico é estabelecido com base no molde de contrato eletrônico para serviços Web. Cada serviço Web que implementa um determinado serviço eletrônico do modelo de características é referenciado por um molde de contrato eletrônico. Somente os serviços Web que implementam os serviços eletrônicos do modelo de características configurados são referenciados pelo contrato eletrônico correspondente (Fantinato, 2007).

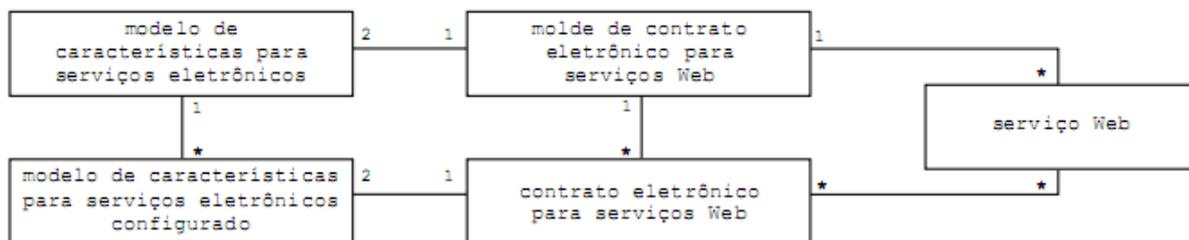


Figura 2.7: Relacionamento entre os artefatos produzidos pelo processo (Fantinato, 2007)

O meta-modelo de contrato eletrônico desenvolvido por Fantinato (2007), apresentado na Figura 2.8, representa as regras a serem seguidas durante a criação dos contratos eletrônicos e também para moldes de contratos eletrônicos. Para a criação do modelo, a unificação dos seguintes e principais conceitos foi realizada:

- **serviços Web:** descritos por meio da linguagem WSDL;
- **atributos de QoS para serviços Web:** descritos por meio da linguagem *WS - Agreement*¹⁵;
- **processos de negócio envolvendo serviços Web:** descritos por meio da linguagem WS-BPEL.

As contribuições da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web apresentadas, incluem: (i) uma forma sistemática e eficiente para a estruturação e o reuso de informação em contratos eletrônicos; (ii) um meio para representar informações de contratos eletrônicos por meio de modelos de características que podem ser transformados em moldes de contratos eletrônicos; (iii)

¹⁵Do Inglês *Web Services Agreement Specification*

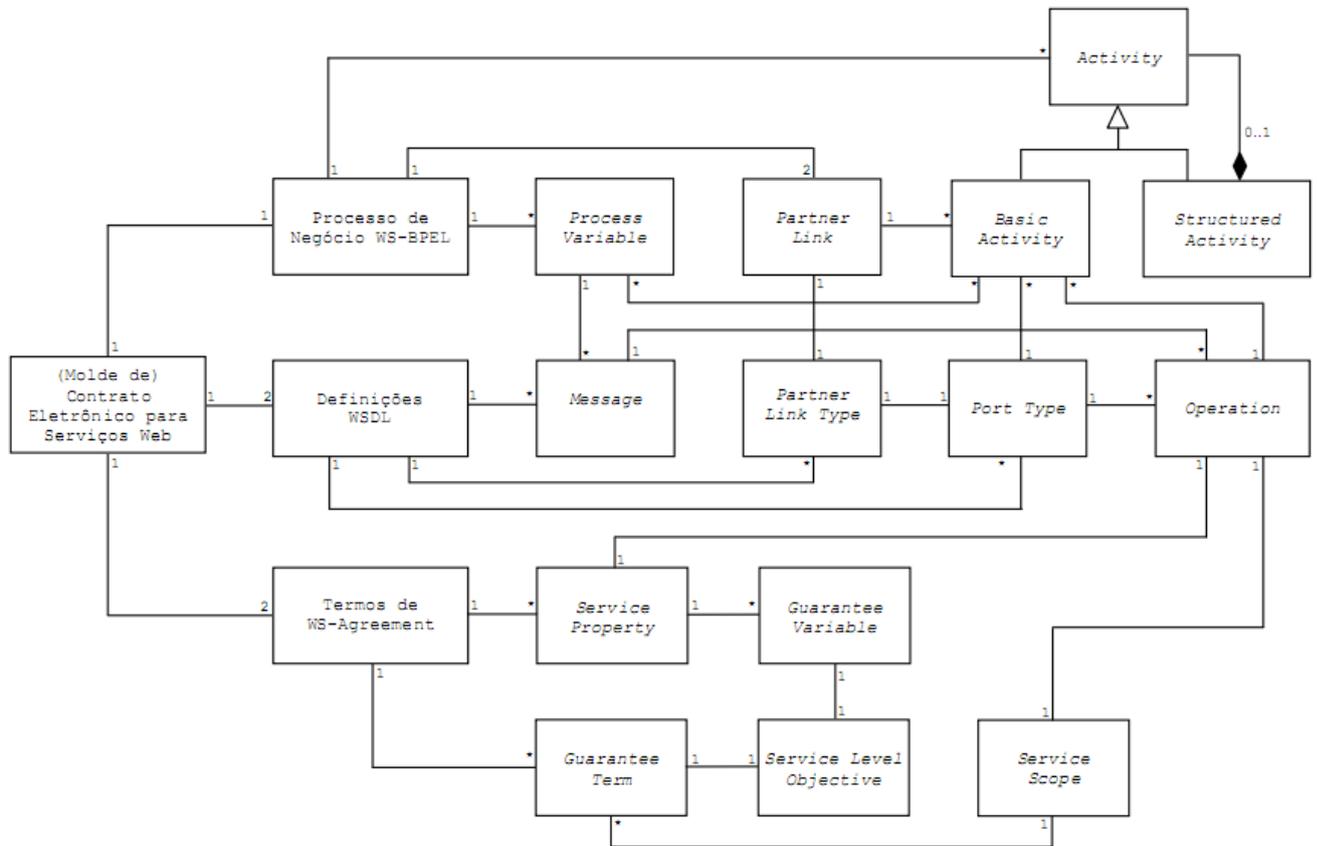


Figura 2.8: Meta-modelo para o estabelecimento de contratos eletrônicos (Fantinato, 2007)

gerência eficiente de partes obrigatórias, opcionais e alternativas de contratos eletrônicos, em processo de negócio e também em atributos de QoS associados aos serviços Web contratados.

Fantinato (2007) ao ressaltar os resultados obtidos na realização de seu trabalho e também no estudo de caso, apresenta as vantagens, dentre as quais destacam-se: representação adequada de serviços eletrônicos por modelos de características; proposição de um meta-modelo completo de contrato eletrônico para serviço Web; melhor estruturação e reuso de informações envolvidas como também a aplicabilidade dessa abordagem para contratos eletrônicos complexos. Como desvantagens e limitações têm-se: necessidade de conhecimento de modelagem de características; cobertura não extensiva de tipos de contratos eletrônicos; o acordo está limitado a duas partes apenas; o modelo de estágio de negociação deve ser estático; a necessidade da heterogeneidade das ferramentas que

englobam o conjunto de ferramentas *FeatureContract*¹⁶ e; a falta de realização de estudos experimentais para avaliar a abordagem desenvolvida.

2.4.2 Exemplos: configuração de características e contrato eletrônico

Para apresentar um exemplo de contrato eletrônico, a Figura 2.9 mostra parte de uma configuração de modelo de características para serviços eletrônicos por meio da ferramenta *FeaturePlugin*. Esse modelo descreve as informações sobre os serviços eletrônicos e atributos de QoS apresentadas por um sistema de cobrança.

Como pode-se visualizar, o serviço eletrônico configurado é “**aplicacao - de - acao - de - cobranca**”. Este serviço inclui as características “**notificacao - de - debito**”, “**suspensao - de - fornecimento - de - servico**” e “**acoes legais**”. Tendo selecionado a característica “**suspensao - de - fornecimento - de - servico**” e a sub característica “**suspensao - total**”, é necessário configurar também seus atributos de QoS. O atributo de QoS configurado é o “**tempo-de-resposta**”, determinando que com 15 dias de atraso, a suspensão do fornecimento do serviço será total. Após a configuração das características selecionadas para gerir as ações entre as organizações parceiras, é gerado o contrato eletrônico. A Figura 2.10 apresenta a parte do contrato eletrônico que refere-se à configuração realizada na Figura 2.9.

Como mostra a figura 2.10, por meio da configuração do atributo de QoS do serviço “**aplicacao-de-acao-de-cobranca**”, o tempo de resposta da empresa parceira será de 15 dias. Desta forma, todas as regras configuradas por meio das características e seus atributos de qualidade serão monitorados por um sistema de software.

2.5 Projeto InfraPro

O projeto InfraPro tem como objetivo desenvolver modelos e mecanismos para a formação de uma infra-estrutura de apoio à modelagem e execução de processos de negócio baseada nos conceitos de reutilização, no paradigma de orientação a aspectos e na tecnologia de serviços Web. Além disso, o projeto InfraPro visa contornar o problema da falta de planejamento de estudos experimentais e no rigor de execução deste. Este projeto segue os conceitos de engenharia de software experimental para avaliar os seus resultados das técnicas e ferramentas propostas por meio de estudos de caso quantitativos. Os objetivos específicos do projeto são:

¹⁶Do Inglês *Feature Modeling based Web Services E-Contracts establishment toolkit*

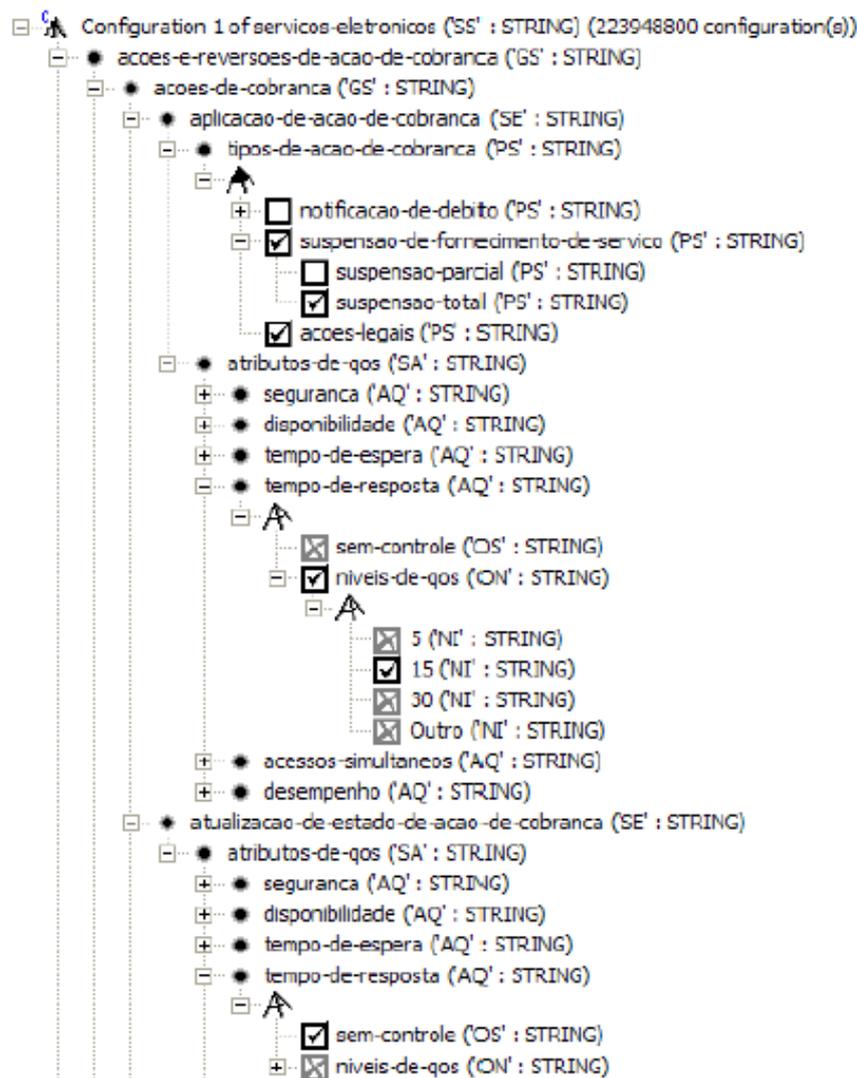


Figura 2.9: Parte de uma configuração de modelo de característica para serviços eletrônicos
(Fantinato, 2007)

- Investigar a aplicação de conceitos do paradigma de orientação a aspectos aos processos de negócio;
- Investigar modelos e mecanismos para reutilização de processos de negócio, em particular baseados nos conceitos de linha de produto;
- Propor modelos e mecanismos de apoio aos processos de negócio baseados nos conceitos de reutilização, no paradigma de orientação a aspectos e na tecnologia de serviços Web;

!..	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
wsag:GuaranteeTerm	
Ⓞ Obligated	fornecedorDeServico
wsag:ServiceScope	
Ⓞ ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
wsag:QualifyingCondition	
wsag:ServiceLevelObjective	
disponibilidadeVAR IS-LESS-INCLUSIVE	
!..	FEATURE_ID = reference20IXIa24K7
!..	sem-controle
!..	24X7
!..	FEATURE_ID = reference20IXIa24K5
!..	24X5
!..	FEATURE_ID = reference20IXIa8X5
!..	8X5
!..	FEATURE_ID = reference20IXIaoutro
!..	Outro
wsag:BusinessValueList	
!..	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
wsag:GuaranteeTerm	
!..	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
wsag:GuaranteeTerm	
Ⓞ Obligated	fornecedorDeServico
wsag:ServiceScope	
Ⓞ ServiceName	aplicacao-de-acao-de-cobrancaOP
wsag:QualifyingCondition	
wsag:ServiceLevelObjective	
tempo-de-respostaVAR IS-LESS-INCLUSIVE	
!..	FEATURE_ID = reference20IXIa16
!..	15
!..	FEATURE_ID = reference20IXIa31
!..	30
!..	FEATURE_ID = reference20IXIaoutro 1
!..	Outro
wsag:BusinessValueList	
!..	FEATURE_ID = aplicacaodeacaodecobranca
wsag:GuaranteeTerm	

Figura 2.10: Parte de exemplo de contrato eletrônico (Fantinato, 2007)

- Realizar estudos experimentais sobre a infraestrutura proposta com base nos conceitos e recursos da engenharia de software experimental.

Este trabalho de mestrado está no contexto do projeto InfraPro no sentido de estabelecer mecanismos para a realização de estudos experimentais nos trabalhos que serão desenvolvidas em seu contexto.

2.6 Considerações Finais

Este capítulo descreve as tecnologias que compõem a computação orientada a serviços e ao final contextualiza este trabalho no projeto InfraPro. As tecnologias apresentadas são os elementos bases para a comunicação entre serviços eletrônicos. Um tipo de serviço eletrônico discutido foi o serviço Web. O serviço Web é uma funcionalidade ou um conjunto de funcionalidades de software representadas por uma URL e descrita sobre a linguagem WSDL, para que seja possível a apresentação de suas características, funcionalidades e localização. Além da WSDL, são necessários outros elementos como SOAP e UDDI, comumente caracterizados por serem baseados na meta-linguagem XML. Diferentes organizações que fazem o uso de serviços Web podem estabelecer comunicação entre seus sistemas, permitindo que se forme um processo de negócio. Um processo de negócio é o conjunto de atividades e ordem necessária para que esses serviços realizem suas operações, de maneira que atendam as necessidades esperadas por ambas as partes desse processo de negócio. O processo de negócio é regulamentado por um contrato eletrônico, realizado pelas partes das organizações, de maneira que nele se estabeleçam as regras, sendo formalizadas pelas permissões e proibições estabelecidas de acordo com o interesse dos parceiros, e representados pelos atributos de QoS. De fato, o estabelecimento desse contrato eletrônico é o elemento dificultador e conseqüentemente desencorajador desse processo. Entretanto, com o desenvolvimento da abordagem de Fantinato (2007), acredita-se que a complexidade do processo de estabelecer contratos eletrônicos foi diminuída. Contudo, faz-se necessário utilizar métodos e técnicas mais eficientes para caracterizar a viabilidade desta abordagem. Para tanto, o Capítulo 3 discute conceitos relacionados a engenharia de software experimental, apresentando-a como uma abordagem para a avaliação de métodos, processo e teorias, discutindo seus conceitos principais para o processo de realização de experimentos.

Engenharia de Software Experimental

3.1 Considerações Iniciais

A crescente dependência da sociedade por serviços que utilizam aplicações de software, tem sido fator de exigência de qualidade. Garantir a confiabilidade e a qualidade dessas aplicações tem sido difícil devido à rapidez de variação do mercado e de tecnologias. A realização de experimentos em software é uma abordagem utilizada para revelar defeitos, avaliar processos, produtos, recursos, modelos e teorias, que visam melhorar a confiabilidade das aplicações. Para aumentar a confiabilidade de um produto de software é necessário uma boa amostra de estudos experimentais e obter um elevado potencial de exposição de defeitos (Godhale e Mullen, 2006). Este capítulo complementa o anterior apresentando os conceitos de engenharia de software experimental que são necessários para a condução dos estudos experimentais realizados discutidos no Capítulo 4 dessa dissertação. Sendo assim, este capítulo discute conceitos, métodos de pesquisa e abordagens de engenharia de software experimental. Na Seção 3.2 contextualiza-se a experimentação na engenharia de software como também os seus benefícios proporcionados. Na Seção 3.3 as terminologias e seus conceitos são apresentados juntamente com seus relacionamentos no processo de experimentação. As abordagens utilizadas em experimentação são discutidas na Seção 3.4. Uma visão do plano experimental abordando o que é composto é apresentada na Seção 3.5. As considerações finais desse capítulo são apresentadas na Seção 3.6.

3.2 Experimentação em Engenharia de Software

A experimentação é elemento ímpar e central para o processo científico, uma vez que, experimentos avaliam teorias e exploram fatores críticos, trazendo novos fenômenos para que essas teorias sejam preparadas, testadas e corrigidas (Tichy, 1998). A aplicação de métodos experimentais na engenharia de software é relativamente recente se comparada com outras áreas de conhecimento. Porém, esta técnica desperta grande interesse, à medida que se torna possível avaliar conceitos teóricos. De acordo com Zelkowitz et al. (2003), a análise experimental na engenharia de software é elemento de pesquisa importante que pode revelar novas perspectivas em áreas como a melhoria de processos e de produtos. A análise experimental é baseada em observação, e reflete a prática atual com métodos, ferramentas técnicas, estando mais próxima do mundo real do que a pesquisa analítica ou teórica. A análise experimental vem cooperar com a multidisciplinaridade e com a interdisciplinariedade em projetos. A necessidade de desenvolvimento de software de modo mais eficiente, de maneira que atenda melhor os atributos de baixo custo, confiança, rápido desenvolvimento e outros atributos pertinentes, incentiva a engenharia de software a interessar por técnicas mais úteis e eficazes. Para atender a essa necessidade, padrões são desenvolvidos, para modelagem, processos e outros. Porém, a existência destes padrões provoca questionamentos importantes como (do Amaral, 2003):

- Como se sabe que práticas devem ser padronizadas?
- Os padrões estão funcionando?
- Os padrões estão sendo utilizados?

Para averiguar a situação de produtividade e da qualidade da pesquisa em engenharia de software, Fenton et al. (1994), sugere que cinco questões sejam respondidas, a saber:

1. **está baseada em avaliação experimental ou em intuição?:** estudos são realizados e novos conhecimentos surgem. Pesquisadores publicam a idéia, apresentam seus benefícios baseados na análise e consenso de outros pesquisadores, porém, apenas recomendam que o conceito seja transferido para a prática. Percebe-se então a falta de avaliação da veracidade prática por meio da experimentação rigorosa e quantitativa;
2. **o experimento foi projetado corretamente?:** existe uma preocupação com a integridade do projeto do experimento de acordo com as hipóteses que estão sendo

testadas. Torna-se crítico examinar o projeto experimental cuidadosamente. A falta de uso de projetos experimentais contribui para a complexidade desta tarefa;

3. **é baseado em uma situação real ou de sala de aula?:** devido ao custo de estudos em grande escala, a pesquisa em engenharia de software é realizada em situações artificiais por meio de projetos “de sala de aula”. Situações reais são difíceis, pois envolvem estrutura, alto custo e parceiros externos à instituição;
4. **as medidas foram usadas de forma apropriada aos objetivos do experimento?** um experimento pode estar projetado adequadamente, no entanto, ele pode medir e analisar dados insuficientes ou errados em relação àquele contexto. Uma característica ambígua é confiabilidade, uma tarefa não muito fácil, uma vez que envolve falhas operacionais, falhas naturais e outros;
5. **o experimento foi executado por um tempo longo o suficiente?** uma das características apresentadas pela experimentação é que os resultados concretos virão à medida que o tempo permitir a aplicação de diversas vezes um determinado experimento. No entanto, ao passo que o tempo for suficiente para repetição dos experimentos, os resultados esperados tornam-se claros.

A pesquisa sobre experimentos em engenharia do software já é estudada há certo tempo. Em sua publicação, Tichy (1998) relacionou benefícios obtidos com a experimentação na engenharia de Software, a saber:

- ajudar a construir uma base de conhecimento que reduza incertezas sobre teorias, métodos e ferramentas tentando mapeá-los para a mais correta;
- levar à novas descobertas de teorias, métodos, processos e compreensões sobre áreas atuais;
- criar novas áreas de investigação;
- conduzir as áreas desconhecidas, em que a engenharia do software progride em passos lentos;
- eliminar abordagens infrutíferas, suposições errôneas e modismos, ajudando a engenharia a se orientar para direções promissoras;
- ajudar no processo de formação da engenharia de software como ciência, por meio do crescimento do número de trabalhos científicos com resultados experimentais e;

- permitir a realização de experimentação pelas empresas, a fim de que se torne um avanço no uso da tecnologia sobre as outras empresas.

Para entender como estudos experimentais são realizados, a Seção 3.3 faz uma descrição dos principais conceitos relacionados como também do processo para realizá-lo.

3.3 Conceitos Relacionados à Experimentação

Um estudo experimental realiza uma ação que testa uma hipótese envolvendo uma investigação de coleta de dados e de execução de uma análise, para determinar o significado dos dados. Para Montgomery (2001) apud do Amaral (2003) um experimento é um teste ou uma série de testes no qual, mudanças propositais são realizadas nas variáveis de entrada de um processo ou de um sistema, de maneira que se possa observar e identificar as razões para mudanças encontradas em suas variáveis de saída. Um experimento é uma forma de estudo experimental. Pesquisadores podem ter o controle das condições do ambiente no qual o estudo está sendo realizado e sobre suas alterações.

Basili et al. (1994) estabeleceram um modelo de definição para garantir que aspectos importantes de um experimento sejam estabelecidos antes de seu planejamento e execução, a saber:

Analisar « objeto de estudo »

Com o propósito de « propósito »

Referente ao « foco de qualidade »

Do ponto de vista da « perspectiva »

No contexto de « contexto »

Ao estabelecer o objeto de estudo, seu propósito, foco de qualidade e perspectiva, é necessário conhecer o contexto (ambiente) no qual o estudo é executado. No modelo de definição, o contexto é sucinto e deve apresentar brevemente quais pessoas estão envolvidas no experimento. Kitchenham et al. (2002) afirmam que quando apresentado, o contexto experimental tem três elementos, a saber:

- informações prévias sobre circunstâncias em que um estudo experimental acontece ou uma nova técnica de engenharia de software é aplicada;
- discussão de uma hipótese de pesquisa e como ela foi derivada;
- informações sobre pesquisas relacionadas.

No contexto geral de experimentação, existem terminologias como: hipóteses, variáveis, objetos, participantes, o contexto do experimento, os instrumentos, e tipo de projeto do experimento. Uma teoria é uma possível explicação de algum tipo de fenômeno. Teorias são compostas por conjuntos de hipóteses. Hipótese é definida como uma suposição que o pesquisador acredita que explique o fenômeno desejado. A hipótese é subdividida em duas (Juristo e Moreno, 2000): (i) **Hipótese Nula** - declarações feitas em linguagem natural, de modo a não direcionar a suposição. Indica que as diferenças observadas no estudo são coincidentais e; (ii) **Hipótese Alternativa** - declarações feitas em linguagem natural que direcionarão o estudo, como por exemplo: “Equipes de software que utilizam métricas de software em seu desenvolvimento, obtém produtos de melhor qualidade do que aquelas que não utilizam métricas”. Essa é a hipótese inversa à hipótese nula.

Para a realização de experimentos, é necessário utilizar variáveis. As **variáveis independentes**, também chamadas de fatores, referem-se às entradas do processo de experimentação. Caracteriza-se por apresentar a causa que afeta o resultado do processo de experimentação (Wohlin et al., 2000). Por outro lado, as **variáveis dependentes** estão associadas à saída do processo de experimentação. O valor apresentado pela variável dependente, causado pelos fatores do experimento é chamado de resultado. Alguns exemplos citados por Amaral (2003) de variáveis dependentes são: o número de defeitos por linha de código, o número de falhas por tempo de execução e o número de horas gastas pela equipe de desenvolvimento para dar manutenção em seu software.

De acordo com Juristo e Moreno (2000) o **objeto** no contexto de experimentação é o elemento usado para verificar o relacionamento entre causa-efeito de uma teoria. Ele possui a instrumentação necessária para a realização do experimento. As pessoas selecionadas do conjunto da população de interesse para conduzir o experimento, são chamadas de **participantes**. O **contexto do experimento** refere-se às condições em que aquele experimento será executado. Se o experimento é realizado em ambiente de experimentação simulado ou é realizado em ambiente de experimentação real. Se o experimento está sendo realizado por profissionais ou alunos e se o problema é de sala de aula ou real e, ainda, se o problema é específico ou geral. Para o projeto do estudo, é necessário definir: as metas do experimento; os parâmetros a serem fixados e; à quais fatos e alternativas a unidade experimental está sujeita.

As terminologias explicadas nesta seção estão diretamente relacionadas ao processo de experimentação. Um processo de experimentação que possua formalidades como estabelecido por Juristo e Moreno (2000) deve ser dividido nas seguintes atividades conforme apresentado na Figura 3.1:

1. **definição de objetivos da experimentação:** definição das hipóteses;
2. **planejamento de experimentos:** realização de um tipo de plano, conforme as condições do contexto sob as quais o experimento será executado;
3. **execução dos experimentos:** a execução é realizada como indicado no projeto.
4. **análise dos resultados:** uma vez executado o experimento, a análise é realizada sobre os dados coletados a fim de verificar os resultados.

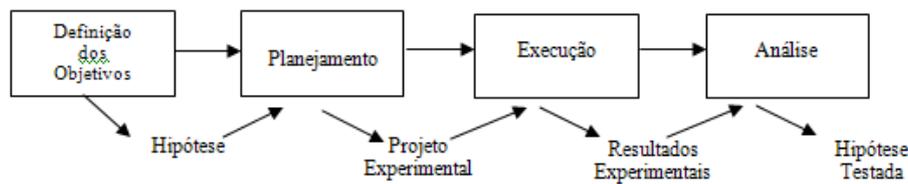


Figura 3.1: Processo de Experimentação
(Juristo e Moreno, 2000)

Após ter passado pelo processo de experimentação, o experimentador deve preparar o experimento para possivelmente ser repetido. No entanto, as informações dos experimentos como: objeto de estudo, propósito, foco, perspectiva, contexto, hipóteses e variáveis devem ser armazenadas em pacotes de experimentos. Esses pacotes podem ser modelados por diagramas de pacote UML e de classes, e além de armazenar essas informações, agregam dados relacionados a conceitos de mesmo nível de abstração, podendo assumir a representação de um conjunto de documentos/informações relacionadas a um experimento ou um conjunto de participantes que necessitam ter acesso a esses documentos (do Amaral, 2003). Um determinado experimento deve usar um método experimental. Na Seção 3.4 apresentam-se as abordagens utilizadas na experimentação bem como a descrição dos métodos e classificações existentes.

3.4 Métodos de Pesquisa em Engenharia de Software

A experimentação pode ser vista como um grupo de participantes que realiza alguma tarefa, preenchendo questionários para posterior coleta e a análise dos dados pelo experimentador. Essa certamente é uma abordagem de experimentação, no entanto, Zelkowitz e Wallace (1998) afirmam que existem outras que podem ser agrupadas, de modo geral, em quatro categorias:

1. **método científico:** utilizado por cientistas que desenvolvem uma teoria para explicar um fenômeno, propõem hipóteses e testam suas variações. No teste das variações da hipótese, dados são coletados a fim de aceitar ou rejeitar a hipótese;
2. **método de engenharia:** engenheiros desenvolvem e testam soluções para hipóteses. Baseados nos resultados dos testes, a solução é melhorada até que as melhorias não sejam mais necessárias;
3. **método experimental:** métodos estatísticos são propostos como meio de validar hipóteses. Diferente do método científico, pode não haver uma teoria descrevendo as hipóteses. Por meio de estudos de casos ou experimentos, dados são coletados a fim de verificar a hipótese;
4. **método analítico:** uma teoria formal é desenvolvida e resultados derivados desta teoria podem ser comparados com as observações experimentais.

Ao analisar suas diferenças como também similaridades, é possível entender que o propósito comum desses métodos é a coleta de dados em um processo, seja ele de desenvolvimento de software, de um produto ou de ambos. Zelkowitz e Wallace (1998) consideram que abordagem mais adequada para a experimentação em engenharia de software seja o método experimental, pois sua proposição e avaliação são realizados por experimentos. Entretanto, na decisão de qual abordagem utilizar, deve-se considerar a compreensão do que se deseja analisar como também dos resultados que, possivelmente, serão obtidos para assim escolher o método mais adequado.

3.4.1 Abordagens para Execução de Estudos Empíricos

É possível encontrar dois paradigmas para executar estudos empíricos: abordagem quantitativa e abordagem qualitativa. Segundo Juristo e Moreno (2000), pesquisas quantitativas comparam dois grupos a fim de identificar benefícios mensuráveis do uso de um determinado método ou ferramenta. Um exemplo da abordagem quantitativa é determinar, como melhorar a produtividade de um programador usando uma nova linguagem de programação. Este estudo pode ser dirigido por hipóteses e suas conclusões são derivadas de testes estatísticos aplicados sobre as observações dos fenômenos em questão. Os dados coletados dos estudos quantitativos são sempre valores numéricos que, com o uso de métodos matemáticos, rendem resultados formais identificando causa-efeito.

A abordagem investigativa qualitativa, por sua vez, examina objetos em seu ambiente natural. Procura interpretar um fenômeno baseado nas explicações que as pessoas têm

desse fenômeno Miles (1994) apud (Juristo e Moreno, 2000). Desse modo, para que seja possível determinar por que a produtividade dos programadores aumentou e por que os dados unidos são mais atrativos para os programadores, deve-se realizar uma pesquisa qualitativa. Este estudo estaria preocupado com aspectos como a lógica dos programas e como essa lógica é similar ao raciocínio humano. Os dados que são coletados dos experimentos quantitativos e qualitativos, normalmente são compostos de textos, imagens e gráficos.

Seja um estudo experimental quantitativo ou qualitativo, sua abrangência pode ser categorizada de duas maneiras: estudo *in-vitro* e estudo *in-vivo*. Segundo Basili (1996) e Juristo e Moreno (2000), estudo *in-vitro* é conhecido como o estudo de laboratório. Esses estudos são realizados em um ambiente de condições estritamente controladas, com pessoas que representam a população de interesse. São apropriados para confirmar as teorias, confirmar o conhecimento convencional, explorar os relacionamentos, avaliar a predição dos modelos ou evidenciar as medidas. Características determinantes do estudo *in-vitro* é o controle total sobre o processo e as variáveis e, a possibilidade do processo ser repetido em outros laboratórios para que o novo conhecimento seja considerado válido. O estudo *in-vivo* caracteriza-se por ser um experimento executado no mesmo local onde foi projetado. De acordo com Basili apud (do Amaral, 2003), um projeto pode envolver uma equipe de desenvolvedores ou múltiplas equipes. Um experimento pode envolver um projeto ou múltiplos projetos. Esse estudo envolve as pessoas de seu próprio ambiente de trabalho cuja atividade realizada será avaliada pelos experimentadores.

3.4.2 Estratégias para investigação de estudos empíricos

Existem várias estratégias de estudos conforme apresentada em Zelkowitz e Wallace (1998), Juristo e Moreno (2000). Nesse trabalho, é abordada a classificação adotada por (Juristo e Moreno, 2000) pelo fato de ser objetiva, abrangente e suficiente para a contextualização dos possíveis métodos de pesquisa a serem utilizados neste trabalho, a saber:

- **surveys**: tem como objetivo distinguir quais dentre muitas variáveis afetam outras variáveis. Pesquisa em *surveys* devem fornecer conhecimento de variáveis que afetam determinadas características do processo ou dos produtos. O *survey* é uma pesquisa executada em retrospecto que é conduzida quando técnicas ou ferramentas já foram utilizadas. Esses estudos são considerados tediosos, porém com investigações que somam conhecimentos valiosos na engenharia de software;

- **experimento:** tem como objetivo descobrir um modelo empírico que descreve como variáveis afetam outras variáveis. Depois de descobrir quais variáveis afetam outras variáveis, o passo seguinte é saber a relação entre seus valores. No experimento, variáveis apontam que alternativas devem ser comparadas para assim, escolher a melhor variável a ser utilizada afim de otimizar uma resposta. Comumente chamado de experimento controlado, faz o uso de um plano experimental composto por participantes, tratamentos, hipóteses, comparações e na maioria são executados em laboratórios;
- **estudo de caso:** possui a característica de monitoramento de projetos, atividades e atribuições. Por meio da observação, seu objetivo é verificar o relacionamento entre variáveis diferentes a partir de um atributo específico. Possui baixo nível de controle sobre a medição das variáveis, podendo ser escolhido quando deve responder as questões de “como” e “por que” aquela teoria e/ou abordagem é colocada.

3.5 Plano Experimental

A realização de experimentos é uma tarefa intensiva que precisa de correto planejamento e execução (Wohlin et al., 2000). Um instrumento importante para a realização de um experimento é o plano experimental. Um plano experimental é um documento planejado pelo “experimentador” cujo objetivo é definir e planejar as ações que serão realizadas durante a execução do experimento. Além disso, o plano experimental deve apresentar informações de qual método de pesquisa será utilizado, qual abordagem e também quais estratégias de estudo serão utilizadas. Contudo, no plano experimental deve se estabelecer as respostas para as seguintes questões:

- qual o objeto de estudo? Com que objetivo será feita a análise?
- com relação a quê? Do ponto de vista de quem e em que contexto se deseja fazer a análise?
- quem serão os participantes, como eles foram escolhidos e como serão organizados no experimento? Descrever como foi realizada a seleção dos participantes, assim como a forma que estão organizados no experimento.
- qual sua hipótese nula e alternativa? Quais são as variáveis de seu estudo? Apresentar o entendimento de respsta assim como os fatores, hipótese nula e alternativa baseando-se nas váriáveis estabelecidas.

- quais os procedimentos a serem seguidos pelos participantes? Descrever em detalhes, quais serão os procedimentos que serão executados durante e após a execução de experimento. Essa descrição deve abordar também como os dados serão coletados;
- quais mecanismos de análise serão utilizados? De acordo com os grupos estabelecidos, o experimentador deve descrever que testes estatísticos serão utilizados para traçar conclusões sobre os dados coletados.

3.6 Considerações Finais

Esse capítulo apresentou uma revisão bibliográfica sobre engenharia de software experimental, discutindo seus conceitos, métodos de pesquisa e abordagens utilizadas. Embora a revisão bibliográfica esteja focada nos conceitos necessários à compreensão dos propósitos deste trabalho, procurou-se abordar assuntos que levassem à realização de experimentos em engenharia de software. Inicialmente, se discutiu sobre a importância da aplicação de experimentos em métodos, técnicas e teorias a fim de explorá-las para conseguir menor custo, confiança, rapidez e segurança em atividades como o desenvolvimento de software. Na sequência foram apresentados os benefícios proporcionados pela engenharia de software experimental. As terminologias e seus conceitos como hipótese, variáveis, objeto, contexto de experimentos e outros, foram estabelecidos para a compreensão do processo de experimentação.

O processo de experimentação composto por quatro fases (definição dos objetivos, planejamento, execução e análise) firma uma formalidade na execução de experimentos. Os diferentes métodos de pesquisas e abordagens experimentais apresentadas apontam para direcionar o ambiente como também o tipo de experimento a ser realizado. Desta forma, foram apresentados os quesitos necessários para conhecimento em engenharia de software experimental, de maneira a indicar as necessidades para a realização de um experimento.

Para a realização do primeiro experimento descrito nesta dissertação, optou-se por utilizar o processo de experimentação estabelecido por Juristo e Moreno (2000), aplicado na abrangência de estudos *in-vitro*. Com a escolha do método experimental, identifica-se ser mais adequado utilizar a estratégia de pesquisa classificada como experimento, analisado no paradigma quantitativo. Para o segundo experimento, realizou-se uma pesquisa de opinião aplicada com empresários da cidade de Maringá e Dois Vizinhos.

Um experimento inicia-se quando seu plano experimental está estabelecido, cuidadosamente analisado e concluído. A coleta de dados dos participantes acontece durante a

realização do experimento, para que conclusões sejam alcançadas e apresentadas com a interpretação dos dados. Contudo, fica evidente que todo experimento deve ser realizado baseado no plano experimental. Ao passo que as atividades e tratamentos estão descritos e o experimento realizado em conformidade com o plano, esse último servirá de instrumento para tomada de decisão em eventos inesperados. O próximo capítulo apresenta dois experimentos realizados sobre a abordagem estabelecida por (Fantinato, 2007), e analisa seus resultados. Estes resultados são importantes para o desenvolvimento do meta-modelo de artefatos proposto e também para a concepção dos procedimentos e diretrizes de apoio a execução de experimentos em processo de negócio no contexto do projeto InfraPro (Gimenes, 2006).

Experimentos Realizados

4.1 Considerações Iniciais

Este capítulo apresenta dois experimentos que utilizam como objeto de estudo uma abordagem baseada em característica para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Um estudo realizado em ambiente acadêmico e outro em ambiente empresarial. As lições aprendidas a partir desses experimentos, tornarão possível a concepção de um conjunto de procedimentos e diretrizes para apoiar a realização de experimentos em processos de negócio. Além disso, foi concebido um meta-modelo de artefatos utilizados na realização dos experimentos. Este capítulo apresenta o plano experimental, sua organização e os resultados atingidos com a realização dos dois experimentos. Um plano experimental foi criado para a execução dos dois experimentos. Sua descrição e execução foram realizadas conforme indicações de Wohlin et al. (2000) e Shull et al. (2001), utilizadas por Barros (2001), do Amaral et al. (2002). Este capítulo está organizado em quatro 4 (quatro) seções. A Seção 4.2 apresenta uma visão geral dos experimentos abordando sua definição, procedimentos e validação. A Seção 4.3 e também a Seção 4.4 definem experimentos descrevendo os elementos importantes como objeto, objetivo, foco, contexto, planejamento, mecanismos de análise e validação. Na Seção 4.5 e também na Seção 4.6 os resultados dos 2 (dois) experimentos são analisados, exibidos e discutidos. As lições aprendidas sobre os experimentos são descritas nas considerações finais representada pela Seção 4.7.

4.2 Visão Geral dos Experimentos

Foram realizados 2 (dois) experimentos. O primeiro realizou-se em laboratório com quinze (15) participantes do meio acadêmico. O segundo experimento, caracteriza-se por uma pesquisa de opinião com 8 empresários da cidade de Maringá e Dois Vizinhos. No contexto de contratos eletrônicos, do ponto de vista do pesquisador e também dos empresários, os experimentos tiveram o objetivo de caracterizar a viabilidade e relevância de uso da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. O experimento realizado com participantes do meio acadêmico teve a abrangência de estudos *in-vitro*, e o paradigma de estudo quantitativo, contando com a participação de estudantes de graduação em informática da UEM (Universidade Estadual de Maringá), estudantes de mestrado em ciência da computação também da UEM e mestres já formados pela mesma universidade. O experimentador utilizou o Laboratório de Engenharia de Software (LES) para o treinamento e realização do experimento. Os recursos tecnológicos usados para a realização do treinamento como também do estudo foram respectivamente 1 (um) computador com projetor multimídia e quatro 4 (quatro) computadores utilizados pelos participantes do primeiro experimento.

O domínio escolhido para o experimento foi o de negociação de passagens para uma Agência de Viagens contendo os seguintes serviços: **Inclusão de passagens, Consulta de Passagens, Remoção de Passagens, Atualização de dados e Cancelamento de Voos**. As características dos serviços foram modeladas na ferramenta *FeaturePlugin* e disponibilizadas para cada participante. Essas características foram derivadas de serviços Web de um domínio de agência de viagens. Os participantes foram orientados a exercer o papel de “negociador de contratos eletrônicos” para serviços Web. Nesta função, ele deve selecionar as funcionalidades a serem utilizadas pela organização que desejava contratar serviços eletrônicos. A Figura 4.1 apresenta o modelo de característica modelado com seus respectivos grupos de serviços.

Cada participante do primeiro estudo fez o uso do termo de compromisso e dois questionários, a saber: Q1 - para a identificação da experiência dos participantes em relação aos assuntos que seriam abordados no experimento (Apêndice A); Q2 - para identificação das dificuldades e vantagens de utilização dessa abordagem por participantes da academia (Apêndice B). Os mecanismos de análise utilizados foram a abordagem de estatística descritiva e também o teste estatístico não-paramétrico qui-quadrado.

Para o segundo experimento, utilizou-se o mesmo questionário (Q1) para a coleta de dados referentes a experiência dos participantes, e o questionário Q3 (Apêndice C) para a identificação da recepção do empresário em relação a possibilidade de uso da

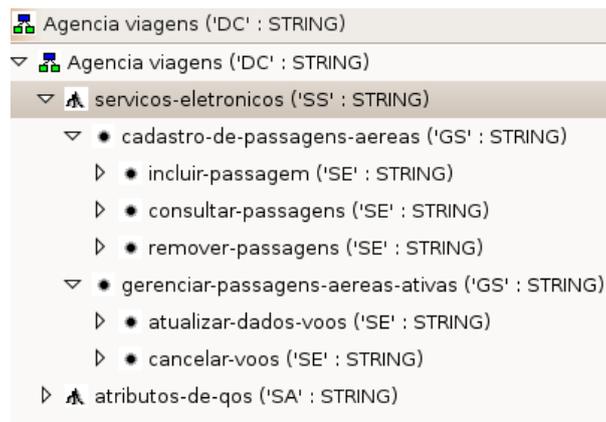


Figura 4.1: Grupo de serviços Web modelados e utilizados para o experimento

abordagem. Neste experimento, a cada entrevista realizada, o participante recebia uma explicação individual da abordagem, apresentando seus benefícios, vantagens e limitações, assim como uma explanação dos assuntos que a envolve. A explicação foi apoiada por figuras, textos e exemplo de aplicação. Assim que o participante entendia o processo de estabelecimento de contratos eletrônicos realizado pela abordagem, o questionário de experiência e, também, o questionário de coleta de dados (Q3) eram respondidos. Para este experimento utilizou-se também a estatística descritiva e o teste estatístico não-paramétrico qui-quadrado. Para os dois experimentos, os mecanismos de validação são apresentados na Seção 4.3 no qual se define o experimento.

4.3 Definição do Experimento I

A estrutura apresentada a seguir está baseada na abordagem GQM¹(Basili et al., 1994) e define o objetivo do experimento, conforme segue:

Analisar a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web

Com o propósito de caracterizar a viabilidade e relevância de uso

Referente aos ganhos obtidos por sua utilização e as dificuldades de sua utilização

Do ponto de vista do experimentador e do participante

No Contexto de estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web

¹Do Inglês *Goal Question Metric*

Os itens apresentados abaixo estão de acordo com indicações de Wohlin et al. (2000) e Shull et al. (2001) e faz uma completa descrição do experimento.

Objeto de Estudo: a abordagem baseada em modelo de características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, conforme proposta em (Fantinato, 2007).

Objetivo: caracterizar a viabilidade e relevância de uso da abordagem baseada em modelo de características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web.

Foco de Qualidade: os ganhos obtidos pela utilização da abordagem proposta, medidos por meio da facilidade e simplicidade, como também pelas dificuldades encontradas por seus usuários em seu entendimento e utilização.

Contexto Global: atualmente, o estabelecimento de contratos eletrônicos é uma atividade desencorajadora devido à complexidade encontrada em seu processo e ao grau de conhecimento exigido para sua concepção. O desenvolvimento de uma abordagem para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web apresenta-se como uma contribuição à academia e às empresas. Entretanto, faz-se necessária uma investigação que busque caracterizar, evidenciar, avaliar, prever e melhorar esta abordagem. No projeto InfraPro são propostas técnicas e ferramentas de apoio ao gerenciamento de processos de negócio baseados nos conceitos de linha de produto e aspectos. Um dos seus objetivos é realizar estudos experimentais sobre sua infraestrutura. Dessa forma, estes experimentos contribuem para a concepção de uma abordagem para apoiar a execução de estudos experimentais em processos de negócio.

Contexto Local: Este experimento foi realizado em ambiente de experimentação simulado e controlado pelo experimentador. No ambiente *in-vitro*, este estudo visa a produzir dados a fim de avaliar a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Com estes dados será possível identificar os ganhos obtidos com a utilização da abordagem, e conceber uma abordagem para aplicação de estudos experimentais nos trabalhos do projeto infraPro.

Treinamento: Para os participantes foi oferecido treinamento realizado em uma sessão única, em uma sala de aula, com duração estimada de uma (1) hora. O treinamento foi organizado em dois momentos. No primeiro momento, realizou-se uma exposição geral sobre serviços Web focando no cenário existente de estabelecimento de contratos eletrônicos sem o uso de uma abordagem. Em seguida, realizou-se uma apresentação sobre a abordagem baseada em modelo de características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. No segundo momento, apresentou-se um exemplo com

todos os estágios da abordagem e seus artefatos a fim de obter melhor compreensão por parte dos participantes. A partir de então, discussões sobre as dúvidas referente à utilização da abordagem foram esclarecidas.

Instrumentação: os instrumentos utilizados durante a execução do estudo foram: (i) os serviços Web já prontos com suas características modeladas pela ferramenta *FeaturePlugin* (ii) as especificações da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, apresentando seus estágios e detalhes; (iii) 3 três questionários a serem respondidos (Q1 - Questionário para identificação de experiência dos participantes; Q2 - Questionário para identificação de vantagens e dificuldades no uso da abordagem por participantes de academia e; Q3 - Questionário para identificação de vantagens e dificuldades no uso da abordagem por participantes de empresas) e; (iv) um termo de compromisso que explica e firma o comportamento do participante durante o processo de experimentação. Para evitar ameaças de validade, na execução desse experimento não foi usado todo o conjunto de ferramentas *FeatureContract* como foi usado na abordagem, apenas a *FeaturePlugin* para apoio à elaboração de modelos de características e suas configurações.

Hipótese Nula: determina que a utilização da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos não produz benefícios no estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Isso significa que não existem vantagens e diferenças significativas na facilidade de utilizar a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, comparada com abordagens *ad-hoc*.

Hipótese Alternativa: A hipótese alternativa determina que os participantes ao utilizarem a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, terão resultados superiores em relação aos participantes que utilizarem procedimentos *ad-hoc*. Desta forma, essa hipótese se traduz em mais facilidade para o estabelecimento de contratos eletrônicos e viabilidade de uso da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos.

Variáveis Independentes: as variáveis independentes desse estudo são: (i) a abordagem baseada em modelo de características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web; (ii) a experiência dos participantes e; (iii) a ferramenta *Feature Modeling Plugin*.

Variáveis Dependentes: as variáveis dependentes desse estudo são: (i) a facilidade de uso da abordagem; (ii) a vantagem em relação a abordagens anteriores; (iii) a viabilidade em relação ao custo/benefício comparado ao cenário modo texto de aplicação de contratos eletrônicos.

Organização dos Grupos: todos os participantes receberam os mesmos tratamentos e os mesmos instrumentos para a experimentação. O primeiro experimento, realizou-se em 3 (três) grupos de 4 (quatro) pessoas e 1 (um) grupo de 3 (três) pessoas devido às limitações de ambiente e hardware disponível para essa atividade. O papel principal dos participantes do experimento foi de configurar as características dos serviços Web apresentados e seus atribuídos de qualidade. Para o segundo experimento não houve organização de grupos, apenas a pesquisa de opinião.

Procedimentos de Participação: cada experimento possui seus procedimentos. O primeiro procedimento foi seguido pelos participantes que utilizaram a abordagem baseada em característica para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, no estudo controlado no LES. Cada participante recebeu as descrições dos serviços Web bem como seus modelos de características, além da ferramenta *FeaturePlugin*. Os participantes realizaram o experimento sendo observado e acompanhado pelo experimentador, seguindo os passos para sua correta participação, a saber:

1. assinar um termo de compromisso com o experimento de maneira que sua participação esteja de acordo com a ética, responsabilidade e compromisso em realizar o estudo;
2. responder um questionário que caracterize seu grau de estudo, conhecimento e experiência em processos de negócio, serviços Web e contratos eletrônicos;
3. fazer o uso de um computador que contenha a plataforma eclipse e ferramenta *FeaturePlugin* instalada, assim como os serviços Web descritos para sua compreensão;
4. receber e fazer o uso das características dos serviços modelados para serem configurados;
5. fazer a configuração do modelo de característica como também suas características de qualidade de serviço;
6. salvar as configurações estabelecidas no arquivo de características;
7. receber e responder ao questionário de dificuldades elaborado pelo experimentador;
8. entregar todos os documentos utilizados por ele durante o experimento;

O experimentador acompanhou e observou o processo de configuração das características recolhendo os questionários e mantendo o histórico das configurações das características realizadas pelos participantes.

Mecanismos de Análise: inicialmente foi realizado um teste de proporção para a tomada de decisão da aceitação ou negação da hipótese nula apresentada. Em seguida, foi utilizado o teste não-paramétrico Qui-quadrado para Independência. Aplica-se este teste para verificar se há diferença significativa entre diversos grupos, ou se as diferenças observadas são devidas ao acaso (Downing e Clark, 2006). Neste caso, têm-se os indivíduos experientes e também os não experientes que usam o mesmo objeto de estudo. Após a aplicação do teste, se o valor de Qui-Quadrado calculado for menor do que o valor de Qui - Quadrado da tabela com $(r-1)X(s-1)$ graus de liberdade ao nível de significância estabelecido, onde “r” é o número de linhas e “s” o número de colunas, será possível concluir que o grau de dificuldade ou facilidade para a nova abordagem independe do nível de experiência do pesquisado.

Validação Interna: a validade interna de um experimento é definida como a capacidade de um novo experimento repetir o comportamento do experimento atual com os mesmos participantes e objetos com que ele foi realizado. O número de participantes em cada período de realização do estudo e possíveis trocas de informações entre os participantes podem ser consideradas inexistentes, pois o estudo foi realizado em grupo de quatro (4) pessoas apenas e acompanhado pelo experimentador, portanto a validade interna é suficiente.

Validação Externa: a validade externa mede a capacidade do estudo de refletir o mesmo comportamento em outros grupos de participantes e profissionais de empresas, isto é, em outros grupos além daquele em que o estudo foi aplicado. Entende-se que um problema em relação à validade externa do estudo é a falta de interesse dos participantes no experimento. Alguns indivíduos podem realizar o estudo sem responsabilidade, sem interesse real pela pesquisa. Porém, esforços foram adotados para que a importância do comprometimento com o estudo seja mantido. Nesse sentido, acreditamos que a validade externa é considerada suficiente, uma vez que se pretende avaliar os benefícios oferecidos pela abordagem após a utilização da mesma por cada participante.

Validação de Construção: essa validade refere-se à relação entre os instrumentos, participantes e a abordagem baseada no modelo e características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Esperando que os grupos que participaram do experimento permitirão coleta de dados diferentes, será possível identificar a influência da experiência em relação aos resultados alcançados. Este estudo não visa avaliar nenhuma correção da abordagem, mas a capacidade de utilização desta no estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web.

Validação de Conclusão: a validade de conclusão tem como objetivo medir a relação entre os tratamentos e os resultados, apresentando a capacidade do estudo em gerar

conclusões. Para auxílio, serão realizados mecanismos de análise estatística, utilizando o teste estatístico *Qui-quadrado*, com nível de significância de 0,10 (dez por cento) que levam a conclusões sobre os valores obtidos.

4.4 Definição do Experimento II

Este experimento caracterizou-se por uma pesquisa de opinião realizada após a conclusão do primeiro experimento. A diferença deste para o estudo anterior está nos participantes, na organização e instrumentos utilizados. Optou-se por realizá-lo para se ter uma visão empresarial sobre a abordagem além da visão acadêmica. Esse estudo é independente do anterior, porém possui os mesmos propósitos com participantes diferentes.

Os participantes totalizaram oito indivíduos representados por seis profissionais graduados que trabalham em empresas de desenvolvimento de software da cidade de Maringá - PR e dois profissionais com grau de mestre da cidade de Dois Vizinhos - PR. Este experimento foi realizado no contexto *in-vivo* e os dados produzidos serão utilizados para comparar com o experimento *in-vitro*.

Para os participantes deste segundo experimento não houve treinamento, realizou-se uma apresentação individual da abordagem auxiliada por textos, figuras e esclarecimento de dúvidas dos participantes. Também foram abordados, nessa apresentação, os cenários existentes e os conceitos relacionados ao estabelecimento de contratos eletrônicos. Os instrumentos utilizados durante a execução do experimento foram: (i) um documento que abordava a abordagem apresentando objetivo, estágios, ferramentas utilizadas, artefatos produzidos, vantagens, desvantagens e limitações; (ii) dois questionários a serem respondidos, Q1 - para identificação da experiência dos participantes, e Q3 - para identificação das dificuldades e das vantagens de utilização dessa abordagem. Para as hipóteses desse experimento, foram utilizadas as mesmas do primeiro estudo.

O procedimento seguido pelos participantes do segundo experimento foi o seguinte:

1. o participante assina o termo de compromisso do experimento;
2. o experimentador explica o contexto e objetivo na qual a abordagem se propõe;
3. o experimentador entrega os questionários;
4. o participante responde e devolve-os.

4.5 Análise dos Resultados - Experimento I

Conforme discutido na Seção 4.3, utilizou-se o questionário Q1 para a coleta de dados referente à experiência de cada participante nas áreas de conhecimento envolvidas no experimento. A experiência do participante deve ser conhecida para se discutir sua influência nos resultados do experimento. Para o primeiro experimento, que contou com a participação de pessoas do meio acadêmico, foi constatado que em uma população de 15 (quinze) participantes, 11 (onze) são alunos de mestrado, nesse estudo chamados de mestrandos. A Tabela 4.1 apresenta a quantidade de participantes relacionando-os com suas experiências.

Tabela 4.1: Dados da Experiência dos Participantes

Área/Conhecimento	Nunca	Parte	Todo
Serviços Web	9	4	2
Processo de Negócio	7	6	2
Contratos Eletrônicos	14	1	0

Os dados foram refinados para identificar por área de conhecimento (Serviços Web, Processos de Negócio e Contratos Eletrônicos) a quantidade de participantes que possuíam experiência em pelo menos uma área ou em todas as áreas. As colunas da Tabela 4.1 indicam o quanto o participante conhece ou desconhece essas áreas, medidos pelas palavras chaves **Nunca** que representa o total desconhecimento do assunto, **Parte** que indica o conhecimento do assunto por meio de estudos acadêmicos, e **Todo** que reconhece que o conhecimento é comumente usado em suas atividades diárias. Na Tabela 4.1, é possível visualizar ainda a grande diferença de conhecimento entre os participantes que desconhecem os assuntos e os que reconhecem como atividades comumente realizadas. Os dados podem ser melhor visualizados na Figura 4.2, exibidos em barras e representa a quantidade, em porcentagens, de pessoas com experiência em serviços Web, processo de negócio e contratos eletrônicos.

Ao observar a Figura 4.2, identificamos que 60% dos participantes nunca desenvolveram serviços Web, 47% nunca modelaram um processo de negócio e 93% deles nunca estabeleceram contratos eletrônicos. Aos que informaram que implementaram serviços Web, modelaram processo de negócio e estabeleceram contratos eletrônicos, ficaram as porcentagens de 27%, 40% e 7%. Embora tivessem participantes experientes (13%) que já desenvolveram serviços Web e que modelaram processos de negócio, sendo ambas atividades diárias de trabalho, a disparidade de experiência entre estes e os participantes sem experiência, é significativamente relevante.



Figura 4.2: Experiência dos participantes

Para a realização do experimento, foi necessário testar a hipótese nula. Conforme apresentado na Seção 4.3, a hipótese nula determina que a utilização da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos não produz benefícios no estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Orientando-se pela hipótese nula, têm-se a seguinte situação: não faz diferença entre usar abordagens *ad-hoc* comparadas a abordagem baseada em modelo de características, pois os ganhos apresentados por elas serão os mesmos, sendo 50% de chances para aceitação assim como para rejeição da hipótese nula. Acredita-se que para considerar a abordagem vantajosa, será necessário uma aprovação com nível de significância superior a 10%. Desta forma, temos a estatística:

$$Z = \frac{p' - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

Considerando os seguintes dados:

$$Z = \frac{0.866 - 0.500}{\sqrt{\frac{0.50(1-0.50)}{15}}} = \frac{0.366}{0.129} = 2.837$$

Utilizando teste para proporção populacional foi possível testar a hipótese. Como não há dados de outros experimentos sobre essa abordagem, não foi possível ter um valor da representação p' já utilizado que representa a proporção da população baseada em um histórico já existente. O valor 0.866 representado refere-se à porcentagem de participantes que afirmaram que a abordagem é vantajosa quando responderam o questionário de

dificuldades preenchidos por eles. Identificando o valor de significância de 10% na tabela de distribuição do teste *t student*, o valor da proporção atingido pelo teste deve ser superior a 1.282. Como o valor atingido foi de 2.837, conclui-se que a Hipótese Nula é rejeitada em favor da Hipótese Alternativa ser de nível de significância de 10%, isto é, a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos provoca resultados superiores a cinquenta por cento (50%), portanto, hipótese alternativa aceita.

Os dados coletados do questionário Q2 representam as respostas dos participantes e são apresentados na Tabela 4.2. Optou-se por fazer um refinamento nas respostas, de maneira que apresentam-se somente as alternativas selecionadas.

Tabela 4.2: Dados dos participantes do Estudo Experimental - I

Assunto	Qtde/Part	Resposta	Porcentagem
Em relação a suficiência do treinamento	10	O treinamento foi suficiente	66%
	5	Foi suficiente, porém precisou de ajuda	33%
Em relação ao entendimento e facilidade que a abordagem proporciona	9	Abordagem é fácil e simples de usar	60%
	6	Não é fácil e simples de usar	40%
Em relação à quem a abordagem é vantajosa	1	Fornecedor de Serviços Web	6.6%
	3	Estabelecedor de Contratos Eletrônicos	20%
	11	Para todas as partes envolvidas do Processo de Negócio	73.3%
Em relação a viabilidade de utilização	15	Viável, utilizaria a abordagem novamente	100%
Em relação ao uso da abordagem como sendo vantajosa comparando-a com o modelo antigo	13	Abordagem vantajosa com resultados bem superiores ao modelo antigo	86%

Na Tabela 4.2 observam-se as variáveis de resposta e a quantidade de afirmações feitas pelos participantes com suas respectivas porcentagens. Fica evidente que pelo menos para 66% dos participantes, o treinamento aplicado no pré-estudo experimental foi suficiente, possibilitando sua realização sem dificuldades. Notou-se também que para 33% do total dos participantes, o treinamento não foi suficiente, pois foi preciso ajuda para a realização da configuração das características para os contratos eletrônicos para serviços Web. A Tabela A.1 apresenta esses dados em detalhes.

É possível notar a disparidade entre os participantes não experientes que afirmaram que o treinamento foi suficiente para a realização das atividades a serem executadas no experimento, comparado ao número de participantes que informaram a insuficiência do treinamento. Pelo menos 8 (oito) dos participantes acreditaram que o treinamento possibilitou conhecimento sobre o contexto no qual a abordagem está inserida e também

Tabela 4.3: Frequências observadas - Suficiência do Treinamento

Treinamento não suficiente			
	SIM	NÃO	TOTAL
Experientes	2	1	3
Não Experientes	8	4	12
Total	10	5	15

sobre os estágios que esta compreende para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web. Uma vez entendendo esses estágios, puderam visualizar seus respectivos artefatos gerados para a concepção do contrato eletrônico. Ainda entre os participantes não experientes no assunto, pelo menos 4 (quatro) deles afirmaram que o treinamento foi insuficiente para a realização do experimento. Dos participantes experientes, a situação ficou semelhante. Dois deles afirmaram a suficiência e um a insuficiência do treinamento. Sendo assim, considerando os participantes inexperientes serem em maior número (doze), e que o número de participantes que afirmaram que o treinamento foi suficiente é o dobro do número de participantes que afirmaram o treinamento ser insuficiente 4 (quatro), acredita-se na suficiência do treinamento.

Na Tabela 4.2 mostrou-se que 40% dos participantes apresentam dificuldades no uso da abordagem, opinando que não é fácil e não é simples de usar a abordagem. Entretanto, é necessário fazer a relação dos indivíduos experientes e não experientes que apresentaram e não apresentaram dificuldades quanto à nova abordagem. As frequências observadas são apresentadas na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Frequências observadas - Apresentaram dificuldades quanto a nova abordagem

	SIM	NÃO	TOTAL
Experientes	0	2	2
Não Experientes	6	7	13
Total	6	9	15

Utilizando-se do teste qui-quadrado para identificar a diferença entre os grupos, é necessário conhecer também as frequências esperadas para cada resposta do grupo (experientes e não experientes que apresentam e não apresentaram dificuldades). Foi possível identificar que 0.8 dos participantes experientes apresentariam dificuldades, e 1.2 deles não apresentariam dificuldades. No grupo dos participantes não experientes, identificou-se que 5.2 deles apresentariam dificuldades e que 7.8 deles não apresentariam dificuldades. Uma vez realizado o cálculo, o teste qui-quadrado obteve um valor de 1.53. Sabendo

que o grau de liberdade é 1 (um), que o valor de qui-Quadrado calculado é menor do que o estabelecido na tabela padrão (2.71) em nível de significância de 10%, e embora a porcentagem de 40% ser significativa, foi possível concluir que o grau de facilidade de uso da abordagem independe do nível de experiência do participante.

Outra variável de resposta desse experimento é a identificação da vantagem da abordagem baseada em modelo de característica, em relação a abordagens *ad-hoc* até então utilizada (modo texto). Na Tabela 4.2 é possível identificar 86% dos participantes julgaram a abordagem vantajosa. Em detalhes na Tabela 4.5 apresentam-se os participantes experientes e não experientes que julgaram e não julgaram a abordagem ser vantajosa.

Tabela 4.5: Frequências observadas - Julgaram a abordagem ser vantajosa

	SIM	NAO	TOTAL
Experientes	2	0	2
Não Experientes	11	2	13
Total	13	2	15

As frequências esperadas para o participante experiente e que considera a abordagem vantajosa e não vantajosa respectivamente é de 1,73 e 0.26. Para os participantes não experientes que consideram a abordagem vantajosa têm-se a frequência esperada de 11.26, e para os que não consideram o valor é de 1,73. Observa-se então uma diferença mínima entre as frequências, entretando, o fato é que o cálculo do qui-quadrado resulta em 0.34, um valor baixíssimo comparado ao valor crítico da tabela padrão do qui-quadrado em seu nível de significância de 10%. Dessa forma, com quase totalidade de certeza, é possível afirmar que a abordagem baseada em modelo de característica para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, apresenta vantagens superiores a abordagens *ad-hoc*.

Este experimento coletou dados que pudessem dizer à quem se faz necessário as vantagens apresentadas pela abordagem. A Tabela 4.2 mostra esses dados. Para melhor identificar a disparidade existente entre os participantes que afirmaram que a abordagem é vantajosa para todas as partes envolvidas no processo de negócio, comparado aos participantes que afirmaram que a abordagem é vantajosa para o fornecedor / estabelecedor de serviços Web, a Figura 4.3 é apresentada.

Entre os quinze (15) participantes deste experimento, apenas uma pessoa representando 6% do total, afirmou que a abordagem é vantajosa para o fornecedor de serviço Web, pois teria facilidades na configuração dos serviços Web e seus atributos de qualidade que seriam seguidos por organizações parceiras. Um total de 20% afirmam ainda que é do negociador a vantagem de utilizar a abordagem, pois sendo ele o responsável

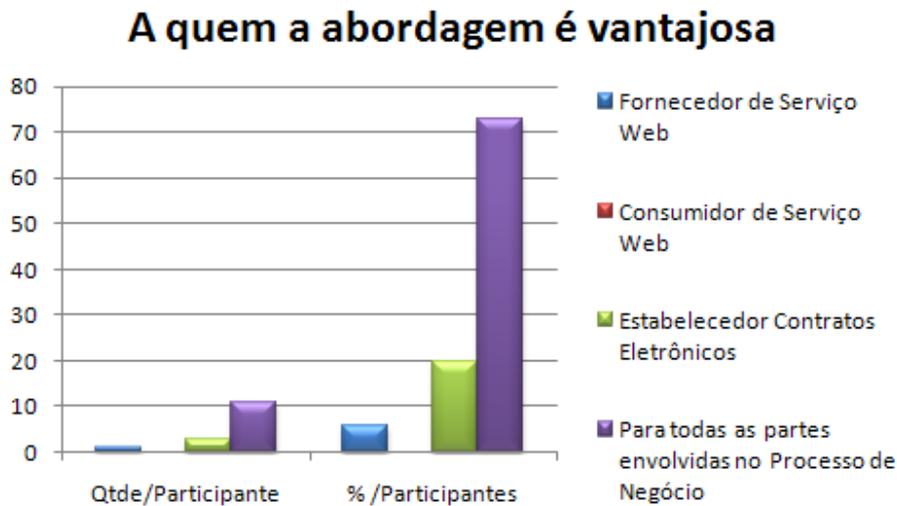


Figura 4.3: A quem a abordagem é vantajosa

por determinar as regras de uso dos serviços entre as organizações, seu trabalho seria facilitado. Por outro lado, 11 (onze) participantes totalizando 73,3% , afirmaram que a abordagem é vantajosa para todas as partes envolvidas no processo de negócio. Embora as empresas envolvidas no processo de negócio estabeleçam funções específicas aos envolvidos, a abordagem pode ser usada por todos com facilidade, apresentando-se como vantajosa e viável.

A viabilidade é uma característica que também fica evidente na abordagem. A partir da observação da Tabela 4.2 é possível identificar que os 15 (quinze) participantes (experientes e não experientes) do experimento 1 (um), totalizando 100%, afirmaram que a abordagem é viável, dispensando qualquer análise estatística. Isso acontece por que a abordagem esclarece os procedimentos para o estabelecimento de processo eletrônico, automatiza o processo e conseqüentemente facilita o seu uso. Desta forma, é possível afirmar que o cenário apresentado pela abordagem para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web é relevante comparada a abordagens que usam procedimentos *ad-hoc*.

4.6 Análise dos Resultados - Experimento II

Os dados exibidos pela Tabela 4.6 apresentam a quantidade de participantes relacionando-os com suas experiências nos assuntos do experimento.

A maneira de apresentar os dados de experiência é a mesma do Experimento 1 (um). Procurou-se separar por área de conhecimento a quantidade de participantes que possuem conhecimento em pelo menos uma área ou em todas as áreas. É possível identificar que a

Tabela 4.6: Dados da Experiência dos Participantes - Empresários

Área/Conhecimento	Nunca	Parte	Todo
Serviços Web	1	4	3
Processo de Negócio	5	1	2
Contratos Eletrônicos	7	1	0

experiência dos participantes em serviços é considerável, uma vez que pelo menos 3 (três) participantes desenvolvem serviços Web em seus trabalhos e 4 (quatro) desenvolveram serviços Web como parte de trabalhos ou periodicamente. Entretanto, fica evidente também nesse experimento que a inexperiência dos participantes em contratos eletrônicos é quase em sua totalidade. A Figura 4.4 apresenta as porcentagens.

**Figura 4.4:** Experiência - Empresários

Considerando os 8 (oito) participantes da pesquisa de opinião, notou-se que a inexperiência em contratos eletrônicos, representa 88%, indicando que nunca estabeleceram contratos eletrônicos, contra 63% das pessoas que nunca realizaram processos de negócio, e 13% delas que nunca desenvolveram serviços Web. É possível identificar ainda que a experiência em serviços Web é significativa, pois pelo menos 3 (três) dos participantes desenvolvem serviços Web em seu trabalho.

A escolha das empresas na qual foi realizado o experimento partiu do requisito de que deveriam trabalhar com implementação de serviços, a fim de conseguirmos aproximar a pesquisa sobre a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos à função exercida pelo profissional entrevistado. O fato de os resultados apresentarem alto grau de inexperiência dos participantes em contratos eletrônicos, indicam que o meio empresarial desconhece esse conceito e, em muitos casos,

sua aplicação. O segundo requisito para o experimento é que o entrevistado exercesse uma função relacionada ao desenvolvimento de serviços ou gerência de projetos. Após a coleta de dados entre os participantes das empresas, têm-se a Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Dados dos participantes do experimento - Empresários

Assunto	Qtde/Part	Resposta	Porcentagem
Em relação a facilidade	6	Sim	75%
	2	Não	25%
Em relação aos Benefícios	8	Sim	100%
	0	Não	0%
A quem é vantajosa	1	Fornecedor de S.W	13%
	1	Consumidor de S.W	13%
	2	Estabelecedor do Contrato	25%
	4	Para todas as partes envolvidas	50%
Em relação a viabilidade	5	Sim	63%
	3	Não	0%
	1	Sim com ressalvas	38%
Encorajar o uso	7	Sim	88%
	1	Não	13%

Na entrevista com os participantes, constatou-se que foram receptivos para com a abordagem. Embora não tenham usado a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web na prática, identificou-se que a experiência dos participantes da empresa em seus respectivos domínios de negócio possibilitou alto grau de compreensão do contexto na qual a abordagem está inserida e também nos objetivos que a abordagem se propõe. O reflexo desta compreensão pode ser analisado nos dados da Tabela 4.7. Identificou-se que 75% dos participantes consideram a abordagem fácil de ser utilizada, isto é, os estágios estabelecidos pela abordagem permitem a compreensão de todo o procedimento para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, apoiado pelos artefatos gerados. Consideraram ainda relevante e de extrema facilidade o fato de configurar/selecionar por meio de *check-box*, as características que irão compor o contrato eletrônico para serviço Web.

Os 2 (dois) participantes que representam 25% do total, afirmaram que a abordagem não é de fácil uso justificando ser de simples manuseio, entretanto, que exige conhecimento técnico processual do responsável pela execução dos estágios da abordagem. Embora 2 (duas) das 8 (oito) pessoas afirmarem que a abordagem não é de fácil uso, fica evidente que a quantidade de pessoas que afirmam o contrário são 3 (três) vezes maior. Desta forma, acredita-se na facilidade da abordagem apoiada por esses números e, também, pelos resultados obtidos na Tabela 4.8 no qual 88% os participantes afirmam encojar o uso da abordagem.

Os benefícios apresentados pela abordagem estão relacionados aos ganhos obtidos com sua utilização, considerando a disposição de tempo e alocação de pessoas que entendam não somente de contratos eletrônicos, mas sim de todos os assuntos que envolvem os

procedimentos para se estabelecer processos de negócio. Conforme apresenta a Tabela 4.7, os participantes foram unânimes em suas respostas afirmando que os benefícios em utilizar a abordagem são extremamente superiores. Isto acontece porque os participantes conseguem visualizar a aplicação da abordagem no contexto real de sua empresa. Sendo assim, verificou-se que a abordagem traz benefícios quando sua aplicação possibilita diminuir a complexidade, minimizar o conhecimento necessário do(s) responsáveis(s) para o estabelecimento de contratos eletrônicos aumentando a facilidade de sua utilização.

Em relação a viabilidade nota-se por meio dos dados da Tabela 4.7 que a abordagem é viável. Com 63% dos participantes afirmando que a abordagem é viável sem ressalvas, pode-se afirmar que estes não visualizam nenhum ponto a ser considerado que inviabilize a utilização da abordagem. As limitações apresentadas pela abordagem (ver Seção 2.4.1) e discutida junto aos participantes do experimento, não são suficientes para conduzir o participante a outra decisão senão julgar a abordagem viável para o contexto de estabelecimento de contratos eletrônicos da atualidade. O fato de 3 (três) participantes, correspondendo a 38% deles afirmarem que a abordagem é viável, porém com ressalvas, indica que existe receio para a mudança de cenário de estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web, ou ainda que por não utilizarem a abordagem na prática e, também, as ferramentas que ela contempla à composição dos contratos eletrônicos, optam por não afirmar com total segurança a viabilidade da abordagem. Apesar de considerar os receios dos participantes aqui apresentados, e mostrar suas respostas separadas entre “sim” e “sim com ressalvas”, é possível afirmar que em sua totalidade os participantes consideram a abordagem viável comparada aos procedimentos *ad-hoc* que utilizam ou pretendem utilizar. Na Figura 4.5 é possível identificar as diferenças em porcentagens.

A Figura 4.5 apresenta também a porcentagem de participantes que afirmam encorajar o uso da abordagem em sua empresa. O resultado dessa afirmação é dependente de todas as anteriores (facilidade, benefícios, a quem é vantajosa e a viabilidade). Sendo assim, considera-se que existe uma relação entre as respostas anteriores, pois se os participantes julgassem que a abordagem não atendesse a essas características, acredita-se que a porcentagem correspondente aos participantes que encorajaria o uso da abordagem seria pequena. Sendo assim, aplica-se o teste de qui-quadrado para identificar a independência da experiência dos profissionais no parecer que estes tiveram sobre a abordagem considerando a indicação do uso da abordagem.

O teste de qui-quadrado é aplicado apresentando primeiro as frequências observadas dos participantes experientes e não experientes que encorajariam ou não encorajaria seus funcionários a usarem a nova abordagem.

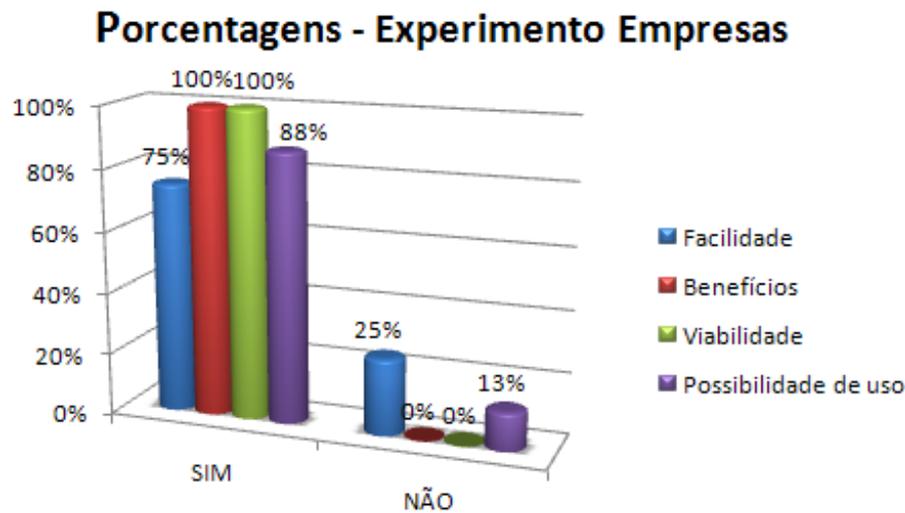


Figura 4.5: Experimento - Empresas

Tabela 4.8: Frequências observadas - Encorajaria a utilização

	SIM	NÃO	TOTAL
Experientes	2	0	2
Não Experientes	7	1	6
Total	7	1	8

As frequências esperadas para o participante experiente que encorajaria seu funcionário a usar e a não usar a abordagem respectivamente é 1.75 e 0.25. Para os participantes não experientes que encorajaria o uso da abordagem em sua empresa têm-se a frequência esperada de 5.25, contra 0.75 dos não experientes que não encorajaria o uso da abordagem. Realizando o cálculo do qui-quadrado sobre esses valores identifica-se um resultado de 0.37. Esse valor é baixíssimo comparado ao limite crítico estabelecido na tabela do qui-quadrado, com 1 (um) grau de liberdade e nível de significância de erro de dez (10)%. Isto demonstra que o grau de indicação para a abordagem independe do nível de experiência do participante, portanto com 88% pode-se afirmar que o uso da abordagem seria encorajada.

Os dados que mostram o ponto de vista dos empresários sobre para quem a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web é vantajosa, são apresentados pela Figura 4.6. Nesta figura nota-se que as opiniões se divergiram. Parte dos participantes (50%) afirmaram que a abordagem é vantajosa para o fornecedor de serviços Web, consumidor de serviço Web e também para o estabelecedor de serviço Web. Os outros 50%, representando 4 (quatro) participantes, julgaram que a abordagem é significativa para todas as partes envolvidas no processo de negócio.

Acredita-se que essa divergência ocorreu pelo fato dos participantes entrevistados estarem em funções diferentes na empresa e levarem suas respostas às afirmações que melhor atende suas necessidades. De fato, dentre os participantes que afirmaram que a abordagem é vantajosa a todas as partes envolvidas, a mesma situação pode ter acontecido. Entretanto suas afirmações convergiram a uma mesma resposta. Desta forma, sabendo que estes representam um número equivalente metade dos participantes, acredita-se que a abordagem é vantajosa para todas as partes envolvidas no processo de negócio, ou quando analisado separadamente, para o fornecedor de serviço Web, para o consumidor de serviço Web e, também, para o estabelecedor de contratos eletrônicos.

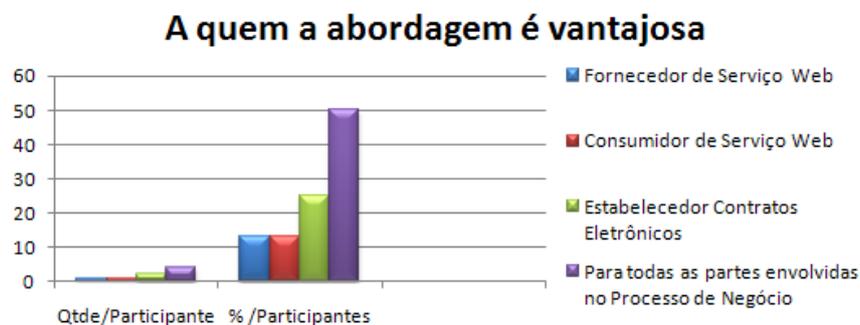


Figura 4.6: A quem a abordagem é vantajosa

4.7 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o plano experimental, a execução e análise de dados dos experimentos, tendo como objeto de estudo a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web. Dois experimentos foram realizados. O primeiro foi aplicado na abrangência de estudos *in-vitro* realizado em laboratório (LES), com participantes da UEM. Utilizando-se o domínio de negociação de passagens para uma agência de viagens contendo serviços Web modelados em características, os participantes puderam exercer a função de estabelecedores de contratos eletrônicos configurando as características e também os atributos para comporem o contrato eletrônico. Para este primeiro estudo, o plano experimental foi planejado segundo estrutura indicada pela literatura, apresentando as definições necessárias, objetivos, hipóteses, organização, instrumentos e mecanismos de análise. O estudo experimental teve como objetivo caracterizar a viabilidade e relevância de uso da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web. Como

a experiência dos participantes poderia influenciar nos resultados, utilizou-se do teste estatístico qui-quadrado para verificar essa possibilidade.

Após o teste da hipótese, chegou-se ao resultado de que a hipótese nula foi rejeitada em favor da hipótese alternativa, considerando que a abordagem para o estabelecimento de contratos eletrônicos provoca resultados superiores a 50%.

A análise dos dados do primeiro experimento mostrou a suficiência do treinamento do experimento para pelo menos 66% dos participantes. Identificou-se que a abordagem é vantajosa para todas as partes envolvidas no processo de negócio, considerando as empresas enquanto fornecedoras e/ou consumidoras de serviços Web e também o estabelecido de contratos eletrônicos. As dificuldades encontradas pelos participantes do experimento foram consideradas pequenas. Comparando as frequências observadas às frequências esperadas utilizando o teste qui-quadrado, a abordagem é de fácil uso, seus estágios bem definidos e claros e o modo em como as características são configuradas permitem entendimento dos participantes, impulsionando-os em utilizar a abordagem com pouco conhecimento nas áreas que a envolve. Apesar de ser estudos diferentes, o resultado do segundo experimento em relação a facilidade da abordagem foi compatível com o do primeiro. Os participantes das empresas também afirmaram que a abordagem não apresenta dificuldades em sua utilização.

Quando a abordagem é comparada a procedimentos *ad-hoc* e/ou procedimentos em modo textos somente, considera-se que a abordagem para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web apresenta resultados superiores nos dois experimentos. A abordagem permite diminuir o esforço na aprendizagem da sintaxe da linguagem de especificação considerando a realização de contratos em modo texto. Por ser mais simples e as características serem visualizadas em uma hierarquia de funcionalidades, os estabelecidos de contratos conseguem abranger a maior possibilidade de características possíveis, no qual em modo texto isto seria mais difícil.

A abordagem apresenta-se como vantajosa ainda para todas as partes do processo de negócio. Os participantes dos dois experimentos acreditam em sua maioria, que a articulação das atividades dos integrantes do processo de negócio é facilitada e o tempo disposto na realização destas é menor. A viabilidade da utilização da abordagem também fica evidente nos dois experimentos. Sem a necessidade de utilizar testes estatísticos, todos os participantes dos 2 (dois) experimentos consideram uma evolução no processo de estabelecimento de contratos eletrônicos.

As lições aprendidas com esses estudos foram: (i) a falta de experimentos anteriormente a este realizado deixa o experimentador com a visão da teoria de execução de experimentos, não oportunizando uma visão prática do mesmo; (ii) é necessário um documento

que oriente os participantes em todo o processo de realização do experimento, detalhando todo o fluxo do experimento e; (iii) faltam documentos que auxiliam o experimentador, uma vez que o plano não é suficiente para abordar os detalhes implícitos do processo de experimentação.

Procedimentos e diretrizes da abordagem proposta

5.1 Considerações Iniciais

Este capítulo apresenta os procedimentos e diretrizes que compõem uma abordagem para apoiar a aplicação de estudos experimentais em processo de negócio. Esta abordagem também inclui a concepção de um meta-modelo de artefatos para o apoio à execução de experimentos em processo de negócio. A abordagem está inserida no contexto do projeto InfraPro e visa possibilitar a produção e o armazenamento de dados experimentais sobre métodos e ferramentas de apoio a processo de negócios. Por meio da abordagem, é estabelecidos procedimentos e artefatos do contexto experimental, para minimizar problemas de trabalhos que envolvam conceitos como processos de negócio, como também trabalhos relacionados a orientação a aspectos e reutilização de artefatos de software com base nos conceitos de linha de produto.

Este capítulo está organizado da seguinte forma. Na Seção 5.2 são apresentadas: uma visão geral do processo da abordagem, a descrição dos estágios e diretrizes de experimentação e os artefatos gerados. A Seção 5.3 descreve sobre a infraestrutura do projeto InfraPro, contextualizando a união dos artefatos do projeto InfraPro com os artefatos criados pela abordagem estabelecida neste trabalho de mestrado. As considerações finais são apresentadas na Seção 5.4.

5.2 Visão Geral da Abordagem

O procedimento estabelecido na Figura 5.1 pode ser aplicado em dois cenários: (i) a execução de um novo experimento, considerando nenhum tipo de histórico consultado, e a (ii) execução de experimentos considerando projetos, dados e documentos de experimentos já realizados e armazenados. O primeiro cenário é aquele no qual o experimentador realiza o experimento estabelecendo seus próprios documentos como: plano experimental, questionários e outros, não se baseando em experimentos já armazenados em algum repositório. O segundo cenário permite ao experimentador consultar um repositório, estudar os projetos de experimentos anteriormente realizados, analisar seus dados e documentos armazenados, e depois criar um novo experimento ou replicar experimento planejado.

A abordagem para o apoio a aplicação de estudos experimentais em processo de negócio consiste principalmente em um conjunto de procedimentos composto por sete estágios. Estes estágios são derivados do processo de experimentação estabelecido por Juristo e Moreno (2000) e Wohlin et al. (2000), estendido com estágios necessários à execução de experimentos em processo de negócio. O conjunto de procedimentos proposto é apresentado na Figura 5.1 juntamente com os estágios a serem seguidos para a completa realização do estudo experimental. Este conjunto de procedimentos pode ser visto como dois modelos de ciclo de vida de um experimento - um para o planejamento do experimento e outro para a execução e apresentação dos resultados do experimento. Nas subseções seguintes são descritos os estágios, os artefatos e os papéis envolvidos nesse processo.

Para cada estágio apresentado na Figura 5.1 é gerado um dos artefatos que comporá o meta-modelo de artefatos desta dissertação conforme descrito na Seção 5.3. O estágio **“investigar experimentos relacionados”** gera uma lista de experimentos consultados e possibilita a visualização dos artefatos e procedimentos de experimentos já realizados. Após a consulta dos experimentos existentes, o experimentador deverá estabelecer o **“fluxo do experimento”**. O **fluxo do experimento** deve gerar o artefato guia do experimento, que será utilizado para a elaboração e concepção do *plano experimental*. Tendo o plano concebido, juntamente com seus objetivos definidos e claros, já é possível ter uma visão geral do experimento. Desta forma, os *questionários* podem ser elaborados baseando-se nos tipos de dados que se pretendem coletar.

O experimento começa a ser executado no estágio 5, tendo como artefatos de apoio o *“guia do experimento”* e, principalmente, o *“plano experimental”*. Durante a execução do experimento, os dados são coletados e interpretados para gerar o *“relatório de dados”*. Após a elaboração e a apresentação do relatório, o experimento é armazenado e concluído.

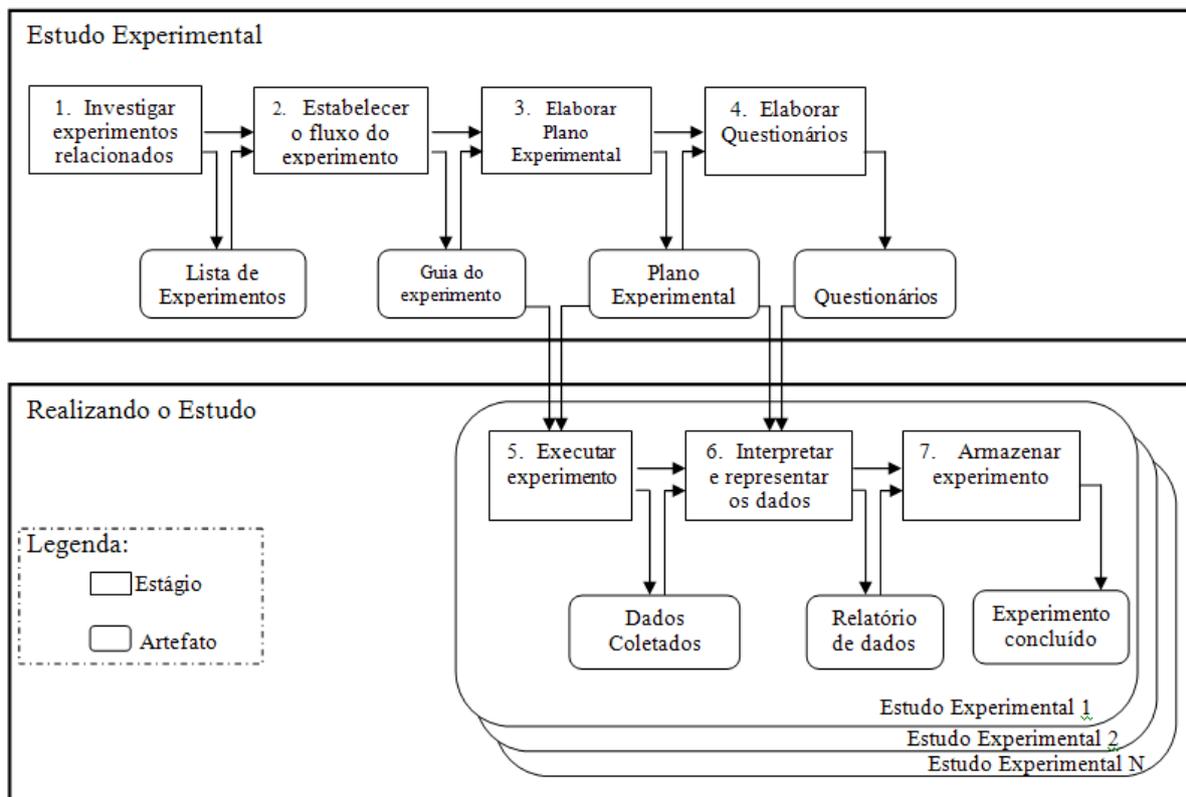


Figura 5.1: Processo de apoio a execução de experimentos em processo de negócio

5.2.1 Descrição do Conjunto de Procedimentos e diretrizes para Experimentação

Os sete estágios que fazem parte do conjunto de procedimento proposto e suas respectivas diretrizes são descritos a seguir:

1. **investigar experimentos relacionados:** compreende a busca de experimentos armazenados em um repositório de experimentos. Os experimentos estão relacionados conforme descrição do meta-modelo de artefatos apresentados pela Figura 5.4;
2. **estabelecer o fluxo do experimento:** neste estágio estabelecem-se os objetivos do estudo experimental e também o fluxo do experimento. O experimento pode ser realizado sobre um processo de negócio, sobre uma técnica ou ferramenta para o contexto de processo de negócio. A descrição do fluxo do experimento é apresentada no guia do experimento e deve ser realizada de maneira a não se ater aos detalhes do experimento, mas, das informações que permite ao experimentador entender todos os passos a serem realizados no experimento, não esquecendo dos artefatos que serão manipulados e também das atividades executadas;

3. **elaborar plano experimental:** compreende a definição do estudo, a representação de seus objetivos, a determinação das hipóteses, a organização dos participantes, instrumentos e identificação dos mecanismos de análise a serem utilizados;
4. **elaborar questionários:** compreende a descrição e elaboração das perguntas que resultarão nos dados a serem analisados ao término do experimento. Deve elaborar um questionário para coleta de dados sobre o perfil dos participantes e um questionário que colete dados sobre o objeto do experimento;
5. **executar experimento:** representa a realização do experimento e seus procedimentos;
6. **interpretar e representar os dados:** estágio que realiza testes estatísticos para dar significado aos dados coletados. A aplicação de testes estatísticos deve ser cuidadosamente realizada considerando a população ou amostra existente, os objetivos do experimento e também o teste a ser aplicado. Neste estágio se apresenta o relatório de dados. Este relatório deve ser apresentado sendo composto por uma descrição de dados resultantes dos testes aplicados e também por tabelas e gráficos que apresentem com facilidade a distribuição dos dados.
7. **armazenar experimento:** este estágio permite armazenar o experimento para ser utilizado para replicação de um experimento ou para criação de novos. Este experimento deverá ser relacionado com os outros experimentos já existentes.

O procedimento para a execução de estudos experimentais em processo de negócio inicia assumindo que a pessoa responsável por executar o experimento, aqui considerado “experimentador”, tem conhecimento da área de engenharia de software e também experimental. O experimentador pode investigar e estudar os estudos experimentais armazenados para que conheça o fluxo de um experimento (estágio 1). Desta forma, é possível estabelecer uma visão aproximada de um objeto de estudo, instrumentos, execução, análise e também dos resultados que um experimento pode e deve conter. Uma vez analisado o histórico de experimentações, o experimentador faz uma descrição do experimento que realizará. Essa descrição deverá ser apresentada no artefato “Guia do experimento” e deve registrar o fluxo de realização do novo experimento, listando e relacionando os artefatos que serão utilizados.

No estágio 3, o plano experimental é elaborado. Este plano deve apresentar em detalhes os elementos necessários à execução de um experimento. Ao se estabelecer a definição, objetivos, hipóteses e instrumentos do experimento, o guia do experimento

anteriormente estabelecido deve ser considerado para não haver divergências entre esses dois artefatos. No estágio 4, os questionários que serão aplicados no experimento devem ser elaborados observando os dados que se deseja obter referente ao(as): (i) perfil dos participantes do experimento; (ii) aprendizado apresentado pelos participantes durante o treinamento e estudo experimental; (iii) dificuldades, facilidades e *feedback* apresentado pelos participantes após a realização do experimento;

Tendo os quatro primeiros estágios com seus respectivos artefatos estabelecidos, a execução, interpretação e armazenamento do projeto experimental é necessária. A execução do experimento é realizada resultando em um conjunto de dados coletados pelos questionários. No estágio 6, o experimentador precisa interpretar os dados sendo auxiliado por testes estatísticos que atendam os objetivos estabelecidos na definição do experimento. Os dados deverão ser representados em relatório e expressados de forma conclusiva. O relatório é o artefato que conterá os resultados do experimento exibidos por meio de descrições, tabelas, gráficos e outros mecanismos que estejam fundamentados em dados gerados por testes estatísticos. Após realizar o sexto estágio do procedimento, o experimento deve ser armazenado.

5.2.2 Artefatos Gerados pela abordagem

Nesta seção, é apresentado o meta-modelo de artefatos utilizado para armazenar os dados dos experimentos e documentos relacionados. A Figura 5.2 representa, como um diagrama de classes UML ¹, os artefatos gerados por meio da realização dos sete estágios descritos anteriormente e o relacionamento entre os mesmos.

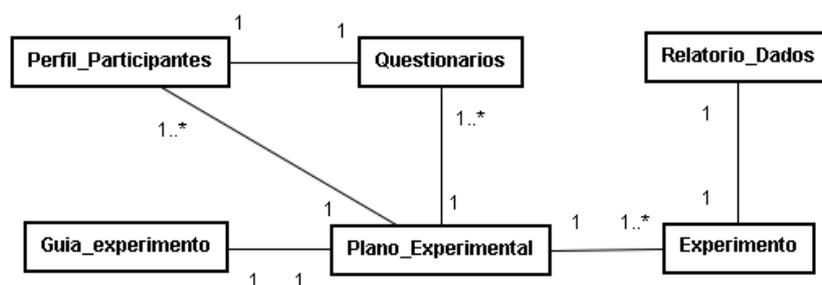


Figura 5.2: Relacionamento entre os artefatos gerados pelo processo

O *Guia_Experimento* é o artefato base a partir do qual o experimentador adquire conhecimento de todo o procedimento a ser realizado, identificando os artefatos a serem criados e manipulados. Este artefato é requisito para a realização do experimento e

¹Do Inglês *Unified Modeling Language*

torna-se útil para situar e orientar o experimentador no planejamento, análise e interpretação dos dados do estudo experimental. Para cada *Guia Experimento*, um plano experimental é estabelecido. O artefato *Plano Experimental* deve considerar um ou mais perfís de participantes, sendo representado pelo artefato *Perfil Participantes*, considerar um ou mais questionários exibidos pelo artefato *Questionarios*, e ainda, considerar um relatório de dados, sendo identificado pelo artefato *Relatorio Dados*. O artefato *Experimento* possui pelo menos um plano experimental e um ou mais relatórios de dados.

5.3 Infraestrutura de apoio a processo de negócio

O estabelecimento de contratos eletrônicos realizado pela abordagem desenvolvida por Fantinato (2007) é parcialmente automatizado pelo conjunto de ferramentas *FeatureContract*². *FeatureContract* proporciona um ambiente para o estabelecimento de contratos eletrônicos e tem como base de integração a plataforma Eclipse.

O *FeatureContract* tem as seguintes principais funcionalidades: (i) criar e gerenciar projetos com um editor de auxílio à criação e à manipulação de artefatos gerados pelo ambiente; (ii) criar e gerenciar modelos de características que representam serviços eletrônicos, atributos e níveis de QoS negociados; (iii) criar seções de serviços e de termos de negócio a partir de modelos de características de acordo com a estrutura definida em Fantinato (2007); (iv) criar um arquivo da seção de processo de negócio a partir de 1..n arquivos da seção de serviços; (v) editar e gerenciar seções de serviços, processo de negócio e termos de negócio do molde de contrato; (vi) importar e exportar artefatos gerados pelo ambiente para os Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD) PostgreSQL ou MySQL; (vii) criar configurações dos modelos de características que representam os serviços e níveis de QoS a serem contratados; e (viii) gerar instâncias a partir do molde de contrato eletrônico criado pelo ambiente e definido pela configuração dos modelos de características (Fragal et al., 2009).

O *FeatureContract* é composto por uma interface que integra vários componentes, os principais são apresentados na Figura 5.3, a saber:

- **featurePlugin**: apoia a elaboração de modelos de características e suas configurações e exporta os modelos criados, como também suas configurações em especificações XML. O *FeaturePlugin* possui licença do tipo livre com código aberto.

²Do Inglês *Toolkit*

- **XML Editor:** é um editor genérico para especificações XML e também para os termos de negócio definidos pela linguagem WS-Agreement. A edição do arquivo XML pode ser realizada tanto na forma gráfica quanto na forma textual;
- **WSDL Editor:** usado para editar os serviços definidos pela linguagem WSDL. Este editor é usado nesse contexto para editar arquivos que contém seções de definições WSDL do molde do contrato eletrônico;
- **eclipse BPEL:** conjunto de *plugins* usado para editar o processo de negócio definido pela linguagem WS-BPEL;
- **WS Experiment:** ferramenta que será desenvolvida baseando-se na abordagem desenvolvida neste trabalho de mestrado.

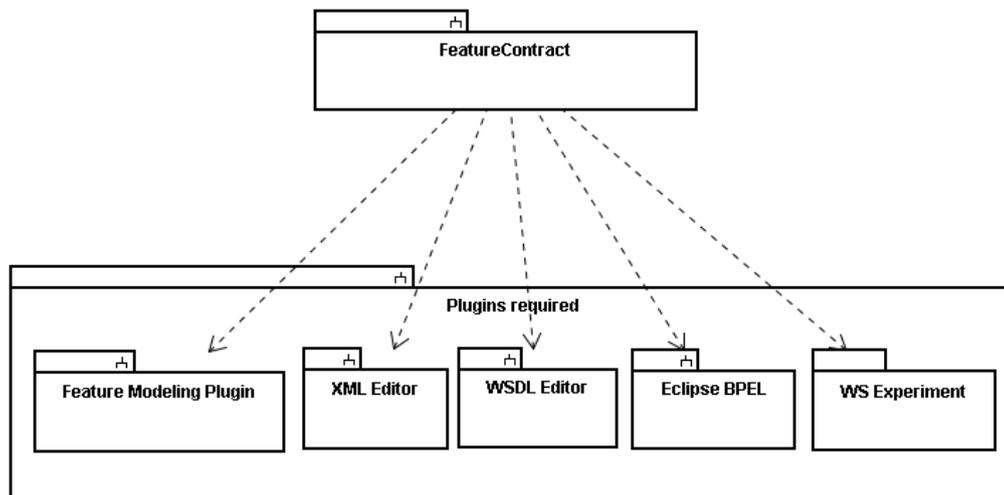


Figura 5.3: Arquitetura do conjunto de ferramentas FeatureContract

A junção dos artefatos que a infraestrutura de apoio a processo de negócio aos artefatos gerados pela abordagem deste trabalho, é apresentada pela Figura 5.4

O meta-modelo de artefatos apresentado na Figura 5.4 permite armazenar os projetos experimentais dos trabalhos que são desenvolvidos no contexto do projeto InfraPro, e criar uma série de artefatos para facilitar as experimentações futuras destes trabalhos. A relação da Figura 5.4 com a Figura 5.3 é que a primeira faz o relacionamento do experimento com os artefatos inseridos no processo de negócio de estabelecimento de contratos eletrônicos. Contudo, o pacote *WS Experiment* representará a ferramenta que vai apoiar a aplicação dos estudos experimentais que serão realizados e aplicados nos trabalhos que serão desenvolvidos e que estão inseridos no contexto do projeto infraPro.

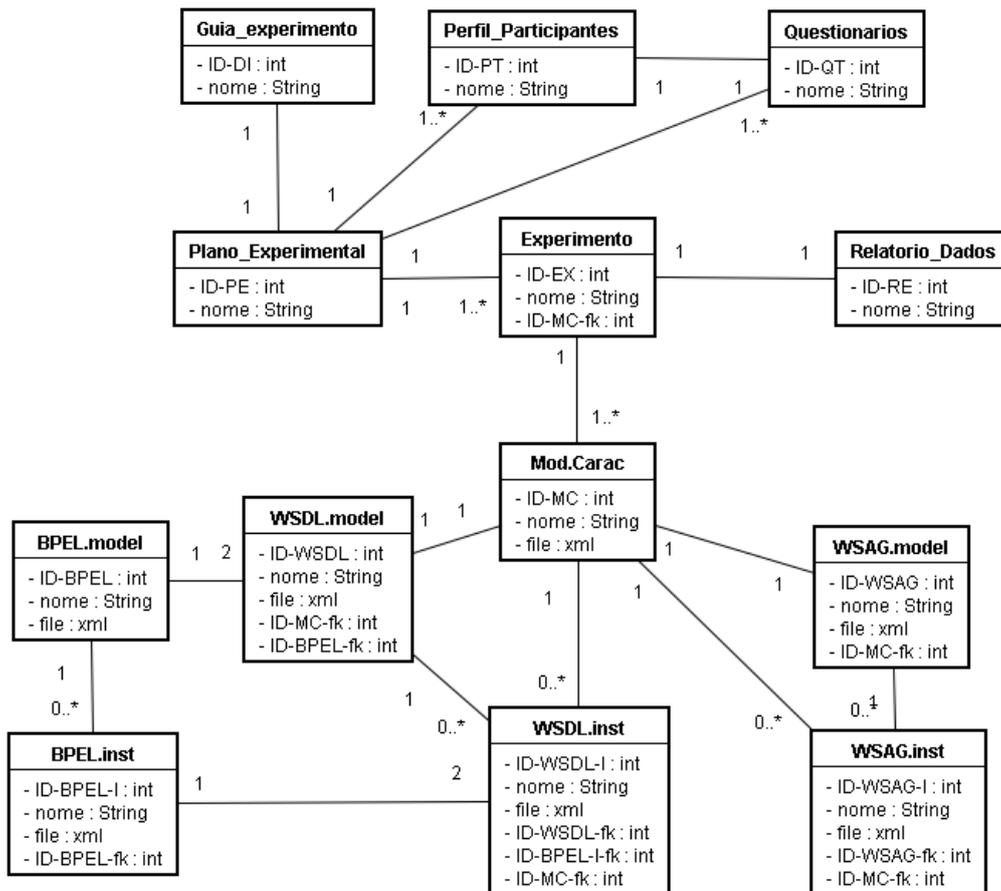


Figura 5.4: Meta-modelo de artefatos para apoio a execução de experimentos

A Figura 5.4 mostra que a partir de um serviço descrito em modelo de características é possível identificar seu nome, propriedades e seus atributos de QoS. Para cada modelo de características é gerado um artefato WSDL e um WSAG. O artefato “WSDL.model” faz a descrição dos serviços e suas propriedades. O artefato “WSAG.model” é criado a partir dos atributos de QoS e são usados para descrever os termos que irão compor o contrato eletrônico. O artefato BPEL.model descreve as atividades do processo de negócio com os serviços descritos no artefato “WSDL.model”. Esses três artefatos com sufixo “.model” compõem o molde de um contrato eletrônico. A partir do molde, várias instâncias de contratos eletrônicos poderão ser criadas e identificadas pelos sufixos “.inst”.

5.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma abordagem para apoio à aplicação de estudos experimentais em processo de negócio. Inicialmente uma visão geral da abordagem foi apresentada de

maneira a descrever o processo de execução de experimentos em processo de negócio, utilizando-se dos 7 (sete) estágios da abordagem. O estágio 1 (um) compreende a investigação de experimentos relacionados. Em uma base de dados, o experimentador encontra uma lista de experimentos que poderá ser consultada. No estágio 2 (dois) o experimentador estabelece o fluxo do experimento que será seguido. Este fluxo deve refletir uma visão ampla de todos os artefatos e procedimentos que serão utilizados. No estágio 4 (quatro) o plano experimental deve ser criado. Este deve conter todas as definições discutidas na Seção 3.3. No estágio 5 (cinco), o experimento é executado e os dados gerados. O estágio 6 (seis) é responsável por apresentar e interpretar os dados baseando-se em estudos estatísticos. Ao término deste, o armazenamento do experimento é realizado no estágio 7 (sete). Esta abordagem gera 6 (seis) importantes artefatos: (i) o artefato “Guia experimento” que armazena todo o procedimento a ser realizado juntamente com os artefatos a serem manipulados; (ii) o plano experimental que armazena as informações do experimento como um todo; (iii) O “perfil Participantes” que armazena dados de cada participante do estudo; (iv) o artefato “questionário” que armazena os questionários utilizados pelos participantes do experimento; (v) o relatório para a apresentação dos resultados e; (vi) “experimento” que armazenará todas as informações anteriores. Os artefatos gerados pela abordagem se unem aos artefatos da infraestrutura de apoio a processo de negócio para apoiar a realização de estudos experimentais nesse contexto. Para representar essa junção, desenvolveu-se um meta-modelo de artefato que apresenta uma visão geral de todos os artefatos necessários para a execução de experimentos em processo de negócio. As contribuições dessa abordagem são: o estabelecimento de procedimentos para aplicação de experimentos em processo de negócio, permitindo que futuros experimentadores usem esta abordagem como guia nas aplicações de seus experimentos; Um meta-modelo de artefatos de apoio à execução de experimentos que armazenará os projetos de estudos experimentais e; o estabelecimento de uma visão do planejamento e execução de experimentos em processo de negócio.

Conclusões

Esta dissertação apresenta uma abordagem para apoiar a aplicação de estudos experimentais em processo de negócio. A abordagem é composta de um conjunto de procedimentos e diretrizes, e um meta-modelo de artefatos de apoio à execução de experimentos que permitam armazenar os projetos de estudos experimentais, dados e documentos relacionados aos estudos, de modo a permitir a reutilização de experimentos já realizados.

A concepção dessa abordagem se deu a partir dos dados e lições apreendidas da realização de dois experimentos cujo objeto de estudo foi uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web (Fantinato, 2007). Os resultados obtidos mostraram que a abordagem é de fácil utilização e possui estágios bem definidos e claros. O modo em como as características são configuradas permite o entendimento dos participantes, motivando-os a utilizar a abordagem com pouco conhecimento nas áreas que a envolve. Quando a abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos foi apresentada como alternativa a procedimentos *ad-hoc*, os dados mostraram que a abordagem baseada em características teve uma aceitação superior nos dois experimentos, pois permite aumentar o entendimento com a configuração das características. Quando analisado a vantagem da abordagem sobre procedimentos *ad-hoc*, os participantes em sua maioria afirmam que a articulação das atividades dos integrantes do processo de negócio é facilitada, afirmando a vantagem da abordagem. A viabilidade da utilização da abordagem baseada em características também se destaca, pois todos os participantes visualizam uma evolução no processo de estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web.

Como visto, os dois experimentos apresentaram resultados positivos sobre a abordagem. Para os dois experimentos houve intensa motivação na participação das pessoas. Para o experimento realizado em laboratório, observou-se a facilidade de configuração das características dos serviços Web. Nesse estudo identificou-se suficiência do treinamento, no entanto com alguns pontos a melhorar como: um documento que deixava explícito para o participante, o fluxo total de realização do experimento. Houve a necessidade também da realização de um estudo piloto, a fim de ressaltar os pontos fortes do planejamento do experimento, como também suas melhorias. No segundo experimento realizado nas empresas, notou-se um significativo interesse dos empresários por detalhes de como os contratos eletrônicos são implementados. Os resultados mostram que há uma carência de utilização de abordagens e processos, automatizados ou manuais, em relação a contratos eletrônicos. Isso reflete a importância deste trabalho de mestrado em avaliar, por meio de experimentos (Fabbri, 2006), as abordagens e processos antes de serem inseridos no mercado de tecnologia. A abordagem para apoio à aplicação de estudos experimentais em processo de negócio é um instrumento motivador e facilitador deste processo.

A abordagem proposta nessa dissertação contribui com o projeto InfraPro adicionando em sua arquitetura a proposta da ferramenta *WS-Experiment*. Com o apoio dessa ferramenta será possível produzir resultados quantitativos sobre os trabalhos desenvolvidos no projeto InfraPro. O meta-modelo estabelecido neste trabalho de mestrado faz a relação dos artefatos gerados pela abordagem com os artefatos existentes na infraestrutura deste projeto.

As contribuições apresentadas por este trabalho são: (i) a avaliação da abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web; (ii) a concepção de uma abordagem para o apoio à aplicação de estudos experimentais em processo de negócio com procedimentos e diretrizes para aplicação de experimentos; (iii) um meta-modelo de artefatos de apoio à execução de experimentos, que contribuirá com uma série de artefatos devidamente armazenados e descritos para facilitar as experimentações futuras e; (iv) o estabelecimento de uma visão detalhada do planejamento e execução de experimentos em processo de negócio. Como vantagens e benefícios destacam-se: (i) melhor gerência da realização de experimentos em processo de negócio - incluem-se neste aspecto o controle ordenado do processo de experimentação e a manipulação dos artefatos utilizados no experimento; (ii) serve como guia permitindo aos futuros experimentadores usarem-no nas execuções de seus experimentos e; (iii) incrementa um componente na infraestrutura de apoio a processo de negócio servindo como instrumento para avaliação dos trabalhos dessa infraestrutura. A desvantagem e limitações são as seguintes: é necessário replicar o experimento em outros locais; experimentos

realizados com uma amostra pequena de pessoas e dificuldade de encontrar participantes que tenham amplo conhecimento em processo de negócio e contratos eletrônicos.

Como trabalhos futuros pode-se citar: (i) o empacotamento do experimento para futuras experimentações; (ii) a disponibilização destes estudos experimentais (iii); a replicação desses experimentos para acrescentar resultados em outros cenários de aplicação; (iv) a definição de um *template* de artefatos e; (v) a construção de uma ferramenta para permitir a execução de estudos experimentais.

Referências Bibliográficas

- ABINADER, J. A.; LINS, R. D. *Web services em java*. Brasport, 2006.
- ALONSO, G.; CASATI, F.; KUNO, H.; MACHIRAJU, V. *Web services: Concepts, architectures and applications*. Springer Verlag, 2004.
- DO AMARAL, E. A. G.; GUROV, D.; TRAVASSOS, G. H. *Introdução à engenharia de software experimental*. Relatório Técnico, COPPE / UFRJ, 2002.
- DO AMARAL, E. A. G. G. *Empacotamento de experimentos em engenharia de software*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, 2003.
- ANGELOV, S.; GREFEN, P. The business case for b2b e-contracting. In: *ICEC '04: Proceedings of the 6th International Conference on Electronic Commerce*, New York, NY, USA: ACM, 2004, p. 31–40.
- ANGELOV, S.; GREFEN, P. W. P. J. A conceptual framework for b2b electronic contracting. In: *PRO-VE '02: Proceedings of the IFIP TC5/WG5.5 Third Working Conference on Infrastructures for Virtual Enterprises*, Deventer, The Netherlands: Kluwer, B.V., 2002, p. 143–150.
- BARROS, M. *Gerenciamento de projetos baseado em cenários: Uma abordagem de modelagem dinâmica e simulação*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE, 2001.
- BASIL, V. R. The role of experimentation in software engineering: past, current, and future. In: *ICSE '96: Proceedings of the 18th international conference on Software engineering*, Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1996, p. 442–449.
- BASIL, V. R. The past, present, and future of experimental software engineering. *Journal of the Brazilian Computer Society*, v. 12, n. 13, 2006.
- BASIL, V. R.; SELBY, R. W.; HUTCHENS, D. H. Experimentation in software engineering. *IEEE Trans. Softw. Eng.*, v. 12, n. 7, p. 733–743, 1986.

- BASILI, V. R. B.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. Goal question metric paradigm. *Encyclopedia of Software Engineering*, v. 1, p. 528–532, 1994.
- BENATALLAH, B.; NEZHAD, H. M. Service oriented computing: Opportunities and challenges. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 3372, p. 1–8, 2005.
- CHAUDHARY, A. S.; SALEEM, M. A.; BUKHARI, H. Z. Web services in distributed applications web services in distributed applications advantages and problems. 2003.
- DOWNING, D.; CLARK, J. *Estatística aplicada*. Saraiva Editora, 2006.
- FABBRI, S. Experimental software engineering latin american workshop. In: *ESELAW*, 2006.
- FANTINATO, M. *Uma abordagem baseada em características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web*. Tese de Doutorado, Instituto de Computação - Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- FENTON, N.; PFLEEGER, S. L.; GLASS, R. L. Science and substance: A challenge to software engineers. *IEEE Software*, v. 11, n. 4, p. 86–95, 1994.
- FRAGAL, V. H.; FANTINATO, M.; DE SOUZA GIMENES, I. M. *Uma extensão do ambiente featurecontract para apoiar o estabelecimento de contratos eletrônicos*. Relatório Técnico, UEM - Universidade Estadual de Maringá, 2009.
- GARCIA, D. Z. G. *Incorporação de qualidade de serviço no modelo de serviços web*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Computação - Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- GIMENES, I. M. S. *Infraestrutura de apoio a processos de negócio baseado em reutilização e aspectos*. Relatório Técnico, Universidade Estadual de Maringá - UEM, 2006.
- GODHALE, S. S.; MULLEN, R. E. The marginal value of increase testing: An empirical analysis using four code coverage measures. *Journal of the Brazilian Computer Society*, v. 12, 2006.
- GRIFFEL, F.; BOGER, M.; WEINREICH, H.; LAMERSDORF, W.; MERZ, M.; HAMBURG, P. Electronic contracting with cosmos - how to establish, negotiate and execute electronic contracts on the internet. In: *Electronic Contracts on the Internet. 2 nd Int. Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOC '98)*, 1998.

- JORDAN, D.; EVDEMON, J. Web services business process execution language. 2007. Disponível em <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html>
- JURISTO, N.; MORENO, A. M. *Basics of software engineering experimentation*. Universidad Politécnicna de Madrid, 2000.
- KARAGIANNIS, D. Bpms: business process management systems. *SIGOIS Bull.*, v. 16, n. 1, p. 10–13, 1995.
- KITCHENHAM, B. A.; PFLEEGER, S. L.; PICKARD, L. M.; JONES, P. W.; HOAGLIN, D. C.; AND, K. E. E. Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, p. 721–734, 2002.
- KRISHNA, P. R.; KARLAPALEM, K.; DANI, A. R. From contracts to e-contracts: Modeling and enactment. *Inf. Technol. and Management*, v. 6, n. 4, p. 363–387, 2005.
- LEYMANN, F. *Web services flow language, version 1.0*. Relatório Técnico, International Business Machines Corporation (IBM), 2001.
- LEYMANN, F.; ROLLER, D.; SCHMIDT, M.-T. Web services and business process management. 2002. Disponível em <http://www.research.ibm.com/journal/sj/412/leymann.html>
- MEDEIROS, A. K.; DE SOUZA GIMENES, I. M.; DE TOLEDO, M. B. F. Sistemas de gestão de processos de negócios: Desafios e oportunidades. In: *Post-proceedings Workshop Empresarial ENEGEP*, 2007.
- MOULTIS, N. P.; KIRK, C. *Xml black book*. Makron Books, 2000.
- NEWCOMER, E. *Understanding web services - xml, wsdl, soap and uddi*. Pearson Education Corporate Sale Division, 2002.
- PAPAZOGLU, M. P. *Web services: Principles and technology*. Pearson Education Limited, 2008.
- SADTLER, C.; KOVARI, P. Websphere business integration server foundation architecture and overview. 2004. Disponível em <http://www.redbooks.ibm.com/redpieces/abstracts/redp9129.html>

- SAHAI, A.; MACHIRAJU, V.; SAYAL, M.; JIN, L. J.; CASATI, F. Automated sla monitoring for web services. In: *IEEE/IFIP DSOM*, Springer-Verlag, 2002, p. 28–41.
- SHULL, F.; CARVER, J.; TRAVASSOS, G. H. An empirical methodology for introducing software processes. In: *ESEC/FSE-9: Proceedings of the 8th European software engineering conference held jointly with 9th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering*, New York, NY, USA: ACM, 2001, p. 288–296.
- THATTE, S. *Xlang: Web services for business process design*. Relatório Técnico, Microsoft Corporation, 2001.
- TICHY, W. F. Should computer scientists experiment more. *IEEE Computer*, v. 31, p. 32–40, 1998.
- WESKE, M. *Business process management*. Springer, 2007.
- WOHLIN, C.; ; RUNESON, P.; HÖST, M. *Experimentation in software engineering: an introduction*. MA: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- ZELKOWITZ, M. V.; WALLACE, D. R. Experimental models for validating technology. *Computer*, v. 31, n. 5, p. 23–31, 1998.
- ZELKOWITZ, M. V.; WALLACE, D. R.; BINKLEY, D. W. Experimental validation of new software technology, p. 229–263. 2003.

Q1 - Questionário de Experiência

Q1 - Questionário de experiência para estudo sobre a abordagem baseado em modelo de características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web

Nas perguntas abaixo, caso duas alternativas forem válidas, marcar a que mais se aplica a seu caso.

1. Qual seu nível de formação?

- Graduando Graduado
- Especializando Especialista
- Mestrando Mestre
- Doutorando Doutor

2. Determine sua experiência em desenvolvimento de Web Services.

- Eu nunca desenvolvi web services
- Desenvolvi serviços web como parte de trabalhos (Quantos?)
- Desenvolvi serviços web em ambientes industriais/empresariais. (Quantos?)
- Desenvolvo serviços web periodicamente em meu trabalho

3. Determine sua experiência em Estabelecimento de Processo de Negócio.

- Nunca estabeleci um processo de negócio
- Estabeleci processo de negócio como parte de trabalhos

- () Estabeleço processos de negócios constantemente, faz parte de meu trabalho
 () Estabeleço processos de negócios periodicamente em cursos

4. Determine sua experiência no estabelecimento de Contratos Eletrônicos para Serviços Web

- () Eu nunca desenvolvi contratos eletrônicos para serviços web
 () Eu desenvolvi alguns em projetos e trabalhos de curso. (Quantos?)
 () Desenvolvo contratos eletrônicos para serviços web constantemente, pois é meu trabalho
 () Desenvolvo contratos eletrônicos para serviços web periodicamente em cursos

5. Indique sua experiência em relação aos itens apresentados na tabela, assinalando uma das alternativas. Veja as escalas segundo a tabela abaixo.

- 1 - Nenhuma
 2 - Estudo em cursos ou livros
 3 - Praticado em projetos de curso
 4 - Praticado em empresa
 5 - Praticado em diversos (maior que cinco) projetos da empresa

Tabela A.1: Grau de Experiência do Participante

Experiência em desenvolvimento de Web Services	1	2	3	4	5
Experiência no desenvolvimento de contratos eletrônicos	1	2	3	4	5
Experiência no estabelecimento de Processos de Negócios	1	2	3	4	5

Q2 - Questionário de Dificuldades - Acadêmicos

Questionário de dificuldades na utilização da abordagem baseada em modelo de características para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços Web (FANTINATO, 2007).

Nas perguntas abaixo, caso duas alternativas forem válidas, marcar a que mais se aplica a seu caso.

1. Você considera que o treinamento aplicado para o uso da abordagem foi suficiente?
- Sim, pois não tive problemas no estabelecimento do(s) contrato(s) eletrônico(s)
 - Sim, porém precisei de ajuda para concluir o estabelecimento dos contratos
 - Não, mas consegui estabelecer o(s) contrato(s) eletrônico(s) sem grande dificuldade
 - Não, não consegui estabelecer o(s) contrato(s) eletrônico(s);

Observações:

2. Você considera que a utilização da abordagem baseada em modelo de característica apresenta procedimentos bem definidos e claros bem como de fácil uso para o estabelecimento de novos contratos eletrônicos?
- Sim, é fácil de usar e apresenta os procedimentos bem definidos e claros
 - Não é fácil, porém entendi e realizei os passos da abordagem

Não apresenta procedimentos bem definidos e também não há clareza

Não. Não consegui fazer o uso dos passos da abordagem

Observações:

3. Para quem você considera a abordagem baseada em modelo de características vantajosa?

Fornecedor do Serviço Web

Consumidor do Serviço Web

Estabelecedor do contrato eletrônico

Para todas as partes envolvidas no processo de negócio

Observações:

4. Em relação ao custo/benefício disposto para o estabelecimento do(s) contrato(s) eletrônico(s) com a abordagem baseada em modelo de características comparado com um possível estabelecimento de contratos eletrônicos em modo texto (abordagem antiga).

Você considera:

Viável. Utilizaria a abordagem baseada em características novamente

Viável, porém utilizaria a abordagem texto

Inviável. Desencorajaria o uso, pois o tempo disposto para o estabelecimento do(s) contratos usando a abordagem é possivelmente maior

Inviável. Não utilizaria a abordagem novamente

Observações:

5. Você considera que o uso da abordagem baseada em modelo de característica para o estabelecimento de contratos eletrônicos para serviços web é vantajoso em relação a abordagem antiga (modo texto)?

Sim, pois estabeleci o(s) contrato(s) eletrônico(s) com facilidade utilizando a abordagem

Sim, porém estabeleci o(s) contrato(s) eletrônico(s) com dificuldade

Não é vantajoso o uso da abordagem, pois o modelo de característica é complexo

Não, a complexidade da abordagem faz com que o modo texto utilizado antigamente seja melhor

Observações:

Q3 - Questionário de Dificuldades - Empresários

Nas perguntas abaixo, caso duas alternativas forem válidas, marcar a que mais se aplica a seu caso.

1. Você considera a abordagem fácil de usar?

Sim

Não

Observações:

2. Para quem você considera a abordagem vantajosa?

Fornecedor do Serviço Web

Estabelecedor do contrato eletrônico

Para todas as partes envolvidas no processo de negócio

Consumidor do Serviço Web

Observações:

3. Você considera que abordagem apresenta benefícios superiores a abordagem modo texto (cenário anterior)?

Sim

Não

4. Você considera a abordagem viável de ser utilizada?

Sim

Sim, com ressalvas (especifique)

Não

Observações:

5. Você encorajaria seus funcionários a usar a abordagem em sua empresa?

Sim

Não

Observações:

Comentários gerais: