

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Especificação Formal da Atividade de Negociação em Serviços Semânticos

Rute Cardoso Drebes

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande –
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Sistemas de Informação e Banco de Dados

Ulrich Schiel, Dr.

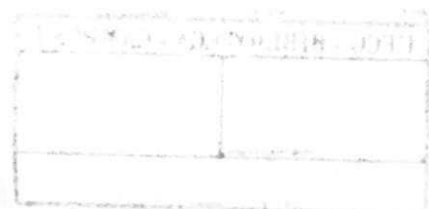
(Orientador)

Cláudia Maria Fernandes de Araújo Ribeiro, Dr^a.

(Orientador)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

© Rute Cardoso Drebes, 28/02/2011





D771e Drebes, Rute Cardoso
Especificacao formal da atividade de negociacao em
servicos semanticos / Rute Cardoso Drebes. - Campina
Grande, 2011.
147 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Ciencia da Computacao) -
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de
Engenharia Eletrica e informatica.

1. Servicos Semanticos - 2. Servicos - 3. Modelagem 4.
Metodos Formais 5. Dissertacao I. Schiel, Ulrich, Dr. II.
Ribeiro, Claudia Maria Fernandes de Araujo, Dra. III.
Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande
(PB) IV. Titulo

CDU 004.423.4(043)



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Coordenação de Pós-Graduação em Informática - COPIN
Av. Aprígio Veloso, 882 - 58109-970, Campina Grande, PB

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO(A) MESTRANDO(A)

RUTE CARDOSO DREBES

TÍTULO: " ESPECIFICAÇÃO FORMAL DA ATIVIDADE DE NEGOCIAÇÃO EM SERVIÇOS SEMÂNTICOS"

COMISSÃO EXAMINADORA

CONCEITO

Aprovado

ULRICH SCHIEL, Dr.
Orientador(a)

CLAUDIA MARIA FERNANDES ARAUJO RIBEIRO, Dr^a
Orientador(a)

JOSEANA MACÊDO FECHINE, D.Sc
Examinador(a)

Aprovado

MARIA DE FATIMA QUEIROZ VIEIRA, Ph.D
Examinador(a)

Aprovado

Campina Grande, 28 de Fevereiro de 2011

AVALIAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

TITULO: Especificação Formal da Atividade de Negociação em Serviços Semânticos

AUTORA: Rute Cardoso Drebes

ORIENTADOR: Ulrich Schiel

ORIENTADORA: Cláudia Maria Fernandes Araújo Ribeiro

PARECER

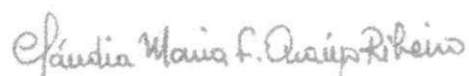
O trabalho trata da aplicação de tecnologias da Web Semântica no domínio da indústria fonográfica e propõe uma integração entre dois modelos: ESCHER, modelo para a personalização de serviços na Web baseado em uma arquitetura de Qualidade de Serviço para tratar a percepção do usuário; e PERSONAE, um modelo de mediação semântica para arquiteturas orientadas a serviço.

Considerando a complexidade dos modelos que serviram de base e do domínio de aplicação, a linguagem formal utilizada na descrição dos modelos, e considerando ainda, que a mestranda atendeu adequadamente a inclusão de todos os melhoramentos e correções apontados pelos avaliadores,

Meu parecer é favorável a aprovação do presente trabalho, por considerar que os resultados obtidos foram satisfatórios para a obtenção do grau de mestre.

Parecer: **APROVADO**

Examinador (Assinatura):



Data: 13/06/2011

Ao ETERNO.

בטוח הוא, מבורך הוא הוגן שאליו, 'ה שם היא חזקה מגדל

שלנו צדק יהוה

Agradecimentos

Ao D-us Eterno. Por ter me guiado e orientado em todos os momentos. Por ser fonte inesgotável de amor e misericórdia. My G-d is faithfull!

À minha família, pelo constante apoio, incentivo e amor incondicional. Aos meus pais por terem me ensinado as Sagradas Letras, sem as quais minha existência seria insuportável.

Aos colegas que encontrei durante o período do mestrado que se tornaram grandes amigos, tanto na UFCG como na UERN. Em especial: Ana Esther, Andréa, Andreza, Augusto, Camila, Cecir, Cedma, Cleone, Dalton, Dayanne, Elloá, Expedito, Felipe, Gilson, Giuseppe, Larissa, Magna, Maria de Lourdes, Mariana e Patricio. Essa caminhada, sem vocês, seria muito sem graça!! :)

Aos amigos de longa data, e aos mais “recentes” também.

Aos amigos da cantina da Dona Inês.

Aos amigos funcionários do DSC.

Aos professores Sampaio e Eustáquio, pelo exemplo de ética profissional e dedicação.

Ao meu orientador durante a graduação, Fernando Bastos, por ter sido mais que um orientador. Sem dúvida, tens parte nessa conquista!!

Aos meus orientadores, por me ajudarem a me tornar o mais independente possível na realização desse trabalho.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

E por último, mas certamente não menos importantes: aos meus cachorros, porque cachorro é tudo de bom!! :)

Resumo

O surgimento dos serviços semânticos e sua utilização têm sido objeto de intensa pesquisa nos últimos anos. Nesse contexto as ontologias são utilizadas como estruturas de representação do conhecimento, para facilitar a reutilização e troca de informações. Entretanto, a multiplicidade na descrição semântica dos serviços, a dificuldade na obtenção de consenso para a definição de ontologias de domínio e as diferentes perspectivas de utilização apresentam um empecilho para a automatização de tarefas relacionadas à provisão de serviços.

A provisão de serviços consiste em um processo complexo composto de várias sub-atividades, tais como publicação, descoberta, negociação, seleção, composição, execução e monitoramento. Entretanto, o trabalho realizado foi focado nas fases de descoberta, negociação, seleção e monitoramento de serviços. Visando um melhor entendimento das questões provenientes de cada fase foi realizado um estudo com base no domínio da indústria fonográfica. Um levantamento das condições de prestação de serviços aponta a necessidade da utilização de novos modelos de negócios e de novas estratégias que possibilitem a personalização dos serviços, dando ao usuário um papel mais ativo no processo.

Para lidar com as limitações encontradas no cenário de prestação de serviços, foi utilizada uma abordagem integrada, que une dois modelos: um centrado na percepção do usuário e o outro nas fases de prestação de serviços. Os modelos utilizados na abordagem integrada são Escher e Personæ, respectivamente. O modelo resultante dessa abordagem foi denominado de modelo estendido, que une a expressividade de Escher às fases de prestação de serviços tratadas em Personæ. Tendo em vista que o modelo Personæ compreende as fases iniciais no ciclo de prestação de serviços, as fases de negociação, monitoramento e re-negociação de contratos foram adicionadas ao modelo estendido.

Essa abordagem, denominada abordagem integrada, possibilitou a constatação de que os principais conceitos relacionados ao domínio de prestação de serviços foram contemplados. A utilização de dois cenários para ilustrar a aplicabilidade do modelo estendido serviu para demonstrar a capacidade do modelo em atender as necessidades tanto de usuários leigos como de usuários especialistas nas tarefas relacionadas à prestação de serviços na web.

Abstract

The rise of semantic services and their use has been the subject of intense research in recent years. In this context, ontologies are used as structures of knowledge representation, to facilitate reuse and sharing of information. However, the multiplicity in the semantic description of services, difficulty in reaching consensus on the definition of domain ontologies and the use of different perspectives present an obstacle to automate service related tasks.

Service provision consists on a complex process, composed of several sub-activities, such as publication, discovery, negotiation, selection, composition, execution and monitoring. However, the work accomplished was focused on the discovery, negotiation, selection and service monitoring phases. Aiming to achieve a better understanding of the questions raised from each one of the phases, a study based on the music industry was conducted. A survey of service conditions indicates the need of using new business models and new strategies that may enable the customization of services, giving users a more active role in the process.

To deal with the drawbacks found in the service oriented scenario, an integrated approach was used, that unites two models: one, focused on user perception and the other focused on the service provision phases. The models used in the integrated approach are Escher and Personæ, respectively. The resulting model of this approach was named extended model, and it unites the expressiveness of Escher to the service provisioning phases addressed in Personæ. Acknowledging that the model Personæ addresses the initial phases in the service provisioning lifecycle, the phases of negotiation, monitoring and contracts re-negotiation were added to the extended model.

The presented approach, named the integrated approach, enabled to perceive that the main concepts related to the service provisioning domain were addressed. The use of two scenarios to illustrate the applicability of the extended model was effective to demonstrate the capability of the model to meet the needs of either kind of user, a non-expert and an expert user, on the tasks related to service provisioning on the web.

SUMÁRIO	
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	vii
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Contexto	2
1.2. Motivação	5
1.3. Definição do Problema	6
1.4. Solução Proposta	7
1.5. Premissas	8
1.6. Estrutura do Documento	10
Capítulo 2 - Fundamentação Teórica	12
2.1. Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)	13
2.1.1. Ciclo de vida de um serviço	14
2.1.2. Web Semântica e Ontologias	15
2.1.3. Diferenças Ontológicas	18
2.1.4. Operações de Reconciliação Ontológica	20
2.2. Qualidade de Percepção e Qualidade de Serviço	23
2.3. Métodos Formais	25
2.3.1. A notação Z	26
2.4. Direitos Autorais e Ontologias de Direitos de Propriedade Intelectual	28
2.5. Considerações Finais	32
Capítulo 3 - Modelos Utilizados e Trabalhos Relacionados	34
3.1. Modelos Utilizados	35
3.1.1. Escher	36
3.1.2. Personæ	38
3.2. Trabalhos Relacionados	42
3.2.1. Descrição Semântica de QoS	43
3.2.2. Gerenciamento de Direitos Digitais e Legislação	45
3.3. Considerações Finais	47
Capítulo 4 – Descrição do Domínio de Aplicação	48
4.1. Descrição do domínio	49
4.1.1. Restrição geográfica e legislativa	50
4.1.2. Tipos de licença	52

4.2. Modelos de Negócios.....	53
4.2.1. Pagamento por Recomendação	55
4.2.2. Assinatura.....	56
4.2.3. B2B.....	57
4.2.4. Freemium	60
4.3. Propulsores para Inovações de Modelos de Negócios.....	62
4.4. Considerações finais	63
Capítulo 5 - Modelo Estendido	65
5.1. União dos Modelos.....	66
5.2. Adaptações realizadas.....	67
5.3. Funcionalidades adicionadas.....	71
5.4. Considerações Finais	80
Capítulo 6 – Aplicação do Modelo Estendido	81
6.1. Contexto de Aplicação do Modelo	82
6.2. Primeiro caso: Buscar um serviço considerando a especificação genérica de QoS do usuário	83
6.3. Segundo Caso: Usuário como provedor de conteúdo e cliente do serviço	99
6.4. Considerações Finais	110
Capítulo 7 – Conclusões e Trabalhos Futuros.....	112
7.1. Resumo das Contribuições.....	113
7.2. Orientações para Implementação	115
7.3. Sugestões para Trabalhos Futuros	115
Referências	119
Apêndice 1. Especificação Formal do Modelo Estendido	125
Anexo 1. Serviços catalogados	144

Lista de Figuras

Figura 1: Arquitetura SOA [7].	14
Figura 2: Dimensões no processo de reconciliação ontológica [52].	21
Figura 3: Representação de um esquema Z	28
Figura 4: Conceituação da Ontologia de IPR [16].....	31
Figura 5: O Modelo de Direitos na Ontologia de Direitos Autorais [16]	32
Figura 6: Arquitetura Escher [45].	38
Figura 7: Modelo de Mediação Personae [52].....	39
Figura 8: Modelo de Negócios. Adaptado de [37].	53
Figura 9: Modelo Freemium. Adaptado de < http://nicolaspujol.com >	61
Figura 10: Mapeamento de QoS do Usuário para a Perspectiva da Aplicação	68
Figura 11: Estabelecimento de Contrato de Serviço e Monitoramento de Qualidade	69
Figura 12: Modelo Estendido	70
Figura 13: QoS na Perspectiva do Usuário	87
Figura 14: Mapeamento de QoS	89
Figura 15: QoS na Perspectiva da Aplicação	89
Figura 16: Resultado do Mapeamento como Entrada para Busca de Serviços	90
Figura 17: Consulta sobre serviços	94
Figura 18: Restrição Geográfica. Adaptado de < www.dmb.com.br >	95
Figura 19: QoS na perspectiva do usuário artista	104
Figura 20: QoS na perspectiva da aplicação	104
Figura 21: Busca por Serviços	106

Lista de Tabelas

Tabela 1: Características de Stream	84
Tabela 2: Comparação dos Serviços de Stream.....	93
Tabela 3: Provedores Voltados para Usuários-Artistas	101

Capítulo 1

Introdução

“Do or don’t. There is no try.” [Yoda]

Na última década, foi possível observar o crescimento exponencial da quantidade de serviços com conteúdo multimídia oferecido pela internet. Juntamente com esse crescimento, novas questões relacionadas à provisão desse tipo de serviço surgiram.

Em um cenário de prestação de serviços, o consenso sobre um mesmo serviço por parte de clientes e provedores nem sempre é atingido. Além das diferenças de vocábulos utilizados, existe a natural disputa entre as partes: de um lado por melhores condições de preço, e do outro, maior obtenção de lucro.

As próximas seções apresentam o contexto no qual o presente trabalho está inserido, os problemas tratados por esta dissertação são descritos e uma visão geral da abordagem proposta é apresentada. Finalmente, a organização dos capítulos é mostrada.

1.1. Contexto

A convergência e o uso integrado das tecnologias de comunicação, de computação e de conteúdo em formato digital, cujo paradigma é a internet, tem contribuído nos anos recentes para criar um novo ambiente de acesso, disseminação, cooperação e promoção do conhecimento em uma escala global. As tecnologias de informação desempenham um papel fundamental nesse processo, tornando-se relevantes para os vários setores da sociedade, constituindo-se em ferramentas indispensáveis. Dessa forma, a internet possibilita o acesso a uma quantidade de informações considerada até pouco tempo inimaginável.

Em virtude da ampla difusão da internet, é possível constatar o impacto da globalização: o fenômeno observado na atualidade que consiste na maior integração entre os mercados produtores e consumidores de serviços com alcance mundial. A globalização da economia faz com que a rapidez e o compartilhamento das informações sejam inerentes aos planos de negócios adotados pelas organizações. A internet é um dos fenômenos que mais contribui para o desenvolvimento da sociedade atual, pois permite um acesso democratizado à informação. Também permite a disponibilização de dados e informações a qualquer momento e por qualquer pessoa ou instituição, portanto, à medida que a adesão de usuários aumenta, aumenta também a quantidade de informações disponibilizadas na internet. A rede mundial de computadores atingiu todos os setores da sociedade, revolucionando o mundo e abrindo fronteiras para novas possibilidades, inclusive no âmbito de prestação de serviços.

Conseqüentemente, à medida que a Web vem se tornando o local de convergência para provedores e consumidores de serviços, surgem novas questões na provisão dos mesmos. Para os clientes, a quantidade de serviços disponíveis torna quase impraticável a busca, tendo em vista que muitas vezes serviços irrelevantes também são retornados; para os provedores de serviços, o mercado já competitivo se torna ainda mais desafiador, devido à crescente quantidade de concorrentes.

A ampla adoção da Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) e o conseqüente aumento da disponibilização de Serviços Web têm gerado mudanças significativas no desenvolvimento de aplicações distribuídas. Serviços Web são na realidade fragmentos de informação que podem ser acessados por qualquer um, em qualquer lugar, usando

qualquer tipo de dispositivo [7]. Em termos mais técnicos, Serviços Web podem ser descritos como uma unidade de software que provê acesso a informações de serviços físicos. O consumidor dessa informação pode acessar o serviço tanto por meio de um navegador, de uma aplicação desktop ou até mesmo de um celular. O comércio eletrônico representa uma das possíveis formas de utilização desse tipo de tecnologia. Para fins de simplicidade, o termo serviço será utilizado no restante do documento.

Apesar dos benefícios e da eficiência dos serviços em integrar sistemas diferentes, a descoberta dos serviços ocorre de forma sintática (utilizando palavras-chave), ao invés de semântica, privilegiando a forma em detrimento do significado. Ou seja, o cliente que requisitar o serviço deve conhecer detalhes das suas operações e seus parâmetros para que possa utilizá-lo, o que nem sempre ocorre.

Uma alternativa para amenizar essa dificuldade é apresentada pela Web Semântica [5], na qual é dado à informação um significado bem definido. A proposta feita por Tim Berners-Lee para a Web Semântica é justamente adicionar significado às informações contidas na internet para que as máquinas também possam compreendê-las. A proposta é poder acessar coleções estruturadas de informação e conjuntos de regras de inferências para conduzir a um raciocínio automatizado. A proposta da Web Semântica é de somar esforços para a oferta de serviços na Web de forma mais adequada e eficiente [42]. Nesse contexto, ontologias têm sido utilizadas como estruturas de representação do conhecimento, objetivando facilitar a integração e reutilização das informações. O termo ontologia tem sua origem na filosofia, e trata do ser, daquilo que existe e de suas qualidades básicas. Na ciência da computação, o termo ontologia tem sido utilizado para descrever os conceitos de um determinado domínio de aplicação e os seus relacionamentos. O enriquecimento das descrições desses serviços pela anotação semântica por meio de ontologias permite que os mesmos sejam descobertos, selecionados e compostos automaticamente [5]. As ontologias são utilizadas como estruturas de representação do conhecimento objetivando facilitar a distribuição e reutilização de informações. Portanto, com a proliferação dos serviços e devido à evolução em direção ao pleno desenvolvimento da Web Semântica, surge a oportunidade para automatizar várias tarefas relacionadas à internet. É esperado que as aplicações possam, automaticamente, descobrir, compor e monitorar serviços.

No contexto de prestação de serviços, é possível observar o aumento exponencial na disponibilização de serviços com conteúdo multimídia na Internet. Neste trabalho foram considerados os serviços oferecidos pela indústria fonográfica, como a disponibilização de faixas e álbuns para download, utilização de serviços de rádio online, etc. Neste domínio, é possível identificar dois tipos de usuários: usuários finais, que utilizam esses serviços para consumo próprio, e usuários artistas, que utilizam os serviços oferecidos para promover seu material.

Os usuários finais desse tipo de serviços nem sempre tem conhecimento dos formatos dos arquivos oferecidos, ou do nível de qualidade oferecido por cada um deles, respectivamente. Já os usuários artistas apresentam um maior nível de conhecimento relacionado aos aspectos técnicos dos produtos oferecidos, mas não necessariamente dos aspectos técnicos envolvendo a provisão do serviço. O usuário artista está interessado em diversos aspectos, que são descritos a seguir. Na qualidade do material oferecido pelo provedor, tendo em vista que esse tipo de usuário é consumidor de serviços e provedor de conteúdo, portanto também utiliza o serviço para adquirir produtos. Na forma de remuneração realizada pelo provedor do serviço aos provedores de conteúdo, que podem apresentar grande variação de valores. No modelo de negócios utilizado pelo provedor, o que influencia diretamente a forma de remuneração por ele utilizada. E finalmente, nas questões relacionadas à utilização de materiais protegidos por direitos autorais, que podem restringir suas opções de comercialização de serviços e produtos.

Com a convergência de clientes e provedores de serviços para a utilização da internet como meio para prestação e consumo de serviços, algumas condições são imprescindíveis para que essa abordagem alcance seu potencial pleno, tais como: acesso eficiente aos serviços, utilização de mecanismos de monitoramento da qualidade dos serviços e aumento da expressividade do cliente, para que possa negociar o fornecimento de serviços diferenciados e personalizáveis. Da mesma forma como bens são oferecidos e consumidos no mundo real, na web, serviços com funcionalidades semelhantes são oferecidos por provedores competitivos, e um grande desafio é a otimização de estratégias para encontrar o “melhor” serviço para o cliente; serviço esse que venha de encontro com a relação dos requisitos desejados definidos pelo cliente.

1.2. Motivação

A partir das considerações anteriormente citadas, é possível observar que existe uma crescente preocupação, no âmbito de prestação de serviços, em aprimorar a experiência do usuário ao utilizar os mesmos. O aprimoramento da experiência do usuário ao utilizar ou adquirir um serviço está relacionado não somente à automatização das tarefas relacionadas ao serviço, mas também à possibilidade de escolher um serviço que esteja mais adequado às suas preferências e necessidades. Pesquisas mostram que uma experiência positiva do cliente cria mais lealdade ao meio eletrônico do que atributos tradicionais como escolha de produtos ou preço. Na verdade, um dos principais impulsionadores da lealdade ao meio eletrônico é a qualidade do serviço ao cliente. Para o cliente, as expectativas de serviço estão aumentando, e sem dúvida a Internet é a causa desse fenômeno.

Para alcançar um melhor atendimento dos requisitos do usuário, é necessário oferecer ao usuário de um serviço um poder de expressividade maior na descrição de suas preferências. Para tanto, torna-se primordial considerar as diferenças de percepções de qualidade que podem ocorrer. A maneira como clientes e provedores de serviços definem e percebem qualidade provavelmente é divergente: as diferentes percepções de qualidade por indivíduos são naturais, tendo em vista as diferentes visões que cada ser humano possui do mundo que o cerca.

Além de considerar as diferentes percepções de qualidade por parte de cada indivíduo, também é necessário considerar a probabilidade de que os clientes não estejam cientes dos aspectos técnicos envolvidos na descrição de requisitos de qualidade de serviços. Entretanto, os clientes, apesar de não estarem familiarizados com os detalhes técnicos envolvidos, sabem o nível de qualidade que desejam e são sensíveis a eventuais mudanças no nível de qualidade desejada. A aproximação de clientes e provedores de serviços, no tocante a descrição de qualidade, visa aumentar a possibilidade de atendimento dos requisitos do usuário, o que conseqüentemente pode aumentar a sua satisfação relacionada ao consumo e/ou utilização do serviço. Para o provedor do serviço, a possibilidade de atender aos requisitos do cliente pode resultar em um relacionamento de fidelização e na sua diferenciação em relação a seus concorrentes, fatores considerados essenciais para o sucesso dos provedores em um mercado altamente competitivo.

A finalidade da abordagem integrada proposta é de possibilitar ao usuário de um determinado serviço uma maior expressividade na descrição de suas preferências, aumentando as chances de encontrar um serviço que possa atender as suas necessidades. Essa abordagem visa possibilitar a aquisição dos serviços que forem mais adequados às requisições dos clientes, tratando das limitações ocasionadas tanto pelas divergências na forma de descrever requisitos de qualidade como pelas ocasionadas por restrições relacionadas aos bens comercializados protegidos por direitos autorais. Desta forma, é possível esperar que haja uma melhoria significativa na maneira como serviços e bens são oferecidos e comercializados por meio da internet.

1.3. Definição do Problema

Tradicionalmente, no âmbito de prestação de serviços, existe uma dificuldade em aproximar clientes e provedores de serviços em um processo de fidelização. Isto ocorre em parte pelo fato de que nem sempre o cliente desempenha um papel ativo nesta relação, o que geralmente implica na aceitação dos termos e condições do provedor por parte do cliente; e em parte pelo natural conflito de interesses entre as partes envolvidas: da parte do provedor, a busca por otimização dos recursos visando aumento dos lucros, e da parte do cliente, a busca pelo menor preço, com a melhor qualidade. De forma análoga à maneira que bens são oferecidos e consumidos no mundo real, na web, serviços com funcionalidades equivalentes são oferecidos por provedores competitivos, e um grande desafio é a utilização de estratégias para encontrar o “melhor” serviço com relação aos requisitos definidos pelo cliente.

Esta situação se repete no contexto da Arquitetura Orientada a Serviços, e, conseqüentemente, no contexto da prestação de serviços no domínio da indústria fonográfica, no qual a maioria dos serviços é oferecida como uma unidade fechada, sem espaço para negociação de serviços com funcionalidades diferenciadas.

A oferta de serviços na internet tem alcance mundial, sendo possível afirmar que a propaganda de um serviço pode ser acessada em qualquer parte do mundo, por um usuário da internet. Entretanto, somente a oferta de serviços é de alcance irrestrito: diversos serviços são acessíveis somente a determinadas localidades, mesmo se tratando de bens ou serviços oferecidos digitalmente.

Esta limitação na abrangência da prestação de serviços também pode ser observada no domínio da indústria fonográfica. Esta limitação, denominada de restrição geográfica deve-se ao fato de que o proprietário dos direitos autorais de uma determinada obra está protegido pela legislação do país contra atos restritos¹ aos detentores dos direitos autorais praticados neste país. Para a proteção dos direitos autorais contra tais atos em outro país, o detentor dos direitos autorais deve referir-se à lei de direitos autorais desse outro país. Cada país possui sua legislação específica, portanto consistem na fronteira natural dos sistemas jurídicos.

As restrições estão relacionadas aos objetos (músicas, letras, vídeos, composições, etc.) protegidos por leis de direitos autorais. Isso implica na impossibilidade de um usuário utilizar um determinado serviço, mesmo que esse seja o serviço que melhor atenda as suas necessidades, caso o usuário não se encontre na área de cobertura do serviço em questão.

1.4. Solução Proposta

A solução proposta consiste na utilização de uma abordagem integrada de dois modelos formais, que foram desenvolvidos para o contexto da arquitetura orientada a serviços (SOA). A abordagem utilizada, denominada abordagem integrada, consiste na união parcial de dois trabalhos relacionados à prestação de serviços, que tem em comum a ênfase nos requisitos de qualidade de serviços (QoS – *Quality of Service*). Os modelos utilizados na abordagem integrada são “ESCHER: Uma arquitetura de qualidade de serviços para tratar a percepção do usuário” [45] e “Personæ: Um modelo de mediação semântica para arquiteturas orientadas a serviços” [52]. O modelo Personæ consiste na extensão da arquitetura SOA por meio da adição de uma nova entidade, um mediador, para tratar das questões relacionadas às diferentes formas de descrição de serviços. Escher consiste em uma arquitetura voltada para a percepção de qualidade de um serviço sob a perspectiva do usuário. Uma descrição mais detalhada de cada modelo e suas respectivas funcionalidades encontra-se no capítulo 3.

Para que a abordagem integrada fosse realizada, alguns aspectos considerados essenciais foram incorporados ao modelo resultante, denominado modelo estendido. Ou

¹ Os atos restritos aos detentores dos direitos autorais são: direito de cópia, de distribuição e comercialização da obra e ou material.

seja, a abordagem utilizada resultou em um modelo que une a expressividade de Escher às fases de prestação de serviços tratadas em Personæ, com a adição de algumas funcionalidades, detalhadas no capítulo 5.

A utilização da abordagem proposta, da união de dois trabalhos formalizados matematicamente, visa facilitar na reconciliação de divergências entre clientes e provedores na forma como buscam um serviço e como o descrevem, respectivamente. Ao tratar dessas divergências, é possível observar a necessidade de aprimoramento dos processos de busca, seleção, negociação e monitoramento de serviços. Trabalhar essas questões de eventuais divergências é essencial para que a prestação de serviços na web possa atingir seu potencial plenamente.

A formalização do modelo estendido foi realizada por meio da notação Z. Esta notação é adequada tanto para a especificação de estruturas de dados que representam o estado do sistema, quanto para a especificação, manutenção e verificação de restrições sobre estes dados durante a execução de operações sobre os estados do sistema. Além disso, a disponibilidade de ferramentas que atuam sobre a especificação formal, dentre elas os provadores de teoremas (tais como Z/EVES, por exemplo) permite a validação e o raciocínio sobre as propriedades do modelo estendido.

1.5. Premissas

Esta seção apresenta as premissas consideradas durante o desenvolvimento do presente trabalho. Além de auxiliar na definição do escopo dessa dissertação, estas premissas também auxiliam na compreensão dos principais pontos considerados no desenvolvimento do presente trabalho. As premissas são:

- A problemática de mediação de contratos transcende diversos modelos arquiteturais baseados em técnicas da Web Semântica. Entretanto, esta dissertação está focada na verificação da aplicabilidade de uma abordagem integrada para mediação de contratos de serviços, levando em consideração a percepção de qualidade fim-a-fim, ou seja, a qualidade final percebida pelo usuário do serviço.
- Um modelo para tratar a percepção de qualidade sob a perspectiva do usuário deve garantir a expressividade do usuário na definição de

requisitos de qualidade desejados de um determinado serviço.

- O ciclo de vida básico de um serviço compreende as fases de publicação, descoberta, seleção, composição, negociação, estabelecimento de contratos de serviços, execução, monitoramento e reconfiguração². A abordagem integrada está focada na percepção de qualidade do usuário nas fases de busca, seleção, negociação e monitoramento de serviços. Essas são as fases onde o usuário desempenha um papel preponderante.
- A utilização de ontologias para especificação das leis de direitos autorais possibilita que elas sejam interpretadas e manipuladas não somente por meio de intervenção humana, mas também por mecanismos automatizados. Considerando que as leis estão estruturadas em forma de ontologias, é possível realizar operações sobre ontologias legislativas de diferentes países. As operações de reconciliação ontológica podem auxiliar na verificação de semelhanças entre as legislações, e caso seja verificada a semelhança entre elas, é possível realizar acordos sobre a oferta de serviços em locais onde antes não eram oferecidos. Análogo aos acordos de comércio internacionais, onde os países envolvidos no acordo não alteram sua legislação, mas buscam chegar a um fator comum preservando suas diferenças.
- O modelo estendido deve ser independente de tecnologias específicas. A independência de tecnologias específicas possibilita que novos serviços sejam adicionados sem que o modelo sofra alterações profundas.
- A utilização da notação Z foi guiada pelas seguintes razões: os modelos utilizados como base para a abordagem integrada foram formalizados utilizando essa notação; a disponibilidade de apoio ferramental, em outras palavras, a existência de ferramentas para verificação automática de tipos de dados e provadores de teoremas; e finalmente a existência

² A fase de reconfiguração considerada no presente trabalho consiste na detecção de falha na prestação do serviço, e na subsequente re-negociação do contrato entre o provedor e o cliente do serviço.

de exemplos de utilização da notação Z para tratar de aspectos relacionados à prestação de serviços na web.

O estabelecimento destas premissas permite maior liberdade à abordagem integrada, da qual o modelo estendido é resultado, de concentrar-se especificamente nas questões relacionadas ao tratamento da percepção de qualidade do usuário e nas questões relacionadas à prestação de serviços, sem considerar diretamente os aspectos técnicos envolvidos na implementação.

1.6. Estrutura do Documento

Este documento está organizado em mais cinco capítulos, além desta introdução. O capítulo 2 é dedicado à apresentação dos fundamentos teóricos envolvidos no desenvolvimento do trabalho. O objetivo deste capítulo é apresentar os conceitos básicos adotados neste trabalho e fornecer uma visão geral sobre a área de aplicação. Inicialmente são introduzidos conceitos relacionados à provisão de serviços por meio da internet, tais como a arquitetura orientada a serviços, a sua descrição e tecnologias envolvidas. Também são abordadas as limitações na descrição dos serviços e algumas iniciativas para contornar essas limitações; são apresentados os requisitos de qualidade de serviço e finalmente são discutidos os direitos autorais na era digital.

No capítulo 3, são introduzidos os modelos utilizados como base nesse trabalho. Inicialmente é apresentada uma visão geral de ambos os modelos, bem como a motivação para a utilização de cada um deles é descrita. Posteriormente, são descritas as características, funcionalidades e algumas das limitações encontradas nos respectivos modelos. Ao final deste capítulo são apresentados os trabalhos relacionados.

No capítulo 4, um levantamento detalhado do domínio da indústria fonográfica é apresentado. Um breve histórico é introduzido, as profundas transformações enfrentadas pela indústria são descritas e são apresentados os modelos de negócios utilizados no domínio. Finalmente, são discutidos os desafios que a indústria fonográfica enfrenta e as tendências atuais.

No capítulo 5, é descrita a integração dos modelos utilizados como base no trabalho, bem como as funcionalidades adicionadas ao modelo estendido. Para que a integração dos modelos pudesse ser efetuada, algumas adaptações necessárias foram

realizadas. O modelo estendido é apresentado, e são detalhadas as funcionalidades herdadas de cada um dos modelos, bem como as funcionalidades adicionadas ao modelo estendido.

No capítulo 6, são ilustrados dois cenários de uso, com o objetivo de avaliar a aplicabilidade do modelo estendido em contextos diversos. O cenário de uso é baseado nas fases envolvidas na aquisição de um serviço, tais como busca, seleção, negociação e monitoramento; sendo essas as fases consideradas por serem as fases onde o usuário desempenha um papel mais pronunciado. A motivação para ilustrar dois cenários foi devida aos tipos de usuários envolvidos, sendo o diferencial para cada um dos casos.

Por fim, no capítulo 7 resumem-se as principais contribuições do presente trabalho, sendo apontadas as diretrizes para implementação e sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros. Esta dissertação é complementada por um apêndice contendo a especificação formal do modelo estendido, e um anexo contendo os serviços catalogados no domínio da indústria fonográfica.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

“Each string vibrates at its own frequency, like a violin, producing notes, and these notes make up everything in the universe. So, the connection between me and you reading this are really not that extraordinary” [String Theory]

Este capítulo é dedicado à apresentação dos aspectos teóricos envolvidos no desenvolvimento do trabalho. Primeiramente uma introdução à arquitetura orientada a serviços é descrita, bem como as iniciativas de inclusão de semântica a essa arquitetura. A sua forma de implementação, que são os serviços web, é apresentada bem como o ciclo de vida de um serviço.

Em seguida, é descrita a utilização de ontologias na descrição de serviços, e também as limitações dessa abordagem. As técnicas de reconciliação de ontologias que visam superar essas limitações são apresentadas. Os requisitos de qualidade dos serviços, também denominados QoS são descritos, bem como o seu papel na provisão de serviços e na percepção de qualidade oferecida.

Finalmente, são apresentados o formalismo utilizado e as justificativas que guiaram essa escolha, e também iniciativas de representação de direitos autorais por meio de ontologias.

2.1. Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)

Arquitetura Orientada a Serviços é um conjunto de princípios para a construção de software, a qual promove o fraco acoplamento entre os componentes de software (serviços) e a independência de tecnologias específicas para que eles sejam reutilizáveis. Esses componentes, também denominados serviços (ou *web services*), consistem em um conjunto de funcionalidades relacionadas que podem ser acessadas por meio da web. São componentes de software que realizam tarefas específicas e encapsuladas via mecanismos padronizados orientados à web, podendo ser descobertos, selecionados e possibilitam que a composição de diversos serviços seja realizada.

O advento da arquitetura orientada a serviços e sua implementação na forma de serviços contribuiu consideravelmente para facilitar a integração de sistemas de informação. Entretanto, a interoperabilidade semântica entre sistemas heterogêneos ainda apresenta desafios, sendo um dos principais a definição de diferentes modelos de informação para um mesmo problema. Mudando a integração da informação, da forma estrutural para níveis conceituais, representa um avanço em direção ao principal objetivo de SOA, integrar negócios e TI [4]. Os serviços web estão mudando a forma como as aplicações se comunicam através da web. Ao permitir que as funcionalidades sejam encapsuladas e definidas em um formato padronizado e reutilizável é possível o compartilhamento (ou troca) de funcionalidades sem necessitar uma negociação de mecanismos de comunicação ou representações sintáticas. Esta flexibilidade é alcançada por meio de um conjunto de padrões que definem a sintaxe e o protocolo de comunicação, o que possibilita que programas desenvolvidos em plataformas heterogêneas possam interoperar na internet.

Um serviço é um software identificado por um URI³ que pode ser acessado pela internet. A descrição de sua interface declara as operações que podem ser realizadas pelo serviço, o tipo de mensagens a serem trocadas durante a interação com o serviço, e a localização física das portas, onde a informação deve ser trocada. Trabalhos

³ Consiste em um identificador Web, e cada objeto ou modelo de dados na Web Semântica deve ter seu URI unívoco.

detalhando as características de um serviço bem como os padrões utilizados nos níveis de comunicação, descrição, composição e descoberta podem ser encontrados em [67].

À medida que a Web tem se tornado o lugar de convergência para a prestação e utilização de serviços, um número crescente de organizações tem aderido ao comércio eletrônico como forma de disponibilizar seus serviços para uma ampla quantidade de consumidores. Os consumidores, por sua vez, estão cada vez mais exigentes e atentos às questões de qualidade, tanto dos produtos como dos serviços oferecidos. Neste ambiente dinâmico, torna-se natural que provedores de serviço necessitem adaptar suas descrições de serviços para refletir requisitos propostos por novas aplicações, novas estratégias de negócios, ou até mesmo novas restrições legais.

2.1.1. Ciclo de vida de um serviço

Para que um provedor possa ter seu serviço disponibilizado na web, o primeiro passo é descrevê-lo e disponibilizar esta descrição num repositório de serviço, tais como um registro UDDI⁴ ou ebXML⁵, para que clientes em potencial possam acessá-la. Como os serviços oferecidos pela web ou *web services* são divulgados mundialmente, qualquer pessoa pode ter acesso à sua descrição. Estes serviços podem ser divulgados tanto virtualmente e consumidos no mundo “real”, como podem ser serviços digitais que são utilizados/consumidos computacionalmente. Na figura 1, é ilustrada a arquitetura orientada a serviços:

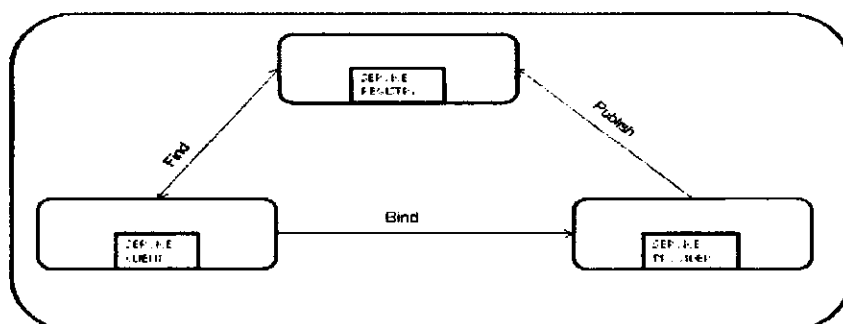


Figura 1: Arquitetura SOA⁶ [7].

⁴ UDDI: Universal Description, Discovery and Integration

⁵ ebXML: Electronic Business using eXtensible Markup Language

⁶ As fases demonstradas na figura são de publicação, busca e seleção, que são as fases básicas utilizadas nas ilustrações da arquitetura SOA.

O ciclo de vida básico de um serviço compreende as fases de publicação, descoberta, seleção, composição, negociação, estabelecimento de contratos de serviços, execução, monitoramento e reconfiguração. As fases do ciclo de vida de um serviço consideradas na extensão do trabalho são descoberta, negociação, estabelecimento de contrato de serviços, monitoramento e re-negociação de contratos.

A motivação para essas fases terem sido as fases consideradas nesse trabalho, foi baseada no ponto de vista de um usuário ao desejar utilizar um serviço. Essas são as fases onde o usuário desempenha um papel mais pronunciado, e onde a sua perspectiva de qualidade é mais pronunciada. Essas são as fases que contemplam desde a escolha do serviço até após a sua execução, o que reforçou a motivação para a escolha das mesmas. A mensuração do grau de satisfação do usuário ao utilizar um serviço é de grande valia, pois da mesma forma que ocorre na prestação de serviços de forma tradicional, prestadores de serviço na web visam não somente atrair os clientes, mas manter sua base de clientes. De posse dessa informação, os provedores podem então detectar pontos críticos na sua forma de prestar serviço e realizar as modificações que considerar necessárias. Com a crescente utilização de sistemas de reputação⁷, os clientes que buscam utilizar serviços com os quais não tiveram uma experiência prévia, buscam opiniões de outros clientes que já utilizaram o serviço para orientar sua escolha.

2.1.2. Web Semântica e Ontologias

Uma alternativa para amenizar essa dificuldade é apresentada pela Web Semântica, onde é dado à informação um significado bem definido [5]. A proposta feita por Tim Berners-Lee para a Web Semântica é justamente colocar significado nos documentos para que as máquinas também possam compreendê-los. A proposta é poder acessar coleções estruturadas de informação e conjuntos de regras de inferências para conduzir a um raciocínio automatizado. A proposta da Web Semântica é de somar esforços para a oferta de serviços na Web de forma mais adequada e eficiente [42].

⁷ Um sistema de reputação armazena e publica a reputação de um conjunto de objetos (por exemplo: provedores de serviços, serviços, bens ou entidades) de uma comunidade ou domínio, baseada na coleta de opiniões que outras entidades possuem sobre esses objetos. A reputação atribuída a cada objeto é uma maneira de distinguir entre os seus semelhantes, tornando-o mais ou menos atrativo dentro de sua comunidade ou domínio.

Nesse contexto, ontologias têm sido utilizadas como estruturas de representação do conhecimento, objetivando facilitar a integração e reutilização das informações. O enriquecimento das descrições desses serviços pela anotação semântica por meio de ontologias permite que os mesmos sejam descobertos, selecionados e compostos automaticamente.

Desde a idealização da Web Semântica, as ontologias foram consideradas como as estruturas mais indicadas para representação do conhecimento, já que, consistem em uma representação formal e explícita de uma conceituação compartilhada [18]. De acordo com Studer, Benjamins e Fensel [57], *conceituação* se refere ao modelo abstrato de algum fenômeno no mundo o qual identifica conceitos relevantes ao próprio fenômeno; *formal* se refere ao fato da ontologia ser interpretável por máquinas; e *compartilhada* reflete a noção de que uma ontologia representa o conhecimento comum a um grupo de indivíduos. Ontologias são utilizadas como estruturas de representação do conhecimento objetivando facilitar a distribuição e reutilização de informações [34].

Conforme descrito em [38], a definição de uma ontologia prevê a existência de elementos epistemológicos, os quais são definidos para identificar cada categoria de elementos da ontologia. Estes elementos e seus significados podem variar com relação à terminologia adotada pela área que os utiliza. Entretanto, em [18], são identificados quatro componentes independentes de uma comunidade específica, estes são:

- **Classes:** usadas com ampla abrangência, podendo expressar qualquer coisa sobre a qual alguma coisa é dita, como uma tarefa, função, ação, estratégia, processo de raciocínio, entre outros
- **Relações:** representam um tipo de interação entre as classes e o domínio. Como exemplo, pode-se considerar: “subclasse - de” ou “conectado-a”;
- **Funções:** consistem de um caso especial de relações, onde o n-ésimo elemento do relacionamento é único para os n-1 elementos precedentes;
- **Axiomas:** usadas para modelagem de sentenças que são sempre verdadeiras.

A inclusão de significado à descrição do serviço pode originar divergências, tendo em vista que ontologias podem utilizar terminologias distintas, mesmo que sejam

utilizadas para descrever um mesmo domínio de aplicação. Isso se deve basicamente a dois fatos: (i) o fato de que sempre haverá mais de uma forma de representação de um domínio de discurso; e (ii) as diferentes visões que cada indivíduo possui do mundo que o cerca, o que resulta na utilização de terminologias diferentes para a representação de conceito.

Portanto, não há nenhuma razão para se esperar que, tanto clientes como provedores de serviços utilizem as mesmas ontologias nas suas descrições de serviços. Como consequência, anteriormente à composição ou comparação de serviços, é necessário encontrar as respectivas correspondências entre as ontologias heterogêneas que os descrevem [22]. Além da divergência na forma de descrever o serviço, nem sempre clientes e provedores de serviços tem a mesma visão referente a questões de qualidade, o que se torna um obstáculo para a comunicação entre as partes.

O desenvolvimento de tecnologias para dar suporte à Web Semântica é considerado prioridade entre várias comunidades de pesquisa. Um dos principais objetivos é transformar a web em um meio no qual as informações possam ser compartilhadas, compreendidas e processadas por ferramentas automatizadas.

A descrição desses serviços não referencia necessariamente uma mesma ontologia, o que indica que tanto para encontrar o serviço adequado como para apresentá-lo torna-se vital o estabelecimento de correspondências entre os termos utilizados. Não somente a descrição dos serviços pode utilizar ontologias divergentes, mas no caso de serviços com restrições devido às questões de direitos autorais envolvidas, as permissões de utilização e consumo para os serviços podem apresentar variações, o que torna evidente a necessidade de utilização de mecanismos que auxiliem no estabelecimento da comunicação entre as partes para a negociação da comercialização dos direitos autorais.

Entretanto, a utilização de ontologias para representar o conhecimento e dessa forma facilitar a integração e reutilização das informações, pode ainda apresentar diferenças ontológicas que são discutidas a seguir.

2.1.3. Diferenças Ontológicas

Com a proliferação dos *serviços* e devido à evolução em direção ao pleno desenvolvimento da Web Semântica, surge a oportunidade para automatizar várias tarefas relacionadas à internet. É esperado que as aplicações possam, automaticamente, descobrir, compor e monitorar serviços. Distante da visão idealizada de um “mundo ideal” nos primórdios da pesquisa em ontologias, a web semântica contém inúmeras ontologias, e é esperado que haja um crescimento nessa quantidade proporcionalmente à medida do seu desenvolvimento [49].

É importante notar que diferentes tipos de ontologias, de acordo com seu grau de generalização podem ser definidos (adaptado de [17]):

- Ontologias de representação definem as primitivas de representação – como frames, axiomas, atributos e outros – de forma declarativa, visando abstrair os formalismos de representação;
- Ontologias gerais (ou de topo) trazem definições abstratas necessárias para a compreensão de aspectos do mundo, como tempo, processos, papéis, espaço, seres, coisas, etc.;
- Ontologias centrais (*core ontologies*) ou genéricas de domínio definem os tópicos de estudo de uma área e/ou conceitos mais genéricos e abstratos desta área;
- Ontologias de domínio tratam de um domínio mais específico de uma área genérica de conhecimento, como direito tributário, microbiologia, etc.;
- Ontologias de aplicação procuram solucionar um problema específico de um domínio, como identificar doenças do coração, a partir de uma ontologia de domínio de cardiologia. Normalmente, ela referencia termos de uma ontologia de domínio.

As ontologias mais referenciadas na literatura são as ontologias mais abstratas, ou mais generalizadas, pois muitas aplicações as tomam como base. As motivações para o desenvolvimento de uma ontologia são: (i) para compartilhar entendimento comum da estrutura de informação entre pessoas ou entre agentes de software; (ii) permitir a reutilização de conhecimento de um domínio. Caso exista uma ontologia que modele adequadamente certo conhecimento de um domínio, ela pode ser compartilhada e usada

por pessoas que desenvolvam aplicações nesse e em outros domínios; (iii) para tornar explícitas pressuposições de um domínio. As ontologias fornecem um vocabulário para representação do conhecimento. Esse vocabulário tem por trás uma conceitualização que o sustenta, evitando assim interpretações ambíguas; (iv) para separar conhecimento de domínio de conhecimento operacional; (v) para analisar um conhecimento de um domínio. Dentre as razões citadas para o desenvolvimento de ontologias, a mais comum é o compartilhamento do entendimento comum de uma estrutura de informação [36].

A expectativa de que cada indivíduo e cada organização possam chegar a um acordo na formalização de uma ontologia comum compartilhada é considerada impraticável e distante da realidade [9]. Mesmo com a adição da descrição semântica, podem surgir divergências, tendo em vista que ontologias podem utilizar terminologias distintas, mesmo que sejam utilizadas para descrever um mesmo domínio, devido ao fato de que sempre haverá mais de uma forma de representação de um domínio de discurso [34]. A questão da inconsistência associada à multiplicidade de ontologias é comumente referenciada como heterogeneidade ontológica. Baseada em requisitos individuais divergentes, organizações e indivíduos irão desenvolver suas próprias ontologias, utilizando diferentes linguagens, com escopos e cobertura diferenciados, granularidade, estilos de modelagem, terminologias, conceitos e codificação divergentes [26].

Em termos computacionais, isso implica em considerar que as ontologias podem sofrer alterações com o passar do tempo [25]. Essas alterações podem ser um reflexo do mundo real, como por exemplo, no caso de fusão de dois departamentos de uma universidade que tenham estruturas organizacionais diferentes, a ontologia descrevendo esse domínio necessita ser alterada para refletir essa mudança. Podem ocorrer alterações na conceituação devido a diferentes perspectivas de utilização (tarefas distintas podem implicar em visões divergentes do domínio), como em uma ontologia descrevendo o trânsito de uma determinada cidade, que inclui conceitos como ruas, ciclovias, pontes, e assim por diante. Se a ontologia for adaptada para considerar não somente a perspectiva de um pedestre, mas também de um transporte fluvial, uma ponte que constitui a solução para atravessar um rio se torna um obstáculo e, se tratando

de uma ponte móvel, em determinado momento será a solução de um, tornando-se obstáculo de outro.

Além da limitação encontrada devido às legislações locais, uma limitação que pode ser observada na prestação de serviços em geral, é a ausência de um consenso sobre a forma como os serviços devem ser descritos, em especial como a qualidade do serviço que oferecem é descrita, o que dificulta que certas tarefas sobre serviços sejam automatizadas, tais como busca/descoberta, seleção, negociação entre outras.

Conseqüentemente, à medida que a Web vem se tornando o local de convergência para provedores e consumidores de serviços, surgem novas questões na provisão dos mesmos. Para os clientes, a quantidade de serviços disponíveis torna quase impraticável a busca, tendo em vista que muitas vezes serviços irrelevantes também são retornados; para os provedores de serviços, o mercado já competitivo se torna ainda mais desafiador, devido à crescente quantidade de concorrentes. A personalização de serviços torna-se então o diferencial dentre os diversos provedores que podem potencialmente atender às necessidades do cliente requisitando o serviço [52]. Em adição às funcionalidades descritas, no contexto da personalização de serviços é necessário que a localização do serviço possibilite que o usuário em potencial localize o serviço que melhor atende às suas necessidades específicas. Para tal, é necessário que a descrição do serviço incorpore outros atributos além daqueles que descrevem a sua funcionalidade.

Portanto, é necessário considerar que freqüentemente clientes e provedores possuem visões conflitantes sobre qualidade do serviço, uma vez que clientes buscam maximizar sua satisfação e minimizar os custos, enquanto os provedores visam maximizar seus lucros por meio da otimização de recursos. Para que clientes e provedores possam consumir e oferecer serviços, as questões de visões conflitantes sobre os quesitos de qualidade relacionados a serviços necessitam ser tratadas [53].

2.1.4. Operações de Reconciliação Ontológica

Para tornar possível a reutilização de ontologias de tipos distintos, é necessário utilizar alguma técnica de mediação ontológica para reconciliar as divergências entre as ontologias e então possibilitar o compartilhamento e reutilização do conhecimento [43].

Existem três tipos de mediação ontológica que se destacam na literatura, que incluem as operações de mapeamento, fusão e integração. É importante observar que os grupos de pesquisa podem divergir na nomenclatura utilizada para as técnicas de reconciliação, em alguns casos a nomenclatura mapeamento é utilizada, em outros, alinhamento, para o mesmo tipo de operação.

A interoperabilidade semântica pode ser fundamentada na reconciliação ontológica: encontrar relacionamentos entre entidades que pertençam a diferentes ontologias [9, 27 e 52]. As operações de reconciliação ontológica formalizadas em [53], podem ser consideradas como um processo de reutilização de ontologias. As operações podem ser classificadas ao longo de duas dimensões: vertical e horizontal, ilustradas na figura a seguir:

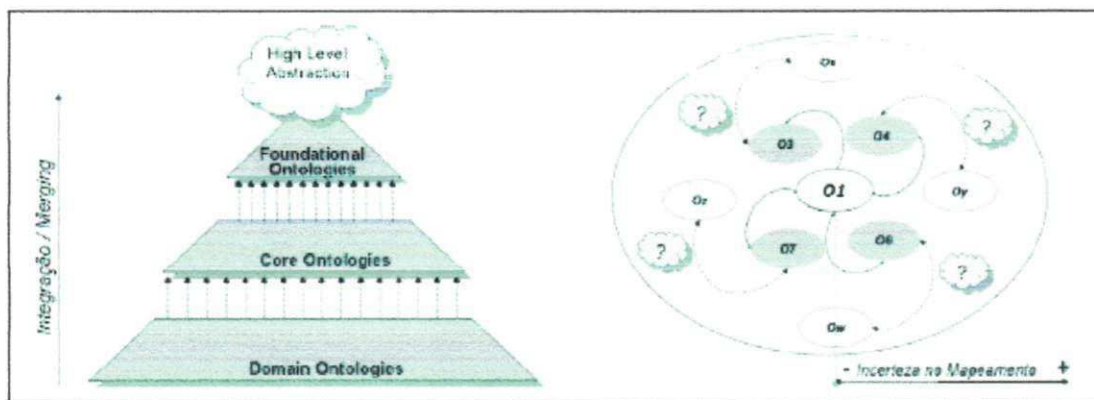


Figura 2: Dimensões no processo de reconciliação ontológica [52].

A interoperabilidade *vertical* engloba duas técnicas, de fusão e integração, que podem ser consideradas técnicas de aglutinação conceitual. O produto final da aplicação de tais técnicas consiste na formação de ontologias-núcleo (*upper-level*, *foundational* ou *core ontologies*). O reuso de conhecimento na integração e formação de visões organizacionais, na aplicação da fusão, representam algumas das vantagens desta abordagem [52].

A fusão de ontologias consiste no processo de gerar uma ontologia única e coerente a partir de duas ou mais ontologias existentes, que estejam relacionadas ao mesmo assunto, e geralmente é difícil identificar regiões das ontologias originais na ontologia resultante [39]. A operação de fusão requer que ao menos uma das ontologias originais seja adaptada para que a conceitualização e o vocabulário sejam equivalentes

nas partes sobrepostas das ontologias originais [10]. Portanto, a ontologia resultante inclui informações de todas as ontologias fonte, que são pouco alteradas. As ontologias fonte têm domínios similares ou sobrepostos, mas são únicas e não uma revisão ou uma versão da mesma ontologia [53].

Tecnicamente, pode ser considerado mais eficiente utilizar a operação de fusão para ontologias já existentes do que criar uma ontologia extensa a partir do zero. Na prática, o processo de fusão de ontologia é mais do que simplesmente uma revisão, correções ou variações das ontologias originais [40]. Em [31] é especificado que os três passos necessários para fusão de duas ou mais ontologias são: (i) aglutinar dois termos com igualdade semântica das ontologias para que possam ser referenciados pelo mesmo termo na ontologia resultante; (ii) identificar termos que devem estar relacionados por subordinação, disjunção, ou relacionamentos de instância; (iii) verificar e validar a consistência e coerência da ontologia resultante.

A integração de ontologias consiste no processo de gerar uma única ontologia reutilizando uma ou mais ontologias em assuntos divergentes. De acordo com Pinto e Martins [39, 40], é sempre possível identificar regiões da ontologia original nas ontologias integradas. As ontologias fonte podem necessitar algum tipo de refinamento antes que possam ser agregadas e combinadas, para formar a ontologia resultante. Ou seja, a partir de fragmentos das ontologias, é construída uma nova ontologia, sem considerar o que existe em comum entre elas, apesar de existir a possibilidade de que as ontologias a serem integradas estejam relacionadas.

Já a dimensão *horizontal* consiste na aplicação da técnica de mapeamento, chamada de alinhamento. O processo de criar ligações entre duas ontologias originais é chamado de “alinhamento de ontologias” [8]. Os resultados do alinhamento podem ser utilizados para vários fins, como demonstrar as equivalências, transformar uma fonte em outra, criar um conjunto de axiomas ponte ou regras entre as ontologias. O alinhamento de ontologias é realizado se as ontologias fonte forem consistentes uma com a outra, mas são mantidas separadas. É a operação utilizada geralmente quando as ontologias têm domínios complementares.

O produto final do alinhamento é um conjunto de mapeamentos entre propriedades e conceitos das ontologias originais [22, 26]. O mapeamento de ontologia

é um processo que consiste em relacionar conceitos e relacionamentos similares onde as correspondências entre as entidades de duas ontologias são formuladas como axiomas em uma linguagem específica de mapeamento [9]. Tendo em vista que as ontologias envolvidas não necessitam de qualquer adaptação, o mapeamento em diversos casos representa uma especificação de apenas uma parte da sobreposição de conceitos entre as ontologias que são relevantes para o mapeamento em questão [48].

Estas três operações de reconciliação de ontologias foram formalizadas no modelo *Personæ* [52], sendo que no presente trabalho apenas duas das operações de reconciliação ontológica são utilizadas: integração e alinhamento.

2.2. Qualidade de Percepção e Qualidade de Serviço

O termo Qualidade de Serviço, ou simplesmente QoS (*Quality of Service, do inglês*), surgiu da qualidade da comunicação por meio de redes de computadores para descrever características técnicas de transmissão de dados [32]. Algumas definições de QoS do ponto de vista de redes de computadores são:

- Habilidade de alocar largura de banda, tempo, e outros recursos de rede separadamente para as estações diferentes, tipos de comunicação, etc;
- A habilidade que uma rede tem de prover melhor serviço para um determinado tráfego em tecnologias como: IP, Frame-Relay, ATM, Ethernet e outras.

Uma referência no tratamento de QoS em redes de computadores é o Modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) que possui um número de parâmetros de QoS para descrever a velocidade e a confiabilidade de transmissão, que são: atraso, taxa de erro e probabilidade de falha na conexão. Esses parâmetros são utilizados nas camadas de protocolo e não são diretamente observados ou verificados pela aplicação. Quando a comunicação de redes era utilizada na maior parte do tempo para transmissão de dados, essa definição era aceitável, mas somente isso não é satisfatório para serviços que fornecem conteúdo multimídia e/ou interatividade, que necessitam de outros requisitos [59]. Com isso, o termo QoS vem se expandindo e visa englobar além de redes de computadores, hardware, sistemas operacionais e diferentes tipos de aplicações e serviços que permitam apoiar a convergência tecnológica.

Segundo Vogel et. al. [64], QoS referente a serviços multimídia consiste na representação do conjunto de características qualitativas e quantitativas de um sistema de multimídia distribuído, necessário para alcançar a funcionalidade requerida de uma aplicação. Funcionalidade esta que inclui a apresentação de dados multimídia para os usuários e também inclui a satisfação dos mesmos.

De acordo com a recomendação E.800 do ITU-T [12], “QoS é o efeito coletivo provocado pelas características de desempenho de um serviço, determinando o grau de satisfação do usuário. Serviço é o conjunto de funções oferecidas ao usuário por uma organização e usuário é qualquer entidade externa da rede que utiliza suas conexões para comunicação.”

Na perspectiva de sistemas de informação, QoS é a qualidade que deve ser apresentada pelos serviços oferecidos pela aplicação, que é especificado pelo usuário de serviços na forma de requisitos de qualidade no momento em que o serviço é solicitado [51]. O termo Qualidade de Percepção é então utilizado para mensurar o nível de satisfação do usuário. Primeiramente, foi utilizado para mensurar o nível de assimilação de informação e satisfação, enquanto os usuários assistiam vídeos transmitidos com taxas de frame variadas. A qualidade de percepção é baseada na idéia de que somente a perspectiva técnica não é suficientemente capaz de definir a qualidade percebida de serviços multimídia [19].

No contexto de Computação Orientada a Serviço, a modelagem de QoS é fundamental para a provisão de serviços com garantia de qualidade, para o monitoramento dos serviços oferecidos e para a mensuração do nível de satisfação do usuário ao utilizar um serviço. O objetivo, de alguns anos para cá, tem sido de analisar o feedback do usuário e de mensurar como a sua avaliação subjetiva poderia aprimorar a provisão do serviço. Ou seja, de que forma os requisitos computacionais implementados pelo serviço afetam a percepção de qualidade do usuário.

Em [33], é proposta por Menkovski et. al. uma nova abordagem para construção de modelos de qualidade de experiência adaptativos, que são modelos que utilizam algoritmos de aprendizagem de máquina para serem integrados em sistemas online que se adaptam de acordo com mudanças no ambiente. Para aprimorar o gerenciamento da qualidade do serviço, os autores afirmam ser necessário utilizar uma

abordagem mais centrada no usuário. Essa abordagem está focada na previsão de como os parâmetros de QoS afetam diretamente a qualidade de experiência do usuário, considerando as condições nas quais o serviço é utilizado. A abordagem de QoE (*Quality of Experience*) tem como objetivo potencializar a experiência percebida pelo usuário ao mesmo tempo em que procura minimizar o impacto causado nos recursos de rede. Alguns dos parâmetros que afetam a qualidade percebida do conteúdo sendo disponibilizado, além dos parâmetros de QoS são o tipo de terminal, tamanho da área de visualização, o tipo de conteúdo multimídia, a codificação dos arquivos de vídeo, áudio, a simultaneidade entre vídeo e áudio, tanto quanto os parâmetros relacionados à rede, como perda de pacotes, atrasos, jitter e etc.

Para que seja possível o gerenciamento dos requisitos de QoS juntamente com a qualidade de experiência do usuário e sua percepção de qualidade sobre o serviço oferecido, é imperativo que sejam encontradas as correlações entre os requisitos de QoS e de QoP⁸ e da QoE percebida. Por meio da modelagem dessas correlações, é possível então elaborar modelos para o gerenciamento de parâmetros de QoS online, ou mais precisamente o gerenciamento eficiente dos recursos de rede e dos recursos oferecidos pelo serviço utilizando os recursos da rede.

2.3. Métodos Formais

Quando métodos formais são utilizados no desenvolvimento de um sistema, eles servem de base para a sua verificação formal e permitem a descrição de sistemas complexos a partir de entidades abstratas independentes de implementação. A utilização de especificações formais possibilita um grau de abstração conveniente em relação ao problema em questão, pois permite focar apenas no problema em questão, sem se deter nos detalhes de tecnologias de implementação envolvidas. Os métodos formais, baseados em conceitos e operações matemáticas elementares, podem ser utilizados na especificação de aspectos comportamentais relacionados com a funcionalidade de sistemas computacionais de funcionalidade complexa [52]. Uma especificação é dita formal se for escrita, comunicável, matemática, precisa, não ambígua e sirva de apoio à análise e permita raciocínio sobre as propriedades de um sistema. Uma especificação

⁸ Quality of Perception

formal possui sintaxe e semântica formais para a especificação dos dados, comportamento e funções de um sistema.

Especificações formais consistem em descrições de comportamento expressas em uma notação matemática bem definida sintática e semanticamente. Métodos formais são processos de especificação, refinamento e verificação baseados nas especificações formais. Os métodos formais foram desenvolvidos para auxiliar todas as etapas da elaboração de um software: especificação formal para a definição dos requisitos, refinamento para a concepção, e prova para a verificação. A precisão oferecida pelos métodos formais visa a diminuir drasticamente os erros que podem surgir na elaboração de um software [55].

Como se refere a uma linguagem matemática, a especificação formal é precisa e não ambígua. As especificações formais podem ser analisadas matematicamente de forma a demonstrar a sua consistência e podem ser utilizadas para identificar os casos de teste mais relevantes para o software a ser desenvolvido. O custo final do software pode ser reduzido, uma vez que estes métodos permitem corrigir erros numa fase inicial do projeto, o que se torna menos oneroso do que a correção após a implementação do mesmo. Entretanto, prover uma descrição rigorosa das funcionalidades de módulos de software é, em geral, uma tarefa não trivial [66].

Além da construção e descrição de software, há vários outros exemplos do uso de formalismos e técnicas matemáticas que lidam com problemas computacionais. A teoria de linguagens formais e autômatos é usada com sucesso na especificação e construção de compiladores; a análise combinatória é empregada quando se discute a eficiência e a complexidade de algoritmos; a teoria dos números forma uma base sólida para o entendimento de problemas de criptografia; vários tipos de álgebras são usados para embasar teorias aplicadas a bancos de dados relacionais, entre muitos outros exemplos [35].

2.3.1. A notação Z

A notação Z [56] é baseada em teoria de conjuntos e lógica de primeira ordem. A teoria de conjuntos utilizada inclui operadores-padrão para conjuntos, compreensões de conjuntos, produtos cartesianos e conjuntos potência (*power sets*). A lógica de primeira ordem é baseada em cálculos de predicados. Além disso, deve-se considerar que as

estruturas matemáticas em Z podem ser agrupadas em especificações de tipos complexos, chamadas de esquemas. A linguagem de esquemas pode ser utilizada para descrição do estado de um sistema e as operações que modificam este estado. Quando as operações são aplicadas em componentes da estrutura lógica, o estado do sistema é alterado, refletindo o efeito da interação no novo estado assumido pelo sistema. Vale salientar que uma especificação utilizando a notação Z não toca em detalhes de implementação, ou seja, ela descreve uma concepção mais abstrata do sistema em foco. A notação foi normalizada como padrão ISO/IEC 13568:2002.

A especificação em Z pressupõe duas partes bem definidas, representadas por meio de esquemas (conforme ilustrado na Figura 3). Na primeira parte, dita parte declarativa, são declaradas as variáveis de estado, e também são indicadas as variáveis de entrada e de saída. A segunda parte, dita parte predicativa, é onde são construídos os predicados que exprimem a relação exata que deve vigorar entre as variáveis de estado do sistema no instante anterior e no instante posterior à execução da operação em foco. É ainda nesse trecho da especificação onde são indicadas as pré-condições que devem ser satisfeitas pelos valores iniciais das variáveis envolvidas na operação.

A relação entre valores anteriores e valores posteriores das variáveis de estado caracteriza o efeito de cada operação executada pelo sistema. Já a interação do sistema com o meio circuncidante se dá por meio das variáveis de entrada e das variáveis de saída. As variáveis de entrada permitem que o sistema altere seu comportamento em função de valores externos. As variáveis de saída são o canal de retorno que permite que o sistema devolva ao meio externo alguns resultados obtidos da transformação do estado [24]. Conforme descrito anteriormente, em um esquema Z, a parte superior é conhecida como declarativa, sendo utilizada para declarar as variáveis e seus tipos. A segunda parte, chamada de predicado ou invariante é dedicada à descrição de como as variáveis estão relacionadas e quais as restrições que incidem sobre as mesmas.

A figura a seguir representa um esquema Z genérico.

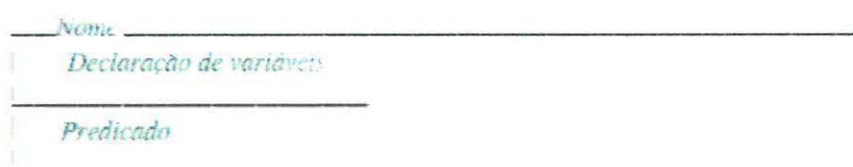


Figura 3: Representação de um esquema Z

O esquema da Figura 3, também pode ser representado da seguinte forma:

$$\text{Nome} \cong [\text{Declaração de Variáveis} | \text{Predicado}]$$

A decisão de utilizar esse formalismo em particular foi baseada nos seguintes fatos: (i) os modelos utilizados na abordagem integrada (Escher [45] e Personæ [52] foram formalizados utilizando essa notação; (ii) a disponibilidade de apoio ferramental; e (iii) a existência de exemplos de utilização da notação Z para tratar de aspectos relacionados à prestação de serviços na web.

2.4. Direitos Autorais e Ontologias de Direitos de Propriedade Intelectual (*Intellectual Property Rights*)

É de suma importância ressaltar que todas as obras intelectuais (livros, vídeos, filmes, fotos, obras de artes plásticas, música, intérpretes etc.), mesmo quando digitalizadas não perdem sua proteção, portanto, não podem ser utilizadas sem prévia autorização. Apesar de qualquer pessoa que tenha acesso à Internet poder inserir nela material e qualquer outro usuário poder acessá-lo, "os direitos autorais continuam a ter sua vigência no mundo *online*, da mesma maneira que no mundo físico. A transformação de obras intelectuais para *bits* em nada altera os direitos das obras originalmente fixadas em suportes físicos" [13].

Sendo assim, o autor tem todo o direito de autorizar a reprodução de sua obra no meio que quiser, incluindo aí a Internet. O que se questiona é o que o usuário pode fazer com esse material. É claro que se ele faz uma cópia de determinado material protegido e pretende usá-la será necessária a autorização do autor. O mesmo princípio que protege a obra originária também protege os direitos conexos, portanto, o uso de imagens e sons também depende da autorização do autor para sua reprodução. O que acontece é que com a facilidade de manipulação através de programas é possível modificar uma imagem a tal ponto que se torna quase impossível afirmar, ou mesmo provar, que tal imagem pertença mesmo a seu autor. A Internet está criando um verdadeiro caos à medida que rompe qualquer barreira, pois torna a proteção aos direitos autorais – que atualmente é territorial – obsoleta. É preciso, portanto, que se crie

um código universal plenamente funcional. Do contrário, vamos continuar nos perguntando "de quem é a responsabilidade sobre os direitos autorais na Internet?", e não dando nenhuma solução satisfatória [30].

Tradicionalmente, a gestão de direitos autorais tem sido alcançada por meio de ferramentas de gerenciamento de direitos digitais (*Digital Rights Management - DRM*). Essas ferramentas têm sido utilizadas, por exemplo, por gravadoras para proteger as músicas que são vendidas na internet, a fim de controlar o acesso ao conteúdo comercializado. O foco das ferramentas de DRM é no controle do acesso, a última etapa da cadeia de valores de direitos autorais, e dá pouca atenção aos anteriores, como a criação, derivação, gravação, comunicação e etc. Esse foco é suficiente somente em domínios fechados como empresas ou canais verticais de distribuição de conteúdo. No entanto, DRM tradicional tem demonstrado suas limitações em cenários na internet, onde são forçados a interoperar em ambientes abertos. Uma das maiores críticas contra os sistemas que utilizam DRM é que esses sistemas não respeitam algumas permissões especiais que vários sistemas de direitos autorais legais fornecem aos usuários finais. Essas permissões são comumente chamadas de direitos do usuário (ou *fair use, fair dealing*, em inglês). Apesar de algumas dessas permissões são referenciadas como direitos, por exemplo, o direito de citação, são exceções aos direitos autorais e deveriam ser considerados privilégios de usuários-finais e não direitos.

As ações privilegiadas, normalmente restringidas pelos direitos autorais, podem ser realizadas sem a autorização do detentor dos direitos autorais em circunstâncias especificadas pela lei. As exceções, entretanto, não significam que possam ser utilizadas de forma gratuita. Algumas exigem que o usuário pague uma compensação. Por exemplo, em alguns países, existem algumas imposições referentes aos equipamentos e mídia de gravação digital. As principais exceções aos direitos autorais são:

- **Direito de Citação:** citar, uma ação de reprodução com alcance limitado de uma fonte protegida por direitos autorais, fonte a qual é claramente mencionada.
- **Direitos Educacionais:** ato educacional, qualquer reprodução, comunicação ou ação de execução com fins educacionais ou de pesquisa.

- **Direito de Informação:** informar, qualquer ação sobre material protegido por direitos autorais, com fins de informar.
- **Direito sobre Ato Oficial:** ato oficial, qualquer ato governamental com direitos autorais que seja parte de um ato oficial.
- **Direito de Cópia Privado:** reproduzir, privativamente, um ato de reprodução que produz uma reprodução somente para consumo próprio.
- **Direito de Paródia:** parodiar, qualquer ação sobre obra com direitos autorais, com fins de paródia ou caricatura.
- **Direito de Reprodução Temporário:** reproduzir temporariamente, por um período determinado.

Além disso, sistemas que utilizam DRM não são expressivos o suficiente para facilmente se adaptar a novos esquemas de licenças que o compartilhamento e reutilização de conteúdo mundial exigem

A iniciativa da criação de ontologias de direitos autorais vem de encontro com essa problemática. O trabalho desenvolvido em [16] visa tratar a complexidade do gerenciamento dos direitos autorais com a utilização de estruturas semânticas. A ontologia de direitos autorais foi dividida em três fases, devido à complexidade do domínio de direitos autorais. Primeiramente, a parte mais primitiva, que é o Modelo de Criação. Seguido pelo Modelo dos Direitos e finalmente, o modelo para as ações disponibilizadas, o Modelo de Ações, que é construído a partir dos dois modelos anteriores.

O Modelo de Criação conceitua as diferentes formas que uma criação pode apresentar que são classificadas de acordo com os três pontos de vista ontológicos principais:

- **Abstrato:** alguma coisa não pode existir em um determinado tempo e espaço sem alguma codificação física ou personificação.
 - **Trabalho:** uma criação artística ou intelectual distinta. Inclui trabalhos literários, artísticos, fotografias e filmes, mas também engloba programas computacionais ou compilações, como bancos de dados.
- **Objeto:** corresponde a classe dos objetos que também inclui objetos digitais.

- Manifestação: a materialização de um trabalho em uma mídia concreta, um objeto tangível ou digital.
- Fixação: a materialização de uma performance em uma mídia concreta, um objeto tangível ou digital.
- Instância: a reprodução, ou seja, uma cópia, de uma manifestação, de uma fixação ou outra instância.
- Processo: algo que acontece e tem estágios ou partes temporais.
 - Performance: a expressão de um trabalho no tempo. Métodos técnicos podem estar envolvidos no processo.
 - Comunicação: a transmissão de um trabalho entre lugares em um determinado momento. É um processo realizado quando o público não está presente no local e/ou intervalo onde a comunicação é realizada. Inclui broadcasts, i.e. um-para-muitos; mas também comunicações de um lugar e em um período determinado escolhido.

A figura a seguir ilustra as três fases utilizadas para o desenvolvimento da Ontologia de Direitos Autorais:

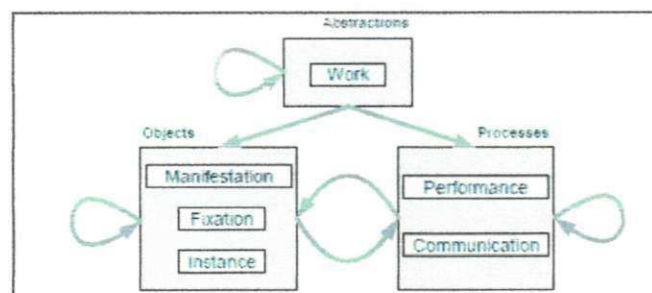


Figura 4: Conceituação da Ontologia de IPR [16]

O Modelo de Direitos segue as recomendações da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (*World Intellectual Property Organisation, WIPO*). O modelo inclui direitos econômicos e morais, como promovidos pela WIPO, e direitos relacionados aos direitos autorais, de acordo com a ilustração a seguir:

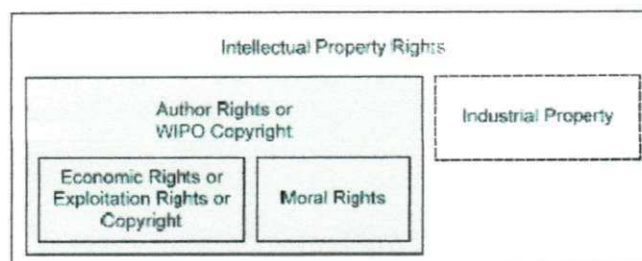


Figura 5: O Modelo de Direitos na Ontologia de Direitos Autorais [16]

Com relação aos direitos econômicos, essas são as ações permitidas:

- Direito de Reprodução: *reproduzir*, ou de forma mais clara, copiar.
- Direito de Distribuição: *distribuir*. Mais especificamente, vender, alugar e emprestar.
- Direito de Performance em Público: *apresentar*, é somente regulamentado quando é uma apresentação pública e não privada.
- Direito de Fixação: *afixar*, ou *gravar*.
- Direito de Transformação: *derivar*. Algumas especializações são *adaptar* ou *traduzir*.

2.5. Considerações Finais

Neste capítulo, foram apresentados os aspectos teóricos nos quais o presente trabalho foi embasado, que consistem em áreas de pesquisa ainda em desenvolvimento. Apesar dos progressos alcançados, ainda existem muitas possibilidades e oportunidades para aprimoramentos.

No âmbito da prestação de serviço, a utilização de semântica para descrição de requisitos funcionais e não-funcionais, ainda que seja um aprimoramento à descrição sintática, apresenta ainda várias questões a serem tratadas. Diversos grupos de pesquisa buscam desenvolver suporte ferramental semi ou totalmente automatizados para a provisão efetiva de interoperabilidade entre ontologias. As questões de versionamento e atualização de ontologias também merecem ser consideradas.

Ainda no contexto de provisão de serviços, existem diversas oportunidades de pesquisa a serem exploradas, como o aprimoramento da qualidade da experiência do

usuário, a definição dos requisitos de QoS que afetam a qualidade percebida pelo usuário e formas de prestação de serviços que sejam adaptáveis às necessidades e preferências do usuário, e não o contrário.

Considerando as tendências atuais de prestação de serviços de forma onipresente, cabe aos provedores de serviços buscarem novas formas de estabelecimento de contratos para que contratos firmados entre partes que não estão sujeitas a mesma legislação possam ter seus direitos garantidos, e no caso de quebra de contratos, que possam exigir seus direitos perante a lei.

Capítulo 3

Modelos Utilizados e Trabalhos Relacionados

“All the effects of Nature are only the mathematical consequences of a small number of immutable laws.” [Pierre Simon Laplace]

Este capítulo é dedicado à explanação dos modelos utilizados no presente trabalho e alguns trabalhos correlatos. São apresentados os modelos utilizados: a arquitetura Escher e o modelo Personæ, as suas características, funcionalidades e limitações.

A escolha por utilizar os dois modelos foi motivada pela necessidade de aumentar o poder de expressão do usuário em um ambiente orientado a serviços; de possibilitar a negociação de contratos de serviços e de realizar operações sobre ontologias que estruturam as licenças de direitos autorais.

Finalmente, são apresentados alguns trabalhos relacionados.

3.1. Modelos Utilizados

O presente trabalho apresenta uma abordagem integrada de dois modelos formais, desenvolvidos para o contexto da arquitetura orientada a serviços (SOA). A abordagem utilizada, denominada abordagem integrada, consiste na união parcial de dois trabalhos relacionados à prestação de serviços, que tem em comum a ênfase nos requisitos de qualidade de serviços (QoS – *Quality of Service*). Os modelos utilizados na abordagem integrada são “ESCHER: Uma arquitetura de qualidade de serviços para tratar a percepção do usuário” [45] e “Personæ: Um modelo de mediação semântica para arquiteturas orientadas a serviços” [52].

Para que a abordagem integrada fosse realizada, alguns aspectos considerados essenciais foram incorporados ao modelo resultante, denominado modelo estendido. Ou seja, a abordagem utilizada resultou em um modelo que une a expressividade de Escher às fases de prestação de serviços tratadas em Personæ, com a adição de algumas funcionalidades. Maiores detalhes sobre as características e a descrição do modelo resultante se encontram no capítulo 5 dessa dissertação.

A motivação para utilizar essa abordagem integrada, tendo como base os dois modelos supracitados, foi guiada pelos seguintes fatos: (i) o contexto no qual o presente trabalho está inserido, que é o de prestação de serviços na internet; (ii) o modelo Escher [45] confere um maior poder de expressão ao usuário do serviço, facilitando ao usuário expressar suas preferências referentes a qualidade dos serviços desejados; (iii) o modelo Personæ [52] trata operações básicas no cenário de prestação de serviços, contemplando as fases de busca, seleção e estabelecimento de contrato de serviços; (iv) novas questões observadas no cenário de prestação de serviços⁹; e finalmente (v) contemplar aspectos não abordados nos estudos anteriores

Uma descrição dos modelos utilizados e das funcionalidades oferecidas por eles é apresentada, a seguir, respectivamente. As limitações encontradas nos modelos serviram de base para justificar a necessidade da utilização de uma abordagem integrada que permitisse uma maior expressividade aos atores do cenário de prestação de serviços e que pudesse auxiliar nas fases do ciclo de prestação de serviços, desde a busca por um serviço até a negociação de contratos e monitoramento de qualidade.

⁹ Serviços relacionados à comercialização de material protegido por direitos autorais.

3.1.1. Escher

Para tratar as questões relacionadas a diferentes perspectivas de qualidade, a arquitetura Escher [45] foi utilizada, que trata da percepção de qualidade na perspectiva do usuário. Para tratar as diferentes perspectivas, o modelo tem como característica principal o uso de requisitos não funcionais (NFR – *non-functional requirement*) definidos pelo usuário durante a solicitação da qualidade desejada, o que permite maior expressividade na declaração dos requisitos de qualidade. São exemplos de requisitos não-funcionais: desempenho, custo, segurança e usabilidade.

Características do Modelo

O ponto de partida natural para configuração de serviços personalizados é o usuário e seus requisitos de qualidade. Um usuário pode definir níveis diferentes de qualidade (QoS – *Quality of Service*) para aplicações distintas e pode estabelecer prioridades no atendimento dos requisitos especificados. A noção de satisfação do usuário com relação ao serviço é definida, neste modelo, pelo equilíbrio entre requisitos não-funcionais utilizados na descrição de qualidade requerida pelo usuário. Esse tratamento é necessário, pois nem sempre os quesitos de qualidade descritos pelo provedor são compreensíveis para o cliente, que pode significar uma desvantagem para ambos. No lado provedor, pode significar perder uma oportunidade de negócio; no lado cliente, o serviço que poderia atender sua necessidade não é retornado por falha na comunicação.

A arquitetura Escher foi estruturada em quatro camadas: Usuário, Aplicação, Middleware e Mecanismos de QoS. Essa divisão foi feita para separar os interesses de cada elemento envolvido, tornando mais fácil a tarefa de identificar a caracterização da qualidade de serviço segundo a perspectiva de cada elemento. Por exemplo, a camada do usuário contém informações de QoS compreensíveis ao usuário e atividades relacionadas ao tratamento destas informações.

Foi estabelecida uma hierarquia na definição das camadas da arquitetura Escher que obedece ao nível de abstração em que a qualidade de serviço é considerada. A camada mais abstrata refere-se à perspectiva do usuário. Esta camada está voltada para captura e especificação precisa dos requisitos subjetivos do usuário que definem a qualidade desejada, bem como as prioridades definidas pelo usuário que servem de orientação para o atendimento destes requisitos. A segunda camada da arquitetura

representa a aplicação. Nesta camada a qualidade de serviço é tratada através de parâmetros mais concretos, que permitem descrever mais tecnicamente as restrições impostas pelo tipo da aplicação e facilitam o tratamento dos requisitos subjetivos do usuário. A terceira camada da arquitetura refere-se ao Middleware, reforçando os benefícios deste tipo de tecnologia para ambientes distribuídos. A inclusão desta camada explicita a sua importância como mediador entre a aplicação e os mecanismos que realizam serviços nas camadas mais baixas. Finalmente, a quarta camada da arquitetura é dedicada à interface com os Mecanismos de *QoS*. Esta camada fornece independência da arquitetura em relação a estes mecanismos que são os responsáveis pela realização de *QoS*. A figura detalha a hierarquia de esquemas de estado da arquitetura Escher bem como os seus relacionamentos.

As operações que detêm maior ênfase são as de negociação e monitoramento. De acordo com Ribeiro [45], isso se deve ao fato destas duas atividades serem as mais representativas no contexto da personalização, pois são momentos em que o usuário e sua percepção de qualidade de serviço estão mais presentes.

Limitações do Modelo

O modelo enfatiza duas fases do ciclo de prestação de serviços descrito na arquitetura SOA, definida por Booth em [7], que são as fases de negociação e monitoramento. Entretanto, o modelo parte do pressuposto que os serviços ideais já são os serviços cadastrados na base de conhecimento do modelo, considerando que existe somente um único serviço que possa atender a cada uma das requisições do usuário. Portanto, o modelo abstrai o fato de que nos registros de serviços (como UDDI, ou ebXML, por exemplo) a atualização da descrição dos mesmos pode ser realizada à todo instante, o que torna essencial que à cada requisição e/ou consulta de um usuário sobre um serviço seja realizada uma busca atualizada nos registros de descrição de serviços, para garantir um resultado mais preciso para o usuário. É importante notar que o modelo também abstrai a fase de seleção de serviços: nessa fase, caso mais de um serviço possa atender aos requisitos do usuário, uma comparação de seus requisitos não-funcionais é necessária, para que seja selecionado o que atenda melhor às expectativas do usuário.

Outra limitação encontrada é a utilização de equivalência sintática, ao invés de um tratamento semântico ao vocabulário utilizado. Os relacionamentos entre requisitos não-funcionais são adicionados à base de conhecimento por um usuário especialista, que

é quem define quais são os requisitos não-funcionais que representam uma especialização de requisitos não-funcionais mais generalizados.

Ao considerar a negociação de contratos (no âmbito da prestação de serviços), a negociação (e re-negociação) de contratos entre consumidores e provedores de serviços consiste na troca de mensagens entre as partes, até que se chegue a um acordo ou uma das partes desista da transação. Esse processo de negociação, de troca de mensagens entre as entidades, é oneroso e demanda tempo, e considerando o mapeamento realizado (pelo modelo) entre as camadas (da camada mais abstrata até a mais concreta) pode tornar o processo ainda mais dispendioso e demorado.

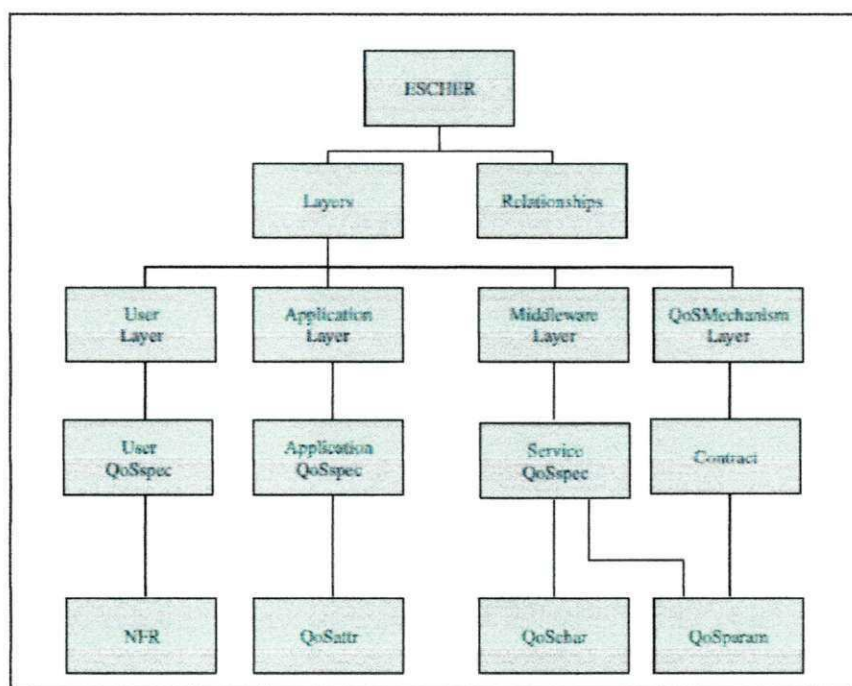


Figura 6: Arquitetura Escher [45].

3.1.2. Personæ

Para tratar as questões relacionadas a serviços descritos com adição de semântica, o modelo Personæ [52] foi utilizado. Este modelo de mediação semântica atua nas fases de descoberta, seleção e estabelecimento de contratos de serviços (*SLA*, do inglês *Service Level Agreement*).

O modelo Personæ apresenta uma alternativa às diferenças de vocabulários utilizados na prestação de serviços em geral, onde usualmente, clientes e provedores de serviços divergem na sua forma de descrever e perceber as características de um determinado serviço. De acordo com Silva [52], essas visões podem divergir em duas dimensões: na disputa de interesses (onde clientes buscam os menores preços e os provedores buscam reduzir seus custos de produção e maximizar seus lucros) e na forma como os requisitos de qualidade são representados. Por esse motivo, o modelo, ao invés de partir do pressuposto que já existe um vocabulário unificado entre provedores e clientes de serviços, adiciona a entidade de um mediador que atua como intermediário para interpretar as requisições dos usuários e verificar se existem equivalências entre essa requisição do usuário e as descrições de serviços que foram adicionadas à base de registros de serviços, como UDDI ou ebXML.

A figura a seguir ilustra as entidades do modelo, a adição da entidade “mediador” à arquitetura SOA e os relacionamentos entre as entidades. As entidades básicas da arquitetura são os clientes do serviço, os provedores e uma base de registros onde os serviços são anunciados, análogo a uma lista telefônica, onde produtos e serviços são oferecidos. As entidades e os seus relacionamentos são descritos na subseção seguinte.

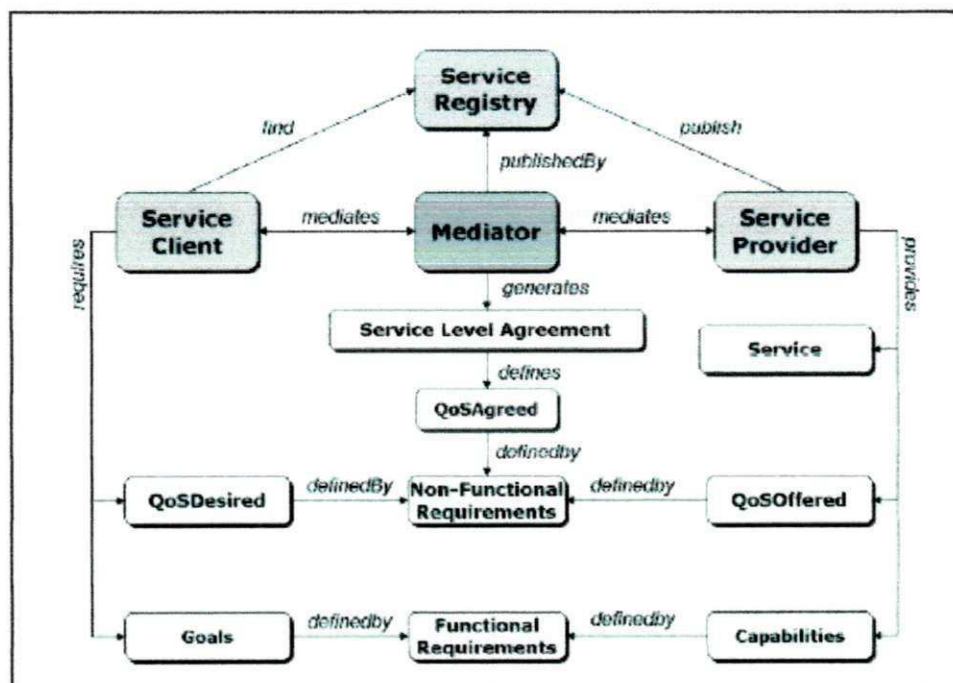


Figura 7: Modelo de Mediação Personæ [52]

Características do Modelo

O modelo é estruturado segundo um modelo de entidades e relacionamentos. Os relacionamentos permitem a caracterização dos elementos ativos (e.g. *Service Client*) e conceitos abstratos (e.g. *Goals*). Os relacionamentos ainda permitem a visualização de quais elementos estão envolvidos em cada tarefa do modelo. As entidades de primeiro nível no modelo incluem: (1) clientes (*Service Client*), (2) provedores (*Service Provider*), (3) registro (*Service Registry*) e (4) mediador (*Mediator*). A entidade *Service Client* é caracterizada por dois conceitos mais abstratos: *goals* e *QoSDesired*. O primeiro conceito refere-se ao requisito funcional desejado (*functional requirements*) e são tipicamente considerados na tarefa de descoberta de serviços. O segundo conceito refere-se às propriedades que qualificam um determinado serviço, ou seja, requisitos não-funcionais (*non-functional requirements*). Estes requisitos estabelecem filtros a serem aplicados no caso de descoberta de múltiplos serviços que atendam à mesma funcionalidade (*goal*).

No modelo são definidos dois tipos de relacionamentos: relacionamentos entre entidades e relacionamentos entre processos. O primeiro tipo inclui relações como *find*, *publish* (típicas de SOA), *mediates* (entre mediadores, clientes e provedores), *generates* (entre mediadores e SLAs), *definedBy* (entre *goals/capabilities*, *QoSDesired/QoSOffered* e *functional* e *non-functional requirements*, respectivamente). Os elementos abstratos definidos no modelo são descritos por ontologias, que expressam o vocabulário de base para a mediação semântica.

Para tratar das eventuais diferenças de representação nas ontologias de descrição de serviços, três técnicas de reconciliação ontológica foram formalizadas, as quais são: fusão, integração e alinhamento. Na técnica de *fusão*, ocorre a geração de uma terceira ontologia a partir de duas ontologias originais. A ontologia resultante agrega conceitos em comum entre as duas ontologias de origem, representando uma visão mais generalizada dos conceitos originais. Na técnica de *integração*, uma nova ontologia é gerada a partir de fragmentos das outras ontologias, sem considerar o que existe em comum. Estas ontologias geradas são chamadas de *ontologias-núcleo*. Já na técnica de *alinhamento*, não ocorre a geração de uma ontologia mais genérica. Em vez disso é gerado um conjunto de mapeamentos que relacionam o que existe em comum entre as ontologias originais.

As operações sobre serviços no modelo incluem a descoberta e seleção de serviços. Idealmente, a fase de estabelecimento de contrato de serviço pressupõe uma negociação prévia sobre níveis de qualidade desejada. Esta tarefa consiste na análise de relações de convergência ou divergência entre níveis de QoS desejados e oferecidos. Considerações posteriores à aplicação destas técnicas em outras tarefas de maior nível de complexidade, como a composição de serviços, monitoramento, negociação e reconfiguração de serviços compostos, partem do pressuposto da sedimentação do modelo conceitual nas tarefas iniciais. Ou seja, o modelo atua somente nas fases iniciais da prestação de serviços.

Limitações do Modelo

O modelo, conforme dito anteriormente, atua somente nas fases iniciais do ciclo de prestação de serviços; portanto, o modelo não inclui as fases de negociação, monitoramento e re-negociação de contratos de serviços, sendo apontado como sugestão para trabalhos futuros [52].

A comparação entre um único serviço que possa atender a requisição de um cliente e uma cadeia de serviços que possam oferecer a mesma funcionalidade não é disponibilizada no modelo, ou seja, o modelo não considera a composição de serviços. De acordo com Silva [52], a composição de serviços não é abordada no modelo por sua complexidade, e por estar além do escopo do seu trabalho. Existem, entretanto, vários pesquisadores que tem se dedicado a esse tema, como [2, 46 e 58]. Uma das principais vantagens da composição de serviços é a capacidade de compor novas funcionalidades a partir de serviços já existentes, aumentando significativamente a reutilização de serviços já existentes. No caso de composição de serviços, existe a possibilidade de um serviço composto ser equivalente a um serviço simples: nesse caso, é necessário avaliar até que ponto um serviço simples é mais vantajoso para o cliente do que uma composição de serviços. Por exemplo, um único serviço de reservas de pacotes turísticos pode ter um custo mais elevado do que uma composição de serviços mais simples que ofereçam a mesma funcionalidade.

Para avaliar a aplicabilidade do modelo, foi ilustrado um cenário de utilização com base no domínio de serviços de reservas de passagens aéreas. Essa abordagem foi utilizada, segundo Silva [52], tendo como objetivo demonstrar a aplicabilidade do modelo como aplicação orientada à mediação semântica, tomando como base o Sistema

de Informações Turísticas (SEI-Tur) em exemplos hipotéticos e, baseados nesses exemplos, foram apresentados alguns aspectos a serem considerados na implementação do modelo.

Na fase de estabelecimento de contratos de serviços, o modelo não aborda a questão da possibilidade de clientes e provedores se encontrarem em diferentes localidades e sujeitos a diferentes legislações. Em Garcia [14], são discutidos em maior detalhe as diferentes abordagens que cada país adota no que diz respeito à contratos digitais e as leis que os regem, e as divergências que podem surgir na formação de um contrato. Também são apresentadas as iniciativas que, com o intuito de estabelecer diretrizes para o uso dos meios eletrônicos de comunicação que pudessem ser seguidas pelos diferentes sistemas jurídicos, sociais e econômicos existentes no mundo, aprovaram a chamada *Lei Modelo da UNCITRAL*¹⁰ sobre Comércio Eletrônico. Esta lei, de natureza principiológica, contou com a colaboração de juristas de todo o mundo, além de um grupo técnico de especialistas, todos empenhados em apresentar um conjunto de regras, internacionalmente aceitáveis, capazes de orientar os legisladores de cada país a eliminar os obstáculos atinentes à aceitação das vias eletrônicas como meio válido para as negociações, em especial aquelas decorrentes do chamado *comércio eletrônico* [14].

3.2. Trabalhos Relacionados

Além dos modelos utilizados, diversos trabalhos são considerados correlatos, devido à abrangência das questões tratadas. Os trabalhos relacionados foram agrupados em categorias, para melhor descrever as suas características e apontar quais as semelhanças ou divergências da abordagem do trabalho apresentado nessa dissertação. As categorias nas quais os trabalhos foram divididos foram: (i) descrição semântica dos atributos de QoS; e (ii) gerenciamento de direitos digitais e legislação. Os trabalhos são descritos a seguir, de acordo com as categorias definidas.

¹⁰ Comissão das Nações Unidas para o Direito Comercial Internacional, conhecida pela sigla UNCITRAL (*United Nations Commission On International Trade Law*)

3.2.1. Descrição Semântica de QoS

Nessa categoria, três trabalhos são descritos. O primeiro trabalho descrito utiliza a descrição semântica de QoS no domínio da música para melhor descrever os recursos a serem utilizados pelos serviços (ex. qualidade de um arquivo de áudio a ser comercializado); o segundo trabalho consiste em uma abordagem para descrição de qualidade de serviços fim-a-fim, considerando todos os atores envolvidos no processo de prestação de serviços; e finalmente o terceiro trabalho considera a descrição semântica dos quesitos de qualidade dos serviços para a configuração de serviços multimídia. Os trabalhos, as suas características e suas contribuições são descritas a seguir, respectivamente.

O trabalho desenvolvido por Raimond em [44] apresenta um estudo detalhado do domínio da música. As contribuições resultantes dessa tese de doutorado são diversas, dentre elas: a criação de uma ontologia, *Music Ontology*, para informações relacionadas à produção musical; uma metodologia para avaliação de ontologias; um algoritmo para interligar fontes de informação na web de forma automática e um conjunto de aplicações visando a ilustrar a utilização das informações relacionadas à música, manipulando tanto coleções pessoais, conteúdo de áudio on-line como lidando com recomendações de músicas.

A *Music Ontology*, que tem sido utilizada e avaliada por um grupo significativo de pesquisadores e usuários, apresenta algumas limitações. No tocante às licenças das obras, utiliza apenas um campo de informação indicando sob qual o tipo de licença (*Creative Commons*) a obra está disponibilizada.

O trabalho desenvolvido em [29], por Mabrouk, Georgantas e Issarny, apresenta uma modelagem para *QoS* extensível, ou seja, adaptável às eventuais inovações tecnológicas. A modelagem de *QoS* é direcionada para as características emergentes no contexto de prestação de serviços, tais como mobilidade do usuário e ciência de contexto de serviços de aplicação. Considera inclusive *QoS* fim-a-fim, englobando todos os recursos e atores envolvidos na provisão de serviços, o que significa, na prática, considerar (i) o ambiente do serviço e o hardware utilizado e a infraestrutura de rede; (ii) serviços de aplicação e (iii) usuários finais. O trabalho

representa *QoS* com informações semânticas e utiliza o Modelo de Qualidade de Serviço Web (*WSQM- Web Service Quality Model*) proposto por OASIS¹¹.

A possibilidade de extensão do modelo implica que fatores de *QoS* específicos a um domínio podem ser facilmente adicionados, tendo em vista que o modelo foca na representação de *QoS* com informações semânticas ao invés de especificar uma linguagem para *QoS*. De acordo com os autores, essa abordagem vem suprir uma lacuna encontrada no desenvolvimento de ontologias de *QoS*, tendo em vista que, apesar da extensa pesquisa relacionada a ontologias de *QoS*, nenhuma delas considera simultaneamente os requisitos de *QoS* fim-a-fim e características emergentes de *QoS* relacionadas à dinâmica dos ambientes de serviços. De um lado, existem ontologias desenvolvidas especialmente para um aspecto específico de *QoS* centrado no nível de serviço, que não consideram outros recursos envolvidos na previsão do serviço, como hardware e a estrutura da rede. De outro lado, existem linguagens genéricas de *QoS* que especificam conceitos básicos de *QoS* e permitem a definição de conceitos adicionais. Apesar disso, essas linguagens não constituem modelos representativos de *QoS* por não prover nenhuma especificação tangível de *QoS*.

O trabalho está focado na representação de conhecimento de *QoS*, e faz parte de um projeto de pesquisa orientado ao desenvolvimento de um *middleware* semântico para ambientes dinâmicos de serviços. O objetivo é o desenvolvimento do modelo de *QoS* que será utilizado na descoberta, composição e monitoramento de serviços.

O trabalho desenvolvido em [61], por Tonnes et al., consiste no desenvolvimento e implementação de uma arquitetura denominada PUMA (*PUMA- Personalized Universal Media Access*), orientada a serviço para adaptação de conteúdo multimídia. Os componentes centrais da arquitetura são: o preparo do ciclo de serviços, a validação, instanciação e monitoramento. Para tratar as dificuldades encontradas relacionadas ao suporte apropriado para stream de dados na infra-estrutura atual da web, foi utilizada uma segunda camada de protocolo para auxiliar o transporte de dados contínuos entre serviços web.

¹¹ OASIS é um consórcio sem fins lucrativos que impulsiona o desenvolvimento, convergência e adoção de padrões para a sociedade global da informação. <<http://www.oasis-open.org>>

As principais contribuições são: o desenvolvimento da arquitetura supracitada para adaptação de conteúdos multimídia considerando a composição de serviços; a implementação de um protocolo de monitoramento, visando a substituir instantaneamente um serviço considerado falho por outro que atenda as mesmas funcionalidades oferecidas pelo anterior; a otimização do tempo de resposta do novo serviço a ser oferecido ao usuário; e métricas para avaliação de serviços multimídia. Como trabalhos futuros os autores apontam a necessidade do desenvolvimento e aplicação de técnicas de criação de ciclos de serviços considerando as restrições de QoS e a utilização de ferramentas especializadas para adaptação de conteúdo reduzindo o tempo de processamento na substituição de serviços.

3.2.2. Gerenciamento de Direitos Digitais e Legislação

Nessa categoria, dois trabalhos são descritos: um que lida com gerenciamento de direitos digitais (*DRM – Digital Rights Management*) criando uma ontologia de direitos autorais para ser utilizada no âmbito da web semântica; e o segundo trabalho consiste em uma abordagem de conciliação entre as diferentes representações legais de direitos autorais. As características dos trabalhos e suas contribuições são descritas a seguir, respectivamente.

O trabalho desenvolvido por García em [16], consiste em um framework semântico denominado NewMARS, de Gerenciamento de Direitos Digitais. É possível adaptar o framework conceitual para os diferentes domínios onde se aplicam direitos autorais. A conceituação genérica da Ontologia de Direitos Autorais permite que o framework seja configurado para gerenciar direitos e permissões para qualquer tipo de conteúdo com direitos autorais. Para validar essa afirmação, foram utilizados metadados do projeto *MusicBrainz*¹², que possui uma ontologia própria para o domínio da música (álbum, faixa, artista, etc.).

¹²O projeto MusicBrainz relaciona informações sobre artistas e suas gravações. As informações relacionadas são, no mínimo, o título do álbum, faixa, e duração de cada faixa. Essas informações são mantidas em registros, que são gerenciadas por voluntários. Obras gravadas podem armazenar adicionalmente informações sobre a data e o país de lançamento, a identificação do CD, uma impressão digital acústica para cada faixa e uma anotação opcional de texto livre anexado. Até o dia 29 de julho de 2010, MusicBrainz continha informações sobre 560.000 artistas, 830.000 lançamentos e 9.8 milhões de faixas. Usuários finais podem usar MusicBrainz para identificar seus arquivos de mídia, tais como mp3, aac ou wma.

As principais contribuições descritas no trabalho são: criação de uma ontologia de direitos autorais baseada nas recomendações da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (*WIPO – World Intellectual Property Organisation*); criação de sistemas de gerenciamento de direitos digitais (derivados do framework desenvolvido); negociação de direitos autorais mediada por agentes; e ontologias de direitos autorais específicos para diferentes domínios.

Já o trabalho desenvolvido em [28], por Lu e Ikeda, consiste em uma iniciativa de construir uma ontologia de domínio referente às leis de direitos autorais multinacionais – ontologia de direitos autorais internacional (*International Copyright Law Ontology-ICLOnto*) – com um modelo de conhecimento legal orientado a intenção considerado um modelo adequado para lidar com a diversidade das representações legais. A “intenção” modelada é o centro do framework de conceituação que é utilizado para refletir o significado essencial de documentos legais oriundos de diferentes países, e também utilizado para verificar as similaridades e diferenças entre as leis internacionais de direitos autorais.

O mapeamento das leis ocorre da seguinte forma, no modelo desenvolvido (*iLKM – intention-oriented Legal Knowledge Model*): o conhecimento legal é dividido em três camadas, que são: camada de ontologia, camada do modelo legal e camada de modelagem de caso. O modelo consiste na modelagem da lei, de forma abstrata, que modela conhecimento legal incluindo a intenção da lei, atividade e reivindicações legais. O modelo de caso modela situações existentes no mundo real relacionadas ao compartilhamento de informações, e cada caso possui um contexto (cenário) que define as similaridades ou diferenças entre as representações legais dos países, o que facilita o processo de troca de informação legal aumentando a aplicabilidade do sistema de consultas aos mais variados casos.

As principais contribuições são: desenvolvimento do modelo *iLKM*, a criação da ontologia de leis de direitos autorais internacional e a demonstração da aplicabilidade do modelo por meio de um estudo comparativo das leis de direitos autorais da China e do Japão. Os autores indicam trabalhos futuros relacionados à utilização do modelo como serviço de consultoria para provisão de serviços com conteúdo protegido por direitos autorais internacionais.

3.3. Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os dois modelos utilizados como base para a realização do presente trabalho. Ambos os modelos apresentam tanto algumas características fundamentais para o tratamento das questões levantadas no capítulo 1 desta dissertação, quanto algumas limitações que necessitam ser tratadas.

Portanto, mesmo os modelos apresentando características altamente desejáveis, devido às limitações encontradas e às particularidades apresentadas pelo domínio escolhido, tornou-se necessária a realização de adaptações para que as funcionalidades por eles oferecidas pudessem ser integradas e utilizadas no contexto da previsão de serviços no domínio da indústria fonográfica, que é detalhado no capítulo seguinte.

Após detalhar os modelos utilizados, suas características, qualidades e limitações, foram descritos os trabalhos relacionados. Apesar de existirem diversos outros trabalhos que se encaixam na categoria de trabalhos relacionados, os que foram citados neste capítulo são considerados os que apresentam maior afinidade com o presente trabalho e que são direcionados às questões centrais tratadas no mesmo.

3.3. Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os dois modelos utilizados como base para a realização do presente trabalho. Ambos os modelos apresentam tanto algumas características fundamentais para o tratamento das questões levantadas no capítulo 1 desta dissertação, quanto algumas limitações que necessitavam ser tratadas.

Portanto, mesmo os modelos apresentando características altamente desejáveis, devido às limitações encontradas e às particularidades apresentadas pelo domínio escolhido, tornou-se necessária a realização de adaptações para que as funcionalidades por eles oferecidas pudessem ser integradas e utilizadas no contexto da previsão de serviços no domínio da indústria fonográfica, que é detalhado no capítulo seguinte.

Após detalhar os modelos utilizados, suas características, qualidades e limitações, foram descritos os trabalhos relacionados. Apesar de existirem diversos outros trabalhos que se encaixam na categoria de trabalhos relacionados, os que foram citados neste capítulo são considerados os que apresentam maior afinidade com o presente trabalho e que são direcionados às questões centrais tratadas no mesmo.

Capítulo 4

Descrição do Domínio de Aplicação

“The enemy of every author is not piracy, but obscurity.” [Tim O’Reilly]

“There’s no such thing as free lunch.” [Ditado Americano]

Este capítulo é dedicado à descrição do domínio da indústria fonográfica. Uma breve descrição de sua história e características é apresentada. Em seguida, as restrições geográficas e legislativas são descritas bem como as ferramentas e mecanismos existentes para gerenciar materiais protegidos por direitos autorais.

Os modelos de negócios utilizados no domínio, tanto modelos já estabelecidos como os novos modelos criados a partir das mudanças que a indústria enfrentou nos últimos anos, são apresentados, bem como a sua forma de criar, disponibilizar e captar valor.

Finalmente, são discutidos os desafios que a indústria fonográfica enfrenta e as tendências atuais.

4.1. Descrição do domínio

A indústria fonográfica se transformou, ao longo do século XX, na principal articuladora de produtos musicais em escala mundial. Sua composição diversa projeta uma rede transnacional de agentes e consumidores, sendo um dos melhores exemplos do fenômeno da globalização dos produtos culturais na sociedade contemporânea. Ou seja, a indústria fonográfica pode ser entendida como um dos principais elementos das chamadas indústrias culturais; mais do que isso: neste particular, ela opera, ao longo dos seus quase cem anos de existência, uma transformação no campo da produção musical, sendo responsável pela formação de audiências globais.

Por mais de 50 anos, a indústria fonográfica vem lidando com mudanças tecnológicas que também exerceram influência sobre o seu mercado. Desde a invenção do gramofone até o surgimento dos cd's, os métodos econômicos que orientavam a indústria foram pouco alterados, as mudanças que ocorreram foram relacionadas à forma de gravação e reprodução utilizadas. Mesmo com todas as mudanças tecnológicas enfrentadas, a indústria atingiu grande expansão econômica, sendo responsável por movimentar (em 1999) mais de US\$ 15 bilhões [6]. A produção musical pode ser um elemento gerador de riqueza a partir de shows e festivais, difusão local e nacional; eventualmente, alguns artistas alcançam o mercado internacional de música, promovendo a cultura local. Compreender a música como uma "mercadoria" pode ampliar sua avaliação de uma forma de expressão cultural para um meio de desenvolvimento econômico.

Com o surgimento da música digital disponibilizada na internet e o crescimento de sua popularidade, a indústria fonográfica viu sua hegemonia ser ameaçada pela possibilidade da livre distribuição de conteúdo, e os métodos econômicos até então utilizados foram confrontados com a necessidade de adaptação ao novo cenário. Os consumidores, por sua vez, rapidamente adotaram as novas oportunidades oferecidas pela tecnologia e, para esses consumidores, a portabilidade das músicas e a interoperabilidade dos arquivos se tornaram características essenciais. Essa alteração na forma de relacionamento entre autor e a sociedade foi justamente um dos maiores fenômenos populares na história da música: o formato digital proporcionou, de fato, uma série de mudanças no âmbito de distribuição e produção das músicas.

4.1.1. Restrição geográfica e legislativa

A questão da restrição geográfica deve ser considerada devido às legislações de cada país. Apesar de não serem oferecidos exclusivamente bens tangíveis, devido aos direitos autorais, algumas músicas são restritas a um determinado local, ou têm uma forma restrita de acesso (somente streaming, por exemplo). A questão geográfica e legal vai além das preferências do provedor ou do usuário do serviço: ambos estão sujeitos às leis tanto do país onde vivem como das outras localidades de onde possam vir a buscar e/ou oferecer seus serviços.

Essas restrições podem ser operacionalizadas por meio de uma tecnologia conhecida como DRM (do inglês, *Digital Rights Management*), de gerenciamento de direitos digitais. As ferramentas que utilizam essa tecnologia possuem mecanismos que controlam a forma como o arquivo digital é armazenado e acessado, em quantos e em quais dispositivos esse arquivo pode ser armazenado e por quanto tempo eles podem permanecer disponíveis em cada dispositivo. Essa tecnologia foi desenvolvida com o intuito de combater a pirataria de forma eficaz, mas existem controvérsias quanto à sua forma de implementação. A ferramenta DRM da Microsoft (Windows Media DRM 10®) foi disponibilizada pela primeira vez em abril de 1999, e é a ferramenta utilizada pelos provedores catalogados na pesquisa. No entanto, por ser muito restritiva, acaba criando dificuldades para o usuário que adquire o produto por meios legais.

Algumas das dificuldades encontradas pelos usuários estão relacionadas à criptografia do arquivo protegido. Considere um arquivo de música protegido com essa tecnologia. Para utilizar esse arquivo, é necessário fornecer ao player uma licença digital (chave) que é específica para o computador ou dispositivo portátil no qual esse arquivo será tocado. O tipo de licença pode permitir que o arquivo seja transferido para outros computadores ou dispositivos, mas cada um deles deve estar individualmente autorizado por um servidor online licenciado. Parece simples, mas podem existir situações onde o problema pode ser mais complicado do que aparenta ser. Caso um usuário necessite reinstalar o seu sistema operacional, este procedimento acarreta na perda de sua licença e, como nem todos os serviços permitiam que fossem feitas cópias de segurança, ao formatar a máquina o usuário perdia tanto a chave da licença como o arquivo protegido; em alguns casos, apenas a adição de um novo componente de

hardware pode acarretar na perda da licença. Isso sem contar que o componente de DRM no Windows® pode se corromper sem nenhuma razão aparente.

A grande preocupação da maioria das gravadoras estava relacionada à falta de controle sobre a forma como os arquivos poderiam ser utilizados; acreditavam que permitindo que o grande público pudesse adquirir uma música sem essa proteção, a quantidade de itens pirateados cresceria exponencialmente. Contudo, em um artigo de 2007, Steve Jobs fala a sua motivação para oferecer arquivos que não utilizassem essa proteção¹³. Segundo Bill Rosenblatt, um especialista em DRM e presidente da *GiantSteps Media Technology Strategies*, “a indústria finalmente pôde coletar dados concretos sobre como a remoção das restrições de DRM nos itens adquiridos de forma legal afeta a pirataria. As estatísticas demonstram que não há nenhum efeito.” Por esse motivo, muitos provedores escolhem não adotar essa tecnologia como uma forma de aprimorar seu relacionamento com o cliente, que ao adquirir um produto por meios legítimos espera ser recompensado e não encontrar maiores restrições ao utilizar um bem que é de sua propriedade.

A estratégia de recompensar clientes que adquiram produtos de forma lícita, também conhecida como “políticas assertivas” tem se mostrado como uma alternativa satisfatória para encorajar os usuários a utilizar serviços pagos. Um dos provedores pesquisados, Magnatune, utiliza essa estratégia para encorajar seus clientes a divulgar os serviços oferecidos e a distribuir o material adquirido para até três outras pessoas. Na sua página¹⁴, o criador do serviço explica porque utiliza essa política de distribuição e como ela é uma estratégia satisfatória para a rentabilidade do serviço. O que o serviço encoraja, basicamente, é a forma mais conhecida de marketing, o tradicional “boca-a-boca”. Segundo o criador do serviço, tem sido uma forma eficiente de divulgação, tanto para novos clientes que utilizam seu serviço como usuários finais, como para clientes que utilizam o serviço para divulgar seu material, usuários artistas e também como forma de fidelização da sua base de clientes.

Apesar de haver diferenças entre as legislações de diferentes países, existem iniciativas de uniformizar as questões em comum das leis relacionadas a direitos autorais. Uma dessas iniciativas é a *Creative Commons*®. Por meio da dessa iniciativa,

¹³ Artigo veiculado no site <<http://www.apple.com/hotnews/thoughtsonmusic/>>, no dia 6 de fevereiro de 2007.

¹⁴ <www.magnatune.com/info/give>

licenças são disponibilizadas, abrangendo um espectro de possibilidades entre a proibição total dos usos sobre uma obra – todos os direitos reservados – e o domínio público – nenhum direito reservado. Essas licenças permitem que seja mantido o direito autoral ao mesmo tempo em que permite certos usos sobre uma determinada obra (o modo como a obra pode ser utilizada é escolhida pelo seu autor, pelo detentor dos direitos autorais), algo como um licenciamento com “alguns direitos reservados”. Todas as licenças requerem que seja dado crédito (atribuição) ao autor ou licenciante, da forma que por ele(s) for especificada.

4.1.2. Tipos de licença



Atribuição: o autor permite que outras pessoas copiem, distribuam e executem sua obra (até mesmo de forma comercial), protegida por direitos autorais – e as obras derivadas criadas a partir dela – mas somente se for dado crédito ao autor pela criação original.



Atribuição e Compartilhamento: o autor permite que outras pessoas copiem, distribuam e executem sua obra (até mesmo de forma comercial), protegida por direitos autorais – e as obras derivadas criadas a partir dela – mas somente se for dado crédito ao autor pela criação original e que o novo conteúdo criado seja licenciado sob os mesmos termos que a obra original foi licenciada.



Uso Não Comercial: o autor permite que outras pessoas copiem, distribuam e executem sua obra – e as obras derivadas criadas a partir dela – mas somente para fins não comerciais.



Não à Obras Derivadas: o autor permite que outras pessoas copiem, distribuam e executem somente cópias exatas da sua obra, mas não alterem sua obra.



Uso não Comercial e Compartilhamento pela mesma Licença: o autor permite que outras pessoas distribuam obras derivadas somente sob uma licença idêntica à licença que rege sua obra, e que seja dado crédito ao autor sobre a obra original.



Uso não Comercial e Não-Derivado: o autor permite que outras pessoas acessem e compartilhem sua obra, desde que não a alterem nem a utilizem comercialmente. Essa é a licença mais restritiva de todas, e também é chamada de “propaganda gratuita”, porque ao permitir que a obra seja adquirida e compartilhada desde que não haja alteração e que seja mencionado e referenciado o autor e sua obra.

Ao escolher uma das licenças, o autor da obra obtém a licença escolhida em três formatos: (i) Licença para Leigos: Um resumo da licença em linguagem simples, completa e com os ícones relevantes; (ii) Licença Jurídica: A licença detalhada para que o usuário tenha certeza que será válida perante o judiciário; (iii) Licença para máquinas: Uma versão da licença que pode ser lida por computadores e que ajuda mecanismos de buscas e outras aplicações a identificar a obra, bem como seus termos de uso.

4.2. Modelos de Negócios

De acordo com Osterwalder e Pigneur [37], a definição do que consiste um modelo de negócios é a seguinte: “Um modelo de negócios descreve a lógica de como uma organização cria, disponibiliza e capta valor.” Para que possa então ser descrito de forma clara e objetiva, um modelo de negócios se sustenta em nove pilares, que são:



Figura 8: Modelo de Negócios. Adaptado de [37].

- Segmento de Clientes: uma organização serve um ou diversos segmentos de clientes;
- Proposta de Valor: busca resolver os problemas dos consumidores e satisfazer as suas necessidades com propostas de valor;
- Canais: as propostas de valor são entregues aos clientes por meio de canais de comunicação, distribuição e vendas;
- Relacionamento com Clientes: o relacionamento com clientes é estabelecido e mantido com os clientes de cada um dos segmentos atendidos;
- Fluxo de Receitas: o fluxo de receitas surge das propostas de valor oferecidas com sucesso aos clientes;
- Recursos-Chave: os recursos-chave são os bens necessários para oferecer e disponibilizar os elementos descritos previamente;
- Atividades-Chave: são as atividades que devem ser realizadas para que a organização possa oferecer seus produtos;
- Parcerias-Chave: são as parcerias firmadas com outras organizações, ou seja: algumas atividades são terceirizadas e alguns recursos necessários são adquiridos fora da organização, necessitando então de parcerias para realizar essas atividades;
- Custo Estrutural: o custo estrutural refere-se ao custo envolvido na execução e no desempenho de todas as atividades inseridas no modelo de negócios.

Os modelos de negócios utilizados no domínio são de grande influência na forma como os serviços são oferecidos, como os provedores captam os recursos e também podem indicar como os serviços podem ser negociados. No caso de usuários artistas, é importante dispor dessas informações para que possa escolher qual provedor se adepta melhor às suas necessidades, tendo em vista que o tipo de modelo de negócios está relacionado diretamente a como esses provedores remuneram os artistas, como realizam a forma de pagamento e como estabelecem suas estratégias de estabelecimento de faixas de preço e de serviços.

Dentre os provedores catalogados¹⁵, os modelos de negócios utilizados são os seguintes: Pagamento por Recomendação (do inglês, *PaybyRec*), Assinatura, B2B e Freemium, que são descritos a seguir.

4.2.1. Pagamento por Recomendação

Esse modelo de negócios, idealizado pelos criadores do AmieSt®, busca recompensar os utilizadores do serviço que indicam seus serviços para seus amigos. A estratégia de recompensa funciona da seguinte maneira: para que um usuário possa utilizar o serviço, é necessário realizar um cadastro no site, e possuir uma conta *Paypal*¹⁶. Por meio dessa conta que se adquire o crédito para ser utilizado na conta do site. Para que possa iniciar a utilizar o serviço é necessário um crédito mínimo nessa conta (US\$ 3.00), e então o usuário pode escutar músicas (via *streaming*) e baixar as que forem de seu interesse. Note que também existe uma conta que necessita ser criada no site, onde os créditos, as músicas e recomendação são mantidas e gerenciadas.

Todas as músicas inicialmente são gratuitas. O preço das músicas é incrementado à medida que essa música é mais recomendada, à medida que se torna mais popular, sendo o preço máximo cobrado por música de US\$ 0.98. Um usuário que adquire uma música pode recomendá-la a seus amigos usando um número limitado de “rec’s” que recebem (cada usuário recebe uma “recomendação” por cada dólar que adicionarem na sua conta). Uma vez recomendada, os usuários que a recomendaram ganham crédito na conta se o preço da música aumentar, incentivando-o a buscar e recomendar boa música. Caso o usuário recomende uma música a um centavo ou mais, o provedor pagará a metade da diferença entre os preços.

Portanto, se o usuário recomendar uma música a 10 centavos, e o seu preço final for de 90 centavos, o provedor pagará ao usuário que a recomendou 40 centavos (metade da diferença dos 80 centavos). No caso de recomendar uma música que ainda é gratuita, e que essa música atinja o preço máximo, o provedor paga ao usuário os 98 centavos diretamente na conta do site (*Amie Account*). A motivação para essa diferença entre os tipos de pagamento é a seguinte: ao recomendar uma música gratuita, o usuário

¹⁵ Vide anexo I

¹⁶ *Paypal*: O serviço permite que qualquer pessoa pague da forma que preferir, incluindo cartões de crédito, contas bancárias, crédito de comprador ou saldos de conta, sem compartilhar informações financeiras. Disponível em 190 mercados e 24 moedas em todo o mundo permite o comércio on-line global possibilitando pagamentos em diferentes locais, moedas e idiomas.

está se arriscando mais e porque o provedor deseja que todos os usuários recomendem as músicas que ainda não foram descobertas pelo grande público. Outra vantagem do modelo é que os artistas detêm 70% da receita gerada a cada US\$ 5.00 em vendas, e não há contrato de exclusividade de representação.

4.2.2. Assinatura

Esse modelo de negócios não considera somente o caso de se vender um produto individualmente; ao invés disso, uma assinatura vende o acesso periódico (mensal, trimestral, etc.) a um produto ou serviço, ou mesmo um pacote desses produtos e/ou serviços durante o período de vigência da assinatura. Podem também oferecer um período de teste, geralmente de uma semana, para que o usuário possa testar o produto e/ou serviço oferecido e verificar se o produto atende às suas exigências e expectativas.

Esse modelo de negócios beneficia o provedor devido à garantia de um fluxo de receita constante, o que reduz drasticamente os riscos e incertezas para a empresa. Em diversos casos, a estratégia de negócios é estruturada de tal maneira que a receita gerada das assinaturas recorrentes seja consideravelmente maior do que a receita gerada das compras avulsas (compras realizadas somente uma vez). No caso de assinatura de revistas, isso aumenta as vendas, pois não dá ao assinante a opção de aceitar ou rejeitar uma determinada edição; reduz o custo de aquisição para o cliente e permite marketing personalizado. Entretanto, para adotar esse modelo, é necessário que haja uma infraestrutura robusta para gerenciar as assinaturas.

Não somente para os provedores esse modelo apresenta benefícios; os clientes também podem se beneficiar dele. Se os clientes iriam adquirir o produto regularmente, a conveniência os beneficiará; devem somente tomar a decisão de compra uma única vez, e aguardar o produto ser entregue. Há também a questão psicológica por trás, onde as pessoas que utilizam as assinaturas como se fosse um clube: os assinantes se tornam membros, onde a necessidade de “pertencer” pode ser preenchida. A estratégia de preços no caso da assinatura pode diluir o choque em pagar por itens caros; ao espalhar o custo ao longo de um período de tempo, a compra se mostra mais acessível.

Organizações que utilizam esse modelo de negócios incluem companhias telefônicas, provedores de TV a cabo, companhias de telefonia móvel, provedores de internet, provedores de software, empresas de serviços financeiros, academias, sendo

que os primeiros a utilizarem esse modelo de negócios foram os jornais e revistas. A renovação da assinatura pode ser feita periodicamente, para que o custo então de um novo período de assinatura seja automaticamente pago por meio de um débito previamente autorizado em uma conta bancária ou por meio de um cartão de crédito, usualmente a renovação dispõe de alguma vantagem (atrativo) para manter sua base de clientes e aprimorar seu relacionamento com os mesmos.

4.2.3. B2B

Esse modelo descreve transações comerciais entre negócios, tais como as interações entre um fabricante e um atacadista, entre um atacadista e um varejista, e assim por diante. O termo “B2B” foi cunhado originalmente para descrever as comunicações eletrônicas entre negócios ou empresas para distinguir essa comunicação da feita entre organizações e consumidores. Atualmente é utilizado para descrever todos os produtos e serviços utilizados pelas empresas e/ou organizações. Devido à heterogeneidade de classificação encontrada na literatura, vários modelos B2B podem ser classificados dentro de quatro categorias genéricas, que são: modelo mercantil; modelo de manufatura; modelo de compra e modelo de corretagem [21]. O que diferencia essas quatro categorias de modelos é sua característica funcional, onde alguns desses modelos podem ser centrados no provedor ou comprador, enquanto outros assumem a função de um intermediário.

Modelo mercantil: esse modelo permite que *atacadistas tradicionais* vendam seus produtos e serviços via internet com preços tabelados ou por meio de leilões. Esses modelos são iniciados por atacadistas e geralmente evoluem da “loja física” e buscam estabelecer uma nova forma de distribuição ou canal de marketing por meio da internet. Esse modelo também fornece suporte ao consumidor e inclui a comercialização de produtos e serviços que são oferecidos com custo mínimo inclusos em vendas e promoções [65].

Modelo de Manufatura: esse modelo permite que os fabricantes alcancem os compradores diretamente pela internet, portanto eliminando os intermediários e diminuindo o canal de distribuição, resultando em eficiência, melhor atendimento ao cliente, maior compreensão das preferências do cliente (comercializando o serviço) e possibilidade de alcançar uma base maior de consumidores. Além disso, esse modelo é

centrado no fornecedor por natureza e consiste em um fornecedor principal oferecendo seus produtos ou serviços para compradores em potencial (geralmente em larga escala) via internet. Entretanto, esse modelo pode ocasionar conflitos na cadeia de abastecimento do fabricante, isso devido à possibilidade dos compradores poderem dispensar o intermediário e conduzir suas atividades diretamente com o fabricante.

Modelo de Compra: esse modelo é centrado no comprador e se refere a um comprador principal buscando produtos ou serviços de fornecedores em potencial via internet. Esse modelo encoraja os fornecedores em potencial a iniciar relações de negócios ou transações ao se aproximar do comprador na expectativa de fornecer os produtos ou serviços que desejam. Além disso, esse modelo não somente possibilita aos compradores a redução de seus custos com a capacidade de visualizar a lista de produtos e/ou serviços sendo oferecidos a eles, mas também aprimora o gerenciamento do relacionamento com o cliente.

Modelo de Corretagem: esses modelos indicam eixos centrais que aproximam compradores e vendedores para transações, onde é cobrada de cada um uma taxa para cada transação efetuada [21]. Os modelos inseridos nessa categoria são o modelo de especulação, modelo de portal de aquisição (agregador de compradores), modelo especialista, modelo distribuidor (portal de distribuição), modelo de venda e troca de bens, modelo mega-troca (mercado independente) e o modelo solucionador.

Existem três modelos (especulação, aquisição e especialista) identificados como sendo centrados no comprador, que estão mais direcionados ao comprador dentro dos modelos de corretagem. O modelo de especulação permite às organizações obterem informações em tempo real que podem ser transformadas em vantagem competitiva dentre um grande grupo de compradores [65].

O modelo de aquisição visa unir alguns compradores de destaque para adquirir produtos ou serviços em grupo de um conjunto de fornecedores em potencial via internet [60]. O modelo permite que organizações (compradores) individualmente obtenham benefícios econômicos (tais como desconto para compras em larga escala) que são tradicionalmente recebidos por organizações que realizam compras em larga escala.

Finalmente, o modelo especialista busca agregar grandes quantidades de pedidos de produtos complexos para ser executada em trocas. Esse modelo requer que as organizações tenham um domínio considerável de entendimento das questões relacionadas à tomada de decisão do cliente e que estejam comprometidos a fornecer apoio em tempo real para clientes on-line [65]. A utilização de software de apoio à decisão é amplamente difundida para auxiliar e aprimorar a utilização desse modelo.

Em contrapartida, o modelo distribuidor e o modelo de venda e troca de bens são centrados no fornecedor. O modelo distribuidor busca agregar um grupo de fornecedores de destaque que irão vender seus produtos ou serviços como um grupo via internet para um grupo de compradores em potencial. Esse modelo permite às empresas (fornecedores) diminuir seu custo de vendas por meio de um processamento de pedidos e rastreamento dos mesmos feitos de forma mais eficiente. Esse modelo tem um apelo adicional para os compradores, pois permite que várias transações sejam realizadas com um grupo de fornecedores que oferece uma grande variedade de produtos relacionados ou serviços que os compradores desejam adquirir.

O modelo de troca e venda de bens exige um forte relacionamento com a comunidade de fornecedores, tendo em vista que esse modelo possibilita a comercialização, troca e revenda de pedidos entre um grupo de fornecedores. O sucesso do modelo depende da capacidade da organização em manter seu relacionamento com a comunidade de fornecedores para garantir então a eficiência das transações [65].

Os dois modelos restantes, mega-troca e solucionador, são considerados neutros. O modelo de mega-troca atua como um hub central de comercialização que facilita as transações entre compradores e fornecedores. Esse modelo é geralmente executado por terceiros que reúnem compradores e fornecedores para possibilitar a realização de negócios entre os mesmos [21]. O modelo solucionador opera de forma diferente, visando agregar serviços diferenciados e de valor às vendas de produtos. Esse modelo permite que as organizações alavancar seu conhecimento específico em determinadas áreas e abre a oportunidade de perceber nichos de mercado que consideram serviços de valor agregado como sendo de maior importância do que o seu preço na sua tomada de decisão [65].

Dentre os provedores catalogados, o que utiliza esse modelo de negócios é o 7-digital®, que se propõe a ser um intermediário entre os provedores de conteúdo e as

organizações que desejam utilizar esse conteúdo de forma comercial, seja em campanhas publicitárias, filmes, como distribuidores de conteúdo digital (ex. site de download, para músicas, audiobooks, e-livros, vídeos), campanhas promocionais de vendas. Essa empresa trabalha com gravadoras, redes de TV, artistas individuais, companhias cinematográficas, canais de notícias e artistas independentes, e apóia iniciativas de programas de vendas que utilizem conteúdos de música e vídeo para recompensar a fidelidade de clientes antigos, como para atrair novos clientes. A sua proposta é de reduzir a complexidade envolvendo a questão dos direitos autorais, de forma a deixar o serviço mais simples e enxuto, de forma a ser mais fácil a adaptação do usuário.

4.2.4. Freemium

Freemium é um modelo de negócios que opera da seguinte maneira: oferece serviços básicos ou um produto digital que possa ser baixado, gratuitamente, à medida que cobra alguma característica especial ou avançada. A palavra “freemium” foi criada combinando as duas características do modelo de negócios: “Free” e “Premium”. Esse modelo de negócios alcançou a popularidade com companhias da Web 2.0. De acordo com o capitalista Fred Wilson, a descrição do modelo é: “Dê seu serviço de graça, possivelmente com apoio publicitário ou não, adquira muitos consumidores eficientemente através do “boca a boca”, etc., e então ofereça serviços adicionais com valor agregado ou uma versão aprimorada do seu serviço à sua base de consumidores.” Após a descrição do modelo, foi realizada uma votação com internautas para “batizarem” o modelo, que foi nomeado Freemium [1].

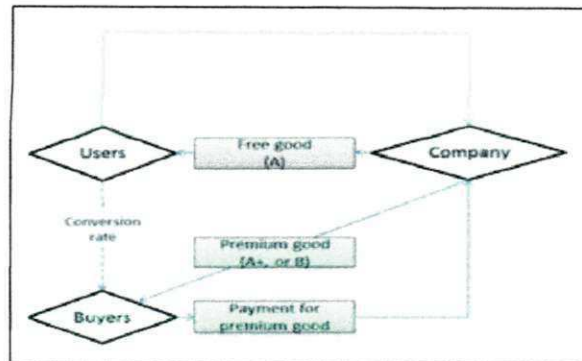


Figura 9: Modelo Freemium. Adaptado de <<http://nicolaspujol.com>>¹⁷

Este é o modelo de negócios que mais cresce em popularidade na internet, pois os consumidores estão acostumados a encontrarem serviços oferecidos de forma gratuita na rede. A figura acima ilustra a forma como as empresas que utilizam esse modelo de negócios captam recursos e geram receita.

O que torna esse modelo popular e comercialmente viável são os seus efeitos colaterais positivos, também chamados de efeitos em rede; efeitos esses que compensam a oferta de determinados produtos de forma gratuita. As táticas Freemium podem ser divididas em quatro categorias [1] :

Tempo limitado: 30 dias de graça, depois pago. Esse é o modelo de força de vendas. **Vantagens:** Fácil de implementar.

Desvantagem: Muitos clientes potenciais não estão dispostos a realmente testar o produto, por saberem que, se não pagarem, não receberão qualquer benefício depois de transcorridos os 30 dias.

Recursos limitados: Versão básica grátis, versão mais sofisticada paga.

Vantagem: Melhor forma de maximizar o alcance. Quando os clientes se convertem ao Pago, eles o fazem pelas razões certas (reconhecem o valor que estão pagando) e há mais chances de serem fiéis e menos sensíveis ao preço.

Desvantagem: Necessidade de criar duas versões do produto. Se forem inclusos recursos demais na versão grátis, um número insuficiente de pessoas se converterá ao

¹⁷ A licença escolhida para ser utilizada no site é a licença "Atribuição e Compartilhamento", uma das seis licenças disponibilizadas pela iniciativa *Creative Commons*®.

Pago. Se forem poucos os recursos inclusos as pessoas não utilizarão a versão grátis pelo tempo suficiente para se converterem ao Pago.

Acesso limitado: Pode ser utilizado de graça por um número máximo de pessoas, porém mais do que isso é pago.

Vantagem: Fácil de Implementar. Fácil de compreender.

Desvantagem: Pode canibalizar o extremo inferior do mercado.

Limitado ao tipo de cliente: Empresas pequenas e jovens recebem de graça; empresas maiores e mais antigas pagam.

Vantagem: cobra das empresas de acordo com sua capacidade de pagamento. Cativa antes as empresas de rápido crescimento.

Desvantagem: Processo de verificação complexo e de difícil controle.

Para avaliar o impacto no mercado do modelo de “custo zero”¹⁸, foi realizado um estudo no MIT sobre as decisões de compra de consumidores baseadas em estratégias de preço normal, preço muito baixo ou custo zero. Os pesquisadores observaram que os consumidores repetidamente reagiram de forma muito positiva a produtos gratuitos expressando forte preferência, mesmo que o preço alternativo ao grátis fosse tão irrisório quanto US\$ 0.01. O mero fato de ser oferecido gratuitamente aumentou o valor percebido do produto pelo usuário.

4.3. Propulsores para Inovações de Modelos de Negócios

Ao observar as novas tendências do mercado, influenciadas pelo novo modelo de negócios que vem tomando um espaço cada vez maior, foram identificadas em [20] mais de uma dúzia de tendências relevantes e de propulsores para a inovação de modelos de negócios, que são:

- Publicação multimodal (de canais unidimensionais para canais multidimensionais, assim como produtos e serviços);
- Mudanças de gerações Web (da Web 1.0 para Web n)

¹⁸ Custo zero para o consumidor.

- Qualquer coisa, em qualquer hora, em qualquer lugar, de qualquer forma e qualquer pessoa (do inglês, os 5 A's)
- Customização em massa, perfis e estratégias para clientes (do padronizado para produtos e serviços customizados)
- Realidade Aumentada: proporciona ao usuário uma interação segura, sem necessidade de treinamentos, uma vez que o usuário pode trazer para o seu ambiente real objetos virtuais, incrementando e aumentando a visão que ele tenha do mundo real
- Serviços baseados em locações (de serviços gerais para serviços baseados em informações geográficas)
- Convergência de setores (de setores autônomos para marcas agregadas)
- Usabilidade (de aplicações e interfaces complexas para as mais intuitivas)
- Sistemas de pagamento on-line
- Participação (de estáticas para dinâmicas e antropocêntricas redes de consumidores e comunidades)
- Mudanças demográficas e de estilo de vida
- Globalização (integração de economias regionais e comunidades sociais por meio de redes globais de comunicação)
- Arcabouço legal (regulamentações de leis específicas para o setor).

4.4. Considerações finais

Os cenários emergentes apontam para novos desafios que a indústria fonográfica deve enfrentar. O sucesso de qualquer estratégia que a indústria venha a adotar está diretamente relacionado às seguintes questões: proteção de direitos autorais, infraestrutura de comunicação e formas de pagamento.

A questão dos direitos autorais apresenta componentes técnicos e sociológicos. Do ponto de vista técnico, a dificuldade deve-se ao desejo de flexibilidade da parte do

usuário (utilizar o bem adquirido em mais de um dispositivo – como por exemplo, seu computador, mp3player, etc.) e da necessidade de uma conexão a internet para aplicar o gerenciamento dos direitos autorais.

Do ponto de vista sociológico, o desafio consiste em educar o público sobre o impacto que as cópias ilegais causam na indústria; também consiste na conscientização sobre a forma como será adquirida e utilizada a obra com direitos autorais reservados. Tanto a educação como a conscientização são essenciais para assegurar que a indústria se mantenha operacional e que existam incentivos para os criadores de conteúdo, principalmente os relacionados à forma de remuneração.

A questão da infra-estrutura e a questão de formas de pagamento disponibilizadas estão relacionadas, pois a qualidade da experiência do usuário depende da capacidade de entrega com qualidade garantida e tempo de resposta razoável. A qualidade de streaming de áudio é afetada se a conexão não for capaz de garantir uma taxa mínima de transferência de dados, o que afeta a percepção de qualidade do usuário e pode afetar negativamente a sua disponibilidade de adquirir ou utilizar esse tipo de serviço.

Capítulo 5

Modelo Estendido

“When you read and understand a poem comprehending its rich and formal meanings then you master chaos a little.” [Stephen Spender]

Este capítulo é dedicado à explanação da integração dos modelos utilizados no presente trabalho, e de como as partes integradas oriundas dos respectivos modelos formaram a base para o modelo estendido.

A união de modelos formalizados consiste em uma tarefa não trivial, pois demanda uma profunda compreensão dos modelos e das operações por eles formalizadas; a identificação de conflitos e a investigação de uma resolução para os mesmos e a adaptação dos elementos utilizados nos modelos.

São apresentadas as adaptações realizadas para a utilização do modelo estendido no contexto de prestação de serviços, que atendem as particularidades encontradas no domínio da indústria fonográfica.

5.1. União dos Modelos

Conforme descrito no capítulo 3, o presente trabalho apresenta uma abordagem integrada de dois modelos formais, desenvolvidos para o contexto da arquitetura orientada a serviços (SOA). A abordagem integrada consiste na união parcial de dois trabalhos relacionados à prestação de serviços, que tem em comum a ênfase nos requisitos de qualidade de serviços (QoS – *Quality of Service*). Os modelos utilizados na abordagem integrada são “ESCHER: Uma arquitetura de qualidade de serviços para tratar a percepção do usuário” [45] e “Personæ: Um modelo de mediação semântica para arquiteturas orientadas a serviços” [52]. O modelo resultante dessa abordagem foi denominado de modelo estendido. Em outras palavras, o modelo estendido une a expressividade de Escher às fases de prestação de serviços tratadas em Personæ. Tendo em vista que o modelo Personæ compreende as fases iniciais no ciclo de prestação de serviços, as fases de negociação, monitoramento e re-negociação de contratos foram adicionadas ao modelo estendido.

Para tornar possível a união dos modelos, primeiramente é necessário um conhecimento aprofundado dos modelos e das operações por eles formalizadas. Posteriormente, é possível identificar quais as nuances dos modelos a serem incorporadas ao modelo resultante. Após a identificação de quais funcionalidades dos modelos a serem incorporadas ao modelo resultante, para que a integração dos modelos possa ser realizada, é necessário verificar se existem nuances dos modelos que possam ser consideradas sobrepostas. Tendo em vista que os modelos utilizados foram desenvolvidos para a arquitetura orientada a serviços, tendo em comum a ênfase nos requisitos de QoS, a forma como descrevem a especificação dos requisitos do usuário divergia, necessitando ser adaptada para posteriormente ser utilizada no modelo estendido. Além da questão do tratamento dos requisitos do usuário, ambos os modelos referenciam o estabelecimento de contratos de serviços. Entretanto, para tratar das tarefas relacionadas às fases do ciclo de provisão de serviços, optou-se por utilizar a especificação do modelo Personæ (que formaliza as fases de busca, seleção e estabelecimento de contratos de serviço) ao invés de realizar uma adaptação da forma como os dois modelos tratam a questão de estabelecimento de contrato de serviços.

5.2. Adaptações realizadas

A primeira provisão para possibilitar a utilização de ambas as especificações foi relacionada à decisão de quais funcionalidades deveriam ser incorporadas ao modelo estendido. Apesar de existirem diversas linhas de pesquisa especificando a forma de unificar especificações heterogêneas e de verificação de sua consistência [11], ao invés de utilizar uma dessas abordagens, optou-se por agregar partes da especificação Escher [45] a partes¹⁹ da especificação de Personæ [52].

Conforme descrito nos capítulos 1 e 3, um aspecto considerado essencial para aprimorar a experiência do usuário e conseqüentemente aumentar o seu grau de satisfação, é viabilizar ao usuário um maior poder de expressão na realização de suas consultas, sem que o mesmo necessite conhecer os aspectos técnicos envolvidos na descrição dos atributos de qualidade de um serviço. Apesar de o modelo Personæ utilizar na fase de descoberta de serviços os requisitos funcionais e não-funcionais desejados pelo usuário, na sua especificação não é claro como os requisitos do usuário são capturados, nem como são definidas as suas preferências.

Para contornar essa limitação (descrita no capítulo 3 dessa dissertação), foi utilizada a captura de requisitos de qualidade do usuário realizada pelo modelo Escher. O modelo permite que o usuário defina seus requisitos de qualidade de forma abstrata, não sendo exigido do usuário nenhum conhecimento técnico relacionado à descrição de atributos relacionados à qualidade de serviços. Ao capturar os requisitos do usuário, definidos de forma abstrata, o modelo realiza um mapeamento desses requisitos até a forma técnica utilizada pelos mecanismos de manipulação de atributos de QoS. Maiores detalhes sobre a realização do mapeamento podem ser encontrados em Ribeiro [45].

Entretanto, no contexto do presente trabalho, optou-se por utilizar o mapeamento da perspectiva do usuário para a perspectiva da aplicação, simplificando o processo de mapeamento dos requisitos de QoS. As operações envolvidas no mapeamento realizado por Escher, da perspectiva do usuário para a perspectiva da aplicação são ilustradas de forma detalhada, indicando quais os elementos do modelo foram utilizados e como o mapeamento simplificado é realizado. Em outras palavras, a

¹⁹ A estrutura do modelo Personæ foi mantida, suas entidades e relacionamentos. O que não foi incluso no modelo estendido foram as fases de busca semântica formalizadas no modelo nem a operação de fusão de ontologias.

simplificação no processo de mapeamento utiliza partes do modelo Escher, sendo as partes utilizadas destacadas conforme ilustrado na figura a seguir.

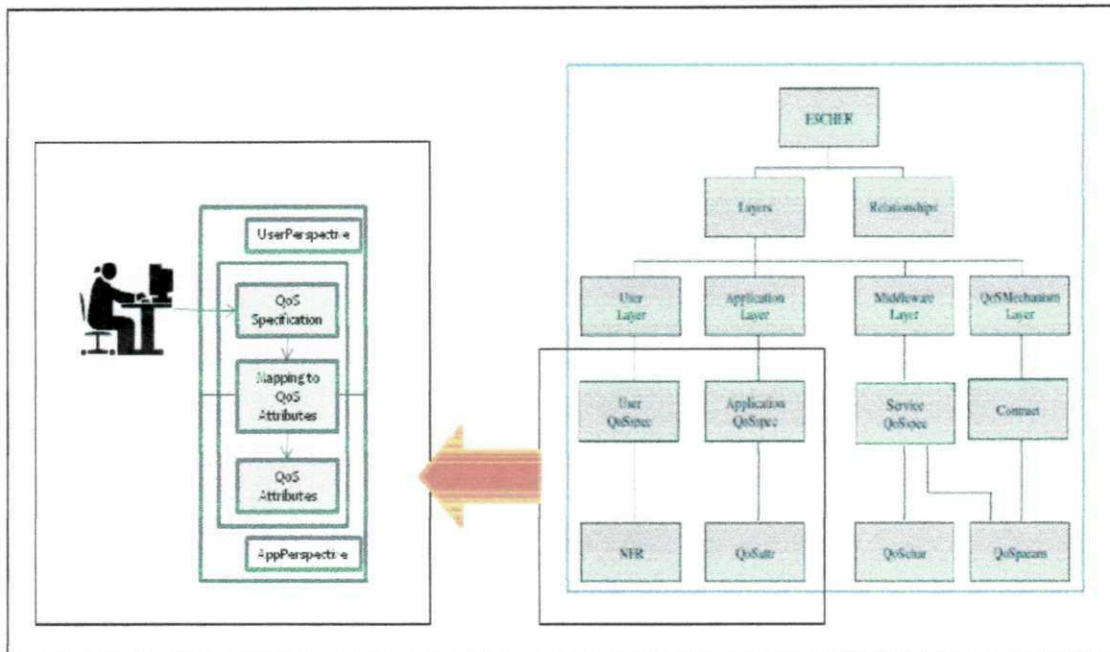


Figura 10: Mapeamento de QoS do Usuário para a Perspectiva da Aplicação

Após a realização do mapeamento simplificado, é possível utilizar os resultados obtidos como entrada para a fase inicial do ciclo de prestação de serviços: a busca por um serviço que satisfaça as condições definidas pelo usuário e mapeadas para a forma como são descritos os atributos de qualidade de serviço. Ao utilizar o resultado obtido pelo mapeamento de requisitos de qualidade desejados pelo usuário, o modelo Personæ utiliza esses requisitos como entrada para iniciar o ciclo de prestação de serviços. As fases de busca, seleção e estabelecimento de contratos compreendem o conjunto de fases formalizadas pelo modelo Personæ. Conforme descrito no capítulo 3 dessa dissertação, o modelo não atua na fase de monitoramento, negociação e re-negociação de contratos: fases essas que são consideradas de grande importância para [62]: (i) possibilitar a personalização de um serviço; (ii) garantir que o nível de qualidade acordado entre as partes seja de fato o nível de qualidade entregue; e (iii) no caso de quebra de contratos, uma re-negociação apresenta uma possibilidade mais atrativa para os provedores de serviços, que ao invés de perder seu cliente e ter de arcar com as penalidades descritas no contrato, existe a possibilidade de chegar a um novo acordo.

A fase de monitoramento de serviços é de interesse tanto de cliente como de provedores de serviços [63]. Do lado cliente, a certeza de que o serviço é fornecido de acordo com a qualidade desejada garante a sua satisfação na utilização do serviço, podendo servir de referência para aquisições futuras. Do lado provedor, o atendimento dos requisitos de qualidade desejados por seus consumidores possibilitam a melhora de seu desempenho no mercado, podendo se destacar entre os seus concorrentes, aumentar o número de consumidores para os seus serviços e conquistar a fidelidade dos clientes. A figura a seguir ilustra como é realizado o monitoramento, a partir do contrato de serviço firmado entre as partes (cliente e provedor), onde são definidos os níveis de qualidade referente ao serviço. O monitoramento de serviço (na figura, *QoS Monitoring*) analisa o nível de qualidade entregue pelo serviço comparado com o que foi estabelecido no contrato; e subsequenteemente avalia o nível de satisfação do usuário, que indica se existe a necessidade de adaptação no contrato de serviços ou não.

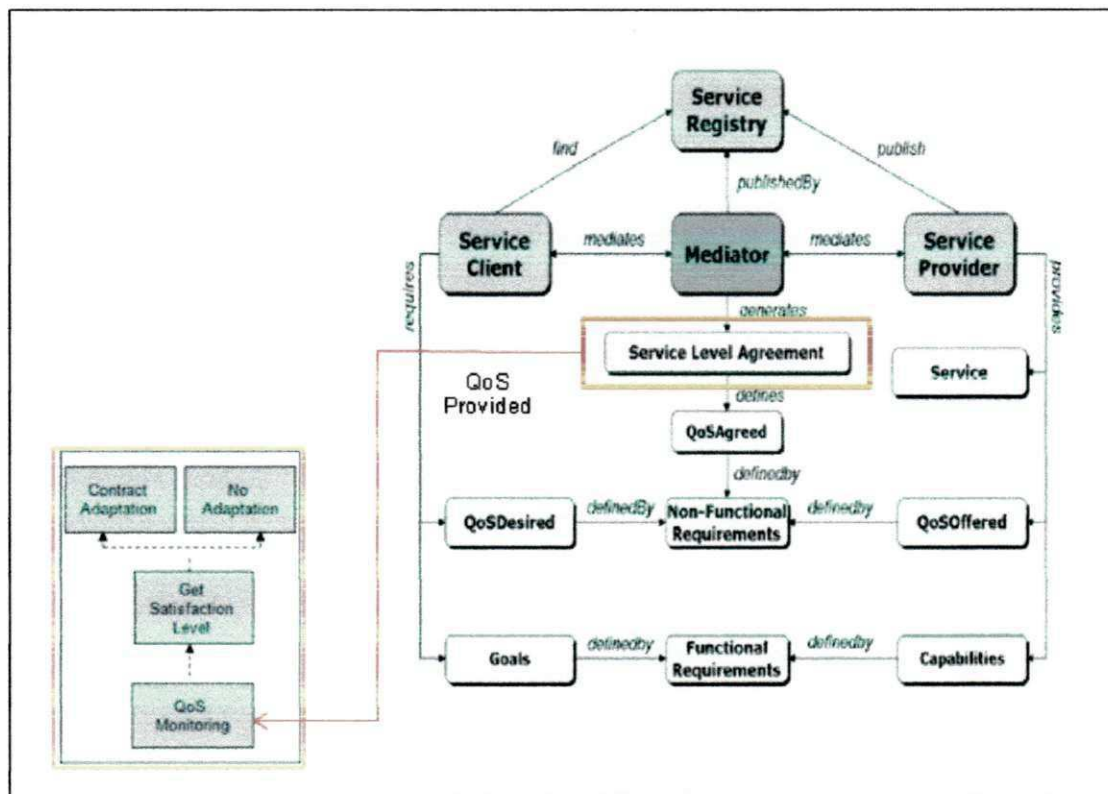


Figura 11: Estabelecimento de Contrato de Serviço e Monitoramento de Qualidade

O modelo estendido é o resultado da união das funcionalidades desejadas de ambas as especificações. Em outras palavras, o modelo resultante alia a expressividade

do modelo Escher na especificação dos requisitos de qualidade com o ciclo de atividades da arquitetura orientada a serviços descrita no modelo Personæ. A ferramenta utilizada no trabalho, Z/Eves, desenvolvida por Saaltnik [47], é uma ferramenta para analisar especificações em Z. Pode ser utilizada para realizar checagem de tipos, de domínios, expansão de esquemas, cálculo de pré-condições, refinamento de provas e prova de teoremas.

A ilustração a seguir apresenta o modelo estendido, onde o usuário primeiramente define seus requisitos de qualidade, de acordo com sua percepção de qualidade. Posteriormente, o mapeamento da perspectiva de qualidade do usuário para a perspectiva da aplicação é realizado, sendo utilizado como entrada para que a entidade *ServiceClient* possa realizar uma busca na base de registros de serviços *ServiceRegistry*. Caso a busca realizada retorne um serviço que atenda a requisição do usuário, é estabelecido um contrato de serviço; o serviço é monitorado, (no contrato é estabelecido o nível de qualidade acordada que o provedor deve oferecer) e por meio da obtenção do nível de satisfação do usuário, pode haver uma adaptação no contrato de serviços, ou uma interrupção na provisão do serviço.

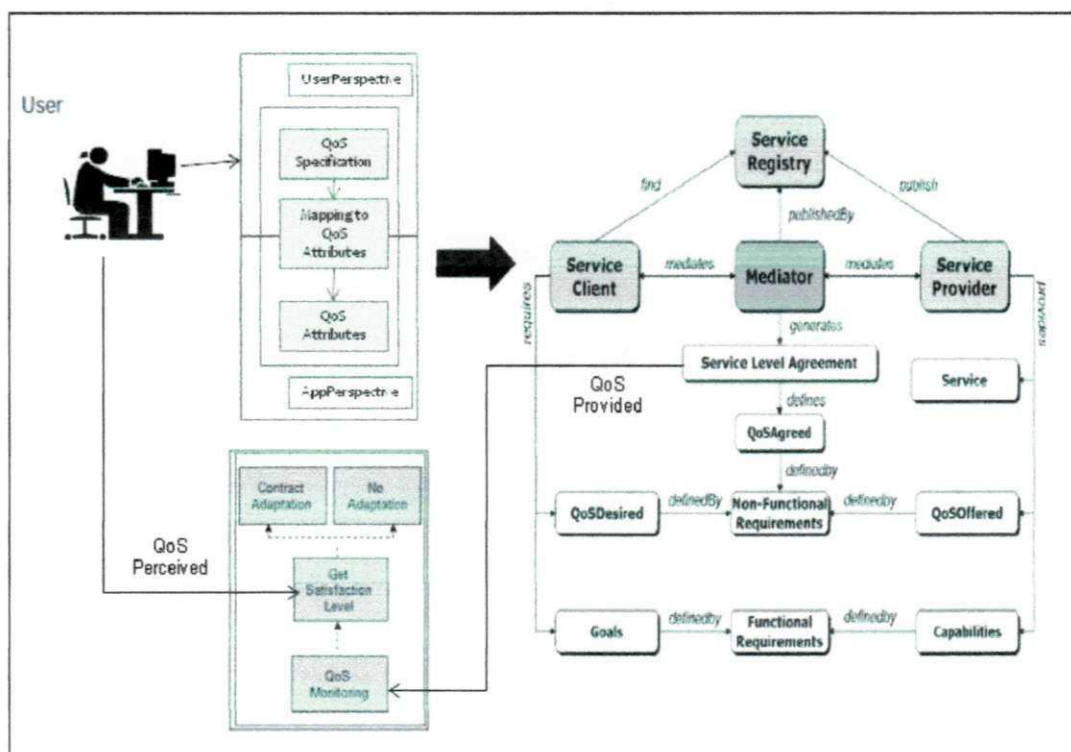


Figura 12: Modelo Estendido

Conforme detalhado no capítulo 3, o modelo Escher propõe uma separação de perspectivas de qualidade de serviço; entretanto, as operações de busca e seleção de serviços são abstraídas do modelo. Já o modelo Personæ realiza essas operações sobre serviços, mas uma demonstração mais clara de como captura os requisitos do usuário é necessária, o que justifica a necessidade de utilizar a funcionalidade de captura de requisitos do usuário realizado por Escher. Portanto, o modelo estendido agrega partes de Escher relacionadas à captura dos requisitos de qualidade do usuário às fases de prestação de serviços tratadas em Personæ.

5.3. Funcionalidades adicionadas

Nesta seção, são apresentadas as funcionalidades adaptadas e adicionadas ao modelo; a sua descrição e o trecho do formalismo correspondente.

As funcionalidades adicionadas, herdadas de Escher, foram: (a) a descrição dos requisitos funcionais e não-funcionais (de forma adaptada); (b) a descrição dos relacionamentos entre os requisitos não funcionais e os atributos de *QoS* (sendo especificados como *NfrRelationships*); (c) a captura dos requisitos de qualidade do usuário e (d) o mapeamento desses requisitos para a forma como são definidos pela respectiva aplicação; (e) a obtenção do grau de satisfação por meio da combinação de uma função externa e do esquema *UserSatisfactionLevel*.

- a) Descrição dos requisitos funcionais e não funcionais, respectivamente:

<i>FunctionalRequirement</i>
<i>id: ID</i>
<i>name: STRING</i>
<i>class: CLASS</i>
<i>description: DATATYPE</i>
<i>domainValue: P VALUE</i>
<i>Domain: Ontology</i>
<i>class ∈ Domain.Classes</i>

NonFunctionalRequirement

id: ID
name: STRING
class: CLASS
description: DATATYPE
domainValue: P VALUE
Domain: Ontology

class ∈ Domain.Classes

b) Relacionamentos entre os requisitos não-funcionais:

NfrRelationships

SpecializedBy: NonFunctionalRequirement → NonFunctionalRequirement
Realization: NonFunctionalRequirement ↔ QoSAttr
RelatedTo: APPTYPE ↔ NonFunctionalRequirement
ClassifiedAs: APPTYPE → CATEGORY
MapQoSAttrLevel: QoSAttr × LEVEL → VALUE × VALUE × VALUE

dom Realization ⊆ dom SpecializedBy

∨ dom Realization ⊆ ran SpecializedBy ∧ dom ClassifiedAs ⊆ dom RelatedTo

c) Captura dos requisitos do usuário:

UserQoSSpecType

QoSDesired: NonFunctionalRequirement → LEVEL
QoSPriorities: NonFunctionalRequirement × NonFunctionalRequirement
 → NonFunctionalRequirement
QoSPreferences: NonFunctionalRequirement → LEVEL
QoSConstraints: NonFunctionalRequirement → LEVEL
SatisfactionLevel: LEVEL

∇ nfr1, nfr2: NonFunctionalRequirement

| (nfr1, nfr2) ∈ dom QoSPriorities ∧ (nfr2, nfr1) ∈ dom QoSPriorities

• (QoSPriorities (nfr1, nfr2) = nfr1 ∧ QoSPriorities (nfr2, nfr1) = nfr1

∨ QoSPriorities (nfr1, nfr2) = nfr2

∧ QoSPriorities (nfr2, nfr1) = nfr2)

∧ ran QoSPriorities ⊆ dom QoSPreferences

∧ dom QoSConstraints ∩ dom QoSPreferences = ∅

∧ QoSDesired = QoSConstraints ∪ QoSPreferences

d) Mapeamento dos requisitos do usuário para os requisitos da aplicação:

<i>Mapping2QoSAttr</i>
$\Delta PERSONAE$ $\exists NfrRelationships$
$\exists u: UserQoSSpecType; a: AppQoSSpecType; nfr1, nfr2: NonFunctionalRequirement;$ $l: LEVEL; q: QoSAttr; QoSlev: QoSAttr \times LEVEL \rightarrow VALUE \times VALUE \times VALUE;$ $v: VALUE \times VALUE \times VALUE$ $ u \in UserPerspective$ $\wedge a \in AppPerspective$ $\wedge (nfr1, l) \in u.QoSDesired$ $\wedge (nfr1, nfr2) \in SpecializedBy$ $\wedge ((a.typeApp, nfr1) \in RelatedTo \vee (a.typeApp, nfr2) \in RelatedTo)$ $\wedge (nfr2, q) \in Realization$ $\wedge \text{dom } QoSlev \subseteq \text{dom } MapQoSAttrLevel$ $\wedge \text{ran } QoSlev \subseteq \text{ran } QoSlev$ $\wedge (q, l) \in \text{dom } QoSlev$ $\wedge v \in \text{ran } QoSlev$ $\wedge u.QoSDesired = u.QoSDesired \cup \{(nfr2, l)\}$ $\wedge a.QoSRequired = a.QoSRequired \cup \{(q, v)\}$ $\bullet UserPerspective' = UserPerspective \cup \{u\}$ $\wedge AppPerspective' = AppPerspective \cup \{a\}$

e) Obtenção do nível de satisfação do usuário:

<i>getQoSPerceived: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL</i>
$getQoSPerceived: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL$
$UserSatisfactionLevel$
$\Delta PERSONAE$
$\exists u: UserQoSSpecType; c: ServiceLevelAgreement$ $ u \in UserPerspective$ $\wedge ((u.QoSDesired = getQoSPerceived$ $\Rightarrow u.SatisfactionLevel = High \wedge c.status = Active)$ $\vee ((u.QoSDesired \cap getQoSPerceived = \emptyset \Rightarrow u.SatisfactionLevel = Low)$ $\vee u.SatisfactionLevel = Medium)$ $\Rightarrow c.status = Negotiating) \bullet UserPerspective' = UserPerspective \cup \{u\}$

As funcionalidades utilizadas, herdadas de Personæ, foram: as operações de alinhamento e integração de ontologias; busca sintática de serviços; seleção semântica

de serviços e integração de contratos. Essas funcionalidades se encontram especificadas no Apêndice I, que contém a descrição formal do modelo estendido.

À parte das funcionalidades herdadas dos modelos supracitados, outras características foram adicionadas ao modelo. A descrição do serviço foi simplificada, abstraindo a parte relacionada aos aspectos técnicos de implementação de um serviço, sendo adicionada à descrição do serviço a localidade (ou o conjunto de localidades) onde esse serviço é oferecido. A partir da adição das localidades atendidas, é possível realizar uma busca nos registros de serviços combinando a localidade do usuário com a localidade atendida pelo serviço.

getUserGeoLocation: LOCATION

LocationBasedServiceSelection

\exists PERSONAE

ServiceSelected! : ID \rightarrow Service

msg! : REPORT

ServiceSelected!

= { *ServiceRegistry: Registry; id: ID; S: Service*

| *ServiceRegistry \in Registries*

\wedge (*id, S*) \in *ServiceRegistry.Services*

\wedge *getUserGeoLocation \in S.coverage \cdot (id, S) }*

ServiceSelected! = {} \Rightarrow msg! = NoServiceSelected

ServiceSelected! \neq {} \Rightarrow msg! = ServiceSelected

A opção por utilizar a definição de classes de serviços tem duas finalidades: de facilitar a classificação dos serviços de acordo com o nível de qualidade por eles oferecidos, e de facilitar o processo de re-negociação de contratos, onde o provedor do serviço que apresenta um nível de qualidade aquém do nível acordado, para evitar a quebra de contratos e o pagamento de eventuais penalidades, oferece em troca do serviço que não atingiu o nível de qualidade desejado outro serviço de classe superior. Essa substituição de serviços visa a continuidade no oferecimento do serviço e também a evitar a sobrecarga da rede. Como essa substituição de serviços é oferecida como uma forma alternativa à quebra de contratos, o novo serviço oferecido, apesar de ser de uma classe de qualidade superior ao oferecido anteriormente, não pode apresentar um aumento no custo.

CLASSTYPE ::= Free | Basic | Plus

<i>Service</i>
<i>Id: ID</i> <i>license: Ontology</i> <i>Domain: Ontology</i> <i>name: STRING</i> <i>description: WSDL</i> <i>serviceClass: CLASSTYPE</i> <i>url: URI</i> <i>capabilities: FunctionalRequirement</i> <i>QoSOffered: NonFunctionalRequirement → LEVEL</i> <i>coverage: P LOCATION</i> <i>targetAudience: DATATYPE</i>
$\exists nfr: NonFunctionalRequirement$ <ul style="list-style-type: none"> • $nfr \in \text{dom } QoSOffered$ $\wedge capabilities.class \in Domain.Classes$ $\wedge nfr.class \in Domain.Classes$

A comparação de requisitos de qualidade oferecidos pelos serviços atua como critério de desempate, caso dois serviços sejam retornados ao usuário na fase de busca:

<i>FindBestService</i>
$\exists PERSONAE$ <i>goals?: FunctionalRequirement</i> <i>QoSDesired?: NonFunctionalRequirement → LEVEL</i> <i>service!: Service</i> <i>msg!: REPORT</i> <i>candidates: Service → NonFunctionalRequirement → LEVEL</i>
$candidates = \{ S: Service \mid goals? = S.capabilities \bullet (S, S.QoSOffered) \}$ $\forall s1, s2: Service; qos1: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL;$ $qos2: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL$ $\mid (s1, qos1) \in candidates \wedge (s2, qos2) \in candidates$ <ul style="list-style-type: none"> • if $\#(QoSDesired? \cap qos1) > \#(QoSDesired? \cap qos2)$ then $service! = s1$ else $service! = s2$

O estabelecimento direto de contratos foi adicionado tendo em vista a forma como os contratos são estabelecidos no cenário atual da prestação de serviços no

domínio da indústria fonográfica, onde quem define o nível de qualidade a ser oferecido é o provedor, cabendo ao usuário aceitar as condições oferecidas pelo provedor. A seqüência de tarefas realizadas para o estabelecimento de um contrato de serviços é apresentada a seguir:

SimpleServiceContractEstablishment \cong *SyntacticalServiceDiscovery* §

LocationBasedServiceSelection § *DirectContractEstablishment*

DirectContractEstablishment

Δ PERSONAE

Requester?: *ServiceRequester*

Provider?: *ServiceProvider*

QoSAgreed!: *NonFunctionalRequirement* \rightarrow LEVEL

service?: *Service*

serviceclasstype?: *Service* \rightarrow CLASSTYPE

contract!: *ServiceLevelAgreement*

msg!: REPORT

\forall *nfr*: *NonFunctionalRequirement* \rightarrow LEVEL

| *service?* \in *Provider?.services*

\wedge *nfr* = *service?.QoSOffered*

\wedge *QoSAgreed!* = *service?.QoSOffered*

\wedge *contract!.status* = *Active*

• *ServiceLevelAgreements'* = *ServiceLevelAgreements* \cup {*contract!*}

\Rightarrow *msg!* = *ContractEstablished*

A re-configuração direta de contratos foi utilizada visando a re-adaptação do contrato de serviço com o mínimo de transtorno para o usuário, e dando a oportunidade para o provedor de oferecer um serviço com um nível de qualidade maior ao que tinha sido oferecido antes, sendo uma forma de o provedor buscar uma reconciliação com o usuário antes de haver uma quebra de contrato. Havendo a quebra de contrato, o provedor deve ressarcir o usuário, de acordo com as penalidades estabelecidas no contrato de serviço. Os esquemas referentes ao monitoramento de contratos de serviços e de re-adaptação dos contratos de serviços são apresentados a seguir, respectivamente.

MonitoringContract Δ SLA

$\exists c: \text{ServiceLevelAgreement} \mid c.\text{status} = \text{Active}$

- **if** $c.\text{QoS}Agreed \neq \text{getQoS}Provided$
- then** $c.\text{status} = \text{Violated}$
- $\Rightarrow \text{ServiceLevelAgreements}' = \text{ServiceLevelAgreements} \cup \{c\}$
- else** $c.\text{status} = \text{Active}$
- $\Rightarrow \text{ServiceLevelAgreements}' = \text{ServiceLevelAgreements}$

AdaptationContract \exists PERSONAE*contract?: ServiceLevelAgreement**newservice!: Service*

$\exists c: \text{ServiceLevelAgreement}; s1, s2: \text{Service}; sp: \text{ServiceProvider}$

- | $c.\text{status} = \text{Negotiating}$
- $\wedge s1 = c.\text{service}$
- $\wedge c.\text{service} \in sp.\text{services}$
- $\wedge s2 \in sp.\text{services}$
- $\wedge s1.\text{serviceClass} \neq s2.\text{serviceClass}$
- $\wedge \# s1.\text{QoS}Offered < \# s2.\text{QoS}Offered$
- $\wedge s1.\text{QoS}Offered \neq s2.\text{QoS}Offered \cdot \text{newservice!} = s2$

É importante notar que, após a fase de monitoramento, pode haver a re-negociação de contratos, que pode resultar em duas situações: na adaptação do contrato, como demonstrado no esquema *AdaptationContract*, ou pode resultar na quebra de contrato, conforme indica o esquema *NoAdaptationContract*.

NoAdaptationContract \exists PERSONAE

$\exists c: \text{ServiceLevelAgreement}; u: \text{UserQoS}SpecType$

- | $u \in \text{UserPerspective}$
- $\wedge u.\text{SatisfactionLevel} = \text{High}$
- $\wedge c \in \text{ServiceLevelAgreement}$
- $\wedge c.\text{status} = \text{Active}$
- $\text{UserPerspective}' = \text{UserPerspective}$
- $\wedge \text{ServiceLevelAgreements}' = \text{ServiceLevelAgreements}$

A verificação das similaridades entre diferentes licenças depende da intervenção humana: é necessária a identificação de conceitos correlatos entre as duas ontologias de licenças, sendo o processo iniciado por meio da operação de alinhamento de classes. Após a verificação de similaridades e correspondências entre os conceitos representados nas duas licenças, a operação de alinhamento de ontologias é utilizada.

LicenseBasedAvailability

Δ PERSONAE

Requester?: *ServiceRequester*

Provider?: *ServiceProvider*

service?: *Service*

O1!, *O2!*: *Ontology*

MapSet?: *MappingSet*

msg!: *REPORT*

\exists *I1*, *I2*: *Licensing*

| \wedge *service?* \in *Provider?.services*

\wedge *I1* = *Requester?.usrLicense*

\wedge *I2* = *service?.license*

\wedge *O1!* \in *OntologySet*

\wedge *O2!* \in *OntologySet*

• **if** *MapSet?.ClassMappings* \neq \emptyset **then**

O1!.Classes = *O1!.Classes* \cup {*I1.class*}

\wedge *O2!.Classes* = *O2!.Classes* \cup {*I2.class*}

\wedge *msg!* = *ServiceSelected*

else

msg! = *NoServiceSelected*

LicenseBasedAvailability \triangleright *OntologyAlignment*

Para que possa haver o estabelecimento de um contrato entre as partes, no caso de utilizarem licenças diferentes, é necessário que seja realizada uma operação de integração das licenças utilizadas por ambas as partes, para servir de base legal para o contrato. A operação de integração de licenças é precedida da operação de verificação de semelhanças entre as respectivas licenças; caso essas semelhanças sejam verificadas, então o processo de negociação da provisão de serviços na localidade desejada pelo usuário pode ser iniciado.

Ao iniciar esse processo, o mapeamento realizado na fase anterior (resultante da combinação dos esquemas de *LicenseBasedAvailability* e *OntologyAlignment*) é

utilizado como entrada, ou seja, para a integração das licenças primeiramente é verificada a existência de semelhanças entre elas; após a verificação das similaridades é que a operação de integração de licenças é realizada. A operação, denominada de negociação de licenças, é composta dos seguintes esquemas:

$LicenseBasedNegotiation \cong (LicenseBasedAvailability \triangleright OntologyAlignment) \&$
 $(LicenseIntegration \triangleright OntologyIntegration)$

LicenseIntegration

$\Delta PERSONAE$

Requester?: *ServiceRequester*

Provider?: *ServiceProvider*

O1!, *O2!*: *Ontology*

license!: *Ontology*

QoSAgreed!: *NonFunctionalRequirement* \rightarrow *LEVEL*

contract!: *ServiceLevelAgreement*

MapSet?: *MappingSet*

$\exists nfr: NonFunctionalRequirement; c1, c2: CLASS; I1, I2, I3: Ontology$

$| MapSet?.ClassMappings \neq \emptyset$

$\wedge nfr \in \text{dom } QoSAgreed!$

$\wedge I3 \in \text{dom } license!$

$\wedge (c1, c2) \in MapSet?.ClassMappings$

$\wedge contract! \notin ServiceLevelAgreements$

$\bullet I3.class = c1 \vee I3.class = c2$

$\wedge contract!.QoSAgreed = QoSAgreed!$

$\wedge contract!.license = license!$

$\wedge O1! = Requester?.usrLicense$

$\wedge O2! = Provider?.license$

$\wedge ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements \cup \{contract!\}$

Depois de realizadas as operações de verificação de semelhanças entre licenças, integração das licenças utilizadas e estabelecimento de contrato, o provedor do serviço pode atualizar seus registros e adicionar às localidades atendidas a localidade do usuário em questão. Este procedimento facilitaria a operação de busca de usuários futuros que desejam utilizar seus serviços.

Vale salientar que, cada país possui em sua legislação, a determinação de um intervalo de tempo no qual os contratos de serviços devem ser armazenados, sendo essa

uma questão que necessita de posterior investigação. As operações apresentadas constituem uma iniciativa para a viabilização da provisão de serviços ultrapassando as barreiras legais existentes.

5.4. Considerações Finais

Neste capítulo foi ilustrado o modelo estendido, que consiste na união parcial de dois modelos, Escher e Personæ. A união parcial permitiu que somente os requisitos considerados relevantes para a aplicação do modelo no contexto da problemática tratada no presente trabalho fossem utilizados. A união de modelos, ainda que utilizem a mesma notação formal, consiste em uma tarefa não-trivial, envolvendo certo grau de complexidade.

O modelo estendido resultante da união parcial dos modelos originais permitiu detalhar e avaliar somente os aspectos mais relevantes ao contexto do trabalho. Essa capacidade de definição do nível de abstração a ser utilizado é um dos benefícios oriundos da utilização de métodos formais para especificação de modelos. Avaliar propriedades de um modelo a partir de sua especificação formal não é uma tarefa elementar, pois estas especificações em geral são complexas e de difícil compreensão.

Capítulo 6

Aplicação do Modelo Estendido

“Nothing ever becomes real until it is experienced -- even a proverb is no proverb to you until your life has illustrated it.”
[John Keats]

Este capítulo é dedicado à ilustração de dois cenários de aplicação do modelo estendido. Cada cenário apresenta nuances distintas tornando possível avaliar a aplicabilidade da extensão do modelo em contextos diversos.

No primeiro caso, é considerado um usuário leigo que realiza sua busca por serviços. Por não estar familiarizado com aspectos técnicos envolvendo a descrição da qualidade de serviços, o modelo realiza um pré-processamento de sua consulta, que envolve conceitos abstratos descritos em alto nível, mapeando esses conceitos para a forma técnica utilizada na sua descrição.

No segundo caso, é considerado um usuário com maior conhecimento sobre a forma de descrição da qualidade dos serviços, e que tem por objetivo utilizar o serviço não como um usuário final, mas como usuário artista, conforme descrito no capítulo 4 dessa dissertação. Entretanto, esse usuário deve considerar aspectos envolvendo os tipos de licença de cada serviço, para então optar por sua utilização. Devido ao fato de as licenças estarem descritas em ontologias, foi possível utilizar uma técnica de reconciliação ontológica para verificar se existem semelhanças entre a licença desejada pelo usuário e a utilizada pelo provedor do serviço desejado.

6.1. Contexto de Aplicação do Modelo

Conforme descrito no capítulo 5, o modelo estendido está inserido no contexto da arquitetura orientada a serviços. Nesse contexto, o domínio escolhido foi o de prestação de serviços no âmbito da indústria fonográfica. Conforme descrito no capítulo 4 dessa dissertação, a indústria fonográfica se transformou na principal articuladora de produtos musicais em escala mundial, sendo um dos melhores exemplos do fenômeno da globalização dos produtos culturais na sociedade contemporânea. Ou seja, a indústria fonográfica pode ser entendida como um dos principais elementos das chamadas indústrias culturais, sendo responsável pela formação de audiências globais.

À medida que a Web vem se tornando o local de convergência para provedores e consumidores de serviços, surgem novas questões na provisão dos mesmos, não sendo diferente com a indústria fonográfica, que também necessita se adaptar às novas tecnologias e demandas dos usuários. Com o aumento da disponibilidade de serviços, os consumidores se tornam cada vez mais exigentes no que diz respeito à qualidade do serviço que desejam utilizar, e cada vez mais conscientes do valor que está disposto a investir para obter determinado bem ou serviço.

Além disso, é necessário considerar que frequentemente clientes e provedores possuem visões conflitantes sobre qualidade do serviço, uma vez que clientes buscam maximizar sua satisfação e minimizar os custos, enquanto os provedores visam maximizar seus lucros por meio da otimização de recursos. Para que clientes e provedores possam consumir e oferecer serviços, as questões de visões conflitantes sobre os quesitos de qualidade relacionados a serviços necessitam ser tratadas.

A utilização de um modelo de mediação é fundamental em casos onde existem potenciais conflitos de interesse. Em ambientes orientados a serviços, a mediação pode facilitar expressivamente modelos personalizados que representam uma forte tendência na prestação de serviços em geral. A personalização traz benefícios para ambos os lados envolvidos na provisão de serviços. No lado do cliente, existe maior possibilidade de atendimento de suas necessidades, pela consideração de suas preferências ou prioridades. No lado do provedor, aumentam-se as chances de conquista de uma maior parcela de mercado, pelo atendimento diferenciado. Isto pode implicar o surgimento de

relações de fidelidade entre clientes que optam por determinados provedores que estão mais preocupados em atender a estas necessidades.

As crescentes mudanças no cenário de prestação de serviços exercem um impacto tanto nos consumidores como nos provedores de serviços. Para os clientes, a quantidade de serviços disponíveis torna quase impraticável a busca, tendo em vista que muitas vezes serviços irrelevantes também são retornados; para os provedores de serviços, o mercado já competitivo se torna ainda mais desafiador, devido à crescente quantidade de concorrentes. A personalização de serviços torna-se então o diferencial dentre os diversos provedores que podem potencialmente atender às necessidades do cliente requisitando o serviço.

O cenário foi dividido em dois casos: no primeiro caso, é considerado um cenário onde o usuário deseja um serviço de rádio on-line. O tipo de usuário ilustrado nesse caso é um usuário final, que não tem conhecimento de maiores detalhes sobre as descrições técnicas de requisitos de qualidade utilizados pelos provedores para divulgar seus serviços, mas sabe o nível de qualidade que deseja. Em outras palavras, o usuário final está interessando em duas coisas: serviço de qualidade e de baixo custo. No segundo caso, é ilustrado um usuário que deseja utilizar o serviço de duas formas: como consumidor do serviço, onde busca material para utilizar em suas futuras composições e como provedor de conteúdo, utilizando o serviço para divulgar seu trabalho. Esse tipo de usuário está mais familiarizado com os aspectos técnicos de qualidade, realizando uma busca com maior nível de detalhamento.

6.2. Primeiro caso: Buscar um serviço considerando a especificação genérica de QoS do usuário

Considere um usuário que deseja utilizar um serviço de rádio on-line (também conhecidos como serviços de “*streaming*”). Geralmente, ele acessa um serviço de busca e realiza uma consulta baseada em palavras-chave na base de registros de serviços. Esses registros podem ser comparados ao registro de uma lista telefônica, onde são descritos os serviços oferecidos. Existem diferentes tecnologias utilizadas para implementar os registros de serviços (como por exemplo, UDDI²⁰ e ebXML²¹);

²⁰ UDDI: Universal Description, Discovery and Integration

²¹ ebXML: Electronic Business using eXtensible Markup Language

entretanto, as diferenças técnicas entre eles não são relevantes para o presente trabalho, tendo em vista que ambos essencialmente são utilizados como formas de registrar um serviço.

Nessa consulta, alguns critérios podem ser utilizados para buscar os serviços de forma mais precisa e para que não sejam retornados todos os serviços existentes, o que tornaria impraticável para o usuário analisar um por um dos resultados retornados na consulta. No caso específico de serviços de *Streaming*, os requisitos de qualidade a serem considerados são relacionados à taxa de transferência de dados do serviço para o usuário, ao atraso e à perda de dados que podem ocorrer durante essa transferência. Os valores considerados ideais referentes aos requisitos supracitados são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1: Características de Stream

Serviço	Característica	Taxa de Dados	Atraso	Perda
Streaming	Fluxo unidirecional de informações	128 kbps	<10 seg	<1%

Fonte: Adaptado de [54].

Supondo que o usuário deseja que um determinado nível de qualidade seja oferecido, ele então define a qualidade desejada através da utilização de parâmetros de qualidade. O esquema que define o tipo da especificação de QoS do usuário é composto por cinco elementos: (i) qualidade desejada (*QoSDesired*); (ii) prioridades (*QoSPriorities*) do usuário; (iii) as preferências do usuário (*QoSPreferences*); (iv) as restrições do usuário, ou seja, o que “exclui” um serviço (*QoSConstraints*); e (v) o nível de satisfação do usuário (*SatisfactionLevel*). O nível associado aos QoSs é definido por um tipo enumerado (*LEVEL*), que possui três valores: alto (*High*), médio (*Medium*) e baixo (*Low*). A definição da variável nível (*LEVEL*) através de tipos enumerados foi motivada pela necessidade de expressar claramente situações que dependem deste nível, tais como o início da atividade de renegociação devido ao baixo (*Low*) nível de satisfação do usuário (*SatisfactionLevel*). O nível de satisfação do usuário é obtido a partir da diferença entre o nível de qualidade efetivamente provido pelo serviço (*QoSProvided*) e o nível de qualidade desejada (*QoSDesired*).

A opção por definir as prioridades através de relações, ao invés de um conjunto de prioridades, refere-se ao fato de existirem situações em que esta informação somente

é insuficiente [45]. Por exemplo, um aspecto importante é o valor que o usuário se dispõe a pagar, sendo o custo um dos aspectos mais restritivos na requisição de um serviço. Mais especificamente no caso de um usuário final, que está interessado em adquirir um serviço de qualidade e que tem como restrição o valor que está disposto a pagar. Um estudo realizado por Shampanier [50] constata que quando um provedor oferece um serviço de forma gratuita, do ponto de vista do cliente, a qualidade percebida aumenta consideravelmente. Entretanto, se o valor for aumentado, mesmo que uma quantia irrisória como de um centavo, a qualidade percebida pelo usuário do serviço decai (o estudo foi realizado utilizando comparações de valores que variam entre noventa e nove centavos e um centavo. Independente da variação, qualquer valor que não fosse o gratuito, a qualidade percebida pelo usuário diminuía). Caso seja considerado um quesito com maior prioridade sobre outro, no caso de aplicações de áudio onde a qualidade do som é considerada primordial, as restrições de custo podem ser colocadas em segundo plano. O predicado desse esquema também define que, se dois requisitos pertencem ao conjunto de prioridades do usuário, somente um deles pode ser definido como prioritário ou mais restritivo.

$LEVEL ::= High \mid Medium \mid Low$

UserQoSSpecType

$QoSDesired: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL$

$QoSPriorities: NonFunctionalRequirement \times NonFunctionalRequirement$
 $\rightarrow NonFunctionalRequirement$

$QoSPreferences: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL$

$QoSConstraints: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL$

$SatisfactionLevel: LEVEL$

$\forall nfr1, nfr2: NonFunctionalRequirement$

$\mid (nfr1, nfr2) \in \text{dom } QoSPriorities \wedge (nfr2, nfr1) \in \text{dom } QoSPriorities$

$\bullet (QoSPriorities(nfr1, nfr2) = nfr1 \wedge QoSPriorities(nfr2, nfr1) = nfr1$

$\vee QoSPriorities(nfr1, nfr2) = nfr2$

$\wedge QoSPriorities(nfr2, nfr1) = nfr2)$

$\wedge \text{ran } QoSPriorities \subseteq \text{dom } QoSPreferences$

$\wedge \text{dom } QoSConstraints \cap \text{dom } QoSPreferences = \emptyset$

$\wedge QoSDesired = QoSConstraints \cup QoSPreferences$

Os dois esquemas a seguir ilustram a especificação de *QoS* tendo em vista a perspectiva da aplicação, bem como a forma como os requisitos são relacionados, são apresentados a seguir, respectivamente:

AppQoSSpecType

category: CATEGORY

typeApp: APPTYPE

QoSRequired: $QoSAttr \rightarrow VALUE \times VALUE \times VALUE$

NfrRelationships

SpecializedBy: $NonFunctionalRequirement \rightarrow NonFunctionalRequirement$

Realization: $NonFunctionalRequirement \leftrightarrow QoSAttr$

RelatedTo: $APPTYPE \leftrightarrow NonFunctionalRequirement$

ClassifiedAs: $APPTYPE \rightarrow CATEGORY$

MapQoSAttrLevel: $QoSAttr \times LEVEL \rightarrow VALUE \times VALUE \times VALUE$

$\text{dom } Realization \subseteq \text{dom } SpecializedBy$

$\vee \text{dom } Realization \subseteq \text{ran } SpecializedBy \wedge \text{dom } ClassifiedAs \subseteq \text{dom } RelatedTo$

O usuário caracteriza o nível de qualidade desejada por meio dos requisitos não-funcionais genéricos qualidade de desempenho (*QofP* – *Quality of Performance*) e custo (*Cost*), tendo cada uma um nível de qualidade associado, alto (*High*) e médio (*Medium*), respectivamente. Considerando que o requisito de qualidade de desempenho de natureza genérica, os NFRs (requisitos não-funcionais) específicos são obtidos pelo relacionamento de especialização (*SpecializedBy*); esse relacionamento é utilizado para identificar todos os NFRs relacionados ao tipo de aplicação. O requisito genérico foi automaticamente especializado em dois requisitos específicos associados a esse tipo de aplicação: qualidade de *stream* (*QofStream*) e qualidade de áudio (*QofAudio*). Tendo em vista que o nível de qualidade associado a cada um dos requisitos é herdado do requisito genérico, o nível de qualidade associado a eles é alto (*High*).

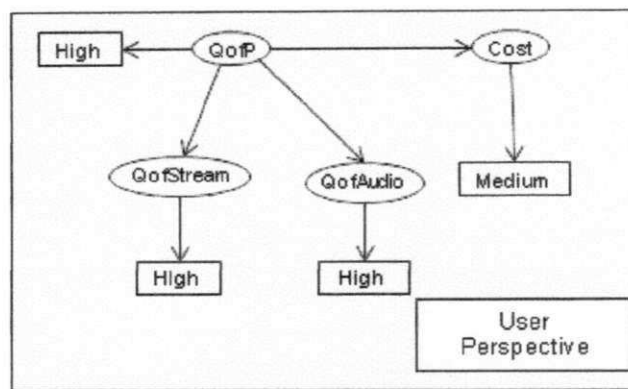


Figura 13: QoS na Perspectiva do Usuário

A operação que ilustra a captura dos requisitos do usuário é descrita a seguir:

AddQoS2User

Δ PERSONAE

\exists NfrRelationships

typeApp?: APPTYPE

QoSDesired?: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL

QoSPriorities?: NonFunctionalRequirement \times NonFunctionalRequirement
 \rightarrow NonFunctionalRequirement

QoSPreferences?: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL

QoSConstraints?: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL

\exists *u*: UserQoSSpecType; *a*: AppQoSSpecType

| *u.QoSDesired* = *QoSDesired?*

\wedge *u.QoSPriorities* = *QoSPriorities?*

\wedge *u.QoSPreferences* = *QoSPreferences?*

\wedge *u.QoSConstraints* = *QoSConstraints?*

\wedge *u.SatisfactionLevel* = High

\wedge *a.typeApp* = *typeApp?*

\wedge *a.category* = ClassifiedAs *typeApp?*

\wedge *a.QoSRequired* = \emptyset

• *u* \notin UserPerspective \wedge *a* \notin AppPerspective

\wedge UserPerspective' = UserPerspective \cup {*u*}

\wedge AppPerspective' = AppPerspective \cup {*a*}

Os requisitos de qualidade definidos pelo usuário têm um elevado grau de abstração, o que torna necessário que sejam tratados para que possam ser operacionalizados. Para que esses requisitos possam ser traduzidos da sua forma mais

abstrata para atributos de *QoS*, um mapeamento da perspectiva do usuário para a perspectiva da aplicação necessita ser realizado.

Esse mapeamento é realizado, por meio de três relacionamentos diretos: especialização (*SpecializedBy*), relação (*RelatedTo*) e realização (*Realization*). Não somente por meio desses relacionamentos, como também por meio de uma tabela de mapeamento (*MapQoSAttrLevel*), indicando os valores dos atributos de *QoS* que representam o nível de qualidade desejada de forma mais concreta. A operação que realiza esse mapeamento é descrita a seguir:

<i>Mapping2QoSAttr</i>
$\Delta PERSONAE$ $\exists NfrRelationships$
$\exists u: UserQoSSpecType; a: AppQoSSpecType; nfr1, nfr2:$ <i>NonFunctionalRequirement</i> ; $l: LEVEL; q: QoSAttr; QoSlev: QoSAttr \times LEVEL \rightarrow VALUE \times VALUE \times VALUE;$ $v: VALUE \times VALUE \times VALUE$ $ u \in UserPerspective$ $\wedge a \in AppPerspective$ $\wedge (nfr1, l) \in u.QoSDesired$ $\wedge (nfr1, nfr2) \in SpecializedBy$ $\wedge ((a.typeApp, nfr1) \in RelatedTo \vee (a.typeApp, nfr2) \in RelatedTo)$ $\wedge (nfr2, q) \in Realization$ $\wedge \text{dom } QoSlev \subseteq \text{dom } MapQoSAttrLevel$ $\wedge \text{ran } QoSlev \subseteq \text{ran } QoSlev$ $\wedge (q, l) \in \text{dom } QoSlev$ $\wedge v \in \text{ran } QoSlev$ $\wedge u.QoSDesired = u.QoSDesired \cup \{(nfr2, l)\}$ $\wedge a.QoSRequired = a.QoSRequired \cup \{(q, v)\}$ $\bullet UserPerspective' = UserPerspective \cup \{u\}$ $\wedge AppPerspective' = AppPerspective \cup \{a\}$

Embora o processo de mapeamento especificado em ESCHER seja constituído por três fases, no modelo estendido optou-se por realizar o mapeamento em uma só fase, da forma mais abstrata como o usuário descreve a qualidade para a forma mais concreta como ela é descrita na perspectiva da aplicação, conforme ilustrado na figura abaixo:

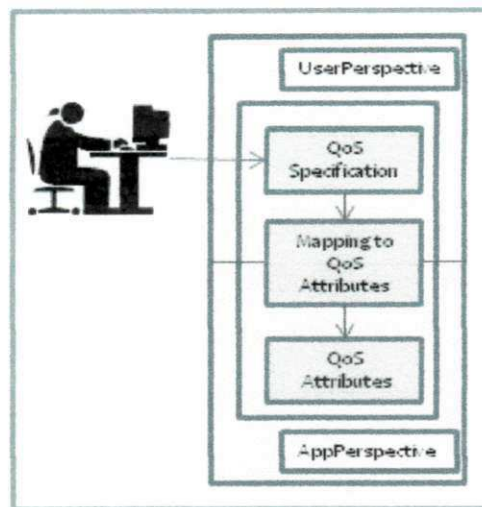


Figura 14: Mapeamento de QoS

Na perspectiva da aplicação, quatro atributos de QoS são definidos para a realização dos requisitos específicos da qualidade de desempenho: taxa de dados (*DataRate*), atraso (*Delay*), perda (*Loss*) e qualidade de áudio (*AudioQuality*). Um atributo é definido para realização do quesito custo: valor por assinatura (*perSignature*). Essa especialização é justificada pelo tipo de aplicação, no caso serviços de rádio. Foi observado também que dentre os provedores de serviços de *stream* catalogados²², dois modelos de negócios são utilizados: Freemium e Assinatura. São modelos que apesar de serem distintos em suas definições, apresentam uma característica em comum (na forma como foram implementados por seus respectivos provedores): o usuário deve adquirir uma assinatura com período de utilização mínimo pré-definido. A figura a seguir ilustra os requisitos na perspectiva de aplicação e os valores associados aos mesmos.

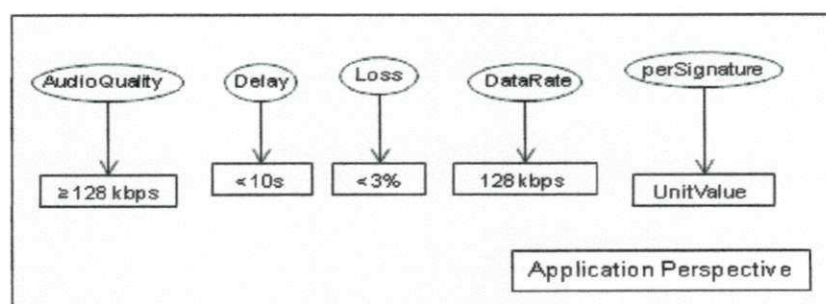
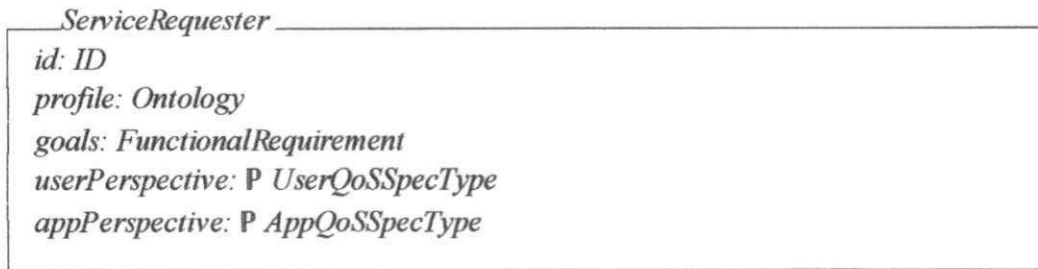


Figura 15: QoS na Perspectiva da Aplicação

Após a definição dos requisitos de qualidade na perspectiva do usuário, e do seu mapeamento para os requisitos mais específicos da aplicação, torna-se possível

²² Vide Anexo I

realizar uma consulta ao registro de serviços de forma mais específica. Os valores obtidos por meio deste mapeamento são então passados ao esquema “*ServiceRequester*”, que é demonstrado a seguir:



Os esquemas de operação descritos em Z podem ser executados a partir de outro esquema (chamada interna) ou de elementos externos como o usuário ou outros sistemas (chamada externa). Operadores especiais de Z possibilitam a execução de esquemas em várias formas, dentre elas podemos citar a composição de esquemas. A composição de esquemas caracteriza a execução seqüenciada de dois ou mais esquemas. Os operadores de definição de esquema (ou de expressão de esquemas) “ \equiv ” e de composição seqüencial “ $\&$ ” são utilizados para a definição de fases em SOA. A fase da especificação de requisitos do usuário, do mapeamento desses valores para os valores utilizados pela aplicação e finalmente para o “*ServiceRequester*”, é definida da seguinte forma: *SpecificationPhase* \equiv *AddQoS2User* $\&$ *Mapping2QoSAttr* $\&$ *ServiceRequester*

E ilustrado na figura a seguir:

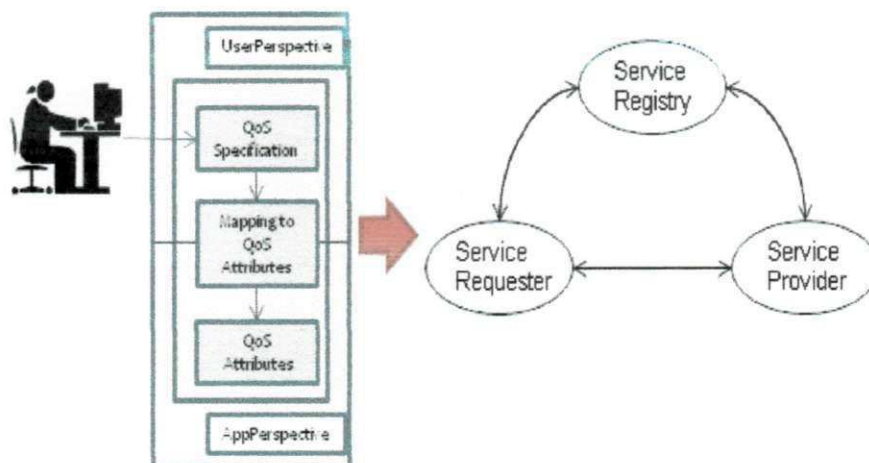


Figura 16: Resultado do Mapeamento como Entrada para Busca de Serviços

Um registro contém basicamente as seguintes informações: o nome do serviço, sua descrição (sendo a linguagem utilizada para descrevê-lo a *WSDL*²³, que especifica como será estabelecida a comunicação entre o serviço e quem o está requisitando), classe, identificador, capacidade ou funcionalidade oferecida que define o requisito funcional (*Functional Requirement*) oferecido pelo serviço e finalmente a qualidade oferecida, que são os requisitos de *QoS*, ou seja, são os requisitos não-funcionais (*Non Functional Requirement*).

A opção por definir classes de serviços foi utilizada ao observar que alguns dos provedores de serviços catalogados oferecem mais de um serviço; as classes são utilizadas para definir categorias de serviço que apresentam níveis de qualidade distintos, apesar de serem oferecidos por um mesmo provedor. A definição de classes é de grande valia na fase de monitoramento: caso o serviço não atenda às expectativas do usuário, pode haver uma renegociação entre as partes para uma eventual oferta de um serviço de qualidade superior. Essa definição também está relacionada ao custo do serviço. Segundo Ribeiro [45], o usuário está geralmente interessado em maximizar a qualidade de desempenho e em reduzir os custos; entretanto, o aumento de um implica no aumento proporcional do segundo. O esquema descrevendo as informações contidas no registro de serviços é apresentado a seguir:

²³ WSDL: Web Service Description Language

$CLASSTYPE ::= Free \mid Basic \mid Plus$

Service

Id: ID
license: *Ontology*
Domain: *Ontology*
name: *STRING*
description: *WSDL*
serviceClass: *CLASSTYPE*
url: *URI*
capabilities: *FunctionalRequirement*
QoSOffered: *NonFunctionalRequirement* \rightarrow *LEVEL*
coverage: *P LOCATION*
targetAudience: *DATATYPE*

$\exists nfr: NonFunctionalRequirement$
 • $nfr \in \text{dom } QoSOffered$
 $\wedge capabilities.class \in Domain.Classes$
 $\wedge nfr.class \in Domain.Classes$

Como ilustrado na figura anterior, após obter a especificação dos requisitos de qualidade desejados pelo usuário e a definição do tipo de aplicação desejada, o serviço de busca realiza uma consulta com esses parâmetros na base de registro de serviços, conforme o esquema a seguir:

SyntacticalServiceDiscovery

$\exists PERSONAE$
goals?: *FunctionalRequirement*
serviceName?: *STRING*
ServiceDiscoveredSet!: *ID* \rightarrow *Service*
msg!: *REPORT*

ServiceDiscoveredSet!
 $= \{ \text{ServiceRegistry: Registry; id: ID; S: Service} \mid$
 $\text{ServiceRegistry} \in \text{Registries}$
 $\wedge (id, S) \in \text{ServiceRegistry.Services}$
 $\wedge goals? = S.capabilities$
 $\vee serviceName? = S.name \cdot (id, S) \}$
ServiceDiscoveredSet! = $\{\}$ $\Rightarrow msg! = NoServiceDiscovered$
ServiceDiscoveredSet! $\neq \{\}$ $\Rightarrow msg! = ServiceDiscovered$

- Segundo passo: Seleção

Ao realizar a busca nos registros de serviços, a informação ali disponibilizada consiste em uma descrição dos serviços. O serviço de busca retorna então os resultados obtidos, os serviços recuperados a partir dos parâmetros utilizados na consulta realizada, que podem retornar apenas um serviço ou nenhum serviço; como também diversos serviços similares. O critério para selecionar um serviço em detrimento de outro seria pela comparação dos requisitos não-funcionais de cada serviço. O quesito prioritário é relacionado ao custo do serviço; entretanto, o resultado retornado a partir da consulta apresenta dois serviços gratuitos de rádio, que são comparados na tabela a seguir:

Tabela 2: Comparação dos Serviços de Stream

Provedor	Sonora	Napster
Formas de Pagamento	Cartão de Crédito, Boleto Bancário, Débito em Conta	Cartão de Crédito, PayPal, Napster Card
Diferencial	Assinantes do provedor de internet (Terra®) podem incluir o serviço Sonora na sua fatura mensal	Capa do álbum em alta resolução disponível (encarte)
Acervo	<1 milhão de músicas	8.000.000 músicas
Tipo de Mídia	Música	Música
Modelo de Negócios	Freemium	Freemium
Formato	WMA	WMA
Serviço: Nome->	Limitado	Free (rádio)
Nível de Qualidade	Streaming com personalização de conteúdo (Propagandas inclusas)	128 a 192 kbps
Restrição Geográfica	Brasil	EUA
Restrição	20 horas mensais	DRM-free (sem restrições)
Custo	Gratuito	Gratuito
Público-alvo	Usuários Finais	Usuários finais
Requisitos	Microsoft Windows XP, Vista Mac OS X ou superior; Browsers Internet Explorer 6 ou superior, Firefox 2 ou superior e Safari; Flash versão 9 ou superior; Microsoft Windows Media Player 10 ou superior ou Silverlight 1.0 ou superior; Conexão Banda Larga	Napster Web Application (Windows/Mac/Linux), Internet Explorer 7.x ; Firefox 2.x, Flash Player 8+; Napster software application (Windows) Windows XP/Vista; IE 7.x ; Windows Media Player 10+

Fonte: Acervo do autor

Como apresentado no quadro acima, a busca baseada na funcionalidade (*goals*) retornou mais de um serviço. A ilustração a seguir demonstra a seqüência das operações acima descritas.

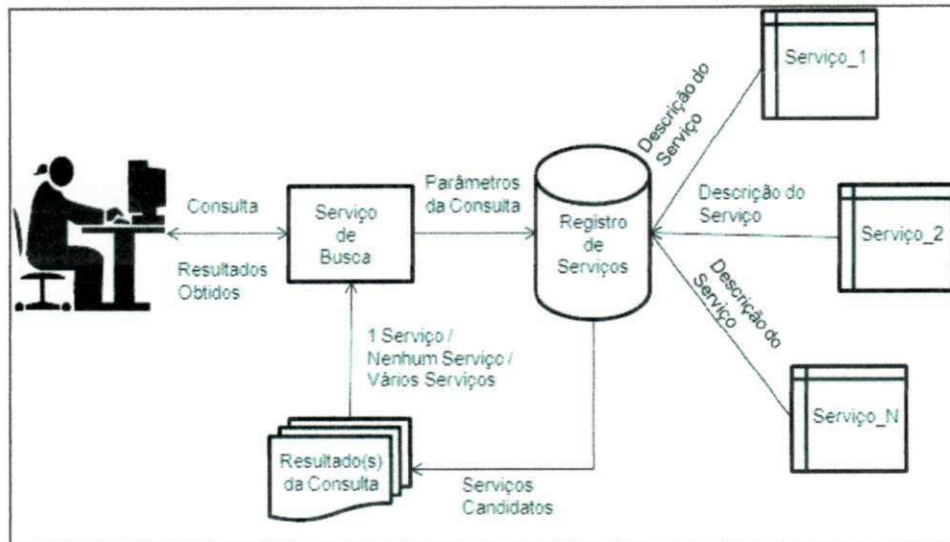


Figura 17: Consulta sobre serviços

Como ilustra a figura acima, podem ocorrer três situações: (i) não retornar nenhum serviço, (ii) retornar um único serviço que atenda aos requisitos do cliente, e (iii) retornar um conjunto de serviços que atendam os requisitos especificados pelo cliente.

Um quesito importante que deve ser considerado é a cobertura do serviço, a sua área de abrangência. Na descrição de um serviço foi definida uma variável (*Coverage*) do tipo (*Location*), que pode conter uma ou mais localidade onde o serviço é fornecido. Para verificar se o serviço é oferecido na localidade onde o usuário se encontra, uma função externa é utilizada, para obter a sua localização geográfica.

```

| getUserGeoLocation: LOCATION
  LocationBasedServiceSelection

```

```

∃PERSONAE

```

```

  UserGeoLocation?: LOCATION

```

```

  ServiceSelectedSet!: ID → Service

```

```

  msg!: REPORT

```

```

ServiceSelectedSet!

```

```

= { ServiceRegistry: Registry; id: ID; S: Service

```


$$\begin{aligned}
 & | \text{ServiceRegistry} \in \text{Registries} \\
 & \wedge (id, S) \in \text{ServiceRegistry.Services} \\
 & \wedge \text{UserGeoLocation?} \in S.coverage \cdot (id, S) \} \\
 & \text{ServiceSelectedSet!} \neq \{\} \Rightarrow \text{msg!} = \text{ServiceSelected} \\
 & \text{ServiceSelectedSet!} = \{\} \Rightarrow \text{msg!} = \text{NoServiceSelected}
 \end{aligned}$$

No exemplo considerado, o usuário está localizado em território brasileiro, ou seja, o único serviço que atende aos seus parâmetros de qualidade e que é provido na sua localidade é o serviço Sonora. O que significa que, embora a descrição do serviço possa ser acessada por um usuário em qualquer lugar do mundo, somente se ele estiver no território atendido (em azul no mapa) ele poderá utilizar o serviço.



Figura 18: Restrição Geográfica. Adaptado de <www.dmb.com.br>

- **Terceiro passo: Negociação**

Após selecionar um serviço, antes que o usuário comece a utilizá-lo, é necessária a formação de um contrato de serviço, onde o provedor descreve quais são as suas condições para o fornecimento do serviço e onde são descritas as cláusulas contratuais. No caso de serviços pagos, as facilidades oferecidas e as formas de pagamento diferenciadas que possam existir também são descritas. Ao usuário cabe somente decidir se aceita ou não os termos impostos pelo provedor, não havendo uma interação maior entre as partes: o que ocorre é uma imposição de condições, onde a negociação é “pegar ou largar”.

Para que possa haver uma personalização dos serviços, é necessário que o usuário exerça uma função mais ativa no processo. A personalização serve para melhor

atender aos clientes e se antecipar às suas necessidades; para tornar a interação eficiente e satisfatória para ambas as partes e para construir um relacionamento que encoraje o retorno do cliente para transações futuras e para garantir uma fidelização do cliente. Em um mercado cada vez mais competitivo, a personalização é uma peça chave para que os provedores possam se distinguir dentre os vários provedores disponíveis e conquistar seu espaço no mercado.

Entretanto, dentre os provedores de serviço listados, nenhum oferece um suporte à negociação de detalhes relacionados ao serviço, pois ele é uma unidade fechada, que é oferecida dessa forma ou de forma alguma. Se no caso o usuário aceitar os termos e condições impostas pelo provedor do serviço, pode-se dizer que a “negociação” foi a termo. Quando isso ocorre, é gerado o contrato entre as partes, onde o provedor ditou os termos e o usuário escolheu aceitar esses termos. O inverso pode também acontecer: pode não ir a termo. Quando isso ocorre, cabe então ao usuário realizar uma nova consulta e repetir os passos previamente descritos. Ao ser estabelecido um contrato, é atribuído ao mesmo um status, definido por um tipo enumerado. Os valores admitidos são utilizados para indicar quando o contrato está ativo, quando houve quebra de contrato e há a renegociação e quando foi violado o acordo e as partes não chegaram a um novo acordo. O esquema descrevendo o estabelecimento do contrato entre o usuário e o provedor é apresentado a seguir:

DirectContractEstablishment

Δ PERSONAE

Requester?: ServiceRequester

Provider?: ServiceProvider

QoSAgreed!: NonFunctionalRequirement \leftrightarrow LEVEL

service?: Service

contract!: ServiceLevelAgreement

\forall *nfr!*: NonFunctionalRequirement \leftrightarrow LEVEL

| *service?* \in *Provider?.services*

\wedge *nfr!* = *service?.QoSOffered*

\wedge *service?.QoSOffered* = *QoSAgreed!*

• *ServiceLevelAgreements'* = *ServiceLevelAgreements* \cup {*contract!*}

- **Quarto passo: Monitoramento**

Ao ser contratado, o serviço tem uma série de obrigações para com o cliente, todas especificadas no contrato firmado entre as partes. De acordo com o dicionário Aurélio, a definição de contrato é “um acordo, trato em que duas ou mais pessoas assumem certos compromissos ou obrigações, ou asseguram entre si algum direito, para cuja validade a lei estabelece determinada forma ou solenidade”. O acordo firmado então passa a ser monitorado, para garantir que ambas as partes estão desempenhando o seu papel de forma adequada. As formas mais comuns de quebra de contrato, da parte do provedor são: degradação da qualidade do serviço; falha em entregar o serviço no nível de qualidade acordado; e aumento do nível de qualidade (não autorizado) e conseqüentemente o aumento do custo.

Para capturar a qualidade efetivamente oferecida pelo serviço contratado e a percepção do usuário da qualidade oferecida pelo serviço, duas funções externas são utilizadas:

```
getQoSPerceived: NonFunctionalRequirement → LEVEL
getQoSProvided: SLA → NonFunctionalRequirement → LEVEL
```

Da parte do usuário, a forma mais comum de quebra de contrato nesse contexto é a falha no pagamento. Evidentemente, um serviço pago só é fornecido ao usuário após a confirmação da efetivação de seu pagamento. Mas no caso de serviços de assinatura, onde o período contratual consiste em 12 meses consecutivos e os pagamentos são efetuados mensalmente, se um pagamento não for efetivado, cabe então ao provedor tomar as providências cabíveis para que a situação seja regularizada e que a provisão do serviço possa seguir de acordo com os termos estabelecidos no contrato firmado. Entretanto, existem diversos aspectos relacionados à detecção de quebra de contrato por parte do cliente, aspectos esses que estão além do escopo desse trabalho.

Como pode ser observado, tanto a arquitetura Escher como o modelo Personæ estão voltados para a percepção de qualidade do ponto de vista do usuário; portanto para que se possa realizar um monitoramento da qualidade do serviço prestado é necessário que seja considerada como o usuário percebe a qualidade, e qual o seu nível de satisfação. A introdução de tipos enumerados na variável nível (“LEVEL:= High

| *Medium* | *Low*”) auxilia na captura do nível de satisfação do usuário, possibilitando assim que o monitoramento do contrato de serviço utilize esses parâmetros para avaliar o desempenho do serviço sob a perspectiva do usuário.

<i>UserSatisfactionLevel</i>
$\Delta PERSONAE$
$\exists u: UserQoSSpecType$ $ u \in UserPerspective$ $\wedge ((u.QoSDesired = getQoSPerceived \Rightarrow u.SatisfactionLevel = High)$ $\vee (u.QoSDesired \cap getQoSPerceived = \emptyset \Rightarrow u.SatisfactionLevel = Low)$ $\vee u.SatisfactionLevel = Medium)$ $\bullet UserPerspective' = UserPerspective \cup \{u\}$

Caso a quebra de contrato ocorra por parte do provedor do serviço, para não haver a ruptura do contrato, é possível que ele ofereça uma classe superior de serviços para compensar o transtorno causado ao usuário. O processo de renegociação entre provedores e clientes pode se tornar oneroso para ambas as partes, sendo a prática mais utilizada no caso de estabelecimento de contratos, a adição de uma cláusula de garantias, que no caso de uma falha no serviço ser detectada, essas garantias são invocadas para não haver interrupção na provisão do serviço, e evitar uma sobrecarga tanto para os usuários como para os provedores do serviço.

Entretanto, no presente trabalho optou-se por utilizar a definição de classes de serviços para implementar as garantias do provedor. Ou seja, no caso de uma eventual falha de qualidade do serviço, o provedor oferece ao usuário um serviço de classe superior ao que ele adquiriu primeiramente, que possui um nível de qualidade mais elevado em comparação ao anterior. O esquema de renegociação é apresentado a seguir:

<i>AdaptationContract</i>
$\exists PERSONAE$
<i>contract?</i> : <i>ServiceLevelAgreement</i>
<i>newservice!</i> : <i>Service</i>
$\exists c: ServiceLevelAgreement; s1, s2: Service; sp: ServiceProvider$ $ c \in ServiceLevelAgreement$ $\wedge c.status = Negotiating$ $\wedge s1 = c.service$

$$\begin{aligned}
 &\wedge c.service \in sp.services \\
 &\wedge s2 \in sp.services \\
 &\wedge s1.serviceClass \neq s2.serviceClass \\
 &\wedge \# s1.QoSOffered < \# s2.QoSOffered \cdot newservice! = s2
 \end{aligned}$$

Entretanto, o modelo não realiza uma mudança no contrato ou no serviço provido caso a qualidade do serviço esteja abaixo do que foi acordado se não há a percepção do usuário na queda da qualidade do serviço. Caso a percepção do usuário quanto à qualidade do serviço seja satisfatória (“High”), não há a adaptação no contrato, respeitando então a percepção de qualidade do ponto de vista do usuário.

NoAdaptationContract

$\exists PERSONAE$

$$\begin{aligned}
 &\exists c: ServiceLevelAgreement; u: UserQoSSType \\
 & \quad | u \in UserPerspective \\
 & \quad \wedge u.SatisfactionLevel = High \\
 & \quad \wedge c \in ServiceLevelAgreement \\
 & \quad \wedge c.status = Active \\
 & \quad \cdot UserPerspective' = UserPerspective \\
 & \quad \wedge ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements
 \end{aligned}$$

6.3. Segundo Caso: Usuário como provedor de conteúdo e cliente do serviço

Esse tipo de usuário tem um maior conhecimento sobre os aspectos técnicos envolvendo a qualidade do bem oferecido, sendo mais exigente com o serviço que irá utilizar. Por estar mais familiarizado com as peculiaridades do domínio está consciente da qualidade máxima que cada formato pode oferecer (mp3, wma, aac, etc.), e realiza suas consultas com uma quantidade maior de informações do que o usuário final.

Este tipo de usuário utiliza um serviço de duas formas:

- Como consumidor do serviço, buscando material para utilizar em suas futuras composições (ex. músicas para remixar);

- Como provedor de conteúdo (artista), divulgando seu trabalho junto ao provedor do serviço.

Muitos provedores oferecem serviços não somente para os consumidores finais, mas também oferecem seus serviços para que artistas possam divulgar seu trabalho, atuando como intermediários entre o público e o artista. Esse tipo de serviço se tornou um meio mais acessível para que artistas possam realizar a divulgação do seu material, tendo em vista a abrangência que um serviço desse tipo alcança sem ter um investimento muito alto para a divulgação do seu trabalho.

Os provedores que oferecem seus serviços para usuários artistas trabalham com algum tipo de licença, devido às restrições de direitos autorais e legislações vigentes. Podem exigir contratualmente exclusividade de representação, ou seja, se um usuário artista utiliza um determinado serviço para divulgar seu trabalho, esse provedor pode limitar que esse material seja veiculado e comercializado somente por ele. Entretanto, os provedores de maior sucesso são os que consideram que “a maioria das bandas novatas (até mesmo todas as bandas em geral) não se importa que as pessoas roubem a sua música – eles somente se importam de ser ouvidos e notados pelo público em geral.”²⁴ “A maioria dos artistas não tem tanta certeza que as tecnologias de DRM realmente funcionarão a seu favor” [6].

Como a maioria dos artistas não acredita que essa tecnologia seja de seu total interesse, alguns procuram veicular sua música a provedores que não utilizem essa tecnologia por vários motivos, dentre eles: (i) consumidores buscam por produtos com menor custo, mas não somente o preço é levado em consideração; desejam ter uma maior liberdade em utilizar o conteúdo adquirido da forma que desejarem (sem a restrição de quantidade de dispositivos permitidos, ou sem permissão de fazer cópia de backup); (ii) muitos consumidores quando se agradam de uma determinada música, desejam compartilhar essa experiência, seja em sua página de relacionamentos, rede social, etc.; (iii) a música está se tornando cada vez menos um bem experimental cujo valor é mensurado pela escuta focada se transformando mais do que uma parte em determinada experiência, seja ela relacionada a vídeo games, dispositivos de comunicação, redes sociais e campanhas publicitárias [6]. Os artistas que estão mais

²⁴ Entrevista com o criador do Magnatune. Extraído de <<http://www.magnatune.com/info>>

atentos a essas mudanças desejam que seu trabalho possa se adequar aos diferentes tipos de consumidores e alcançar um público cada vez maior e mais exigente.

Os provedores catalogados que são direcionados ao público artista são: AmieSt®, 7-digital® e Magnatune®. Esses provedores utilizam os seguintes modelos de negócios: PaybyRec, B2B e Assinatura. Mesmo sendo voltados para os criadores de conteúdo, os provedores atuam como um mediador entre os artistas e o grande público, tendo algumas diferenças na forma como oferecem esses serviços e também no modelo de negócios que adotam. Essas diferenças refletem também na forma de pagamento aos artistas que utilizam o serviço como meio de divulgação e comercialização de seu material. O quadro a seguir demonstra as diferenças entre os três provedores:

Tabela 3: Provedores Voltados para Usuários-Artistas

Provedor	AmieStreet	7digital	Magnatune
Formas de Pagamento	PayPal e CyberSource	Cartão de Crédito; Paypal; SMS (Inglaterra); Cartão de Débito	Não informado
Diferencial	Possibilidade de ganhar créditos ao recomendar músicas	Podcasting; charts; vídeos; trailers; audiobooks	Estimula a distribuição de até 3 cópias dos álbuns adquiridos para amigos; seleção exclusiva:
Acervo	850.000 músicas	3.500.000 músicas/ 20.000 vídeos	10.000 músicas
Tipo de Mídia	Música	Música/vídeo	Música
Modelo de Negócios	PaybyRec (Preço por demanda)	B2B	Assinatura
Formato	MP3	MP3/AAC/WMA	MP3, WAV, FLAC, AAC, OGG
Qualidade do Arquivo	Não informado (somente alguns arquivos contêm essa informação)	192, e 320 kbit/s MP3; 192, e 320 kbit/s AAC; 192 kbit/s WMA	128 kbps
Restrição Geográfica	EUA e Japão	Europa, América do Norte, Austrália e Nova Zelândia	EUA
Restrição	DRM-free (sem restrições)	Sem restrições (DRM-free) para MP3 e AAC; restrições para WMA	DRM-free

Custo	custo máximo por álbum de US\$8.98;	US\$0.77 (faixa) e US\$7.77 (álbuns)	Preço definido pelo usuário iniciando em 5 dólares; assinatura US\$15,00
Público-alvo	Usuários finais; artistas que desejam divulgar seu material; usuários que buscam novidades a um custo mínimo	Empresas que necessitam de música ambiente; música para chamadas em espera; música para campanhas publicitárias	Usuário final e artista
Requisitos	PC: Windows XP ou Vista ; Mac: Mac OS X 10.4 ou superior	7digital Locker (para gerenciamento de contas e conteúdo)	Independente de plataforma
Obs:	Músicas iniciam sendo gratuitas e à medida que são recomendadas o preço é incrementado	Preview das músicas e uma música gratuita de cada álbum (promoções mensais)	Divisão dos lucros de 50/50

Fonte: Acervo do autor, adaptado de <amiestreet.com/7digital.com/magnatune.com>

Para atender melhor seu público-alvo, existem parcerias oferecidas por provedores (descontos em serviços, veiculação de propagandas, sugestão de faixas aos consumidores e etc.), principalmente da parte do 7-digital®, que oferece seus serviços para empresas que utilizarão esses serviços e agregarão valor ao material adquirido. Esse provedor conecta o artista aos criadores de conteúdo, ou seja, aos clientes que desejam utilizar essa música como trilha sonora de campanhas publicitárias, jogos, filmes, etc.

Remuneração

A forma como os provedores remuneram os artistas pelo conteúdo comercializado varia muito de um provedor para outro. Alguns dividem os lucros em “meio a meio”, mas no caso do provedor 7-digital® existem algumas diferenças no pagamento relacionadas à licença utilizada. Nenhum dos provedores catalogados exige exclusividade na contratação dos serviços, deixando o artista livre para escolher mais de um provedor de serviços para disponibilizar e divulgar seu trabalho.

Por questões de qualidade, o provedor Magnatune® exige que o artista disponibilize um material para ser avaliado, se o material está adequado aos padrões de

qualidade adotados pelo provedor. Após o período de avaliação, o artista pode (ou não) comercializar seu trabalho por meio desse provedor. Já o provedor AmieSt não realiza esse controle, o que pode interferir na qualidade dos produtos oferecidos, e também impossibilita que haja a informação sobre a qualidade dos arquivos disponibilizados. Somente alguns arquivos contêm essa informação, o que dificulta a realização de uma busca por qualidade, por exemplo.

- **Primeiro passo: Busca por um serviço**

Para um artista escolher qual provedor utilizar, primeiramente ele deve decidir que tipo de controle deseja exercer sobre o material por ele criado. Caso queira um controle mais rígido, deve escolher um provedor que utilize a tecnologia de DRM para proteger seus direitos como autor da obra comercializada. Caso não haja o desejo de um controle sobre o material disponibilizado, pode ser feita a seleção de provedores que não trabalham com nenhum tipo de restrição ao conteúdo.

Ao realizar a busca por um provedor de serviço, o usuário artista realiza uma consulta mais detalhada, com mais parâmetros envolvidos, como por exemplo, relacionados à qualidade, à forma de remuneração praticada pelo provedor e quanto ao tipo de licença com a qual o provedor trabalha. Apesar desse tipo de usuário ter um conhecimento mais aprofundado sobre o tipo de qualidade envolvida, optou-se por utilizar o mesmo mapeamento para a entrada para busca de serviços, como realizado no primeiro caso.

Esse tipo de usuário, que deseja um serviço onde possa adquirir obras de outros artistas e também comercializar as suas obras, é considerado tanto cliente do serviço como provedor de conteúdo. Os valores utilizados na consulta do usuário artista serão descritos a seguir. O quesito *QofP*, que significa qualidade de desempenho como no exemplo anterior: como nesse caso o serviço desejado é de aquisição de música, nesse caso o requisito genérico foi especializado em um requisito específico associado a esse tipo de aplicação (download): qualidade de áudio (*QofAudio*), que tem o nível de qualidade associado herdado do requisito mais genérico. Um requisito muito importante para esse tipo de usuário é a forma de remuneração da parte do provedor de serviço para o provedor de conteúdo (no caso, o usuário artista). O requisito *ArtistPaymentForm*, representa esse requisito não-funcional e o nível associado a ele é alto. O usuário artista desse exemplo utiliza uma licença que permite que outros utilizem sua obra de forma

não-comercial, ou seja, autoriza que sejam feitas cópias desde que para uso particular. A ontologia utilizada para especificação de direitos autorais é a definida por García [15].

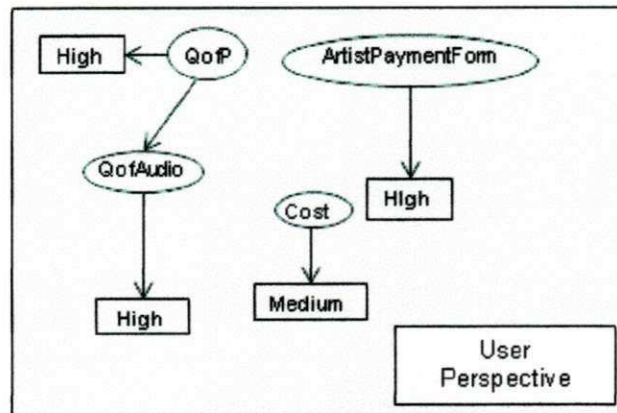


Figura 19: QoS na perspectiva do usuário artista

E os requisitos equivalentes na perspectiva da aplicação:

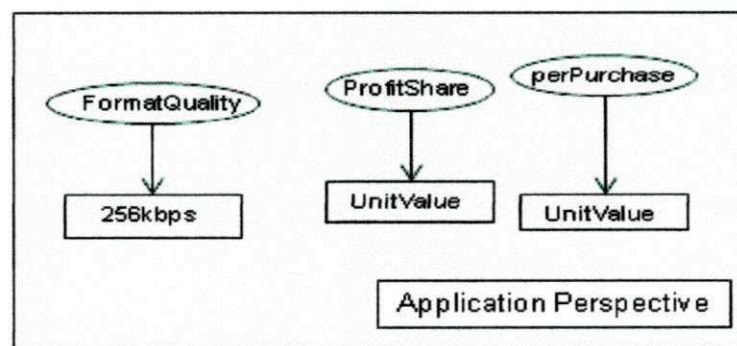


Figura 20: QoS na perspectiva da aplicação

A operação de busca então é realizada com base nos requisitos especificados pelo usuário, e as suas prioridades relacionadas aos requisitos de QoS são estabelecidas.

- **Segundo passo: Seleção de serviços**

Assim como ocorre com o usuário final, o serviço de busca retorna os resultados obtidos, os serviços recuperados a partir dos parâmetros utilizados na consulta realizada, que podem retornar apenas um serviço ou nenhum serviço; como também diversos serviços similares. O critério para selecionar um serviço em detrimento de outro seria pela comparação dos requisitos não-funcionais de cada serviço. Comparando as facilidades/vantagens oferecidas por cada serviço, as formas de remuneração,

estratégias de marketing utilizadas e se existem restrições no contrato referentes à exclusividade de representação.

Da mesma forma que ocorre com o usuário final, os resultados obtidos pelo usuário artista podem ser diversos: caso isso ocorra, é necessário que haja uma comparação dos requisitos de qualidade oferecidos por cada serviço, de forma que aquele que atender da melhor forma os requisitos desejados pelo usuário seja selecionado. O esquema que realiza essa operação é descrito a seguir:

FindBestService

\exists PERSONAE

goals?: FunctionalRequirement

QoSDesired?: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL

service!: Service

msg!: REPORT

candidates: Service \rightarrow NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL

candidates = { *S*: Service | *goals?* = *S.capabilities* • (*S*, *S.QoSOffered*) }

\forall *s1*, *s2*: Service; *qos1*: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL;

qos2: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL

| (*s1*, *qos1*) \in *candidates* \wedge (*s2*, *qos2*) \in *candidates*

• **if** # (*QoSDesired?* \cap *qos1*) > # (*QoSDesired?* \cap *qos2*)

then *service!* = *s1*

else *service!* = *s2*

Note que pode haver diferentes tipos de serviço sendo oferecidos pelo mesmo provedor. A figura a seguir ilustra os dois primeiros passos supracitados:

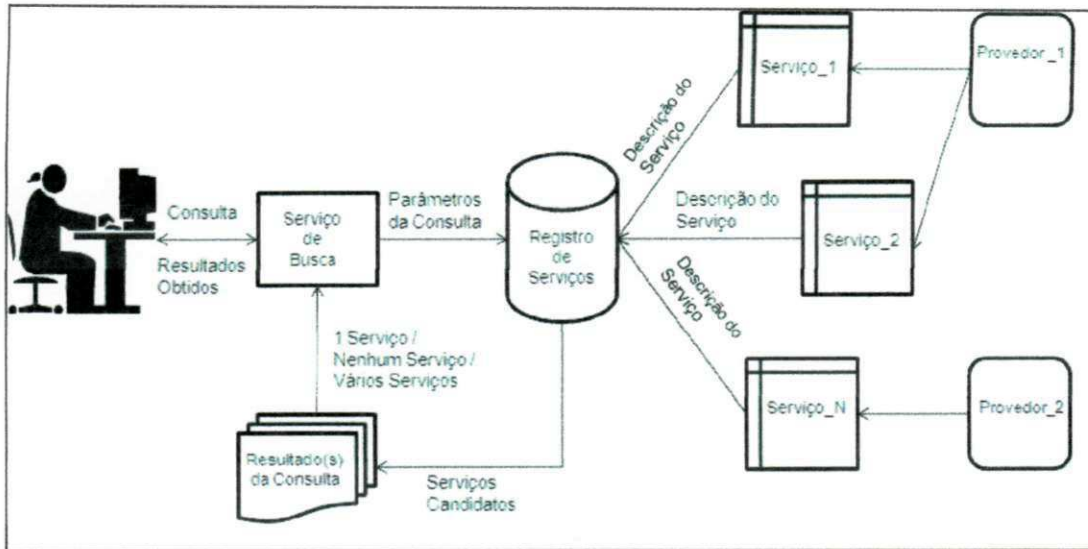


Figura 21: Busca por Serviços

No modelo Personæ [52], há a possibilidade de seleção de serviços baseados nas preferências (*QoSPreferences*), prioridades (*QoSPriorities*) e também de se excluir serviços baseados nas restrições (*QoSConstraints*) definidas pelo usuário. Caso o usuário estabeleça como restrição não trabalhar com serviços que utilizem tecnologias DRM, o filtro *QoSConstraints* é utilizado.

- **Terceiro passo: Negociação**

O processo de negociação entre usuários artistas e os provedores de serviços ocorre de forma não-uniforme; os provedores catalogados que são voltados/direcionados para esse segmento de mercado (que oferecem serviços para provedores de conteúdo) oferecem alguma nuance de diferenciação nos tipos de serviços oferecidos; entretanto, cada qual com suas respectivas restrições e de igual forma o usuário artista deve aceitar todas as condições impostas sobre o serviço para que possa utilizá-lo. Caso queira alguma condição além das que são oferecidas, deve contatar o provedor, que analisará a contraproposta do artista e então poderá decidir se deseja adaptar seu serviço às suas necessidades, se essa nova forma de oferecer seu serviço é economicamente viável e atrativa. Entretanto, essa negociação é de difícil operacionalização, pois existem diversas variáveis envolvidas.

Apesar da dificuldade de operacionalização desse tipo de negociação, deve-se considerar a possibilidade de haver um serviço que atenda aos requisitos do usuário

artista, mesmo sem a personalização do serviço. O que ocorre com os usuários finais, de não poderem acessar um determinado provedor devido a sua localização geográfica, também ocorre no caso de usuários artistas.

Várias iniciativas para representação de direitos autorais têm sido apresentadas, dentre elas a anteriormente citada *Creative Commons*. Essa alternativa, entretanto, falha por não apresentar a flexibilidade necessária para incluir termos adicionais às licenças, como licenças comerciais e suporte computacional avançado [16]. Uma alternativa para contornar esse problema seria considerar a utilização de ontologias para representar as leis de direitos autorais. Utilizando ontologias para representar as restrições impostas pelos tipos de licença, torna-se possível realizar operações sobre essas ontologias para verificação de semelhanças e equivalências, por exemplo. No caso específico do domínio apresentado, a possibilidade de verificação de equivalências nas instâncias legais que restringem o acesso a um determinado serviço, abre oportunidades para que o serviço possa ser oferecido em outras localidades, tornando possível transpor a barreira da legislação territorial [15]. Na descrição do serviço, encontra-se a ontologia especificando o tipo de licença utilizado, conforme o esquema a seguir:

<i>Service</i>
<i>Id: ID</i> <i>license: Ontology</i> <i>Domain: Ontology</i> <i>name: STRING</i> <i>description: WSDL</i> <i>serviceClass: CLASSTYPE</i> <i>url: URI</i> <i>capabilities: FunctionalRequirement</i> <i>QoSOffered: NonFunctionalRequirement → LEVEL</i> <i>coverage: P LOCATION</i> <i>targetAudience: DATATYPE</i>
\exists <i>nfr: NonFunctionalRequirement</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>nfr</i> \in <i>dom QoSOffered</i> \wedge <i>capabilities.class</i> \in <i>Domain.Classes</i> \wedge <i>nfr.class</i> \in <i>Domain.Classes</i>

Considerando que o esquema de seleção de serviços (baseado nos requisitos de qualidade) retornou um serviço que não está disponível na localidade do artista, torna-se

necessário realizar uma comparação das licenças utilizadas. Primeiramente, é realizado um alinhamento de classes. Segundo Silva [52], quando diferentes ontologias são utilizadas para especificar o mesmo domínio, é necessário realizar um alinhamento prévio de classes, que permite a verificação de propriedades de correlação entre as permissões e direitos das respectivas ontologias de licenças. O conjunto resultante do mapeamento é denominado *MappingSet*, sendo este o conjunto de mapeamentos de entrada para a comparação das respectivas licenças.

O processo de alinhamento de ontologias é um processo semi-automático que gera um conjunto de mapeamentos entre os conceitos e as propriedades das ontologias de origem. Esse processo é dito semi-automático, pois necessita de intervenção humana na tarefa de inicialização do processo de alinhamento. Esta inicialização consiste na associação de um conceito ou propriedade de uma ontologia com algum conceito ou alguma propriedade de outra ontologia. Não existem relações de classes, propriedades ou instâncias determinadas a priori entre as diferentes ontologias [52]. Esses mapeamentos consistem em um conjunto de associações iniciadas por meio de intervenção humana, tendo em vista a necessidade da indicação de quais os conceitos, nas duas ontologias que são equivalentes ou similares [53].

LicenseBasedAvailability

ΔPERSONAE

Requester?: ServiceRequester

Provider?: ServiceProvider

service?: Service

O1!, O2!: Ontology

MapSet?: MappingSet

msg!: REPORT

$\exists I1, I2: Licensing$

| *Requester? ∈ ServiceRequesters*

^ *Provider? ∈ ServiceProviders*

^ *service? ∈ Provider?.services*

^ *I1 = Requester?.usrLicense*

^ *I2 = service?.license*

^ *O1! ∈ OntologySet*

^ *O2! ∈ OntologySet*

• **if** *MapSet?.ClassMappings* ≠ ∅ **then**

O1!.Classes = *O1!.Classes* ∪ {*I1.class*}

^ *O2!.Classes* = *O2!.Classes* ∪ {*I2.class*}


```

^ msg! = ServiceSelected
else
  msg! = NoServiceSelected

```

Após o alinhamento das ontologias de licenças utilizadas e da verificação de semelhanças e equivalências entre as respectivas ontologias, para que o serviço possa ser oferecido ao usuário alguns ajustes necessitam ser realizados. Como por exemplo, a integração das licenças para o estabelecimento do contrato de serviço. A operação de integração de licenças é necessária para que o contrato possa refletir as nuances das restrições e permissões dos dois tipos de licenças. As semelhanças entre as licenças foram verificadas (utilizando o processo de alinhamento de ontologias), e então o processo de integração de licenças pode ser realizado. O esquema a seguir indica a operação de integração de licenças.

LicenseIntegration

Δ PERSONAE

Requester?: *ServiceRequester*

Provider?: *ServiceProvider*

O1!, *O2*!: *Ontology*

license!: *Ontology*

*QoS*Agreed!: *NonFunctionalRequirement* \rightarrow LEVEL

contract!: *ServiceLevelAgreement*

MapSet?: *MappingSet*

\exists *nfr*: *NonFunctionalRequirement*; *c1*, *c2*: CLASS; *I1*, *I2*, *I3*: *Ontology*

| *MapSet?*.*ClassMappings* $\neq \emptyset$

\wedge *nfr* \in dom *QoS*Agreed!

\wedge *I3* \in dom *license*!

\wedge (*c1*, *c2*) \in *MapSet?*.*ClassMappings*

\wedge *contract*! \notin *ServiceLevelAgreements*

• *I3*.*class* = *c1* \vee *I3*.*class* = *c2*

\wedge *contract*!.*QoS*Agreed = *QoS*Agreed!

\wedge *contract*!.*license* = *license*!

\wedge *O1*! = *Requester?*.*usrLicense*

\wedge *O2*! = *Provider?*.*license*

\wedge *ServiceLevelAgreements*' = *ServiceLevelAgreements* \cup {*contract*!}

- **Quarto passo: Monitoramento**

Ao ser contratado, o serviço tem uma série de obrigações para com o artista, todas especificadas no contrato firmado entre as partes, onde também se encontram especificados os seus direitos, tanto os direitos do provedor do serviço como os direitos do usuário artista. As nuances do contrato entre usuário final e provedor diferem das do contrato entre o usuário artista e provedor, como por exemplo: um provedor pode exigir do artista exclusividade de comercialização, algo que não ocorre na interação usuário final e provedor de serviço. O que ocorre após o estabelecimento de contrato, e anterior à fase de monitoramento é a integração do contrato. A seqüência de esquemas que compõem essa fase é:

LicenseBasedNegotiation \equiv (*LicenseBasedAvailability* \triangleright *OntologyAlignment*) $\&$
(LicenseIntegration \triangleright *OntologyIntegration*) $\&$ *ContractIntegration*

As questões de quebra de contrato são similares nos dois casos: as questões mais comuns são de falha de pagamento, falha em repassar ao artista a sua parte nos lucros, comercializar ou utilizar o trabalho do artista de forma não especificada no contrato, utilizar o trabalho do artista de forma não autorizada pelo mesmo, degradação da qualidade do produto oferecido, o que pode prejudicar a imagem do artista e afetar seu desempenho mercadológico.

A fase de monitoramento ocorre da mesma maneira que ocorre no primeiro caso descrito, sendo mensurado o grau de satisfação do artista com o serviço utilizado, bem como o nível de qualidade que é entregue efetivamente. No caso de existir uma falha no acordo, da parte do provedor do serviço, é possível re-negociar um novo acordo de forma mais ágil, utilizando o processo de re-negociação baseada em classes de serviços.

6.4. Considerações Finais

Neste capítulo foram ilustrados dois cenários de aplicação do modelo estendido. No primeiro cenário, o objetivo foi demonstrar a aplicabilidade do modelo para atender as necessidades de um usuário final no domínio da indústria fonográfica. Como esse tipo de usuário utiliza os serviços de forma direta, ou seja, somente como consumidor final, para maior clareza da ilustração, optou-se por demonstrar as fases no ciclo de provisão de serviços de forma consecutiva.

No segundo caso, o objetivo foi demonstrar a possibilidade de realizar comparações entre os termos das licenças às quais os provedores de serviço e usuários artistas (provedores de conteúdo) estão sujeitos. As técnicas de reconciliação ontológica utilizadas viabilizam a realização de mapeamentos entre as licenças, servindo de base para a negociação entre as partes visando um acordo.

Apesar da questão dos direitos autorais e tipos de licenças serem comuns aos dois casos, optou-se por ilustrar somente a busca restringindo a área de disponibilização do serviço no primeiro caso, e no segundo caso então tratar da questão da mediação das licenças utilizadas, bem como ilustrar o caso de comparação de quantidades de requisitos não-funcionais que atendem às definições de requisitos do usuário.

Através das técnicas de descrição formal foi possível observar que os principais conceitos relacionados ao domínio foram contemplados. Essa constatação aponta para a afirmativa de que por meio da utilização das descrições formais a implementação de mecanismos automatizados pode ser facilitada. A utilização de dois cenários hipotéticos para ilustrar a aplicabilidade do modelo estendido serviu para demonstrar a capacidade do modelo em atender as necessidades tanto de usuários finais como de usuários artistas nas tarefas relacionadas à prestação de serviços na web.

Capítulo 7

Conclusões e Trabalhos Futuros

“It is by logic that we prove, but by intuition that we discover.”
[Jules Henri Poincaré]

Este capítulo é dedicado à descrição das contribuições advindas da utilização da abordagem integrada no contexto da provisão de serviços, e exemplificada na ilustração da sua utilização no domínio da indústria fonográfica. O conjunto de funcionalidades obtida por meio da união dos modelos é descrita, bem como as vantagens oriundas das mesmas.

São apresentadas sugestões para implementação do modelo estendido. As sugestões, entretanto, visam somente indicar “quais” as funcionalidades a serem implementadas, não a forma como devem ser implementadas.

Finalmente, são apresentadas as perspectivas visando orientar trabalhos futuros, que possam ser combinadas a trabalhos já em desenvolvimento para obtenção de resultados práticos.

7.1. Resumo das Contribuições

Uma das principais contribuições do trabalho refere-se à mediação de licenças como alternativa de aproximação entre provedores e clientes em um cenário orientado ao oferecimento de serviços. As limitações ocasionadas por legislações podem ser atenuadas por meio da utilização de técnicas de reconciliação ontológica, como exemplificado no capítulo anterior. A adoção dessa estratégia visa aumentar a abrangência dos serviços, e dessa forma aumentando a quantidade da oferta, possibilitando uma maior variedade de serviços à disposição do usuário.

Juntamente com as vantagens do aumento da oferta, surgem problemas relacionados à quantidade de serviços disponíveis e a multiplicidade de padrões e formas utilizadas para descrever um serviço. Entretanto, do ponto de vista de um consumidor, as vantagens oferecidas pelo aumento da quantidade de ofertas superam as eventuais dificuldades que possam surgir.

Conforme detalhado no capítulo 5, o modelo estendido possibilita a união das funcionalidades oferecidas pelos modelos Escher e Personæ, respectivamente. A utilização da arquitetura Escher permitiu uma maior expressividade para o usuário, já que ela permite que o usuário especifique os requisitos não-funcionais em “alto-nível”, e baseado nos conceitos e relacionamentos adicionados à sua base de conhecimento, realiza os mapeamentos para os requisitos mais “concretos”. O usuário dessa forma não necessita ter conhecimento prévio de como os requisitos não-funcionais são descritos pelas aplicações. Entretanto, o modelo deve manter sempre sua base de conhecimento atualizada, evitando assim que a consulta do usuário retorne resultados indesejáveis. O mapeamento realizado por Escher serve como entrada para que o modelo Personæ possa dar início às atividades iniciais relacionadas a serviços. Como o modelo Personæ atua somente nas fases iniciais do ciclo de vida de um serviço, as fases de negociação, monitoramento e re-negociação de contratos foram acrescentadas ao modelo estendido.

A operação de busca e seleção de serviços de acordo com a sua localização geográfica correspondem a uma contribuição no sentido de otimizar os resultados retornados para o usuário realizando a consulta. Também pode ser considerado um fator de desempate caso dois serviços com funcionalidades similares sejam oferecidos para localidades diferentes.

A possibilidade de realizar o estabelecimento de contratos de forma direta visa contemplar a forma como os serviços são oferecidos atualmente, não somente no domínio descrito no presente trabalho, mas no contexto de prestação de serviços em geral. A forma como os serviços são fornecidos atualmente, impede que o usuário exerça um papel mais ativo na elaboração do contrato de prestação de serviços e que tenha um maior controle sobre a configuração dos mesmos.

A opção por detalhar classes de serviços, apesar de seguir uma abordagem centrada no provedor, foi considerada uma alternativa prática e de bons resultados, pois ao se definir classes de serviços baseados no nível de qualidade oferecido por cada um torna-se possível a re-configuração de contratos. Caso o provedor de serviços contratado ofereça mais de um serviço, e a classe do serviço contratada não seja a classe de qualidade máxima por ele oferecida, caso a quebra de contrato seja detectada, é possível oferecer um serviço com qualidade superior ao oferecido anteriormente, sendo essa uma tentativa de re-negociação visando mediar os conflitos que surgem devido à quebra de contrato. Essa re-negociação busca também evitar a sobrecarga da rede com eventuais trocas de mensagens de re-negociação e/ou re-configuração do serviço.

A definição de licenças em ontologias apresenta uma alternativa para que as barreiras legais possam ser ultrapassadas, ou seja, aponta para a possibilidade de provisão de serviços sem as limitações impostas pelas restrições geográficas. A integração de licenças na fase de estabelecimento de contrato demonstra a possibilidade de adaptação de contratos visando contemplar as legislações de ambos os países.

Contribuições secundárias também podem ser relacionadas, dentre elas a identificação de diferentes tipos de usuários e um estudo detalhado sobre os modelos de negócios utilizados no domínio. A identificação dos dois tipos de usuários permitiu uma compreensão mais acurada das formas de interação entre consumidores e provedores de serviços, em especial no caso de usuários de serviços que também atuam como provedores de conteúdo. O estudo dos modelos de negócios utilizados pelos provedores de serviços possibilitou a identificação de modelos de negócios inovadores (como o utilizado pelo provedor AmieSt, de pagamento por recomendação) bem como a identificação de tendências que apontam para o surgimento de novos modelos de negócios que sejam capazes de acompanhar as inovações tecnológicas.

7.2. Orientações para Implementação

O modelo estendido consiste em uma abordagem baseada em reconciliação ontológica para mediação de contratos no domínio da indústria fonográfica. Além de tratar da mediação de contratos, trata também do mapeamento dos requisitos de qualidade definidos pelo usuário de forma abstrata, para uma forma mais concreta, conforme são definidos em seus termos técnicos correspondentes na perspectiva da aplicação.

Considerando que o modelo estendido é um mediador de serviços, o próprio mediador também é um tipo de serviço, ele deve fornecer uma descrição precisa de quais as funcionalidades oferecidas, tais como quais as técnicas de mediação utilizadas, dos aspectos relacionados à qualidade e confiabilidade da mediação.

Ao implementar o modelo estendido, devem ser consideradas as diretrizes para a obtenção da localização do usuário. No âmbito de direitos autorais, a forma mais comum de expressar uma localidade é baseada em códigos de países, tendo em vista que são os países quem definem as fronteiras naturais dos sistemas legais. Os códigos de países ISSO 3166 são utilizados como padrão para especificar a localização geográfica exata dos usuários [15].

Uma característica importante a ser considerada para implementação é o modelo de negócios utilizado pelos provedores de serviços. O modelo de negócios utilizado serve como indicador da lógica de como uma organização cria, disponibiliza e capta valor. É importante considerar que o modelo de negócios utilizado pelo provedor do serviço pode ser utilizado para escolha do usuário provedor de conteúdo, tendo em vista que o modelo de negócios também influencia a forma de remuneração exercida pelos provedores de serviço aos provedores de conteúdo.

7.3. Sugestões para Trabalhos Futuros

As questões observadas no domínio abrem inúmeras possibilidades para trabalhos futuros. Contudo, existe um especial interesse na implementação de serviços de mediação específicos para mapeamento de ontologias de descrição de direitos autorais de cada país, tendo em vista que são os países quem definem as fronteiras naturais dos sistemas legais. O trabalho desenvolvido por Lu e Ikeda [28], apresenta uma iniciativa nesse sentido. O trabalho visa elaborar uma ontologia de domínio para direitos autorais

internacionais, criando um modelo de conhecimento legal baseado nas intenções (em inglês, *intention-oriented legal knowledge model-iLKM*), que lida com a representação do conhecimento a partir de dois modelos distintos: um modelo de artigo de lei e um modelo de intenção. O trabalho apresenta um sistema de consulta a artigos legais internacionais, com intuito de capturar o significado essencial de documentos legais oriundos de diferentes países e de evidenciar os pontos em comum e as eventuais diferenças entre as leis internacionais de direitos autorais.

Com o intuito de proteger os consumidores de propaganda enganosa, e de recompensar provedores que cumprem o contrato acordado, é de grande valia a utilização de mecanismos de atribuição de reputação. Esses mecanismos (também denominados de Gerentes de Reputação [23]) são utilizados como forma de diferenciação dentre os demais provedores de serviços que oferecem funcionalidades similares. A reputação do serviço pode ser utilizada como forma de desempate, no caso de mais de um serviço oferecer a funcionalidade desejada pelo usuário. Ao possibilitar a atribuição de reputação a um serviço, mecanismos para averiguar a veracidade dos relatos tornam-se indispensáveis, tendo em vista a possibilidade de existirem relatos falsos visando denegrir a reputação do serviço, tornando-o menos competitivo que seus concorrentes.

Nesse sentido, um serviço de mediação pode ser utilizado para averiguação do cumprimento do contrato de prestação de serviço. Existe a possibilidade de um provedor não cumprir com a entrega do serviço ou com o nível de qualidade acordado, o que indica a necessidade do desenvolvimento de mecanismos de monitoramento que, periodicamente, avaliem o serviço e forneça métricas de desempenho. No caso de serviços de assinatura, onde o serviço é fornecido de forma contínua, a necessidade de monitoramento periódica se torna mais pronunciada. O resultado obtido pelo mecanismo de monitoramento é importante para que, no caso de quebra de contrato, a parte lesada tenha informações para e meios para buscar seus direitos. Em [23], é sugerido que penas proporcionais ao nível de qualidade degradada sejam aplicadas. Os autores afirmam que essa é uma maneira eficaz de encorajar o cumprimento do contrato por parte do provedor. Outra forma sugerida pelos autores é de ser mantida, juntamente com os registros de serviços, uma lista contendo os provedores que não cumpriram contratos, ou os provedores que ao não cumprirem o contrato não pagaram a respectiva

multa e essa lista serviria como base de consulta para os clientes, numa fase prévia a contratação do serviço.

A adição de um módulo de negociação prévio ao estabelecimento de contrato é fortemente recomendada, pois possibilita que o usuário possa escolher quais as funcionalidades deseja, proporcionando uma personalização do serviço. Entretanto, para que o usuário possa escolher quais as funcionalidades dentre as oferecidas pelo serviço ele deseja, é necessário que haja a mediação dos vocabulários utilizados por ambas as partes para garantir o estabelecimento de comunicação.

Para que a verificação de similaridades entre as leis de direitos autorais e licenças utilizadas por provedores de serviços possa ser realizada sem depender totalmente da intervenção humana (tendo em vista que o processo de alinhamento de ontologias é iniciado pela identificação de conceitos similares por meio de intervenção humana), é necessária a utilização de técnicas baseadas no cálculo de similaridade semântica e em análise lingüística [3]. Para descobrir mapeamentos entre ontologias, validar ou reparar mapeamentos, uma nova métrica de similaridade semântica é proposta em [41]. Essa métrica é utilizada para aprimorar a exatidão de diferentes técnicas de recuperação da informação bem como para resolver possíveis ambigüidades entre os termos. A combinação das abordagens supracitadas é considerada de extrema importância no contexto de alinhamento de ontologias, tendo por objetivo a avaliação da possibilidade de um alinhamento de ontologias de uma forma menos dependente da intervenção humana.

Uma característica considerada de extrema importância para um modelo centrado na mediação é a preocupação com a escalabilidade e tempo de resposta. Para que essas questões possam ser tratadas, é sugerido que seja integrado ao modelo um repositório contendo os mapeamentos já realizados. À medida que novas situações que necessitam de mediação surgem, o mediador pode, ao invés de primeiramente atacar o problema, buscar no repositório se já não existem mapeamentos instanciados para aquela situação específica, otimizando o tempo de resposta. É sugerido também que sejam utilizados padrões de mediação encontrados em [27].

De uma forma geral, as sugestões para trabalhos futuros são direcionadas para a validação da hipótese de que a utilização de ontologias para descrição de tipos de licenças, leis de direitos autorais e legislações pode aproximar clientes e provedores de

serviços e ultrapassar as fronteiras legais no contexto de provisão de serviços por meio da internet.

Referências

- [1] ANDERSON, C. *Grátis: O Futuro dos Preços*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- [2] ANDRADE, F.G. "WebS Composer: Uma Ferramenta Baseada em Ontologias para Descoberta e Composição de Serviços na Web." *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Engenharia Elétrica e Informática. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação: Campina Grande, 2006.
- [3] BANEK, M., VRDOLJAK, B. e TJOA, A. "Word Sense Disambiguation as the Primary Step of Ontology Integration." *Proceedings of the 19th International Conference on Database and Expert System Applications*. Turin: Springer-Verlag, 2008. 65-72.
- [4] BARNICKEL, N., WEINAND, R. e M. FLUEGGE. "2008. Semantic System Integration -- Incorporating Rule-based Semantic Bridges into BPEL processes." *Proceedings of EON-SWSC 2008 Evaluation of Ontology-based Tools and the Semantic Web Service Challenge*, 2008.
- [5] BERNERS-LEE, T., J. HENDLER, e O. LASSILA. "The Semantic Web." *Scientific American*, 2001.
- [6] BHATTACHARJEE, S., GOPAL, R., MARSDEN, J., e SANKARANARAYANAN, R. "Re-Tuning the Music Industry: Can They Re-Attain Business Resonance?" *Communications of the ACM*, vol 52, nº 6, 2009. pp. 136-140.
- [7] BOOTH, H., HAAS, H., McCABE, F., NEWCOMER, E., CHAMPION, M., FERRIS, C., ORCHARD, D. (eds.). *Web Service Architecture, W3C Working Group Note*. Fevereiro 11, 2004. Disponível em <<http://www.w3c.org/TR/ws-arch/>> Acesso em: 18 Março 2009.
- [8] BOUQUET, P., L. SERAFINI, e S. ZANOBINI. "Semantic Coordination: A New Approach and Application." *Proceedings of the 2nd International Semantic Web Conference (ISWC 2003)*. Florida, 2003. 130-145.
- [9] de BRUJIN, J., M. EHRIG, C. FEIER, F. MARTIN-RECUERDA, F. SHARFFE, and M. WEITEN. "Ontology Mediation, Merging and Alignment." In *Semantic Web Technologies*, by J. DAVIS, R. STUDER and P. WARREN. Londres: John Wiley & Sons, 2006.
- [10] DING, Y., D. FENSEL, M. KLEIN, and B. OMELAYENKO. "The Semantic Web: Yet Another Hip?" *Data and Knowledge Engineering*, 2002.
- [11] DISKIN, Z., Y. XIONG, and K. CZARNECKI. "Specifying Overlaps of Heterogeneous Models for Global Consistency Checking." *1st Workshop on Model*

- Driven Interoperability, Co-located with MoDELS 2010*. Oslo: ACM Press, 2010. 42-51.
- [12] FREIRE, V. A., and L. C. SOARES. *Redes Convergentes*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2002.
- [13] GANDELMAN, H. *De Gutenberg à Internet: direitos autorais na era digital*. Rio de Janeiro: Record, 1997.
- [14] GARCIA, F.C.O. "Da validade jurídica dos contratos eletrônicos." *Jus Navigandi*, 2004, Ano 9. Nº 264 ed.
- [15] GARCÍA, R. "A Semantic Web Approach to Digital Rights Management." *Tese de Doutorado*. Universitat Pompeu Fabra. Departamento de Tecnologias. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação e Comunicação Digital: Barcelona, 2006.
- [16] GARCÍA, R., and R. GIL. "Copyright Licenses Reasoning using an OWL-DL Ontology." *Proceeding of the 2009 Conference on Law, Ontologies and the Semantic Web: Channelling the Legal Information Flood*. Amsterdam: IOS Press, 2009. 145-162.
- [17] GOMEZ-PEREZ, A. *Tutorial on Ontological Engineering*. Estocolmo: Internacional Joint Conference on Artificial Intelligence – IJCAI'1999, 1999.
- [18] GRUBER, T. "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications." *Knowledge Acquisition*, vol. 5, 1993: 199-220.
- [19] GULLIVER, S.R., and G. GHINEA. "Perceptual Multimedia Quality: Implications of an Empirical Study." *Proceedings HCI International vol. 8*. Las Vegas, 2005.
- [20] HAFKESBRINK, J., and M. SCHROLL. "Business Model Innovation in the Digital and New Media Economy." *TII-Conference „Innovation 3.0 – Challenges, Needs and Skills of the new Innovation Era“*, Abril 2010.
- [21] HARDAKER, G., and G. GRAHAM. *Wired Marketing: Energizing Business for e-Commerce*. Oxford: John Wiley & Sons, 2001.
- [22] HUANG, J., J. DANG, M.N. HUHNS, and Y. SHAO. "Ontology Alignment as a Basis for Mobile Service Integration and Invocation." *Journal of Pervasive Computing and Communications*, 2006: 3-10.
- [23] JURCA, R., W. BINDER, and BOI FALTINGS. "Reliable QoS Monitoring Based on Client Feedback." *World Wide Web Conference*. Alberta: ACM, 2007. 1003-1011.
- [24] KONZEN, A. A. "Especificação de Requisitos de Agentes de Usuários em Z." *Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ciência da Computação, Faculdade de Informática*. Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2002.

- [25] LEENHEER, P., and T. MENS. "Ontology Evolution: State of the Art and Future Directions." In *Ontology Management Semantic Web, Semantic Web Services, and Business Application*, by M. HEPP and P. LEENHEER, 131-206. Springer, 2008.
- [26] LEUNG, N., S. KANG, S. LAU, and J. FAN. "Ontology-based Collaborative Inter-organizational Knowledge Management Network ." (*Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*) 4, no. pp. 37-50 (2009).
- [27] LI, X., Y. FAN, and F. JIANG. "A Classification of Service Composition Mismatches to Support Service Mediation" *6th International Conference on Grid and Cooperative Computing*. 2007. 315-321.
- [28] LU, W., and M. IKEDA. A uniform conceptual model for knowledge management of international copyright law. *Journal of Information Science*, 34 (1) 2008, 2008: pp. 93-109.
- [29] MABROUK, N., N. GEORGANTAS, and V. ISSARNY. "A semantic end-to-end QoS model for dynamic service oriented environments." *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Principles of Engineering Service Oriented Systems*. Vancouver: IEEE Computer Society, 2009. 34 - 41 .
- [30] MARTINS FILHO, P. *Direitos autorais na Internet. Ci. Inf. vol.27 n.2*. Brasília, 1998.
- [31] McGUINNESS, D. L., R. FIKES, J. RICE, and S. WILDER. "An Environment for Merging and Testing Large Ontologies." Breckenridge: Seventh International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning , 2000.
- [32] MELO, E.T.L. "Qualidade de Serviços em Redes IP com DiffServ: Avaliação Através de Medições." *Dissertação de Mestrado*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- [33] MENKOVSKI, V., A. OREDOPE, A. LIOTTA, and A.C. SÁNCHEZ. "Predicting Quality of Experience in Multimedia Streaming" *MoMM*. Kuala Lumpur, Malásia, 2009. 52-59.
- [34] MOOR, A., P. DE LEENHEER, and R. MEERSMAN. "DOGMA-MESS: A Meaning Evolution Support System for Interorganizational Ontology Engineering." *LNCS: Conceptual Structures: Inspiration and Application*, 2006: 189-202.
- [35] MOURA, A.V. *Especificações em Z: Uma Introdução*. Campinas: Editora da Unicamp, 2001.
- [36] NEVES, M.F., and J. M. A COELLO. "OntoRevPro: Uma Ontologia sobre Revisão de Programas para o Aprendizado Colaborativo de Programação em Java." Brasília: XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, 2006.

- [37] OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.
- [38] PENAS, A. A. M., DANTAS, M. "Ontologias Aplicadas à Descrição de Recursos em Ambientes Grid." (INFOCOMP - Journal of Computer Science) 2004.
- [39] PINTO, H. S., and J. P. MARTINS. "A Methodology for Ontology Integration." Victoria: Proceedings of the 1st International Conference on Knowledge Capture, 2001.
- [40] PINTO, H. S., and J. P. MARTINS. "Reusing Ontologies." (Proceedings of AAAI 2000 Spring Symposium Series, AAAI Press) Workshop on Bringing Knowledge to Business Processes (2000).
- [41] PIRRÓ, G., and N. SECO. "Design, Implementation and Evaluation of a New Semantic Similarity Metric Combining Features and Intrinsic Information Content." *Proceedings of the OTM Confederated International Conferences, CoopIS, DOA, GADA, ID, and ODBASE. Part II: On the Move to Meaningful Internet Systems, Section: Semantic Matching and Similarity Measuring*. Monterrey: Springer-Verlag 2008. 1271-1288.
- [42] PRADO, S. G. D. "Um Experimento no Uso de Ontologias para Reforço da Aprendizagem em Educação à Distância." *Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais*. São Paulo, 2005.
- [43] PREDOIU, L., C. FEIER, F. SCHARFFE, J., MARTIN-RECUERDA, F. de BRUJIN, and D. MANOV. *State-of-the-art Survey on Ontology Merging and Aligning*. Innsbruck: V2. EU-IST Integrated Project (IP) IST-2003-506826 SEKT: Semantically Enabled Knowledge Technologie, 2006.
- [44] RAIMOND, Y. "A Distributed Music Information System." *Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Elétrica. Queen Mary, Universidade de Londres*. Londres, 2009.
- [45] RIBEIRO, C. M. F. A. "ESCHER: Uma Arquitetura de Qualidade de Serviço para Tratar a Percepção do Usuário." *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Informática. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação: Recife, 2004.
- [46] ROSENBERG, F., P. LEITNER, A. MICHLMAYR, P. CELIKOVIC, and S. DUSTDAR. "Towards Composition as a Service – A Quality of Service Driven Approach." Shanghai: IEEE, 2009.
- [47] SAALTIK, M. "The Z/EVES System." *ZUM'07: Z Formal Specification Notation*. LNCS, Springer-Verlag, 1997. 72-85.

- [48] SCHARFFE, F., J. de BRUJIN, and D. FOXVOG. *Ontology mediation patterns library V2*. Innsbruck: EU-IST Integrated Project (IP) IST-2003-506826 SEKT: Semantically Enabled Knowledge Technologies, 2006.
- [49] SCHARFFE, F., J. EUZENAT, and D. FENSEL. "Towards design patterns for ontology alignment." *SAC '08 Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*, 2008: 2321-2325.
- [50] SHAMPANIER, K., N. MAZAR, and D. ARIELY. "Zero as a Special Price: The True Value of Free Products." *Marketing Science*. INFORMS, 2007, 26 ed.
- [51] SHEPARD, S. *Telecommunications Convergence. How to Profit from the Convergence of Technologies, Services and Companies*. Nova York: McGraw-Hill, 2000.
- [52] SILVA, P. "Personae: Um Modelo de Mediação Semântica para Arquiteturas Orientadas a Serviços." *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Engenharia Elétrica e Informática. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação: Campina Grande, 2007.
- [53] SILVA, P., U. SCHIEL, C. RIBEIRO, and R. DREBES. "Applying Formal Methods in Ontology Reconciliation Techniques Design." *iiWAS' 2007 - The Ninth International Conference on Information Integration and Web-Based Applications Services*. Jakarta: Austrian Computer Society, vol. 229, 2007. 45-56.
- [54] SKEHILL, R., W. KENT, D. PICOVICI, M. BARRY, and S. McGRATH. "Evaluating QoS in a Multi-Access Wireless Network." In *Handbook of Research on Wireless Multimedia: Quality of Service and Solutions*, by N. CRANLEY and L. MURPHY, 1-30. Dublin: IGI Global, 2009.
- [55] SNOOK, C.F. "Exploring the Barriers to Formal Specification." *Tese de Doutorado. Department of Electronics and Computer Science, Faculty of Engineering and Applied Sciences*. Southampton: Universidade de Southampton, 2001.
- [56] SPIVEY, J.M. *The Z Notation: A Reference Manual*. Prentice Hall, 1992.
- [57] STUDER, R., V.R. BENJAMINS, and D. FENSEL. "Knowledge Engineering: Principles and Method." *Data & Knowledge Engineering*, Vol. 25 1998: 161-197.
- [58] TAN, W., F. YUSHIN, and Z., TIAN, Z. MENGCHU. "Data-Driven Service Composition in Enterprise SOA Solutions: A Petri Net Approach." *IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING*, 2010, 3 ed.
- [59] TANENBAUM, A. *Redes de Computadores*. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- [60] TIMMERS, P. "Business models for Electronic Markets." *Electronic Markets Vol. 8*, 1998: 3-8.

- [61] TONNIES, S., B. KOHNCKE, P. HENNIG, and W.T. BALKET. "A Service Oriented Architecture for Personalized Rich Media Delivery." *IEEE International Conference on Services Computing*. Bangalore: IEEE International Conference on Services Computing, IEEE Computer Society, 2009. 340 - 347.
- [62] VACULÍN, R., and K. SYCARA. "Semantic Web Services Monitoring: An OWL-S Based Approach." *41st Hawaii International Conference on System Sciences*. Waikoloa: IEEE Computer Society Press, 2008.
- [63] VAHIDOV, R., and D. NEUMANN. "Situating Decision Support for Managing Service Level Agreement Negotiations." *41st Hawaii International Conference on System Sciences*. Waikoloa: IEEE Computer Society Press, 2008.
- [64] VOGEL, A., B. KERNERVÉ, G. BOCHMAN, and J. GECSEI. "Distributed Multimedia and QoS: A Survey." *IEEE Multimedia*, 1995: 10-19.
- [65] WISE, R., and D. MORRISON. "Beyond the Exchanges: The Future of B2B." 2000: 86-96.
- [66] WOODCOCK, J., and J. DAVIE. *Using Z - Specification, Refinement and Proof*. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
- [67] YU, Q., X. LIU, A. BOUGUETTAYA, and B. MEDJAHED. "Deploying and managing Web services: issues, solutions, and directions." *The VLDB Journal — The International Journal on Very Large Data Bases archive*. Nova York: Springer-Verlag, 2008. 537-572.

Apêndice 1. Especificação Formal do Modelo Estendido

[*STRING, VALUE, APPTYPE, CATEGORY, WSDL, LOCATION, CLASS, DATATYPE, ID, INSTANCE, MESSAGE, URI, DATE*]

REPORT ::= Match
 | *Impasse*
 | *ServiceDiscovered*
 | *NoServiceDiscovered*
 | *ServiceSelected*
 | *NoServiceSelected*
 | *ContractEstablished*

ObjectProperty

Id: ID
Relationship: CLASS \leftrightarrow CLASS

DataTypeProperty

Id: ID
Relationship: CLASS \rightarrow DATATYPE

| *Individual: CLASS \rightarrow \mathbb{P} INSTANCE*

| *LEVEL: \mathbb{P} DATATYPE*

| *ObjPropInstantiation: ObjectProperty \rightarrow Individual \leftrightarrow Individual*

| *DiPropInstantiation: DataTypeProperty \rightarrow Individual \rightarrow DATATYPE*

ClassConstructors

IntersectionOf: seq CLASS \rightarrow CLASS

UnionOf: seq CLASS \rightarrow CLASS

ComplementOf: CLASS \rightarrow CLASS

$\forall c1, c2: CLASS; cn: seq CLASS$

• *IntersectionOf* $cn = c1$

$\Rightarrow Individual\ c1 = \cap \{ x: ran\ cn \cdot (Individual\ x) \}$

$\wedge (UnionOf\ cn = c1 \Rightarrow Individual\ c1 = \cup \{ x: ran\ cn \cdot (Individual\ x) \})$

$\wedge (c1\ ComplementOf\ c2 \Rightarrow INSTANCE \setminus Individual\ c1 = Individual\ c2)$

ClassAxioms

isSuperClassOf: CLASS \leftrightarrow CLASS
isSubClassOf: CLASS \rightarrow CLASS
isSiblingClassOf: CLASS \leftarrow CLASS
EquivalentClass: CLASS \leftrightarrow CLASS
DisjointWith: CLASS \rightarrow CLASS

$\forall c1, c2, c3$: CLASS

- *c1 isSuperClassOf c2*
 \Rightarrow *Individual c2* \subseteq *Individual c1*
 \wedge (*c1 isSubClassOf c2* \Rightarrow *Individual c1* \subseteq *Individual c2*)
 \wedge (*c1 isSiblingClassOf c2*
 \Rightarrow *c3 isSuperClassOf c1* \wedge *c3 isSuperClassOf c2*
 \vee *c1 isSubClassOf c3* \wedge *c2 isSubClassOf c3*)
 \wedge (*c1 EquivalentClass c2* \Rightarrow *Individual c1* = *Individual c2*)
 \wedge (*c1 DisjointWith c2* \Rightarrow *Individual c1* \cap *Individual c2* = \emptyset)

ObjectPropertyAxioms

SubObjectPropertyOf: ObjectProperty \leftarrow ObjectProperty
SuperObjectPropertyOf: ObjectProperty \rightarrow ObjectProperty
EquivalentObjectProperty: ObjectProperty \leftrightarrow ObjectProperty
TransitiveProperty: \top ObjectProperty
SymmetricProperty: \top ObjectProperty
InversePropertyOf: ObjectProperty \rightarrow ObjectProperty

$\forall objP1, objP2, objPn$: ObjectProperty; *i1, i2, i3*: Individual

- *objP1 SubObjectPropertyOf objP2*
 \Rightarrow *objP1* \subseteq *ObjectProperty* \wedge *objP2* \subseteq *ObjectProperty*
 \Rightarrow *ObjPropInstantiation objP1* \subseteq *ObjPropInstantiation objP2*
 \wedge (*objP1 SuperObjectPropertyOf objP2*
 \Rightarrow *objP1* \subseteq *ObjectProperty* \wedge *objP2* \subseteq *ObjectProperty*
 \Rightarrow *ObjPropInstantiation objP2* \subseteq *ObjPropInstantiation objP1*)
 \wedge (*objP1 EquivalentObjectProperty objP2*
 \Rightarrow *objP1* \subseteq *ObjectProperty* \wedge *objP2* \subseteq *ObjectProperty*
 \Rightarrow *ObjPropInstantiation objP1* = *ObjPropInstantiation objP2*)
 \wedge (*objPn* \subseteq *TransitiveProperty*
 \Rightarrow (*i1, i2*) \in *ObjPropInstantiation objPn*
 \wedge (*i2, i3*) \in *ObjPropInstantiation objPn*
 \Rightarrow (*i1, i3*) \in *ObjPropInstantiation objPn*)
 \wedge (*objPn* \subseteq *SymmetricProperty*
 \Rightarrow (*i1, i2*) \in *ObjPropInstantiation objPn*
 \Rightarrow (*i2, i1*) \in *ObjPropInstantiation objPn*)
 \wedge (*objP1 InversePropertyOf objP2*
 \Rightarrow *ObjPropInstantiation objP1* = (*ObjPropInstantiation objP2*) $\bar{}$)

DataTypePropertyAxioms

SuperDataTypePropertyOf: $\text{DataTypeProperty} \multimap \text{DataTypeProperty}$

SubDataTypePropertyOf: $\text{DataTypeProperty} \leftarrow \text{DataTypeProperty}$

EquivalentDataTypeProperty: $\text{DataTypeProperty} \leftrightarrow \text{DataTypeProperty}$

$\forall dtP1, dtP2: \text{DataTypeProperty}$

• $dtP1 \text{ SuperDataTypePropertyOf } dtP2$

$\Rightarrow dtP1 \in \text{DataTypeProperty} \wedge dtP2 \in \text{DataTypeProperty}$

$\Rightarrow \text{DtPropInstantiation } dtP2 \subseteq \text{DtPropInstantiation } dtP1$

$\wedge dtP1 \text{ SubDataTypePropertyOf } dtP2$

$\Rightarrow dtP1 \in \text{DataTypeProperty} \wedge dtP2 \in \text{DataTypeProperty}$

$\Rightarrow \text{DtPropInstantiation } dtP1 \subseteq \text{DtPropInstantiation } dtP2$

$\wedge (dtP1 \text{ EquivalentDataTypeProperty } dtP2$

$\Rightarrow dtP1 \in \text{DataTypeProperty} \wedge dtP2 \in \text{DataTypeProperty}$

$\Rightarrow \text{DtPropInstantiation } dtP1 = \text{DtPropInstantiation } dtP2)$

IndividualAxioms

SameAs: $\text{Individual} \leftrightarrow \text{Individual}$

DifferentFrom: $\text{Individual} \multimap \text{Individual}$

$\forall i1, i2: \text{Individual} \cdot i1 \text{ SameAs } i2 \Rightarrow i1 = i2 \wedge i1 \text{ DifferentFrom } i2 \Rightarrow i1 \neq i2$

Ontology

Classes: $\mathbb{P} \text{ CLASS}$

ObjectProperties: $\mathbb{P} \text{ ObjectProperty}$

DataTypeProperties: $\mathbb{P} \text{ DataTypeProperty}$

Individuals: $\mathbb{P} \text{ Individual}$

ClassConstructAxioms: $\mathbb{P} \text{ ClassConstructors}$

OntologicalClassAxioms: $\mathbb{P} \text{ ClassAxioms}$

OntologicalObjectPropertyAxioms: $\mathbb{P} \text{ ObjectPropertyAxioms}$

OntologicalDataTypePropertyAxioms: $\mathbb{P} \text{ DataTypePropertyAxioms}$

OntologicalIndividualAxioms: $\mathbb{P} \text{ IndividualAxioms}$

$\forall c1, c2: \text{CLASS}; objp1, objp2: \text{ObjectProperty}; dtp1, dtp2: \text{DataTypeProperty};$

$i1, i2: \text{Individual}$

| $c1 \in \text{Classes}$

$\wedge c2 \in \text{Classes}$

$\wedge objp1 \in \text{ObjectProperties}$

$\wedge objp2 \in \text{ObjectProperties}$

$\wedge dtp1 \in \text{DataTypeProperties}$

$\wedge dtp2 \in \text{DataTypeProperties}$

$\wedge i1 \in \text{Individuals}$

$\wedge i2 \in \text{Individuals} \cdot c1 \neq c2 \wedge objp1 \neq objp2 \wedge dtp1 \neq dtp2 \wedge i1 \neq i2$

FunctionalRequirement

id: ID
name: STRING
class: CLASS
description: DATATYPE
domainValue: P VALUE
Domain: Ontology

class ∈ Domain.Classes

NonFunctionalRequirement

id: ID
name: STRING
class: CLASS
description: DATATYPE
domainValue: P VALUE
Domain: Ontology

class ∈ Domain.Classes

AppQoSSpecType

category: CATEGORY
typeApp: APPTYPE
QoSRequired: QoSAttr → VALUE × VALUE × VALUE

QoSAttr

name: STRING
value: DATATYPE
domainValue: P VALUE

AppQoSSpecType

category: CATEGORY
typeApp: APPTYPE
QoSRequired: QoSAttr → VALUE × VALUE × VALUE

NfrRelationships

SpecializedBy: NonFunctionalRequirement → NonFunctionalRequirement
Realization: NonFunctionalRequirement ↔ QoSAttr
RelatedTo: APPTYPE ↔ NonFunctionalRequirement
ClassifiedAs: APPTYPE → CATEGORY
MapQoSAttrLevel: QoSAttr × LEVEL → VALUE × VALUE × VALUE

dom *Realization* ⊆ dom *SpecializedBy*
 ∨ dom *Realization* ⊆ ran *SpecializedBy* ∧ dom *ClassifiedAs* ⊆ dom *RelatedTo*

$CLASSTYPE ::= Free | Basic | Plus$

Service
<p><i>Id</i>: ID <i>license</i>: <i>Ontology</i> <i>Domain</i>: <i>Ontology</i> <i>name</i>: STRING <i>description</i>: WSDL <i>serviceClass</i>: CLASSTYPE <i>url</i>: URI <i>capabilities</i>: <i>FunctionalRequirement</i> <i>QoSOffered</i>: <i>NonFunctionalRequirement</i> \rightarrow LEVEL <i>coverage</i>: \mathbb{P} LOCATION <i>targetAudience</i>: DATATYPE</p>
<p>$\exists nfr: NonFunctionalRequirement$</p> <ul style="list-style-type: none"> • $nfr \in \text{dom } QoSOffered$ $\wedge capabilities.class \in \text{Domain.Classes}$ $\wedge nfr.class \in \text{Domain.Classes}$

UserQoSSpecType
<p><i>QoSDesired</i>: <i>NonFunctionalRequirement</i> \rightarrow LEVEL <i>QoSPriorities</i>: <i>NonFunctionalRequirement</i> \times <i>NonFunctionalRequirement</i> \rightarrow <i>NonFunctionalRequirement</i> <i>QoSPreferences</i>: <i>NonFunctionalRequirement</i> \rightarrow LEVEL <i>QoSConstraints</i>: <i>NonFunctionalRequirement</i> \rightarrow LEVEL <i>SatisfactionLevel</i>: LEVEL</p>
<p>$\forall nfr1, nfr2: NonFunctionalRequirement$</p> <ul style="list-style-type: none"> $(nfr1, nfr2) \in \text{dom } QoSPriorities \wedge (nfr2, nfr1) \in \text{dom } QoSPriorities$ • $(QoSPriorities(nfr1, nfr2) = nfr1 \wedge QoSPriorities(nfr2, nfr1) = nfr1$ $\vee QoSPriorities(nfr1, nfr2) = nfr2$ $\wedge QoSPriorities(nfr2, nfr1) = nfr2)$ $\wedge \text{ran } QoSPriorities \subseteq \text{dom } QoSPreferences$ $\wedge \text{dom } QoSConstraints \cap \text{dom } QoSPreferences = \emptyset$ $\wedge QoSDesired = QoSConstraints \cup QoSPreferences$

Registry

Id: ID
Services: ID \rightarrow Service

ServiceUse ::= *PerSignature* | *PerPurchase*

ServiceProvider

profile: Ontology
services: P Service
payMethod: DATATYPE
BusinessModel: STRING \rightarrow ServiceUse

$\forall s1, s2: \text{Service} \bullet s1 \in \text{services} \wedge s2 \in \text{services} \wedge s1.url \neq s2.url$

Mediator

Med: Service
Description: Ontology
Context: Ontology \leftrightarrow Ontology

STATUS ::= *Active* | *Negotiating* | *Violated*

ServiceLevelAgreement

ServiceRequesterSection, *ServiceProviderSection*: Ontology
SLAOntology: P Ontology
QoSAgreed: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL
ContrValidDate: DATE
license: Licensing
service: Service
status: STATUS

$\forall nfr: \text{NonFunctionalRequirement} \mid nfr \in \text{dom } \text{QoSAgreed}$
 $\bullet nfr.class \in \text{ServiceRequesterSection.Classes}$
 $\wedge nfr.class \in \text{ServiceProviderSection.Classes}$
ServiceRequesterSection \in *SLAOntology*
ServiceProviderSection \in *SLAOntology*

ServiceRequester

id: ID
profile: *Ontology*
goals: *FunctionalRequirement*
userPerspective: P *UserQoSSType*
appPerspective: P *AppQoSSType*
usrLicense: *Licensing*

Ontologies

OntologySet: P *Ontology*

Entities

UserPerspective: P *UserQoSSType*
AppPerspective: P *AppQoSSType*
ServiceRequesters: P *ServiceRequester*
ServiceProviders: P *ServiceProvider*
Registries: P *Registry*
Mediators: P *Mediator*

SLA

ServiceLevelAgreements: P *ServiceLevelAgreement*

Relationships

Publish: *ServiceProvider* \rightarrow *Service* \leftrightarrow *Registry*
Bind: *ServiceRequester* \rightarrow *ServiceProvider*
Find: *ServiceRequester* \rightarrow *Service* \leftrightarrow *Registry*
GeneratedBy: *SLA* \rightarrow *Mediator*
ProvidedBy: *Service* \leftrightarrow *ServiceProvider*
DescribedBy: *Entities* \rightarrow *Ontology*
MonitoredBy: *Mediator* \rightarrow *SLA*
Mediates: *Mediator* \rightarrow *ServiceRequester* \leftrightarrow *ServiceProvider*

$\text{ran Find} \subseteq \text{ran Publish}$
 $\text{ran GeneratedBy} \subseteq \text{dom Mediates}$
 $\text{dom MonitoredBy} \subseteq \text{dom Mediates}$
 $\text{dom Bind} \subseteq \text{dom Find}$
 $\text{ran Bind} \subseteq \text{ran ProvidedBy}$

PERSONAE

Entities
 Ontologies
 SLA
 Relationships
 NfrRelationships

initPERSONAE

 Δ PERSONAE

UserPerspective' = \emptyset
 AppPerspective' = \emptyset
 OntologySet' = \emptyset
 Registries' = \emptyset
 ServiceRequesters' = \emptyset
 ServiceProviders' = \emptyset
 Mediators' = \emptyset
 ServiceLevelAgreements' = \emptyset

MappingSet

$O1?, O2?:$ Ontology
 ClassMappings: CLASS \leftrightarrow CLASS
 ObjectPropertyMappings: ObjectProperty \leftrightarrow ObjectProperty
 DataTypePropertyMappings: DataTypeProperty \leftrightarrow DataTypeProperty
 IndividualMappings: Individual \leftrightarrow Individual

$\forall c1, c2: \text{CLASS}; objp1, objp2: \text{ObjectProperty}; dtp1, dtp2: \text{DataTypeProperty};$
 $i1, i2: \text{Individual}$

- $c1$ ClassMappings $c2$
 - $\Rightarrow (c1 \in O1?. \text{Classes} \wedge c2 \in O2?. \text{Classes}$
 - $\vee c2 \in O1?. \text{Classes} \wedge c1 \in O2?. \text{Classes})$
 - $\wedge objp1$ ObjectPropertyMappings $objp2$
 - $\Rightarrow (objp1 \in O1?. \text{ObjectProperties} \wedge objp2 \in O2?. \text{ObjectProperties}$
 - $\vee objp2 \in O1?. \text{ObjectProperties} \wedge objp1 \in O2?. \text{ObjectProperties})$
 - $\wedge dtp1$ DataTypePropertyMappings $dtp2$
 - $\Rightarrow (dtp1 \in O1?. \text{DataTypeProperties} \wedge dtp2 \in O2?. \text{DataTypeProperties}$
 - $\vee dtp2 \in O1?. \text{DataTypeProperties} \wedge dtp1 \in O2?. \text{DataTypeProperties})$
 - $\wedge i1$ IndividualMappings $i2$
 - $\Rightarrow i1 \in O1?. \text{Individuals} \wedge i2 \in O2?. \text{Individuals}$
 - $\vee i2 \in O1?. \text{Individuals} \wedge i1 \in O2?. \text{Individuals}$

ObjectPropertyAlignment \exists Ontologies \exists ObjectPropertyAxioms $O1?, O2?:$ Ontology

MapSet!: MappingSet

Report!: REPORT

MapSet! . ObjectPropertyMappings

= { objp1, objp2, objp3: ObjectProperty:

EquivalentObjProperty: ObjectProperty \leftrightarrow ObjectProperty| $O1? \in$ OntologySet \wedge $O2? \in$ OntologySet \wedge objp1 \in dom EquivalentObjProperty \wedge objp2 \in ran EquivalentObjProperty \wedge objp3 \in ran EquivalentObjProperty \wedge dom EquivalentObjProperty \subseteq $O1?$. ObjectProperties \wedge ran EquivalentObjProperty \subseteq $O2?$. ObjectProperties \wedge (objp2, objp3) \in EquivalentObjectProperty \vee (objp2, objp3) \in InversePropertyOf \vee (objp3, objp2) \in InversePropertyOf \vee (objp2, objp3) \in SubObjectPropertyOf \vee (objp3, objp2) \in SubObjectPropertyOf \vee (objp2, objp3) \in SuperObjectPropertyOf \vee (objp3, objp2) \in SuperObjectPropertyOf \cdot (objp1, objp3) }MapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = ImpasseMapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = MatchClassAlignment \exists Ontologies \exists ClassAxioms $O1?, O2?:$ Ontology

MapSet!: MappingSet

Report!: REPORT

MapSet! . ClassMappings

= { c1, c2, c3: CLASS; EquivalentClass: CLASS \leftrightarrow CLASS| $O1? \in$ OntologySet \wedge $O2? \in$ OntologySet \wedge c1 \in dom EquivalentClass \wedge c2 \in ran EquivalentClass \wedge c3 \in ran EquivalentClass \wedge dom EquivalentClass \subseteq $O1?$. Classes \wedge ran EquivalentClass \subseteq $O2?$. Classes \wedge (c2, c3) \in isSuperClassOf \vee (c3, c2) \in isSuperClassOf \vee (c2, c3) \in isSubClassOf \vee (c3, c2) \in isSubClassOf \vee (c2, c3) \in EquivalentClass \vee (c2, c3) \in isSiblingClassOf \cdot (c1, c3) }MapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = ImpasseMapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = Match

DataTypePropertyAlignment \exists Ontologies \exists DataTypePropertyAxioms $O1?, O2?:$ Ontology

MapSet!: MappingSet

Report!: REPORT

MapSet! . DataTypePropertyMappings

= { $dtp1, dtp2, dtp3: \text{DataTypeProperty}$;EquivalentDtProperty: $\text{DataTypeProperty} \rightarrow \text{DataTypeProperty}$ | $O1? \in \text{OntologySet} \wedge O2? \in \text{OntologySet}$ ^ $dtp1 \in \text{dom EquivalentDtProperty} \wedge dtp2 \in \text{ran EquivalentDtProperty}$ ^ $dtp3 \in \text{ran EquivalentDtProperty}$ ^ $\text{dom EquivalentDtProperty} \subseteq O1?. \text{DataTypeProperties}$ ^ $\text{ran EquivalentDtProperty} \subseteq O2?. \text{DataTypeProperties}$ ^ $(dtp2, dtp3) \in \text{EquivalentDataTypeProperty}$ ^ $(dtp2, dtp3) \in \text{SubDataTypePropertyOf} \vee (dtp3, dtp2) \in \text{SubDataTypePropertyOf}$ ^ $(dtp2, dtp3) \in \text{SuperDataTypePropertyOf}$ ^ $(dtp3, dtp2) \in \text{SuperDataTypePropertyOf} \cdot (dtp1, dtp3)$ }MapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = ImpasseMapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = MatchIndividualAlignment \exists Ontologies \exists IndividualAxioms $O1?, O2?:$ Ontology

MapSet!: MappingSet

Report!: REPORT

MapSet! . IndividualMappings

= { $i1, i2, i3: \text{Individual}; \text{SameInstance}: \text{Individual} \rightarrow \text{Individual}$ | $O1? \in \text{OntologySet} \wedge O2? \in \text{OntologySet}$ ^ $i1 \in \text{dom SameInstance}$ ^ $i2 \in \text{ran SameInstance}$ ^ $i3 \in \text{ran SameInstance}$ ^ $\text{dom SameInstance} \subseteq O1?. \text{Individuals}$ ^ $\text{ran SameInstance} \subseteq O2?. \text{Individuals}$ ^ $(i2, i3) \in \text{SameAs} \vee (i3, i2) \in \text{SameAs} \cdot (i1, i3)$ }MapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = ImpasseMapSet! . ClassMappings = $\emptyset \Rightarrow$ Report! = Match

ClassIntegration Δ Ontologies $O1?, O2?, CoreOntology!: Ontology$ $O1? \equiv OntologySet$ $O2? \equiv OntologySet$ $CoreOntology! \equiv OntologySet$ $CoreOntology! . Classes = O1? . Classes \cup O2? . Classes$ $OntologySet' = OntologySet \cup \{CoreOntology!\}$ ObjectPropertyIntegration Δ Ontologies $O1?, O2?, CoreOntology!: Ontology$ $O1? \equiv OntologySet$ $O2? \equiv OntologySet$ $CoreOntology! \equiv OntologySet$ $CoreOntology! . ObjectProperties$ $= O1? . ObjectProperties \cup O2? . ObjectProperties$ $OntologySet' = OntologySet \cup \{CoreOntology!\}$ DataTypePropertyIntegration Δ Ontologies $O1?, O2?, CoreOntology!: Ontology$ $O1? \equiv OntologySet$ $O2? \equiv OntologySet$ $CoreOntology! \equiv OntologySet$ $CoreOntology! . DataTypeProperties$ $= O1? . DataTypeProperties \cup O2? . DataTypeProperties$ $OntologySet' = OntologySet \cup \{CoreOntology!\}$ IndividualIntegration Δ Ontologies $O1?, O2?, CoreOntology!: Ontology$ $O1? \equiv OntologySet$ $O2? \equiv OntologySet$ $CoreOntology! \equiv OntologySet$ $CoreOntology! . Individuals = O1? . Individuals \cup O2? . Individuals$ $OntologySet' = OntologySet \cup \{CoreOntology!\}$

AddQoS2User Δ PERSONAE \exists NfrRelationships

typeApp?: APPTYPE

QoSDesired?: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVELQoSPriorities?: NonFunctionalRequirement \times NonFunctionalRequirement
 \rightarrow NonFunctionalRequirementQoSPreferences?: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVELQoSConstraints?: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL \exists u: UserQoSSType; a: AppQoSSType

| u.QoSDesired = QoSDesired?

 \wedge u.QoSPriorities = QoSPriorities? \wedge u.QoSPreferences = QoSPreferences? \wedge u.QoSConstraints = QoSConstraints? \wedge u.SatisfactionLevel = High \wedge a.typeApp = typeApp? \wedge a.category = ClassifiedAs typeApp? \wedge a.QoSRequired = \emptyset • u \in UserPerspective \wedge a \in AppPerspective \wedge UserPerspective' = UserPerspective \cup {u} \wedge AppPerspective' = AppPerspective \cup {a}*Mapping2QoSAttr* Δ PERSONAE \exists NfrRelationships \exists u: UserQoSSType; a: AppQoSSType; nfr1, nfr2: NonFunctionalRequirement;l: LEVEL; q: QoSAttr; QoSlev: QoSAttr \times LEVEL \rightarrow VALUE \times VALUE \times VALUE;v: VALUE \times VALUE \times VALUE| u \in UserPerspective \wedge a \in AppPerspective \wedge (nfr1, l) \in u.QoSDesired \wedge (nfr1, nfr2) \in SpecializedBy \wedge ((a.typeApp, nfr1) \in RelatedTo \vee (a.typeApp, nfr2) \in RelatedTo) \wedge (nfr2, q) \in Realization \wedge dom QoSlev \subseteq dom MapQoSAttrLevel \wedge ran QoSlev \subseteq ran QoSlev \wedge (q, l) \in dom QoSlev \wedge v \in ran QoSlev \wedge u.QoSDesired = u.QoSDesired \cup {(nfr2, l)} \wedge a.QoSRequired = a.QoSRequired \cup {(q, v)}• UserPerspective' = UserPerspective \cup {u} \wedge AppPerspective' = AppPerspective \cup {a}

SyntacticalServiceDiscovery \exists PERSONAE

goals?: FunctionalRequirement
 serviceName?: STRING
 ServiceDiscoveredSet!: ID \rightarrow Service
 msg!: REPORT

ServiceDiscoveredSet!

= { ServiceRegistry: Registry; id: ID; S: Service
 | ServiceRegistry \in Registries
 \wedge (id, S) \in ServiceRegistry.Services
 \wedge goals? = S.capabilities
 \vee serviceName? = S.name \cdot (id, S) }

ServiceDiscoveredSet! = {} \Rightarrow msg! = NoServiceDiscovered

ServiceDiscoveredSet! \neq {} \Rightarrow msg! = ServiceDiscovered

getUserGeoLocation: LOCATION

LocationBasedServiceSelection \exists PERSONAE

ServiceSelected!: ID \rightarrow Service
 msg!: REPORT

ServiceSelected!

= { ServiceRegistry: Registry; id: ID; S: Service
 | ServiceRegistry \in Registries
 \wedge (id, S) \in ServiceRegistry.Services
 \wedge getUserGeoLocation \in S.coverage \cdot (id, S) }

ServiceSelected! = {} \Rightarrow msg! = ServiceSelected

ServiceSelected! \neq {} \Rightarrow msg! = NoServiceSelected

DirectContractEstablishment Δ PERSONAE

Requester?: ServiceRequester
 Provider?: ServiceProvider
 QoSAgreed!: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL
 service?: Service
 serviceclasstype?: Service \rightarrow CLASSTYPE
 contract!: ServiceLevelAgreement
 msg!: REPORT

\forall nfr: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL

| service? \in Provider?.services
 \wedge nfr = service?.QoSOffered
 \wedge QoSAgreed! = service?.QoSOffered
 \wedge contract!.status = Active
 \cdot ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements \cup {contract!}
 \Rightarrow msg! = ContractEstablished

$getQoSPerceived: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL$

UserSatisfactionLevel

$\Delta PERSONAE$

$\exists u: UserQoSSpecType; c: ServiceLevelAgreement$
 $| u \in UserPerspective$
 $\wedge ((u.QoSDesired = getQoSPerceived$
 $\Rightarrow u.SatisfactionLevel = High \wedge c.status = Active)$
 $\vee ((u.QoSDesired \cap getQoSPerceived = \emptyset \Rightarrow u.SatisfactionLevel = Low)$
 $\vee u.SatisfactionLevel = Medium)$
 $\Rightarrow c.status = Negotiating) \bullet UserPerspective' = UserPerspective \cup \{u\}$

NoAdaptationContract

$\exists PERSONAE$

$\exists c: ServiceLevelAgreement; u: UserQoSSpecType$
 $| u \in UserPerspective$
 $\wedge u.SatisfactionLevel = High$
 $\wedge c \in ServiceLevelAgreement$
 $\wedge c.status = Active$
 $\bullet UserPerspective' = UserPerspective$
 $\wedge ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements$

$getQoSProvided: NonFunctionalRequirement \rightarrow LEVEL$

MonitoringContract

ΔSLA

$\exists c: ServiceLevelAgreement | c.status = Active$
 $\bullet \text{if } c.QoSAgreed \neq getQoSProvided$
 $\text{then } c.status = Violated$
 $\Rightarrow ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements \cup \{c\}$
 $\text{else } c.status = Active$
 $\Rightarrow ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements$

AdaptationContract \exists PERSONAE*contract?*: *ServiceLevelAgreement**newservice!*: *Service* $\exists c: \text{ServiceLevelAgreement}; s1, s2: \text{Service}; sp: \text{ServiceProvider}$ | $c \in \text{ServiceLevelAgreement}$ ^ $c.\text{status} = \text{Negotiating}$ ^ $s1 = c.\text{service}$ ^ $c.\text{service} \in sp.\text{services}$ ^ $s2 \in sp.\text{services}$ ^ $s1.\text{serviceClass} \neq s2.\text{serviceClass}$ ^ $\#s1.\text{QoSOffered} < \#s2.\text{QoSOffered}$ ^ $s1.\text{QoSOffered} \neq s2.\text{QoSOffered} \bullet \text{newservice!} = s2$ FindBestService \exists PERSONAE*goals?*: *FunctionalRequirement**QoSDesired?*: *NonFunctionalRequirement* \leftrightarrow *LEVEL**service!*: *Service**msg!*: *REPORT**candidates*: *Service* \leftrightarrow *NonFunctionalRequirement* \leftrightarrow *LEVEL* $\text{candidates} = \{ S: \text{Service} \mid \text{goals?} = S.\text{capabilities} \bullet (S, S.\text{QoSOffered}) \}$ $\forall s1, s2: \text{Service}; \text{qos1}: \text{NonFunctionalRequirement} \leftrightarrow \text{LEVEL};$ $\text{qos2}: \text{NonFunctionalRequirement} \leftrightarrow \text{LEVEL}$ | $(s1, \text{qos1}) \in \text{candidates} \wedge (s2, \text{qos2}) \in \text{candidates}$ • **if** $\#(\text{QoSDesired?} \cap \text{qos1}) > \#(\text{QoSDesired?} \cap \text{qos2})$ **then** $\text{service!} = s1$ **else** $\text{service!} = s2$

LicenseBasedAlignment Δ PERSONAE*Requester?*: *ServiceRequester**Provider?*: *ServiceProvider**service?*: *Service**O1*, *O2*: *Ontology* $\exists s$: *Service*; *l1*, *l2*: *Licensing*

- | *Requester?* \in *ServiceRequesters*
- \wedge *Provider?* \in *ServiceProviders*
- \wedge *service?* \in *Provider?.services*
- \wedge *l1* = *Requester?.usrLicense*
- \wedge *l2* = *service?.license*
- \wedge *O1* \in *OntologySet*
- \wedge *O2* \in *OntologySet*
- *O1.Classes* = *O1.Classes* \cup {*l1.class*}
- \wedge *O2.Classes* = *O2.Classes* \cup {*l2.class*}

LicenseBasedAvailability Δ PERSONAE*Requester?*: *ServiceRequester**Provider?*: *ServiceProvider**service?*: *Service**O1*, *O2*: *Ontology**MapSet?*: *MappingSet**msg!*: *REPORT* $\exists l1$, *l2*: *Licensing*

- | *Requester?* \in *ServiceRequesters*
- \wedge *Provider?* \in *ServiceProviders*
- \wedge *service?* \in *Provider?.services*
- \wedge *l1* = *Requester?.usrLicense*
- \wedge *l2* = *service?.license*
- \wedge *O1* \in *OntologySet*
- \wedge *O2* \in *OntologySet*
- **if** *MapSet?.ClassMappings* $\neq \emptyset$ **then**
- O1.Classes* = *O1.Classes* \cup {*l1.class*}
- \wedge *O2.Classes* = *O2.Classes* \cup {*l2.class*}
- \wedge *msg!* = *ServiceSelected*
- else**
- msg!* = *NoServiceSelected*

LicenseIntegration Δ PERSONAE*Requester?*: *ServiceRequester**Provider?*: *ServiceProvider**O1!*, *O2!*: *Ontology**license!*: *Ontology**QoSAgreed!*: *NonFunctionalRequirement* \rightarrow LEVEL*contract!*: *ServiceLevelAgreement**MapSet?*: *MappingSet* $\exists nfr: NonFunctionalRequirement; c1, c2: CLASS; l1, l2, l3: Ontology$ $| MapSet?.ClassMappings \neq \emptyset$ $\wedge nfr \in \text{dom } QoSAgreed!$ $\wedge l3 \in \text{dom } license!$ $\wedge (c1, c2) \in MapSet?.ClassMappings$ $\wedge contract! \in ServiceLevelAgreements$ $\bullet l3.class = c1 \vee l3.class = c2$ $\wedge contract!.QoSAgreed = QoSAgreed!$ $\wedge contract!.license = license!$ $\wedge O1! = Requester?.usrLicense$ $\wedge O2! = Provider?.license$ $\wedge ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements \cup \{contract!\}$ *QoSConstraintsBasedServiceSelection* \exists PERSONAE*QoSConstraints?*: *NonFunctionalRequirement* \rightarrow LEVEL*ServiceSet!*: ID \rightarrow *ServiceDescription**O1!*: *Ontology* $\exists NFRConstrainedClasses, NFROfferedClasses: \mathbb{P} CLASS$ $| NFRConstrainedClasses$ $= \{ nfr: NonFunctionalRequirement \mid nfr \in \text{dom } QoSConstraints? \\ \bullet nfr . Class \}$ $\wedge NFROfferedClasses$ $= \{ Registry: ServiceRegistry; id: ID; SD: ServiceDescription; \\ nfr: NonFunctionalRequirement$ $| Registry \in Registries$ $\wedge (id, SD) \in Registry . Services$ $\wedge nfr \in \text{dom } SD . QoSOffered \bullet nfr . Class \}$ $\wedge O1! \in OntologySet$ $\wedge NFRConstrainedClasses \subseteq NFROfferedClasses$ $\bullet O1! . Classes = NFROfferedClasses \setminus NFRConstrainedClasses$

QoSPreferencesBasedServiceSelection $\exists \text{PERSON} \mathcal{E}$ $QoSPreferences?: \text{NonFunctionalRequirement} \rightarrow \text{LEVEL}$ $ServiceSet!: \text{ID} \rightarrow \text{ServiceDescription}$ $O1!: \text{Ontology}$ $\exists \text{NFRPreferredClasses, NFROfferedClasses}: \mathbb{P} \text{ CLASS}$ | $\text{NFRPreferredClasses}$ = { $nfr: \text{NonFunctionalRequirement} \mid nfr \in \text{dom } QoSPreferences?$
• $nfr. \text{Class}$ } $\wedge \text{NFROfferedClasses}$ = { $Registry: \text{ServiceRegistry}; id: \text{ID}; SD: \text{ServiceDescription};$
 $nfr: \text{NonFunctionalRequirement}$
| $Registry \in \text{Registries}$
 $\wedge (id, SD) \in Registry. \text{Services}$
 $\wedge nfr \in \text{dom } SD. \text{QoSOffered} \cdot nfr. \text{Class}$ } $\wedge O1! \in \text{OntologySet}$ $\wedge \text{NFRPreferredClasses} \subseteq \text{NFROfferedClasses}$ • $O1!. \text{Classes} = \text{NFRPreferredClasses}$ QoSPrioritiesBasedServiceSelection $\exists \text{PERSON} \mathcal{E}$ $QoSPriorities?: \text{NonFunctionalRequirement} \times \text{NonFunctionalRequirement}$
 $\rightarrow \text{NonFunctionalRequirement}$ $ServiceSet!: \text{ID} \rightarrow \text{ServiceDescription}$ $O1!, O2!: \text{Ontology}$ $\exists \text{NFRPriorityClasses, NFROfferedClasses}: \mathbb{P} \text{ CLASS}$ | $\text{NFRPriorityClasses}$ = { $nfr: \text{NonFunctionalRequirement} \mid nfr \in \text{ran } QoSPriorities?$
• $nfr. \text{Class}$ } $\wedge \text{NFROfferedClasses}$ = { $Registry: \text{ServiceRegistry}; id: \text{ID}; SD: \text{ServiceDescription};$
 $nfr: \text{NonFunctionalRequirement}$
| $Registry \in \text{Registries}$
 $\wedge (id, SD) \in Registry. \text{Services}$
 $\wedge nfr \in \text{dom } SD. \text{QoSOffered} \cdot nfr. \text{Class}$ } $\wedge O1! \in \text{OntologySet}$ $\wedge O2! \in \text{OntologySet}$ $\wedge \text{NFRPriorityClasses} \subseteq \text{NFROfferedClasses}$ • $O1!. \text{Classes} = \text{NFRPriorityClasses} \wedge O2!. \text{Classes} = \text{NFROfferedClasses}$

ContractIntegration Δ PERSONÆ*Contract!*: *ServiceLevelAgreement**CoreOntology?*: *Ontology* $Contract! . SLAontology = Contract! . SLAontology \cup \{CoreOntology?\}$ $ServiceLevelAgreements' = ServiceLevelAgreements \cup \{Contract!\}$ $SpecificationPhase \cong AddQoS2User \wp Mapping2QoSAttr \wp ServiceRequester$ $SimpleContractEstablishment \hat{=} SyntacticalServiceDiscovery \wp$
 $LocationBasedServiceSelection \wp$
 $DirectContractEstablishment$ $AdaptationProcess \cong AdaptationContract \wp DirectContractEstablishment$ $LicenseBasedNegotiation \hat{=} FindBestService \wp (LicenseBasedAvailability \triangleright$
 $OntologyAlignment) \wp (LicenseIntegration \triangleright OntologyIntegration)$ $LicenseBasedContractEstablishment \cong LicenseBasedNegotiation \wp LicenseBasedAlignment \wp$
 $(DirectContractEstablishment \triangleright ContractIntegration)$ $SemanticServiceSelection \cong QoSPreferencesBasedServiceSelection$
 $\wp QoSConstraintsBasedServiceSelection$
 $\wp QoSPrioritiesBasedServiceSelection$ $OntologyIntegration \cong ClassIntegration \wp ObjectPropertyIntegration$
 $\wp DataTypePropertyIntegration$
 $\wp IndividualIntegration$ $OntologyAlignment \cong ClassAlignment \wp ObjectPropertyAlignment$
 $\wp DataTypePropertyAlignment$
 $\wp IndividualAlignment$ $BindingPhase \cong SimpleContractEstablishment \vee LicenseBasedContractEstablishment$ $NegotiationPhase \cong SemanticServiceSelection \vee (LicenseBasedNegotiation \wp$
 $LicenseBasedContractEstablishment)$ $MonitoringPhase \cong MonitoringContract \wp UserSatisfactionLevel \wp$
 $NoAdaptationContract \vee AdaptationProcess$ $PERSONÆApplication \cong SpecificationPhase \wp BindingPhase \wp NegotiationPhase \wp MonitoringPhase$

Anexo 1. Serviços catalogados

Provedor	Sonora		
Formas de Pagamento	Cartão de Crédito, Boleto Bancário, Débito em Conta		
Diferencial	Assinantes do provedor podem incluir o serviço Sonora na sua fatura mensal		
Acervo	<1 milhão de músicas		
Tipo de Mídia	Música		
Modelo de Negócios	Freemium		
Formato	WMA		
Serviço: Nome->	Limitado	Ilimitado	Sonora PC Clube
Nível de Qualidade	Streaming com personalização de conteúdo (Propagandas indusas)	Streaming com personalização (sem propagandas ou intervalos)	Streaming com personalização (sem propagandas); downloads ilimitados
Restrição Geográfica	Território Brasileiro		
Restrição	20 horas mensais	Sem limite de horas	Sem limites de horas (um computador)
Custo	Gratuito	R\$ 9,90	R\$ 14,90
Público-alvo	Usuários domésticos		
Requisitos	Microsoft Windows XP, Vista Mac OS X ou superior; Browsers Internet Explorer 6 ou superior, Firefox 2 ou superior e Safari; Flash versão 9 ou superior; Microsoft Windows Media Player 10 ou superior ou Silverlight 1.0 ou superior; Conexão Banda Larga		

Provedor	iTunes		Amazon
Formas de Pagamento	Cartão de Crédito, Paypal, iTunes Card		Cartão de Crédito ou Cartão de Débito
Diferencial	Podcasts, Trailers, audiobooks, aplicativos para iPods e iPhone, gráficos, programas e séries de Tv, jogos para iPod, preview de 30 seg		Oferece preview de 30 segundos dos arquivos
Acervo	<12 milhões de músicas		10,182,203 músicas
Tipo de Mídia	Música/Vídeo/Ringtones		música
Modelo de Negócios	Pay per Download		
Formato	Depende do território		MP3
Serviço: Nome->	iTunes Store		AmazonMP3 Store
Nível de Qualidade	256 kbit/s VBR AAC	128 kbit/s AAC; 256 kbit/s VBR AAC	256 kbit/s VBR
Restrição Geográfica	EUA, Europa, Canadá, México, Austrália e Nova Zelândia	Japão	EUA, Reino Unido e Alemanha
Restrição	Sem restrições	Restrição parcial; DRM (FairPlay)	Sem Restrições (DRM-Free)
Custo	US\$ 0.69;0.99; 1.29 música; US\$9.99 álbum/ Episódios (séries) US\$1.99/ Filmes US\$9.99/Locação de filmes US\$0.99		US\$0.89 - 0.99 (faixa) e US\$4.95 álbuns
Público-alvo	Usuários domésticos		Usuários domésticos
Requisitos	Mac OS X 10.4.11 ou superior; Windows XP Service Pack 2 ou superior; Conexão Banda Larga; iTunes app		Independente de plataforma para faixas individuais e busca na loja; Amazon MP3 Downloader necessário para baixar álbuns (Windows 98 ou superior, Mac OS X ou Linux)

Provedor	7digital	AmieStreet	Napster	
Formas de Pagamento	Cartão de Crédito; Paypal; SMS (Inglaterra); Cartão de Débito	PayPal e CyberSource	Cartão de Crédito, PayPal, Napster Card	
Diferencial	Podcasting; charts; vídeos; trailers; audiobooks	Possibilidade de ganhar créditos ao recomendar músicas	Capa do álbum em alta resolução disponível (encarte)	
Acervo	3.500.000 músicas/ 20.000 vídeos	850.000 músicas	8.000.000 músicas	
Tipo de Mídia	música/vídeo	Música	Música	
Modelo de Negócios	B2B	Preço por demanda	Freemium	
Formato	MP3/AAC/WMA	MP3	WMA	MP3
Serviço: Nome->			Free (rádio)	Assinatura/Download
Nível de Qualidade	192, e 320 kbit/s MP3; 192, e 320 kbit/s AAC; 192 kbit/s WMA	Não informado (somente alguns arquivos contém essa informação)	128 a 192 kbps	128 - 256 kbps
Restrição Geográfica	Europa, América do Norte, Austrália e Nova Zelândia	EUA e Japão	EUA	EUA, Canadá, Reino Unido e Alemanha
Restrição	Sem restrições (DRM-free) para MP3 e AAC; restrições para WMA	DRM-free (sem restrições)	DRM-free (sem restrições)	
Custo	US\$0.77 (faixa) e US\$7.77 (álbuns)	álbum máx. de US\$8.98;	Gratuito	0.99 música/ 9.99 álbum / 10 assinatura mensal
Público-alvo	Empresas que necessitam de música ambiente; música para chamadas em espera; música para campanhas publicitárias	Usuários finais; artistas que desejam divulgar seu material; usuários que buscam novidades a um custo mínimo	Usuários finais	
Requisitos	7digital Locker (para gerenciamento de contas e conteúdo)	PC: Windows XP ou Vista ; Mac: Mac OS X 10.4 ou superior	Napster Web Application (Windows/Mac/Linux), Internet Explorer 7.x ; Firefox 2.x, Flash Player 8+; Napster software application (Windows) Windows XP/Vista; IE 7.x ; Windows Media Player 10+	

Provedor	Rhapsody		eMusic	Magnatune
Formas de Pagamento	Cartão de Crédito		Cartão de Crédito, PayPal	
Diferencial	25 músicas gratuitas por mês		downloads de shows e audiobooks	Estimula a distribuição de até 3 cópias dos álbuns adquiridos para amigos; seleção exclusiva;
Acervo	6.000.000		2,000,000 músicas, 100,000 artistas, 200,000 álbuns, 40,000 selos	10.000 músicas
Tipo de Mídia	Música		Música	Música
Modelo de Negócios	Freemium		Assinatura	
Formato	WMA/MP3		MP3	MP3, WAV, FLAC, AAC, OGG
Serviço: Nome->	Unlimited	To Go		
Nível de Qualidade	128 a 256 kbps		192 (faixas mais antigas) a 256 kbps	128 kbps
Restrição Geográfica	EUA		Depende da faixa	Nenhuma
Restrição	DRM-free (sem restrições)		Assinatura mensal dá direito a 30 faixas; todas DRM-free	DRM-free
Custo	12.99	14.99	9.99	Preço definido pelo usuário iniciando em 5 dólares; assinatura US\$15,00
Público-alvo	Usuários finais		Usuários finais	Usuário final e comercial
Requisitos	Safari ou Firefox Web Browsers	Windows	Registro e utilizar o gerenciador de downloads do provedor; Independente de plataforma	Independente de plataforma