KEITH SEIXAS DE SOUZA

**WS&i*-RGPS: Uma abordagem de engenharia de
requisitos orientada a serviços web baseada nos
metamodelos RGPS**

São Paulo

2015

KEITH SEIXAS DE SOUZA

**WS&i*-RGPS: Uma abordagem de engenharia de
requisitos orientada a serviços web baseada nos
metamodelos RGPS**

Dissertação apresentada à Escola de Artes,
Ciências e Humanidades da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de Mestre
em Ciências do Programa de Pós-Graduação
Sistemas de Informação

Versão corrigida contendo as alterações
solicitadas pela comissão julgadora em 9 de
dezembro de 2014. A versão original encontra-
se em acervo reservado na Biblioteca da
EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e
Dissertações da USP (BDTD), de acordo com
a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de
2011.

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Fantinato

São Paulo
2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca

Souza, Keith Seixas de

WS&i*-RGPS : uma abordagem de engenharia de requisitos orientada a serviços web baseada nos metamodelos RGPS / Keith Seixas de Souza ; orientador, Marcelo Fantinato. – São Paulo, 2015
103 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, em 2014
Versão corrigida

Engenharia de software. 2. Arquitetura orientada a serviços.
I. Fantinato, Marcelo, orient. II. Título.

CDD 22.ed. – 005.1

Dissertação (Mestrado em Ciências) sob o título *"WS&i*-RGPS: Uma abordagem de engenharia de requisitos orientada a serviços web baseada nos metamodelos RGPS"*, a ser defendida por Keith Seixas de Souza em 09/12/2014, em São Paulo, Estado de São Paulo, pela banca julgadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr. Marcelo Fantinato

Presidente

Prof. Dr. João Porto de Albuquerque

Universidade de São Paulo – Instituto de Ciências Matemáticas e de
Computação

Prof. Dr. Luciano Vieira de Araújo

Universidade de São Paulo – Escola de Artes, Ciências e Humanidades

Agradeço primeiramente a aquele que em todos os dias de estudo e esforço pode me encher de energia positiva e de bênçãos para que eu pudesse seguir em frente, Deus. Agradeço também ao meu orientador que me deu direção em todos os passos rumo à dissertação com sabedoria, inteligência e acima de tudo com muita paciência. Sua tática que se resume na frase: “Morde e Assopra” me estimulou do início ao fim. Até mesmo quando restava um mês e meio da entrega da minha qualificação quando em uma reunião de costume fui até sua sala decidida a desistir do curso de Pós-Graduação. Afinal, trabalhar e cursar o mestrado eram praticamente impossíveis de conciliar para a grande maioria das pessoas ao meu redor, e estava sendo para mim também. No entanto, ao escolher o Prof. Fantinato, eu acabei fazendo a escolha mais acertada da minha carreira acadêmica, pois ele sabe muito bem o que é conciliar trabalho com mestrado e me deu muita força nos momentos mais difíceis. Agradeço também ao meu noivo Allan que fez questão de estudar ao meu lado em todos os finais de semana que me dediquei ao meu trabalho de mestrado. Estava sempre ali, me levando lanchinhos, cafezinhos, chocolatinhos, me dando muito AMOR, tudo para me ajudar a seguir adiante. Agradeço também a minha família, especialmente a Mamis e o Papis que na correria do dia a dia me auxiliaram na remoção das tarefas diárias que me eram atribuídas em casa, afinal, como diz minha Mamis: Ela sai às 7h de casa e chega às 23h. Agradeço também aos meus irmãos Sérgio e Danilo que de uma forma ou outra me motivavam quando espalhavam para seus amigos o exemplo que sou para eles. Como irmã mais velha, sinto-me na obrigação de ser modelo e referência para eles. Agradeço aos Professores da EACH que contribuíram diretamente ou indiretamente para este trabalho. Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Edmir e Prof. Dr. Eler pelas dicas valiosas durante a avaliação no Exame de Qualificação. Agradeço à ex-coordenadora do curso de Pós-Graduação em Sistemas de Informação Prof. Dra. Fátima Nunes. Não me canso de agradecer suas aulas de Metodologia que foram a base metodológica do primeiro artigo publicado fruto deste trabalho. E por último, mas não menos importante, agradeço a minha querida amiga Camila Mariane, estudante do curso de mestrado em SI, pela companhia na volta para casa das aulas de mestrado na EACH, pelas conversas sobre pesquisa e dicas sobre publicações e escrita de artigos.

Se você quiser em quem confiar, confie em si mesmo.
Quem acredita sempre alcança – Renato Russo e Flávio
Venturini)

Resumo

SOUZA, Keith Seixas de. WS*i**-RGPS: Uma abordagem de Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços Web baseada nos metamodelos RGPS. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014, Orientado por Prof. Dr. Marcelo Fantinato.

Recentemente, por conta do dinamismo existente no ambiente de negócio no qual as organizações devem adequar-se mais rapidamente às mudanças, os Sistemas de Informação (SIs) precisam também adequar-se para continuar agregando valor. Diante desse cenário e do uso de serviços eletrônicos distribuídos na rede para o desenvolvimento de sistemas, faz-se necessário o surgimento de novas abordagens em engenharia de sistemas. Sendo assim, surge a disciplina de Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços (EROS) que trata da definição de processos e metodologias para captar os requisitos de serviços tanto do ponto de vista de consumidores de serviço quanto de fornecedores de serviço. No contexto de EROS, este trabalho explora alternativas às descrições sugeridas para os metamodelos RGPS (do inglês: *Role, Goal, Process and Service*) – uma abordagem em EROS – propondo uma nova definição que visa, principalmente, incorporar à RGPS as vantagens de outros modelos já estabelecidos na literatura. Sendo assim, a nova abordagem aqui proposta, chamada de WS*i**-RGPS, para a descrição das camadas Papel e Meta, propõe o uso do framework *i**. E, para a descrição das camadas Processo e Serviço, a nova abordagem propõe o uso de WS-BPEL/WSDL. Esse trabalho apresenta também uma comparação sistemática entre a abordagem WS*i**-RGPS e outras abordagens semelhantes identificadas na literatura EROS. A comparação sistemática entre as abordagens em EROS, incluindo a nova abordagem aqui proposta, considera três parâmetros comparativos e identifica que a abordagem WS*i**-RGPS cobre mais parâmetros que as abordagens em EROS que se baseiam nos metamodelos RGPS, indicando que WS*i**-RGPS é uma alternativa melhor às soluções inicialmente propostas pelos autores dos metamodelos RGPS.

Palavras-chave: Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços. RGPS. *i**. WS-BPEL.

Abstract

SOUZA, Keith Seixas de. WS&i*-RGPS: an approach in service oriented requirements engineering based in RGPS metamodels. 2015. 103 f. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2014, Oriented by Prof. Dr. Marcelo Fantinato.

Due to the recent business environment dynamism in which organizations must quickly adapt to the changes, Information Systems also need to adapt to these changes in order to keep adding value. Taking into account this scenario and the use of electronic services distributed on the network to develop systems, the advent of new approaches in Systems Engineering is necessary. Therefore, a new discipline, Service-Oriented Requirements Engineering (SORE), was proposed, which deals with the definition of processes and methodologies in order to capture services requirements beneath two different perspectives: service consumers and service providers. In SORE context, this work aims at exploring some alternatives for those descriptions proposed by the Role, Goal, Process and Service (RGPS) meta-models, proposing a new approach – called WS&i*-RGPS – in order to incorporate to RGPS the advantages of other models well established in the literature. Accordingly, in order to describe the Role and Goal layers, this new approach proposes the use of the i* framework. Additionally, in order to describe the Process and Service layers, this new approach proposes the use of WS-BPEL/WSDL languages. This work also presents a systematic comparison among SORE approaches, including WS&i*-RGPS. This comparison considers three comparative parameters and identifies that WS&i*-RGPS covers more parameters than other approaches in SORE that uses RGPS metamodels. These results indicates WS&i*-RGPS as a better alternative comparing it to other RGPS approaches.

Keywords: Service-Oriented Requirement Engineering. RGPS. i*. WS-BPEL.

Lista de Figuras

Figura 1 - As camadas de RGPS sobrepostas formando o metamodelo RGPS.....	28
Figura 2 - A camada Papel no metamodelo RGPS.....	29
Figura 3 - A camada Meta no metamodelo RGPS.....	30
Figura 4 - A camada Processo no metamodelo RGPS.....	31
Figura 5 - A camada Serviço no metamodelo RGPS.....	32
Figura 6 - Os componentes nos diagramas do framework i*.....	35
Figura 7 - Exemplo Agendamento de Reunião – SDM.....	36
Figura 8 - Exemplo Agendamento de Reunião – SDR.....	37
Figura 9 - Estrutura da abordagem WS&i*-RGPS.....	46
Figura 10 - Modelo SDM descrevendo a venda de anúncios publicitários na Internet...	47
Figura 11 -Modelo Lógico Estratégico simplificado – Mercado de internet.....	49
Figura 12 - Exemplo do resultado do mapeamento de Papel/Ator do framework i* para Partner em WS-BPEL/WSDL.....	51
Figura 13 - Mapeamento entre ligações de dependência do framework i* para partnerLinks em WS-BPEL/WSDL.....	52
Figura 14 - Exemplo do resultado do mapeamento de Metas do framework i* para Process em WS-BPEL/WSDL.....	52
Figura 15 - Exemplo do resultado do mapeamento entre Tarefas do framework i* em <i>Basic Activity</i> e <i>Structured Activity</i> em WS-BPEL/WSDL.....	53
Figura 16 - Exemplo do resultado do mapeamento entre Tarefas means-end do framework i* em Basic Activity e Structured Activity em WS- BPEL/WSDL.....	54
Figura 17 - Exemplo do resultado do refinamento da basic activity ‘Configurar Criativos’ em termos de entradas e saídas.....	55

Figura 18 - Exemplo de resultado do mapeamento dos modelos do framework i* para um processo em WS-BPEL/WSDL.....	56
Figura 19 - Exemplo do resultado do mapeamento entre WS-BPEL e WSDL.....	57

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Mapeamento entre os componentes do framework i* e os componentes da linguagem de execução de processos WS-BPEL/WSDL.....	51
Tabela 2 - Abordagens em EROS selecionadas para comparação.....	60
Tabela 3 - Parâmetro 1: perspectivas de consumidores e fornecedores de serviço.....	61
Tabela 4 - Parâmetro 2: As fases da engenharia de requisitos tradicional	63
Tabela 5 - Parâmetro 3: Evolução de requisitos em tempo de execução.....	64

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Motivação e Justificativa.....	16
1.2	Objetivos.....	21
1.2.1	Objetivos Específicos.....	21
1.3	Estrutura da Dissertação.....	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
2.1	Computação Orientada a Serviços.....	24
2.2	A Engenharia de Sistemas e a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços – ESOS e EROS.....	25
2.3	Os Metamodelos RGPS.....	26
2.3.1	A Camada Papel.....	28
2.3.2	A Camada Meta.....	29
2.3.3	A Camada Processo.....	31
2.3.4	A Camada Serviço.....	32
2.4	Orientação a Metas: O Framework i*.....	32
2.5	Processos de Negócio: A linguagem WS-BPEL/WSDL.....	38
2.6	Mapeamento entre o framework i* e WS-BPEL/WSDL.....	40
3	METODOLOGIA.....	42
4	A ABORDAGEM WS&I*-RGPS.....	44
4.1	A Nova Abordagem: WS&i*-RGPS.....	44
4.2	As Camadas da Abordagem WS&i*- RGPS.....	46
4.2.1	A Camada Papel na Abordagem WS&i*-RGPS.....	46

4.2.2	A Camada de Meta na Abordagem WS&i*-RGPS.....	48
4.2.3	A Camada Processo na Abordagem WS&i*-RGPS.....	50
4.2.4	A Camada Serviço na Abordagem WS&i*-RGPS.....	54
4.3	Avaliação Comparativa da Abordagem.....	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS.....	68
	APÊNDICE A - Revisão Sistemática Publicada no SBSI 2013.....	73
	APÊNDICE B - Short paper publicado em SOSE 2014.....	86
	APÊNDICE C – Full paper publicado em IEEE ICC 2014.....	94

1 Introdução

Recentemente, as organizações têm vivenciado um ambiente de negócio altamente dinâmico, no qual as necessidades mudam com maior frequência devido à alta concorrência imposta pelas relações organizacionais (LAUDON; LAUDON 2011). Assim, juntamente com as mudanças organizacionais, os Sistemas de Informação (SI) devem se adequar rapidamente às diferentes realidades dentro da organização para continuarem agregando valor. Considerando essa realidade, o recente paradigma, chamado de Computação Orientada a Serviços (SOC – *Service-oriented Computing*) usa serviços como construtores básicos a fim de apoiar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas mesmo que estas estejam em ambientes heterogêneos (PAPAZOGLOU et al., 2008). A partir do paradigma SOC, a Arquitetura Orientada a Serviços (SOA – *Service-oriented Architecture*) surge como uma forma lógica de projetar sistemas sob esse paradigma, isso é, provendo serviços distribuídos por meio de interfaces de descoberta e publicação (PAPAZOGLOU et al., 2008).

Dentro desse contexto, o desenvolvimento de sistemas seguindo o paradigma SOC pode ocorrer por meio de técnicas já existentes. No entanto, o desenvolvimento de novas técnicas de engenharia de software específicas para serviços torna-se necessário, visto que as técnicas tradicionais não consideram as particularidades de ambientes SOC, como por exemplo, a descrição de serviços independentemente de como esses são implementados ou a garantia de qualidade de serviço (QoS – *Quality of Service* – QoS) (BANO; IKRAM, 2010). Além disso, o surgimento de novas técnicas para o desenvolvimento de software seguindo o paradigma SOC é, principalmente, motivado pelos avanços na computação em nuvem (NING et al., 2012). Sendo assim, surgiu então uma disciplina que se baseia no paradigma SOC, e une-se a engenharia de sistemas. Essa disciplina, conhecida como Engenharia de Sistemas Orientada a Serviços (ESOS), aponta para o desenvolvimento disciplinado, sistemático e quantificado de sistemas SOC (GU; LAGO, 2009). A partir de ESOS, esta disciplina é detalhada em outras subdisciplinas. Uma delas é a disciplina Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços (EROS) que trata da definição de processos e metodologias para captar os requisitos de serviços tanto do ponto de vista de consumidores de serviço quanto de fornecedores de serviço (LAMSWEEERDE 2000).

Na metade dos anos 2000, nas pesquisas elaboradas por Papazoglou et al., (2008) e Kontogiannis et al., (2007), ESOS é colocada como um desafio também a ser resolvido, inexplorado até então na época. Já a pesquisa elaborada por Gu e Lago (2009) indica o aumento do número de trabalhos publicados entre 2006 e 2009 que abordavam questões e desafios relacionados à EROS em si. Surgiam então as primeiras premissas e discussões sobre EROS como uma disciplina importante no contexto do paradigma SOC, partindo, principalmente, da prerrogativa de que a engenharia de requisitos possui um papel importante no ciclo de desenvolvimento de software (WANG et al., 2007). Em meados de 2007, surge um número maior de publicações com abordagens em EROS, considerando desde extensões às técnicas já existentes no contexto de engenharia de requisitos tradicional até novas técnicas elaboradas e desenvolvidas especialmente para ambientes de SOC (SOUZA; FANTINATO, 2013). A partir de então, surgem propostas que vão desde o uso de técnicas de engenharia de requisitos já existentes, como o framework i* (RAADT; GORDIJN; YU et al., 2005; FRANCH et al., 2011; PIMENTEL et al., 2012), até a definição de metamodelos específicos para ambientes de SOC, como são os metamodelos Papel, Meta, Processo e Serviço (RGPS – *Role, Goal, Process and Service*).

RGPS, em sua essência, é definido como sendo uma abordagem hierárquica e cooperativa baseada em quatro camadas (Papel, Meta, Processo e Serviço) que, combinadas uma a uma, possibilita desde a análise da estrutura organizacional e seus requisitos no domínio do problema, até a implementação desses requisitos por meio de serviços eletrônicos distribuídos na rede (WANG et al., 2008). Os autores que propuseram RGPS sugerem que seus metamodelos sejam descritos usando a Linguagem de Ontologia Web (OWL – *Web Ontology Language*) para a definição das camadas Papel e Metas, e a Linguagem de Ontologia Web para Serviços (OWL-S – *Web Ontology Language for Services*) para a definição das camadas de Processos e Serviços (CHEN; HE 2011; ZHANG; YIN; LIU et al., 2011). De acordo com esses autores, com a semântica garantida por OWL e OWL-S, é possível a definição do domínio do problema, além de garantir o reúso de artefatos de software também na análise de requisitos e não somente no uso dos serviços eletrônicos. Embora a abordagem RGPS apresente importantes características para o contexto de ESOS, e principalmente de EROS, também não foram propostas outras soluções ou extensões que descrevam as camadas de RGPS fora do modelo originalmente proposto por seus idealizadores (ou seja, apenas com uso de ontologias) (SOUZA; FANTINATO, 2013).

Diante do estado da arte da literatura, no que diz respeito a EROS as lacunas de pesquisa identificadas (SOUZA; FANTINATO, 2013) e que são tratadas nesse trabalho de mestrado são:

- Nenhuma abordagem padrão foi identificada na literatura EROS. Ao longo da revisão sistemática de Souza e Fantinato (2013) é possível destacar que há diversas abordagens que procuram resolver problemas associados à EROS, porém pela maturidade da área não há qualquer padrão de modelo e/ou linguagem já estabelecido;
- No caso dos metamodelos RGPS, nenhuma proposta na literatura sugere uma abordagem que combina outros modelos e linguagens que não às descrições semânticas, não explorando outros modelos e linguagens já estabelecidos na literatura de engenharia de requisitos tradicional combinados aos metamodelos RGPS que são desenhados para EROS. As descrições semânticas têm sido pouco usadas na indústria por sua dificuldade de modelagem e processamento por ferramentas específicas, impedindo que abordagens semânticas sejam adotadas na mesma velocidade com que o conceito de orientação a serviços espalha-se.

Sendo assim, dadas as lacunas de pesquisa supracitadas, este trabalho explora alternativas às descrições sugeridas para os metamodelos RGPS, propondo uma nova definição que visa, principalmente, incorporar aos metamodelos RGPS as vantagens de outros modelos já estabelecidos na literatura. Sendo assim, para a descrição das camadas Papel e Meta, propõe-se o uso do framework *i**. E, para a descrição das camadas Processo e Serviço, propõe-se o uso de WS-BPEL/WSDL. Basicamente, o framework *i**, que é um modelo orientado a metas, promove o uso de metas para gerenciar diferentes aspectos do processo de especificação do sistema. Entre suas vantagens estão estabilidade, apoio à detecção de conflitos, análise e negociação (LAMSWEEERDE 2001). Em suma, o framework *i** consiste de dois modelos complementares que exploram não somente como desenvolver o requisito de sistema, mas também explora as influências e intenções que os atores ou papéis modelados aplicam sobre o domínio do problema. Já a escolha de WS-BPEL/WSDL para a definição das camadas Processo e Serviço se deve por sua maturidade e largo uso no estado da prática (DENG et al., 2011), aumentando as chances de que a abordagem aqui proposta possa ser adotada também na indústria. Além de propor uma nova abordagem em EROS, este trabalho apresenta também uma comparação sistemática entre a nova abordagem aqui proposta, nomeada de WS&*i**-RGPS (*Web Services and i*-based RGPS*), e outras abordagens em

EROS mencionadas na literatura a fim de elencar os ganhos e perdas entre as abordagens de forma sistemática por meio de parâmetros de comparação também coletados na literatura relacionada a EROS.

1.1 Motivação e Justificativa

Segundo pesquisa encomendada pelo Instituto Gartner e elaborada por Altman (2011), no ano de 2015, 80% das aplicações existentes nas organizações são composições de outras aplicações menores distribuídas na rede. Essa pesquisa aponta para uma tendência na distribuição e modularização das aplicações na indústria. SOC pressupõe tal distribuição buscando a composição rápida e de baixo custo de serviços eletrônicos distribuídos na rede. Por conta dessa distribuição de aplicações, novas abordagens de engenharia de sistemas precisam ser elaboradas para atender as particularidades desse novo paradigma. Vjjayan e Raju (2011) argumentam que certos conceitos emergentes devem ser considerados no ciclo de desenvolvimento de sistemas diante do novo paradigma de SOC:

- Software considerado como um serviço (SaaS – *Software as a Service*).
- Modelagem de processos de negócio.
- Gerenciamento de serviços de Tecnologia da Informação (TI).
- Classificação de serviços eletrônicos distribuídos na rede.

Os conceitos mencionados fazem com que velhos paradigmas computacionais sejam descontinuados dando lugar ao novo paradigma computacional, SOC. A adoção de novos paradigmas faz com que ocorram mudanças em outras áreas da computação. Sendo assim, com a evolução trazida por SOC, e da arquitetura SOA que o realiza, surge a necessidade de adequar as atuais abordagens em engenharia de sistemas para contemplar as novas características advindas com o paradigma SOC (PAPAZOGLU et al., 2007). Além disso, existem certos fenômenos que estão relacionados à engenharia de requisitos como um todo e que podem ser trazidos para EROS. Isso porque um dos fatos que motiva a pesquisa em EROS é o fato de que os problemas e questões relacionadas à engenharia de sistemas como um todo estão se concentrando na engenharia de requisitos (HE et al., 2007). Isso se deve ao fato de que apesar de todas as técnicas existentes na engenharia de sistemas, o alinhamento entre os objetivos organizacionais e a implementação do SI continua sendo uma lacuna (LAMSWEEERDE 2000; SOMMERVILLE 2010). Logo, a engenharia de requisitos ganha

atenção dos pesquisadores segundo essa prerrogativa mesmo no contexto do novo paradigma computacional SOC.

Ralíte (2012) afirma que são praticamente inexistentes as abordagens que tratam de EROS especificamente. No entanto, a revisão sistemática de Souza e Fantinato (2013) aponta que houve um aumento significativo nos últimos anos de publicações relacionadas a EROS. Dessas publicações, 80% apresentavam técnicas de modelagem de requisitos em ambientes SOC. Os outros 20% tratam da contextualização de EROS e seus conceitos associados a essa nova disciplina. Outra constatação desse estudo é o aumento de publicações em periódicos relacionadas a EROS entre os anos de 2010 e 2012. Essas evidências demonstram o aumento no interesse da comunidade científica em relação à EROS bem como a melhoria na qualidade de suas publicações nos últimos anos. Porém, apesar do interesse da comunidade acadêmica sobre o assunto, também não é possível definir qualquer abordagem padrão entre as abordagens propostas em EROS.

Dentro desse contexto, RGPS é apresentada como uma das abordagens em EROS, inicialmente proposta por He et al., (2007) no contexto de *Networked Softwares*, cujo foco é oferecer metamodelos colaborativos e hierárquicos para o processo de engenharia de requisitos em ambientes de SOC considerando SIs complexos. RGPS considera quatro camadas inter-relacionadas que, combinadas uma a uma, atende aos aspectos tanto do problema a ser resolvido (camadas Papel e Meta) quanto aos conceitos relacionados ao paradigma computacional de SOC (camadas Processo e Serviço). RGPS pode ser considerada uma abordagem completa segundo as perspectivas de consumidores e fornecedores de serviço. Isso porque RGPS atua como uma ponte a fim de concretizar uma conexão altamente acoplada entre consumidor de serviço e fornecedor de serviço (HE et al., 2011).

As abordagens em RGPS propõe que os metamodelos sejam descritos por meio de ontologias considerando os aspectos de domínio do problema e a racionalização desses via descrições semânticas (BU et al., 2010). As propostas de Chen e He (2011) e Zhang, Yin e Liu (2011) propõem o uso de OWL e OWL-S. O estudo apresentado por Hu et al., (2010) já argumenta que, alinhado ao uso de ontologias, as camadas Papel e Meta podem ser definidas em sua abordagem segundo Tropos, que é uma metodologia da engenharia de requisitos baseada em metas e agentes. Esse estudo pressupõe que o uso de Tropos auxilia na explicitação das estratégias organizacionais. No contexto de EROS, não são encontrados estudos que descrevessem as camadas de Processo e Serviço de RGPS considerando padrões

já estabelecidos da arquitetura SOA, como por exemplo, WS-BPEL/WSDL. O uso de WS-BPEL/WSDL pode ser considerado importante neste contexto considerando que a grande maioria dos sistemas SOC sendo desenvolvidos na indústria atualmente seguem esse padrão de desenvolvimento, ou seja, eles representam o estado da prática no paradigma de SOC.

No contexto de EROS, os principais benefícios dos metamodelos RGPS são descritos no trabalho de Souza, Fantinato e Eler (2014) e são compilados a seguir:

- Os metamodelos RGPS unificam, em uma mesma abordagem, as perspectivas de consumidores e fornecedores de serviço, atuando como uma ponte entre essas duas perspectivas (HE et al., 2011);
- RGPS procura descrever requisitos customizados por meio de diferentes aspectos conseguidos por quatro camadas hierárquicas – Papel, Meta, Processo e Serviço (WANG et al., 2007);
- RGPS, também, é usado como um guia para modelagem de requisitos (WANG et al., 2007), no qual suas camadas podem ser descritas por diferentes linguagens ou modelos existentes na literatura.

O trabalho de Souza, Fantinato e Eler (2014) também elenca algumas desvantagens dos metamodelos RGPS. Esses são resumidos a seguir:

- RGPS não tem como objetivo definir qualquer metodologia para o uso de seus metamodelos, mas somente definir componentes em camadas e suas ligações (WANG et al., 2007);
- Originalmente, os metamodelos RGPS foram projetados para serem descritos por meio de ontologias. Portanto, é um desafio usar outros modelos e/ou linguagens para descrever as camadas RGPS, apesar de seus autores pressuporem tal flexibilidade.

Sendo assim, este trabalho apresenta uma abordagem que descreve os metamodelos RGPS com o framework i*, justamente para agregar a RGPS as vantagens no uso de um modelo orientado a metas, não somente na metodologia de engenharia de requisitos como proposto por Hu et al., (2010), mas também na especificação e análise nas camadas Papel e Meta. Além disso, pretende-se também agregar as vantagens do uso de WS-BPEL/WSDL nas camadas Processo e Serviço dos metamodelos RGPS, propondo assim uma alternativa às abordagens existentes em RGPS no contexto de EROS. As vantagens e desvantagens dos modelos e linguagens escolhidos são apresentadas também nesta seção.

No contexto de EROS, os principais benefícios do uso do framework i* são elencados a seguir (SOUZA; FANTINADO; ELER, 2014):

- O framework i* representa os requisitos de sistema mantendo as informações sobre possíveis alternativas no fluxo de solução do problema modelado (FRANCH et al., 2011; YU et al., 1996);
- O framework i* auxilia no gerenciamento de diferentes aspectos da especificação de sistemas, tais como: estabilidade, apoio a detecção de conflitos, análise, negociação e habilidade de decompor a solução dentro do domínio do problema (KONTOGIANNIS et al., 2007);
- O framework i* permite a racionalização em requisitos modelados (FRANCH et al., 2011);
- Esse framework também explora as dependências entre atores e/ou papéis – que são definidos como sendo os agentes humanos e as funções estratégicas dentro da organização – a fim de auxiliar na descrição de sistemas e na descrição do domínio do problema (YU, 1994);
- O framework i* é útil também em descrever aspectos de arquitetura atuando como uma ponte entre requisitos e arquitetura além de facilitar a composição de componentes (PIMENTEL et al., 2012);

As desvantagens no uso do framework i*, no contexto de EROS, passam pelos pontos a seguir (SOUZA; FANTINATO; ELER, 2014):

- O framework i* precisa ser adaptado a fim de monitorar sistemas em tempo de execução, além de ser necessário que o framework i* seja combinado com outras metodologias para oferecer apoio à QoS (FRANCH et al., 2011);
- O framework i* não promove o reúso de modelos e a heterogeneidade, e também não apresenta apoio a configuração de modelos (PIMENTEL et al., 2012);
- O framework i* também não promove a análise de viabilidade econômica do sistema modelado, tendo que ser combinado a outros modelos com esse objetivo (RAADT; GORDIJN; YU, 2005).

Quanto ao uso da linguagem de execução de processos de negócio (WS-BPEL/WSDL) no contexto de EROS, suas principais vantagens também são levantadas conforme lista a seguir (SOUZA; FANTINATO; ELER, 2014):

- WS-BPEL/WSDL é reconhecido por sua maturidade e difundido uso na indústria (DENG et al., 2011);
- WS-BPEL/WSDL é considerado como o padrão em composição de serviços web da indústria, fortemente recomendado pela W3C (W3C, 2014);
- WS-BPEL/WSDL considera os aspectos de processos de negócio pela composição de serviços eletrônicos (OASIS, 2014);
- WS-BPEL/WSDL descreve processos de negócio internos em organizações, bem como a interação desses processos internos com processos externos, além de promover a verificação de requisitos (PISTORE; ROVERI; BUSETTA, 2004);
- WS-BPEL/WSDL promove o monitoramento e a evolução de requisitos (TSAI et al., 2007; PISTORE; ROVERI; BUSETTA, 2004).

No contexto de EROS, as desvantagens de WS-BPEL/WSDL são conforme a seguir (SOUZA; FANTINATO; ELER, 2014):

- WS-BPEL/WSDL não considera propriedades semânticas, tais como pré-condições e pós-condições;
- WS-BPEL/WSDL não trata adequadamente o mapeamento entre descrições de requisitos em alto nível e descrições de processos de negócio em baixo nível (SÉGURAN; HERBERT; FRANKOVA, 2008).

Portanto, considerando a atual situação da literatura, este trabalho de pesquisa apresenta uma abordagem que descreve os metamodelos RGPS por meio do framework *i** (camadas Papel e Meta) e WS-BPEL/WSDL (camadas Processo e Serviço). O framework *i** auxiliaria na definição dos objetivos estratégicos e na definição de dependências entre atores e papéis de um determinado problema a ser resolvido. Já o uso de WS-BPEL/WSDL auxiliaria na descrição das camadas Processo e Serviço, possibilitando o uso de linguagens padrão da arquitetura SOA, que são largamente usadas pela academia e indústria. Apesar da perda semântica, com o não uso de ontologias dos metamodelos RGPS originais, a proposta aqui apresentada sugere uma abordagem mais viável em termos práticos e, além disso, propõe uma alternativa à descrição dos metamodelos RGPS. Ao final deste trabalho, é apresentada uma comparação entre a nova abordagem aqui proposta e outras abordagens descritas na literatura EROS, a fim de demonstrar de forma sistemática os ganhos e perdas conseguidos com a combinação entre os metamodelos RGPS, o framework *i** e WS-BPEL/WSDL.

1.2 Objetivos

Dentro do contexto motivacional apresentado anteriormente, este trabalho tem como objetivo propor WS&i*-RGPS (*Web Service and i*-based RGPS*), uma nova abordagem para descrever os metamodelos RGPS. WS&i*-RGPS usa o framework i* para descrever as camadas Papel e Meta e WS-BPEL/WSDL para as camadas Processo e Serviço. Além disso, este trabalho propõe também uma comparação sistemática entre a nova abordagem aqui proposta e outras abordagens descritas na literatura EROS a fim de elencar os ganhos e perdas do uso da nova abordagem em EROS. Os objetivos específicos são detalhados na próxima subseção.

1.2.1 Objetivos Específicos

A seguir são elencados os objetivos específicos deste trabalho de forma detalhada a fim de apresentar os entregáveis deste trabalho:

1. Avaliar sistematicamente a literatura acadêmica sobre o uso de RGPS, do framework i* e de WS-BPEL/WSDL no contexto de EROS;
2. Estabelecer a abordagem WS&i*-RGPS considerando os conceitos dos metamodelos RGPS identificados na literatura e os descrevendo segundo o framework i* e WS-BPEL/WSDL, incluindo, para isso:
 - 2.1. Definir os requisitos que a nova abordagem precisa ter, com base nos conceitos e estudos levantados;
 - 2.2. Estabelecer a nova abordagem, em termos de escopo geral;
 - 2.3. Refinar a nova abordagem, especificando cada uma das camadas RGPS e o mapeamento entre elas, considerando a escolha do framework i* e de WS-BPEL/WSDL.
3. Comparar e avaliar sistematicamente a abordagem WS&i*-RGPS com o objetivo de evidenciar cientificamente sua eficiência e eficácia, além de suas vantagens e desvantagens quando comparada a outras abordagens com objetivos similares existentes na literatura em EROS, tendo que para isso:
 - 3.1. Levantar na literatura os parâmetros de comparação em EROS, passíveis de serem usados para comparar suas abordagens;

- 3.2. Levantar as abordagens em EROS com objetivos similares à abordagem WS&i*-RGPS considerando para tal somente as abordagens em EROS que usam os mesmos modelos e linguagens usadas pela nova abordagem proposta WS&i*-RGPS. Isso porque a intenção deste trabalho é medir o quão vantajoso é a forma com que os modelos e linguagens são combinados na abordagem WS&i*-RGPS em detrimento a outras abordagens semelhantes;
- 3.3. Apresentar uma análise dos prós e contras, limites e alcances evidenciados no estudo que cruza cada parâmetro de comparação e cada abordagem selecionada para a comparação.

Com os objetivos específicos listados acima, este trabalho pretende apresentar um panorama amplo da literatura em EROS e suas abordagens comparadas segundo parâmetros de comparação listados também da literatura em EROS.

1.3 Estrutura da Dissertação

Este documento está dividido nas seguintes partes: Capítulo 2, que contextualiza o tema em estudo por meio de uma fundamentação teórica; Capítulo 3, que apresenta a metodologia que empregada na realização deste trabalho; Capítulo 4, que apresenta a abordagem proposta em detalhe; Capítulo 5, que apresenta a comparação entre as abordagens existentes em EROS com a nova abordagem aqui proposta; Capítulo 6, que apresenta as considerações finais deste trabalho; Referências Bibliográficas; Apêndice A, que apresenta um artigo apresentado publicado no SBSI 2013, apresentando uma revisão sistemática sobre o tema; Apêndice B que apresenta o artigo no formato de *short paper* publicado no *8th International Symposium on Service-Oriented System Engineering*, em abril de 2014; e, por fim, Apêndice C, que contém o artigo no formato de *full paper* publicado na *11th IEEE International Conference on Services Computing*.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo, são apresentados os principais conceitos que norteiam a abordagem apresentada neste trabalho. Esses conceitos passam por desde o novo paradigma de SOC até EROS. Em relação a EROS, são apresentadas as definições sobre as abordagens citadas na literatura, as quais são propostas para solucionar os desafios em EROS.

2.1 Computação Orientada a Serviços

A Computação Orientada a Serviço, SOC, foi inicialmente proposta na década de 2000 com o intuito de prover um novo paradigma computacional baseado em serviços distribuídos na rede de computadores. Segundo Papazoglou et al., (2008), SOC usa serviços eletrônicos como construtores básicos para apoiar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas. Serviços eletrônicos são autônomos, independente de da plataforma computacional, além de poderem ser descritos, publicados, descobertos e compostos dinamicamente para o desenvolvimento distribuído e interoperável de sistemas. Uma abordagem orientada a serviços, baseada no paradigma SOC, deve ser independente de linguagens específicas de programação ou sistemas operacionais. Huhns e Singh (2005) afirmam que, no contexto de SOC, serviços eletrônicos fornecem abstrações de alto nível apoiando o desenvolvimento em grande escala em ambientes abertos, melhorando a produtividade e a qualidade das aplicações compostas.

A Arquitetura Orientada a Serviços, SOA, é a realização dos conceitos de SOC em termos de arquitetura de componentes. Por meio de serviços web, SOA propõe uma arquitetura com foco na distribuição de serviços web altamente acoplada, baseada em padrões e independente de protocolos (PAPAZOGLU; HEUVEL, 2007). Os serviços web fornecem a base para o desenvolvimento e execução de processos de negócio que estão distribuídos na rede e disponíveis por meio de interfaces e protocolos padronizados. Serviços web usam a internet como meio de comunicação e é baseado nos seguintes padrões (PAPAZOGLU; HEUVEL, 2007; PAPAZOGLU et al., 2008;):

- Protocolo de Acesso a Objetos Simples (SOAP – *Simple Object Access Protocol*): é o protocolo padrão para comunicação entre serviços web na rede. Mensagens

SOAP podem trafegar sob qualquer protocolo de comunicação na internet. Uma mensagem de requisição SOAP é recebida em tempo real por um receptor SOAP que processa a mensagem recebida a fim de prover o serviço requisitado;

- Integração, Descoberta e Descrição Universal (UDDI – *Universal Description, Discovery and Integration*): é o serviço de registro padrão de serviços web, onde um serviço pode ser encontrado a fim de ser consumido por outros serviços web na rede;
- Linguagem de Descrição de Serviços Web (WSDL – *Web Service Description Language*): é a linguagem padrão que descreve as funcionalidades bem como a forma com que o serviço web pode ser consumido e invocado, em termos de entradas necessárias e as saídas resultantes de sua execução.

No contexto de SOA, existem serviços consumidores e serviços fornecedores (PAPAZOGLOU; HEUVEL, 2007). Esses dois papéis conceituais são definidos na arquitetura SOA e são essenciais no desenvolvimento de sistemas baseados em serviços.

2.2 A Engenharia de Sistemas e a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços – ESOS e EROS

Com a evolução do paradigma de SOC por conta da melhoria nas tecnologias que norteiam a arquitetura SOA, surgiu-se a necessidade de se considerar novos processos e metodologias na engenharia de sistemas. Isso porque as atuais abordagens de engenharia de sistemas não consideram em plenitude todas as particularidades trazidas a partir do novo paradigma de SOC (GU; LAGO, 2009). Portanto, surge uma nova disciplina, a Engenharia de Sistemas Orientada a Serviços (ESOS), que aponta para o desenvolvimento sistemático, disciplinado e quantificável de sistemas orientados a serviços. Um conceito comum encontrado nas abordagens ESOS é o software usado como um serviço (SaaS – *Software as a Services*) para o consumo distribuído na rede. Com os diversos desafios e problemas levantados na literatura a respeito de ESOS, percebeu-se que as atuais abordagens tratadas à engenharia de sistemas tradicional não cabiam isoladamente à luz da problemática mencionada na literatura em ESOS (GU; LAGO, 2009; BRERETON et al., 2005).

A partir disso, ESOS é aberta em outras subdisciplinas. Uma delas é a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços (EROS) que, na engenharia de requisitos tradicional, aponta

para especificação e análise de requisitos de sistema, só que no contexto de orientação a serviços (TSAI et al., 2007). EROS envolve atividades da engenharia de requisitos tradicional. Porém, as entidades consideradas e os processos usados são diferentes, bem como, o uso dos modelos no processo de desenvolvimento. Portanto, EROS trata da definição de processos e metodologias para captar os requisitos de serviços tanto do ponto de vista de consumidores de serviço quanto do ponto de vista de fornecedores de serviço. Uma abordagem EROS deve considerar os serviços eletrônicos sob demanda, na qual um sistema é definido e desenvolvido como um conjunto de pacotes organizacionais que podem interoperar e trocar informações entre si (VIJAYAN; RAJU, 2011). O trabalho de Souza e Fantinato (2013) apresenta uma revisão sistemática da literatura em EROS. Neste trabalho é possível identificar que:

- Houve um aumento no interesse da comunidade científica com relação a EROS nos últimos anos destacado pelo aumento no número de publicações nos principais veículos científicos de publicação na área de computação e correlatas;
- Considerando as fases de engenharia de requisitos tradicional: elicitação, análise, especificação, negociação, gerenciamento e verificação citadas em Sommerville (2010), as abordagens em EROS não se tem focado nas fases de negociação e verificação;
- São encontradas poucas abordagens em EROS cujo foco é única e exclusivamente apontar uma solução do ponto de vista de fornecedores de serviço;
- No ano de 2012, houve uma diminuição no número de publicações relacionadas a EROS. Entretanto, as publicações desse ano são em veículos de publicação do tipo periódico, o que indica o aumento da qualidade nas publicações em EROS.

Dado esse panorama geral, as próximas subseções tratam das definições de algumas abordagens em EROS que servem de base para a abordagem descrita nesse trabalho.

2.3 Os Metamodelos RGPS

Os metamodelos RGPS, abreviação do inglês *Role, Goal, Process and Service*, surgiram em meados de 2007 como uma abordagem para engenharia de requisitos em sistemas complexos distribuídos em rede, os chamados *Networked Softwares* (WANG et al., 2007; HE et al., 2007). RGPS propõe uma maneira de modelar os requisitos de software segundo o paradigma

SOC, definindo uma arquitetura de modelagem que prevê a definição de quatro camadas (Papel, Meta, Processo e Serviço), sobrepostas uma a uma com o objetivo de oferecer uma abordagem que se inicia na análise da estrutura organizacional do problema modelado e finaliza na solução dos requisitos especificados baseado em serviços eletrônicos (WANG et al., 2008).

Em relação a cada uma das camadas, de maneira geral: (i) a camada Papel prevê a definição das relações entre papéis e atores no cenário a ser modelado; (ii) a camada Meta descreve os requisitos dos *stakeholders* (que são os envolvidos que contribuem ou patrocinam o desenvolvimento de um SI) como metas e intenções a serem atingidas, definindo o que os *stakeholders* esperam do sistema a ser desenvolvido; (iii) a camada Processo define os requisitos de usuários segundo processos atômicos ou compostos, conduzidos por atividades; e por fim; e (iv) a camada Serviço descreve a execução propriamente dita do modelo definido (HE et al., 2011; WANG et al., 2008; WANG et al., 2007).

A Figura 1 ilustra, por meio de um metamodelo, os relacionamentos existentes entre as quatro camadas de RGPS. Um *Ator* pode ser um *Humano* ou um *Software Legado* que influencia de alguma forma na modelagem dos requisitos do sistema a ser desenvolvido. Um *Ator* executa funções, sendo assim, um *Ator* está conectado a um ou vários papéis (representado pela classe *Papel*) dentro da organização. Esse ator também pode ter seus objetivos pessoais e intenções particulares (representado pela classe *Meta Pessoal*) que podem ser incluídos ou não, dada sua influência no problema modelado e seu impacto nos objetivos estratégicos da organização. Os objetivos do papel em si também são modelados (por meio da classe *Meta de Papel*). Tanto os objetivos pessoais de um determinado ator quanto os objetivos de um papel ou função são generalizados em termos de *Metas*. Essas metas definem o que é priorizado e especificado na modelagem. São a partir dessas metas que as metas *Funcionais* e metas *Não Funcionais* são especificadas, surgindo, a partir desses conceitos, a especificação de *Processo* e, conseqüentemente a execução desse processo por meio de *Serviços*.

As próximas subseções apresentam cada uma das camadas RGPS: Papel, Meta, Processo e Serviço de forma detalhada. É válido também destacar que a Figura 1 apresenta a proposta consolidada do metamodelo RGPS. As figuras que apresentam o refinamento de suas camadas (figuras 2, 3, 4 e 5) foram apresentadas anos antes da proposta consolidada do metamodelo RGPS (figura 1). Sendo assim, nas figuras onde há o refinamento de cada

camada, existem nomes diferentes daquilo proposto posteriormente de forma consolidada. Isso demonstra certa evolução dos metamodelos refinados para o metamodelo consolidado.

Figura 1 – As camadas de RGPS sobrepostas formando o metamodelo RGPS (HU et al., 2010).

2.3.1 A Camada Papel

A camada Papel descreve a estrutura organizacional do problema analisado, considerando que o trabalho de uma organização é caracterizado por um conjunto de papéis ou funções que se relacionam entre si e são desempenhados por atores. Também na camada Papel, as metas gerais de uma organização podem ser definidas modelando um panorama geral das necessidades de negócio. Como os papéis são as funções associadas a uma organização, um papel é definido como sendo um conjunto de responsabilidades a serem executadas na camada Processo. Sendo assim, regras de negócio definidas na camada Papel são usadas como parâmetros na execução de processos na camada Processo (WANG et al., 2008). Hu et al., 2010 complementa a definição da camada Papel argumentando que essa deve especificar, também, quem está envolvido no processo de engenharia de requisitos, bem como suas funções nesse processo. Além disso, os papéis mapeados nessa camada podem ser definidos em termos de suas relações com outros papéis ou organizações a fim de mapear a influência que outras entidades têm com relação ao problema modelado.

A figura 2 apresenta a especificação da camada Papel. Um *Papel* faz parte de uma *Organização*. Um *Ator* executa um ou mais papéis ou também faz parte de um *Grupo de Atores*. Para representar as preferências e objetivos de um grupo de atores, a classe grupo de atores pode estar relacionada a uma ou mais *Metas de Multidão*. Um *Papel* pode também

estar relacionado a uma ou mais *Metas Organizacionais* e também agregar *Responsabilidades*, que por sua vez, são executadas por um conjunto de *Atividades*. Essas atividades estão relacionadas a *Regras de Negócio* de uma organização. As atividades necessitam de *Recursos de Negócio* que podem ser *Recursos Informações* ou *Recursos Técnicos* para que assim sejam executadas por *Processos*. É válido ressaltar que a figura 2 é um refinamento da figura 1 do ponto de vista da camada Papel.

Figura 2 – A camada *Papel* no metamodelo RGPS (WANG et al., 2007).

2.3.2 A Camada Meta

Uma meta é um objetivo que o sistema em consideração deve alcançar (YU, 1997). Baseada nessa antiga definição, a camada Meta em RGPS é usada para refinar o modelo definido na camada anterior – a camada Papel – modelando as intenções e metas dos seus papéis e atores. O trabalho de Wang et al., (2008) argumenta que as metas podem ser divididas em metas de papéis e metas de atores. A diferença é que uma meta de um papel caracteriza uma necessidade da organização em si, enquanto uma meta de atores são metas pessoais características somente daquela entidade e não é uma necessidade do negócio modelado. Hu et al., 2009 define que basicamente as metas modeladas podem ser consideradas como metas estratégicas no processo de EROS representando as expectativas dos *stakeholders* em relação ao sistema a ser desenvolvido.

A figura 3 apresenta os elementos que compõem a camada Meta. Uma *Meta* é a generalização de uma *Meta Organizacional* ou de uma *Meta de Multidão*, originária de um *Grupo de Atores*. Uma *Meta* pode ser subdividida em outras *Submetas* representando assim sua especificação e seu refinamento. Essa meta, também, relaciona-se a uma *Variabilidade* que pode ser:

- *Obrigatória*: quando a meta deve ser atingida para o sucesso do sistema a ser desenvolvido;
- *Alternativa*: quando a meta modelada é alternativa a outra meta. Uma meta alternativa pode substituir outra;
- *Opcional*: quando a meta é desejável, porém não é imprescindível para o sucesso do sistema a ser desenvolvido. É aceitável que essa meta não seja atingida;
- *Ou*: metas caracterizadas como *Ou* podem ou não ser executadas em conjunto. A diferença entre uma meta *Alternativa* e uma meta *Ou* é que a meta *Alternativa* é executada em detrimento a outra meta, enquanto que metas *Ou* podem ser executadas em conjunto com outras metas.

Figura 3 – A camada Meta no metamodelo RGPS (WANG et al., 2007).

Uma meta pode ser também *Funcional* ou *Não Funcional*. Uma meta *Funcional* representa um objetivo concreto que os *stakeholders* almejam do sistema a ser desenvolvido. Enquanto que metas *Não Funcionais* representam objetivos subjetivos que não podem ser diretamente conseguidos. Geralmente, uma meta *Não Funcional* é refinada durante o processo

de EROS até chegar a uma meta *Funcional*. É importante destacar que a figura 3, em relação à figura 1, apresenta seu refinamento do ponto de vista da camada Meta dos metamodelos RGPS.

2.3.3 A Camada Processo

A camada Processo tem como função a modelagem dos processos de negócio que contribuem para atingir as metas funcionais ou não funcionais (ZHANG; LIU, 2011). Mais precisamente, é na camada Processo que as metas modeladas na camada anterior – camada Meta – são modeladas considerando suas sequências e dependências (WANG et al., 2008). A figura 4 apresenta a camada Processo em RGPS. Um *Processo* pode ser um *Processo Atômico* ou um *Processo Composto*. O *Processo Composto* é definido como um conjunto de processos combinados a partir de *Construtores de Controle*. Os *Construtores de Controle* definem como os processos são executados. Já um *Processo Atômico* pode realizar uma determinada funcionalidade por meio de uma *Atividade*. Um processo, também, possui uma ou mais *Metas Operacionais*, podendo a generalização Meta ter uma *Variabilidades* associada.

Figura 4 – A camada Processo no metamodelo RGPS (WANG et al., 2007).

O processo modelado pode possuir:

- *Pré-condições*: que são restrições que devem ser conseguidas antes da execução do processo;
- *Pós-condições*: que são restrições conseguidas após a execução do processo;

- *Entradas*: que são os dados servidos de insumo para o processo. Em suma, são os dados a serem transformados pelo processo quando executado;
- *Saídas*: que são os dados transformados a partir da execução do processo.

2.3.4 A Camada Serviço

A camada Serviço representa a composição de serviços depois da escolha de serviços em um repositório (HU et al., 2010). Na abordagem definida por Wang et al., (2007), a camada Serviço é especificada em termos de serviços web semânticos. A figura 5 ilustra a camada Serviço em RGPS, um *Serviço Web Semântico* é a generalização de *Serviço Atômico* ou um *Serviço Composto*. Um *Serviço Composto* tem uma *Orquestração* que define como o conjunto de serviços é executado. Já um *Serviço Atômico* agrega *Mensagens* que definem as *Entradas* e *Saídas* do serviço; e *Operações* que definem as *Pré-condições* e *Pós-condições*. Um *Serviço Web Semântico* tem um conjunto de *Qualidades de Serviços* (que garantem as metas não-funcionais), além de ser registrado, desempenhado e disponibilizado na rede por meio de um *Fornecedor*.

Figura 5 – A camada Serviço no metamodelo RGPS (WANG et al., 2007).

2.4 Orientação a Metas: O Framework i*

O framework i*, inicialmente proposto por YU (1994), é uma abordagem baseada em metas, desenvolvida para modelar e racionalizar sobre ambientes organizacionais e seus SIs. O framework i* visualiza processos como atores que dependem uns dos outros para que metas sejam atingidas, tarefas sejam desempenhadas e recursos sejam usados (YU; MYLOPOULOS, 1996). No contexto de EROS, Gordijn, Kinderen e Wieringa (2006) argumentam que o uso do framework i* para explorar metas estratégicas de organizações contribui para a construção efetiva de sistemas baseados em serviços eletrônicos. Mais recentemente, Franch et al., (2011) usa o framework i* para identificar os requisitos de QoS e propor alternativas às mudanças adversas no paradigma de SOC. Também no contexto de EROS, Pimentel et al., (2012) usa o framework i* para garantir a coevolução entre requisitos e arquitetura, propondo assim uma ponte entre a modelagem de requisitos e a arquitetura de serviços garantindo a consistência.

Os conceitos que envolvem o framework i* são (YU, 1994; YU, 1997; PIMENTEL et al., 2012):

- **Ator:** é uma entidade ativa que executa ações para atingir um determinado objetivo. Um ator possui suas próprias intenções e podem influenciar o alcance dos objetivos de outros atores;
- **Papel:** é uma entidade estática que possui metas bem definidas e representa uma posição ou função no ambiente modelado. Um papel é desempenhado por um ator e por sua vez, um ator pode influenciar os objetivos do papel desempenhado;
- **Dependência:** descreve o relacionamento intencional entre os conceitos no framework i*, definindo quem ou o que depende de quem ou que no ambiente organizacional modelado. Uma dependência define que um determinado ator (chamado de *dependor*) depende de outro ator (chamado de *dependee*) para que algo (chamado de *dependum*) ocorra;
- **Meta:** é o objetivo a ser atingido. É o estado do mundo que os *stakeholders* pretendem atingir. As metas estão conceitualmente ligadas às intenções dos atores e papéis, descrevendo as necessidades do ambiente organizacional modelado;
- **Softgoal:** é uma meta para a qual não é possível identificar com precisão se ela é atingida ou não. Geralmente, são objetivos subjetivos nos quais não é possível determinar claramente quais são as condições do estado do mundo para que essa meta seja satisfeita;

- **Recurso:** um recurso é uma entidade física ou informacional necessária para o cumprimento de uma determinada tarefa por parte de um ator;
- **Tarefa:** define uma forma específica para realizar algo. Pode ser encarada como uma atividade, operação ou procedimento. Geralmente uma tarefa contribui para atingir uma meta.

Os conceitos supracitados podem estar relacionados por três tipos distintos de ligações:

- **Ligação meio-fim:** que significa a intenção de atingir um fim. Um exemplo seria a ligação entre uma tarefa e uma meta, na qual a tarefa seria o meio, enquanto que a meta seria o fim. Geralmente, há mais de uma maneira de se concretizar uma meta;
- **Ligação de contribuição:** que determina que uma tarefa possa contribuir (positivamente ou negativamente) na obtenção de uma *softgoal*;
- **Ligação de decomposição:** que representa a decomposição de uma tarefa em outras subtarefas.

No contexto desses conceitos, o framework *i** é composto por dois modelos distintos: o Modelo de Dependência Estratégica (SDM – *Strategic Dependency Model*) que define as dependências entre os papéis e atores; e o Modelo Lógico Estratégico (SRM – *Strategic Rationale Model*) que define os objetivos e intenções (em termos de metas) dos atores modelados de forma a racionalizar a partir do modelo. A seguir, cada um dos modelos é apresentado:

- **SDM:** descreve a rede de relacionamentos entre atores no contexto organizacional por meio de dependências. Seu nível de abstração é alto, visto que sua principal premissa é modelar o que os atores esperam uns dos outros. Com SDM, é possível modelar as relações entre atores externos ao ambiente organizacional modelado. Em SDM, quatro tipos de dependências são definidos: (i) uma dependência de meta é considerada como uma dependência determinada ou estabelecida como uma afirmação, sem determinar como ela é conseguida; (ii) uma dependência de tarefa envolve a execução de uma atividade, na qual um ator depende de outro na execução de uma tarefa previamente estipulada; (iii) uma dependência de recurso pode ser como uma entidade que pode ser uma informação ou material, de tal maneira que um *dependor* almeja que um *dependee* forneça um recurso; por último, (iv) uma dependência de *softgoal* é

considerada como uma qualidade a ser atingida, tais como rapidez, confiança ou segurança;

- **SRM:** é usado para descrever os interesses e as preocupações dos *stakeholders* e como essas premissas devem ser tratadas por meio de configurações de sistema e do ambiente organizacional. É o refinamento de SDM, pois o SRM atribui metas, tarefas, recursos e *softgoals* para cada ator. As ligações meio-fim, decomposição de tarefas e contribuições são usadas no SRM para estabelecer as relações entre os atores e os conceitos supracitados.

A figura 6 apresenta os elementos gráficos usados para representar os conceitos, apresentados anteriormente, em diagramas do framework *i**. Além disso, as figuras 7 e 8 apresentam exemplos de modelos SDM e SRM, respectivamente, no contexto de agendamento de reuniões, exemplo esse extraído do trabalho de Yu (1997).

Figura 6 – Os componentes nos diagramas do framework *i**.

Figura 7 – Exemplo Agendamento de Reunião – SDM

Figura 8 – Exemplo Agendamento de Reunião – SRM.

2.5 Processos de Negócio: A linguagem WS-BPEL/WSDL

No contexto de EROS, o trabalho de Liegl et al., (2009) argumenta que uma abordagem em engenharia de requisitos no contexto do novo paradigma computacional SOC deve ter foco em processos de negócio. Isso porque por meio de processos de negócio é possível capturar os objetivos estratégicos de uma organização e os executar por meio de serviços eletrônicos, garantindo assim o alinhamento estratégico. Vjjayan e Raju (2011) apontam que abordagens em EROS devem incluir a análise e especificação de processos de negócio para atingir o sucesso. Dentro desse contexto, faz-se necessário o uso de abordagens em que consideram a execução de processos de negócio além de apenas a execução de serviços eletrônicos de forma isolada.

Considerando tais argumentações no contexto de EROS, é necessário definir, portanto, a Linguagem de Execução de Processos de Negócio em Serviços Web (WS-BPEL – *Web Services Business Process Execution Language*), que é projetada para a especificação tanto de processos de negócio como de protocolos de interação de negócio, usando serviços web (por meio de descrições WSDL detalhados na Seção 2.1 deste capítulo). Ela permite a composição de serviços web com o objetivo de combiná-los para obter funcionalidades mais complexas. Sendo assim, processos de negócio especificados em WS-BPEL definem a troca de mensagens entre serviços web, especificados em WSDL (FANTINATO 2009), por isso o uso da sigla WS-BPEL/WSDL aqui neste trabalho. A estrutura geral de um processo de negócio especificado em WS-BPEL/WSDL é formada por quatro seções: *Links de Parceiros*, *Variáveis*, *Manipuladores de Falhas* e *Atividades*:

- **Processo (Process):** é a seção que caracteriza e agrupa todos os parâmetros que definem um processo de negócio em WS-BPEL/WSDL;
- **Parceiro (Partner):** é a seção que define os parceiros de negócio (ou partes envolvidas). Esses parceiros podem interagir por meio de *Link de Parceiros*;
- **Links de Parceiro (Partner Links):** é a seção que define os diferentes parceiros que interagem com o processo de negócio durante toda sua execução. Eles são usados para identificar a funcionalidade que deve ser oferecida por cada serviço parceiro. As ligações de parceiros devem estar associadas a um tipo de ligação entre parceiros definido na especificação de serviços web em WSDL;

- **Tipo de Link de Parceiro (Partner Link Type):** estabelece um tipo de *link de parceiro* que caracteriza formas de interação;
- **Variáveis (Variables):** é a seção que define as variáveis de dados usadas pelo processo de negócio. As definições são feitas em termos de tipos de mensagens WSDL, elementos ou tipos simples de esquemas XML. As variáveis devem estar associadas a tipos de mensagens definidos na especificação WSDL;
- **Manipuladores de Falhas (Fault Handlers):** é a seção que contém os tratadores de falhas que definem as atividades a serem executadas em resposta às falhas resultantes da invocação de serviços de avaliação e de aprovação;
- **Atividades (Activity):** é a seção que contém a descrição do comportamento normal da execução do processo de negócio. Existem basicamente dois tipos de atividades:
 - **Atividade Básica (Basic Activity):** é o tipo de atividade usada para executar alguma Operação (*Operation*). Algumas dessas atividades básicas envolvem a interação com algum parceiro, as quais são: *invocar*, *receber* e *replicar*, tendo que também caracterizar um *Tipo de Porta (Port Type)* para estabelecer a comunicação. Outras dessas atividades básicas são executadas sem a interação com quaisquer parceiros, as quais são: *esperar*, *terminar*, *atribuir*, *esvaziar*, *rodar* e *compensar*;
 - **Atividade Estruturada (Structured Activity):** é o tipo de atividade usado para agrupar atividades básicas dentro de algumas estruturas de controle de fluxo. Tais atividades são: *enquanto*, *escolha*, *fluxo*, *sequência*, *paralelo*, *troca* e *escopo*.

Além dos conceitos genéricos da linguagem WS-BPEL/WSDL, existem também extensões que podem ser levadas em consideração no contexto de EROS. Trata-se, por exemplo, do uso de QoS em processos de negócio. No caso da extensão proposta por Mukherjee, Jalote e Nanda (2008), QoS de processos de negócio, no contexto da linguagem WS-BPEL/WSDL, pode-se dar pelo uso de três parâmetros de medição: tempo de resposta, custo e confiabilidade. Sua abordagem prevê a medição desses parâmetros desses parâmetros de forma automática. Tal abordagem pode ser uma extensão adequada para o contexto de EROS e da abordagem WS&i*-RGPS, visto que o uso de QoS de processos auxilia no mapeamento de *softgoals*.

Na literatura em EROS, encontram-se alguns trabalhos que mencionavam o uso de WS-BPEL/WSDL. A abordagem sugerida por Mahbu e Spanoudakis (2004) propõe uma abordagem em EROS focada no monitoramento de requisitos em tempo de execução fazendo

uso de WS-BPEL/WSDL para tal. Já o trabalho de Pistore, Roveri e Busetta (2004) propõe uma abordagem orientada a requisitos com o intuito de garantir a verificação de serviços web.

2.6 Mapeamento entre o framework i* e WS-BPEL/WSDL

Na nova abordagem proposta, os elementos modelados pelo framework i* devem ser mapeados para os componentes da linguagem WS-BPEL/WSDL. Para esse objetivo, já existem na literatura algumas abordagens que propõe o relacionamento entre conceitos do framework i* e processos de negócio de uma maneira geral. Cysneiros e Yu (2004), por exemplo, propõem o mapeamento entre framework i* e a Notação e Modelo de Processos de Negócio (*Business Process Model and Notation – BPMN*). Enquanto que o trabalho apresentado por Bleistein et al., (2006) apresenta um mapeamento entre o framework i* e componentes do modelo Diagramas de Ação e Papel (*Role Action Diagrams – RAD*).

Conforme mencionado no Capítulo 1, é necessário que a nova abordagem proponha uma maneira de mapear os componentes do framework i* em componentes WS-BPEL/WSDL. Considerando tal premissa, nas análises exploratórias da literatura encontrou-se o trabalho de Decreus, Snoeck e Poels (2009) que apresenta uma análise comparativa entre abordagens que consideram o mapeamento entre o framework i* e processos de negócio de uma maneira geral. No trabalho de Decreus, Snoeck e Poels (2009), são avaliadas seis abordagens de forma sistemática. As abordagens apresentadas nesse estudo são selecionadas e avaliadas rigorosamente considerando o que se tem de mais abrangente e eficaz na literatura em termos de mapeamento entre o framework i* e modelos e linguagens que descrevem processos de negócio. Três dessas abordagens comparadas pelos autores tratam do mapeamento entre o framework i* e WS-BPEL/WSDL (LAPOUCHNIAN, YU, MYLOPOULOS, 2007; LO e YU, 2008; SÉGURAN, HÉBERT, FRANKOVA, 2008), que é o mapeamento esperado para a abordagem proposta neste trabalho. Porém, duas dessas três abordagens consideram a metodologia Tropos estendida incluindo anotações extras aos componentes do framework i* que impedem que essas sejam aplicadas diretamente no contexto da abordagem WS&i*-RGPS, que não considera a metodologia Tropos, nem tais anotações. Sendo assim, a abordagem proposta por Séguaran, Hébert e Frankova (2008) é a selecionada para ser usada no escopo deste trabalho. Os detalhes do mapeamento de cada um

dos componentes, bem como a descrição das adaptações necessárias para o contexto da abordagem WS***-RGPS, são apresentados no Capítulo 4 (Seção 4.2.3).

3 Metodologia

Uma análise exploratória da literatura foi realizada no início do projeto, estudando-se os conceitos gerais que norteiam EROS. Baseada nessa análise exploratória, uma revisão sistemática foi conduzida para identificação das lacunas e da maturidade na qual se encontra essa área de pesquisa. Dentre as lacunas de pesquisa identificadas ao final da revisão sistemática, duas delas foram selecionadas para serem abordadas nesse trabalho de mestrado. Além disso, com a revisão sistemática buscou-se a identificação de conceitos específicos não encontrados na análise exploratória inicial. Também na fase em que revisão sistemática foi conduzida, alguns especialistas foram contatados. Autores de artigos científicos incluídos na revisão sistemática sugeriram a leitura de outros artigos correlatos. Todo material coletado, tanto nas análises exploratórias, quanto na revisão sistemática, foi discutido em reuniões periódicas com o orientador deste trabalho, em busca de direções e diretrizes para a elaboração da proposta de qualificação. Por meio dessa revisão sistemática, foi possível identificar também as lacunas de pesquisa nas quais a abordagem desse trabalho se foca. Após a elaboração da revisão sistemática, uma segunda análise exploratória foi realizada com o foco em detalhar mais os conceitos em EROS encontrados na revisão sistemática, aplicada a outros contextos, como por exemplo: engenharia de requisitos tradicional, engenharia de requisitos em linha de produto, engenharia de requisitos de processos de negócio e *Networked Softwares*. Foi realizada dessa forma para que a nova abordagem apresentada pudesse incorporar também as principais vantagens dos modelos e linguagens propostos aplicados em outras áreas de pesquisa. Com essas três frentes de análise da literatura, foi possível conceber tanto a fundamentação teórica quanto a proposta da abordagem WS&i*-RGPS, ambos apresentados no Exame de Qualificação do Trabalho.

Após a qualificação, mais uma rodada de pesquisa exploratória e de consolidação dos dados coletados foi realizada para atualização das referências bibliográficas deste trabalho. As disciplinas cursadas também contribuíram para elaboração deste trabalho, principalmente, na condução metodológica, tanto das análises exploratórias quanto na revisão sistemática. Para revisão sistemática, usou-se as orientações do relatório técnico produzido por Kitchenham (2004), e as diretrizes de Biolchini *et al* (2005). Para as análises exploratórias e condução dos estudos deste trabalho, o artigo técnico publicado por Travassos et al., (2005) serviu de referência. Mais detalhes do planejamento e condução da Revisão Sistemática encontram-se

no Apêndice A deste documento, onde encontra-se o artigo científico publicado no IX Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2013).

Após compreender os estudos acerca do tema, definiu-se o refinamento da proposta de abordagem, que está apresentada no Capítulo 4 deste documento. Essa abordagem foi definida baseando-se duas lacunas de pesquisa que foram encontradas na revisão sistemática. Basicamente, as lacunas encontradas norteavam a não existência da combinação RGPS com abordagens com outros modelos e linguagens como, por exemplo, o framework *i** e WS-BPEL/WSDL no contexto de EROS, e a inexistência de um padrão de abordagem EROS considerado na academia. Sendo assim, para a elaboração desta abordagem, foi necessária uma terceira análise exploratória que busca as possíveis abordagens que tratavam: do uso de RGPS com o framework *i**, do uso de RGPS com WS-BPEL/WSDL, e do uso do framework *i** mapeado para processos de negócio, especialmente com o uso da linguagem de execução WS-BPEL/WSDL, fora do contexto de EROS. O resultado dessa análise deu origem a um artigo publicado no *8th International Symposium on service-Oriented System Engineering*, artigo este disponibilizado na íntegra no Apêndice B deste documento. A partir do refinamento da abordagem proposta para EROS, foi elencado um conjunto de parâmetros de comparação que serviram de apoio para medir os limites e os alcances da abordagem WS&*i**-RGPS se comparada a outras abordagens em EROS com objetivos semelhantes. Com a análise exploratória e a revisão sistemática, foi possível selecionar um conjunto de três parâmetros de comparação e uma lista de dez abordagens em EROS passíveis de comparação com a abordagem WS&*i**-RGPS. Comparação essa que deu origem ao terceiro artigo publicado na *11th IEEE International Conference on Services Computing*, disponibilizado na íntegra no Apêndice C desse trabalho. A comparação em si também é apresentada no Capítulo 4 deste documento.

4 A Abordagem WS&i*-RGPS

Neste capítulo, é apresentada a abordagem proposta neste trabalho, considerando os conceitos apresentados nos capítulos anteriores. Essa abordagem, chamada de WS&i*-RGPS, propõe uma nova descrição aos metamodelos RGPS, considerando duas frentes: (i) outra abordagem já existente na engenharia de requisitos tradicional, o modelo orientado a metas (framework i*); e (ii) a linguagem de execução de processos de negócio WS-BPEL/WSDL. O intuito da WS&i*-RGPS é propor uma nova abordagem na literatura unindo duas propostas já conhecidas para melhorar o processo de EROS.

As ferramentas usadas para elaboração dos exemplos são: (i) para o framework i*, a OME i* ferramenta baseada na IDE Eclipse (OPEN OME, 2011); (ii) para a linguagem WS-BPEL/WSDL, o plug-in da IDE Eclipse para projetos WS-BPEL (BPEL DESIGNER, 2012).

4.1 A Nova Abordagem: WS&i*-RGPS

Conforme apresentado no Capítulo 2 (Seção 2.3), os metamodelos RGPS propõe uma solução em EROS por meio da definição de quatro camadas: Papel, Meta, Processo e Serviço. Considerando as justificativas apresentadas no Capítulo 1 (Seção 1.1), essas quatro camadas são definidas na abordagem proposta da seguinte forma:

- **Papel e Meta:** essas camadas são definidas por meio do framework i* em detrimento ao uso de ontologias tais como OWL e OWL-S, inicialmente propostas para descrever as camadas Papel e Meta de RGPS, conforme apontado no Capítulo 1 e detalhado no Capítulo 2 (Seção 2.3). O framework i* é usado para poder incorporar suas vantagens listadas no Capítulo 1 (Seção 1.1). Em relação ao framework i*, são usados os modelos SDM e SRM descritos no Capítulo 2 (Seção 2.4) para a definição das camadas Papel e Meta, respectivamente, na abordagem WS&i*-RGPS. O relacionamento entre as camadas Papel e Meta em RGPS é obtido por meio do modelo SRM, modelo do framework i* que especifica e refina os objetivos e intenções dos atores e papéis, considerando também as dependências entre eles definidas anteriormente no modelo SDM. Os detalhes de como os

componentes RGPS são modelados pelo framework i^* são apresentados nas subseções 4.2.1 e 4.2.2, deste capítulo;

- **Processo e Serviço:** essas camadas são definidas por meio da linguagem de execução de processos de negócio WS-BPEL, em conjunto com a linguagem de descrição de interface para serviços web WSDL (WS-BPEL/WSDL). Assim, os aspectos de processos de negócio provenientes da camada Processo são definidos por meio de WS-BPEL e posteriormente executados por serviços web por meio de WSDL, representando assim a camada Serviço. Dessa forma, os processos de negócio da camada de Processo se comportam como composição de serviços web da camada de Serviço; diferenciando-se do que é proposto por outros trabalhos em RGPS que propunham o uso de OWL-S e serviços web semânticos na definição das camadas Processo e Serviço, respectivamente, conforme mencionado no Capítulo 2 (Subseções 2.3.3 e 2.3.4). O relacionamento entre as camadas Processo e Serviço é obtido diretamente com o uso de WS-BPEL/WSDL que garante a execução de processos de negócio por meio de serviços web, conforme apresentado no Capítulo 2 (Seção 2.5).

O relacionamento entre as camadas Meta e Processo, na abordagem WS& i^* -RGPS, é conseguido por meio de regras de mapeamentos entre os componentes da camada Meta em componentes da camada Processo. Em suma, uma das contribuições dessa abordagem é propor um mapeamento entre o modelo SRM do framework i^* e WS-BPEL/WSDL para garantir esse relacionamento no contexto de EROS. Apesar de ter sido encontrada uma proposta na literatura para tal mapeamento (SÉGURAN; HÉBERT; FRANKOVA, 2008), essa proposta foi avaliada no contexto deste trabalho com o intuito de levantar suas vantagens e desvantagens a fim de identificar se seria possível usá-la diretamente no contexto de EROS ou adaptá-la. Foram necessárias algumas adaptações e a descrição desse mapeamento está na SubSeção 4.2.3 deste capítulo. A figura 9 ilustra a abordagem WS& i^* -RGPS em termos de camadas e seus respectivos modelos e linguagens de descrição. As subseções a seguir apresentam mais informações a respeito da abordagem proposta em função das quatro camadas previstas nos metamodelos RGPS bem como do mapeamento entre elas.

Figura 9 – Estrutura da abordagem WS&i*-RGPS.

4.2 As Camadas da Abordagem WS&i*- RGPS

Esta seção apresenta mais informações sobre a abordagem WS&i*-RGPS, incluindo suas quatro camadas e os relacionamentos entre elas. As informações são apresentadas acompanhadas de um exemplo ilustrativo baseado no mercado brasileiro de venda de anúncios publicitários na internet.

4.2.1 A Camada Papel na Abordagem WS&i*-RGPS

Na abordagem WS&i*-RGPS, a camada Papel é definida por meio do modelo SDM do framework i*, garantindo assim que as definições de dependência entre os papéis e atores no contexto organizacional sejam modeladas. Cada papel e/ou ator descrito na camada Papel é

especificado e refinado por meio do modelo SRM na camada Meta. As dependências são refinadas e especificadas em termos de recursos necessários e tarefas a serem executadas para atingir a meta refinada. Em RGPS, um ator pode ser um ser humano ou um software legado. Na descrição de RGPS com o framework *i**, por meio do modelo SDM, não há discriminação entre esses dois tipos de atores, sendo que ambos são considerados atores. É por meio do modelo SDM que as relações entre os diversos *stakeholders*, seus papéis e dependências são definidas. A figura 10 apresenta um exemplo de definição da camada Papel na abordagem WS&i*-RGPS considerando o cenário de vendas de anúncios publicitários na internet.

Figura 10 – *Modelo SDM descrevendo a venda de anúncios publicitários na internet.*

O exemplo apresentado consiste na descrição do mercado de venda de anúncios publicitários na internet em um determinado portal web. O cliente depende de uma agência publicitária para que uma campanha de anúncios seja veiculada na internet. Por sua vez, uma agência depende de um vendedor, representante comercial de um portal web, para contratar um serviço de anúncios publicitários na internet. Uma vez contratado o serviço para que a campanha seja veiculada, o vendedor, por sua vez, depende de um time de operações para

configurar e agendar a veiculação do anúncio. A próxima subseção apresenta a camada Meta da abordagem WS&i*-RGPS, apresentado um exemplo de refinamento e especificação do papel Time de Operações no exemplo de vendas de anúncios publicitários na internet da figura 10.

4.2.2 A Camada de Meta na Abordagem WS&i*-RGPS

Na abordagem WS&i*-RGPS, a camada Meta é descrita por meio do modelo SRM do framework i*. Cada ator ou papel é especificado e cada uma de suas metas é refinada em termos de recursos e tarefas a serem desempenhadas para seu atendimento. As tarefas alternativas da camada Meta de RGPS (tarefas que podem ser executadas em detrimento de outras para atingir uma determinada meta) são especificadas como tarefas no framework i*, modelo SRM detalhadas por *ligações meio-fim* entre as tarefas alternativas. Além disso, as *softgoals*, que representam os requisitos não funcionais, também são descritas, e tarefas e recursos são associados por meio de *ligações de contribuição*, indicando se uma determinada tarefa contribui positivamente ou negativamente para atingir uma *softgoal*.

Seguindo com o exemplo ilustrativo, a figura 11 apresenta a definição do papel *Time de Operações* em termos de seus objetivos e intenções (metas e *softgoals*) a serem atingidas e como atingi-las em termos de tarefas e uso de recursos. A meta do papel *Time de Operações* é que a campanha publicitária esteja veiculada no portal web. Para tal, é necessário executar a tarefa *Preparar a Veiculação*. Essa tarefa contribui positivamente para a *softgoal Campanha Veiculada com Menor Custo*. Além disso, essa tarefa é decomposta em outras três tarefas por meio de *ligações de decomposição*. As tarefas executadas serialmente são encadeadas entre si também por meio de *ligações de decomposição*, a fim de caracterizar no modelo a sequência entre tarefas (vide figura 11). Ou seja, para preparar a veiculação é necessário:

Figura 11 – *Modelo Lógico Estratégico simplificado – Mercado de internet.*

- **Configurar Criativos:** que consiste na preparação das mídias digitais, garantindo que essas mídias estejam de acordo (em termos de tamanho e resolução) aos espaços publicitários nos quais as mídias são veiculadas. Para isso, é necessário que o recurso *Mídias Digitais* esteja disponível;

- *Veicular Campanha*: que consiste em configurar a campanha em termos de data inicial e final de veiculação e preparar disponibilização dos criativos a fim de esses serem publicados no portal web. Para tal, é necessário que o recurso servidor de anúncios na internet (*Advertiser Server – AdServer*) esteja disponível;
- *Acompanhar Campanha*: garante que a veiculação ocorra conforme configuração, tendo que algumas vezes reconfigurá-la, mas somente se necessário. Para garantir essa tarefa, pode-se acompanhar a veiculação da campanha por meio de duas tarefas distintas caracterizadas por *ligações meio-fim* descrevendo assim as tarefas alternativas da camada Meta de RGPS:
 - *Acompanhar Campanha pelo Sistema de Comercialização*: a campanha pode ser acompanhada pelo Sistema de Comercialização, além de poder também ser reconfigurada. Para tal, é necessário que o recurso Sistema de Comercialização esteja disponível;
 - *Acompanhar Campanha pelo AdServer*: a campanha pode ser acompanhada pelo Sistema de Comercialização, além de poder também ser reconfigurada. Para tal, é necessário que o recurso *AdServer* esteja disponível.

4.2.3 A Camada Processo na Abordagem WS&i*-RGPS

Conforme mencionado no Capítulo 2 (Seção 2.5), um mapeamento entre os componentes do framework i* e os componentes da linguagem WS-BPEL/WSDL se faz necessário no contexto da nova abordagem aqui proposta. Diante de uma análise da literatura (DECREUS; SNOECK; POELS, 2009), a abordagem proposta por Séguran, Hébert e Frankova (2008) é a escolhida para base desse mapeamento. Essa abordagem diz que o mapeamento entre o framework i* e WS-BPEL/WSDL deve ser conforme apresentado na Tabela 1 (linhas em verde). Nessa proposta encontrada na literatura, o mapeamento entre *softgoals* do framework i* e as *ligações de decomposição* e *meio-fim* entre tarefas não são mencionadas. Sendo assim, para cobrir essa lacuna, na abordagem WS&i*-RGPS, as regras de mapeamento, mencionadas por Séguran, Hébert e Frankova (2008) são estendidas (vide Tabela 1, linhas em azul). *Softgoals* são mapeadas em propriedades QoS de processos em WS-BPEL/WSDL. Ao passo que, para o mapeamento de *ligações de decomposição* e *meio-fim* entre tarefas são usados os construtores de atividades estruturadas em WS-BPEL/WSDL: sequência e paralelo, respectivamente. Isso porque, conforme mencionado na Seção 4.2.2, as *ligações de*

decomposição e *ligações meio-fim* na abordagem WS&i*-RGPS representam o sequenciamento e paralelismo entre tarefas, respectivamente.

Framework i*	WS-BPEL/WSDL
Papel	<i>Tipo de Parceiro</i>
Ator	<i>Parceiro</i>
Ligações de Dependência entre Atores	<i>Link de Parceiro</i>
Meta	<i>Processo</i>
Decomposição de Metas em Tarefas	<i>Atividade Estruturada</i>
Tarefas	<i>Atividade Básica</i>
Softgoals	QoS
Ligações de Decomposição entre Tarefas	Sequencia
Ligações de Meio-fim entre Tarefas	Paralelo

Tabela 1 – Mapeamento entre os componentes do framework i* e os componentes da linguagem de execução de processos WS-BPEL/WSDL.

Com o propósito de deixar mais claro tais regras de mapeamento, a seguir são apresentados exemplos de cada um dos mapeamentos apresentados na Tabela 1. Para isso, o exemplo inicialmente apresentado na Seção 4.2.2 (figura 11) é usado para ilustração. A figura 12 apresenta o resultado do mapeamento do componente *Papel Vendedor Portal.com* do framework i* (vide figura 11) para o componente *Tipo de Parceiro* em WS-BPEL/WSDL, definido previamente. E o Ator *Vendedor Fulano* modelado pelo framework i* é mapeado para o componente *Parceiro* na linguagem de execução de processos WS-BPEL/WSDL.

```
<bpel:partner>
  <bpel:partner name="vendedor Fulano"
    partnerType="vendedor Portal.com">
</bpel:partner>
```

Figura 12 – Exemplo do resultado do mapeamento de *Papel/Ator* do framework i* para *Parceiros* em WS-BPEL/WSDL.

Já a figura 13 ilustra o mapeamento de *Ligações de Dependência* entre Papéis e Atores do framework i* para o componente *Link de Parceiro* em WS-BPEL/WSDL. No caso do exemplo usado, o Papel *Vendedor Portal.com* depende do Papel *Time de Operações* para atingir sua meta no ambiente de negócio modelado pelo framework i* exemplificado na Seção 4.2.2 (figura 11). Sendo assim, essa dependência é mapeada na linguagem WS-BPEL/WSDL como um *Link de Parceiro*. Um componente *Link de Parceiro Time de Operações* é criado na

linguagem de execução de processos WS-BPEL/WSDL, cujo *Tipo de Link de Parceiro*, definido previamente, é nomeado como a combinação das duas entidades relacionadas *Vendedor Portal.com – Time de Operações*, sendo que por convenção adotada nesta proposta, a primeira entidade na composição do nome é aquela que depende (*dependeer*), enquanto que a segunda entidade seria aquela que é dependida (*dependee*).

```
<bpel:partnerLinks>
  <bpel:partnerLink name="Time De operacoes"
    partnerLinkType="tns:vendedor Portal.com-Time de operacoes"
  </bpel:partnerLink>
</bpel:partnerLink>
```

Figura 13 – Mapeamento entre ligações de dependência do framework *i** para Links de Parceiros em WS-BPEL/WSDL.

O mapeamento ilustrado na figura 14 apresenta o resultado do mapeamento de *Metas* do framework *i** para o componente *Processo* em WS-BPEL/WSDL. Nesse caso, a meta exemplificada na figura 11, na Seção 4.2.2, *Campanha Veiculada na Internet* torna-se, na linguagem WS-BPEL/WSDL, uma instância do componente *Processo*.

```
<bpel:process name="Campanha veiculada na Internet">
  ...
</bpel:process>
```

Figura 14 – Exemplo do resultado do mapeamento de *Metas* do framework *i** para *Processo* em WS-BPEL/WSDL.

O resultado do mapeamento da *Decomposição de Metas em Tarefas* do framework *i** para o componente *Atividade Estruturada* em WS-BPEL/WSDL assim como o resultado do mapeamento de *Tarefas* do framework *i** para o componente *Atividade Básica* em WS-BPEL/WSDL são apresentados na figura 15. Cada *Tarefa* no framework *i** é resultante da Decomposição de Metas em Tarefas obtida por meio do refinamento do modelo SDM. A figura 15 apresenta o resultado do mapeamento das *Tarefas* do framework *i**, que são resultantes da decomposição da Meta *Campanha Veiculada na Internet*, ilustrada na Seção 4.2.2 (figura 11), para seus respectivos componentes em WS-BPEL/WSDL. Esse mapeamento leva em consideração que Tarefas ligadas por Ligações de Decomposição devem ser mapeadas em *Atividades Estruturadas* logicamente encadeadas pelo construtor *Sequência* conforme mencionado no início desta seção e consolidado na Tabela 1.

```

<bpel:sequence name="Sequence">
  <bpel:invoke name="Configurar Criativos"></bpel:invoke>
  <bpel:invoke name="Veicular Campanha"></bpel:invoke>
  <bpel:invoke name="Acompanhar Veiculacao da Campanha"></bpel:invoke>
</bpel:sequence>

```

Figura 15 – *Exemplo do resultado do mapeamento entre Tarefas do framework i* em Atividade Básica e Atividade Estruturada em WS-BPEL/WSDL.*

Também na figura 15, as *Tarefas Configurar Criativos, Veicular Campanha e Acompanhar Veiculação da Campanha*, modeladas no framework i* (exemplificadas na figura 11), são mapeadas como *Atividades Básicas* do tipo *invocar*. Uma *Atividade Básica* do tipo *invocar* permite que um processo de negócio invoque uma operação de via única ou uma operação que envolve uma requisição e uma resposta em um *Tipo de Porta* oferecido por um parceiro (OASIS 2007). Sendo assim, o mapeamento aqui apresentado assume que tarefas mapeadas em *Atividades Básicas* são do tipo *invocar* por entender que esse tipo garante a abrangência na chamada de operações de parceiros.

Quanto às *softgoal*, essas podem ser mapeadas como QoS de processos de negócio. Ao mapear *softgoals* em QoS considerando a proposta de (MUKHERJEE; JALOTE; NANDA, 2008), apenas três tipos de medição podem ser usados (vide Capítulo 2, Seção 2.5). Sendo assim, na abordagem WS&i*-RGPS, *softgoals* são definidas em termos de tempo de resposta, custo e confiabilidade. Qualquer *softgoal* diferente desses parâmetros não é considerada na camada Processo. Para exemplificar o mapeamento de *softgoals* em QoS de processos de negócio alinhado ao exemplo usado ao longo deste trabalho. Na Seção 4.2.2, a figura 11 apresenta a *softgoal* relacionada ao papel *Time de Operações: Campanha Veiculada com Menor Custo*. A *softgoal* pode ser mapeada em WS-BPEL/WSDL como QoS de processos de negócio do tipo *custo* que é calculado como a agregação do custo esperado de todas as atividades contidas no processo em questão, assumindo que cada serviço web está sujeito a um custo fixo. Mais detalhes sobre o uso de QoS em processos de negócios podem ser encontrados no artigo de Mukherjee, Jalota e Nanda (2008).

Por fim, conforme mencionado na Seção 4.2.2 e ilustrado na figura 11, a tarefa *Acompanhar Veiculação de Campanha* pode ser realizada de duas maneiras: *Acompanhar pelo Sistema de Comercialização* ou *Acompanhar pelo AdServer*. Essa decomposição é realizada por ligações meio-fim, indicando independência entre as tarefas. Sendo assim, na camada Processo, essas duas atividades são mapeadas como atividades básicas encadeadas pelo construtor *paralelo*. A figura 16 ilustra tal mapeamento em WS-BPEL/WSDL, no qual a

tarefa *Acompanhar Veiculação da Campanha* torna-se uma atividade encadeada do tipo *paralelo*, paralelizando as duas atividades básicas: *Acompanhar pelo Sistema de Comercialização* e *Acompanhar pelo AdServer*.

```
<bpel:parallel name="Acompanhar veiculacao da Campanha">
  <bpel:invoke name="Acompanhar Pelo Adserver"></bpel:invoke>
  <bpel:invoke name="Acompanhar Pelo Sistema de Comercialização"></bpel:invoke>
</bpel:parallel>
```

Figura 16 – Exemplo do resultado do mapeamento entre ligações meio-fim entre tarefas do framework *i** em Atividades Básicas e Atividades Estruturadas em WS-BPEL/WSDL.

Após o mapeamento ser completamente realizado de acordo com as regras apresentadas nesta subseção, cada uma das tarefas que são mapeadas como *Atividades Básicas* devem ser também refinadas na abordagem WS&*i**-RGPS em termos de entradas e saídas. A seção a seguir apresenta os detalhes da camada Serviço bem como os detalhes dos refinamentos necessários nessa camada.

4.2.4 A Camada Serviço na Abordagem WS&*i**-RGPS

Uma vez que o modelo SRM elaborado na camada Meta é mapeado para a camada processo, a abordagem WS&*i**-RGPS propõe o uso da linguagem de execução de processos de negócio WS-BPEL/WSDL para especificar e executar os processos de negócio mapeados em termos de serviços web. A execução dos processos de negócio deve ocorrer por meio de um conjunto de atividades estruturadas definidas em WS-BPEL, interconectadas por meio de controles de fluxos de dados (*enquanto*, *escolha*, *fluxo*, *sequencia*, *mudança* e *escopo*), que por sua vez devem ser executadas via serviços web, descritos em WSDL, conforme definido no Capítulo 2 (Seção 2.5). Não há necessidade de um mapeamento intermediário entre as camadas Processo e Serviço, já que o uso de WS-BPEL/WSDL leva diretamente a especificação do processo (camada Processo) em conjunto com a especificação de serviços web (camada Serviço).

Assim, em termos de metamodelos RGPS, os componentes da camada Processo em RGPS, apresentados no Capítulo 2, Seção 2.3.3, podem ser relacionados aos componentes de WS-BPEL/WSDL. Na abordagem WS&*i**-RGPS, um processo atômico de RGPS, deve ser descrito por meio de uma atividade básica em WS-BPEL/WSDL. Já um processo composto deve ser descrito por meio de uma atividade estruturada. Os controles de fluxos de dados em

WS-BPEL/WSDL devem descrever o componente construtor de controle em RGPS (vide figura 4 no Capítulo 2), na nova abordagem WS&i*-RGPS.

Quanto às entradas e saídas de RGPS (camada Processo), essas devem ser descritas por meio de variáveis em WS-BPEL/WSDL. E, apesar do mapeamento apresentado na Seção 4.2.3, existe uma lacuna entre o framework i* e WS-BPEL/WSDL em termos de definições dos dados de entradas e saídas de cada uma das atividades estruturadas e básicas mapeadas na camada Processo. Sendo assim, a figura 17 ilustra o refinamento de a atividade básica *Configurar Criativos* em termos de entradas e saídas. Na atividade básica *Configurar Criativos* é definida um conjunto de entradas, entradas essas chamadas de *inputVariable*. Sendo assim, para a atividade básica *Configurar Criativos* é necessário definir as seguintes entradas:

- *Criativo*: que seria uma peça publicitária, arquivo que é justamente o banner com a ser veiculado na campanha publicitária;
- *DtInicioVeiculação*: é data que se inicia a campanha publicitária, é a partir dessa data que a peça publicitária entrará no ar;
- *DtTerminoVeiculação*: é data que em que a campanha publicitária termina, é a partir dessa data que a peça publicitária sai do ar;
- *PrioridadeDeEntrega*: é a prioridade de entrega que essa campanha tem se concorrer com outras campanhas no mesmo espaço publicitário;
- *ImpressõesReservadas*: é a quantidade de visualizações que a campanha publicitária deverá ter durante seu período de veiculação.

```
<bpel:invoke name="Configurar Criativos"
  portType="Configurar Criativos"
  operation="Configurar Criativos"
  inputVariable="criativo"
  inputVariable="dtInicioveiculacao"
  inputVariable="dtTerminoVeiculacao"
  inputVariable="prioridadeDeEntrega"
  inputVariable="impressoesReservadas"
  outputVariable="criativosConfigurados">
</bpel:invoke>
```

Figura 17 – Exemplo do resultado do refinamento da Atividade Básica *Configurar Criativos* em termos de entradas e saídas.

Além das entradas, a figura 17 apresenta uma saída (chamada de *outputVariable*). Portanto, a atividade básica *Configurar Criativos* tem como resposta a variável

CriativosConfigurados que representa o retorno da atividade, certificando de que o criativo foi configurado com sucesso.

Outro ponto que deve ser descrito nesta seção é o fato de que não há componentes em WS-BPEL/WSDL para descrever pré-condições e pós-condições, componentes esses sugeridos nos metamodelos RGPS, mais especificamente na camada Processo (vide Capítulo 2, Seção 2.3.3). Além disso, também não há componentes em WS-BPEL/WSDL para descrever o componente *Características* de RGPS na camada Processos (conforme apresentado no Capítulo 2, Seção 2.3.3). Como esses componentes estão ligados à descrição semântica dos metamodelos RGPS (no caso a camada Processo), esses componentes não são considerados na abordagem WS*i**-RGPS, uma vez que descrições semânticas estão fora do escopo desse trabalho.

Como finalização do exemplo apresentado nesta seção, a figura 18 apresenta o processo *Campanha Veiculada na Internet* em WS-BPEL/WSDL completo, representando a camada Processo da abordagem WS*i**-RGPS.

```
<!-- Campanha Veiculada na Internet BPEL Process-->
<bpel:process name="Campanha Veiculada na Internet"
  targetNamespace="http://sample.bpel.org/bpel/sample"
  suppressJoinFailure="yes"
  xmlns:tns="http://sample.bpel.org/bpel/sample"
  xmlns:bpel="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/process/executable"
>
  <bpel:import namespace="http://sample.bpel.org/bpel/sample"
    location="../VendedorArtifacts.wsdl"
    importType="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"></bpel:import>
  <bpel:import location="Time de OperacoesArtifacts.wsdl"
    namespace="http://sample.bpel.org/bpel/sample"
    importType="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/" />
  <bpel:partnerLinks>
    <bpel:partnerLink name="Vendedor"
      partnerLinkType="tns:Vendedor"></bpel:partnerLink>
  </bpel:partnerLinks>
  <bpel:sequence name="Sequence">
    <bpel:invoke name="Configurar Criativos"
      portType="Configurar Criativos"
      operation="Configurar Criativos"
      inputVariable="criativo"
      inputVariable="dtInicioVeiculacao"
      inputVariable="dtTerminoVeiculacao"
      inputVariable="prioridadeDeEntrega"
      inputVariable="impressoesReservadas"
      outputVariable="criativosConfigurados">
    </bpel:invoke>
    <bpel:invoke name="veicular Campanha"
      portType="veicular Campanha"
      operation="veicular Campanha"
      inputVariable="OKProgramacaoCampanha"
      outputVariable="campanhaveiculada">
    </bpel:invoke>
    <bpel:invoke name="Acompanhar veiculacao da Campanha">
    </bpel:invoke>
  </bpel:sequence>
</bpel:process>
```

Figura 18– Exemplo de resultado do mapeamento dos modelos do framework *i** para um processo em WS-BPEL/WSDL.

Diferentemente do que é proposto originalmente pelos metamodelos RGPS, a camada Serviço na abordagem WS*i**-RGPS usa serviços web como descrição de serviços eletrônicos. Enquanto que, conforme mencionado anteriormente (Capítulo 2, Seção 2.3), as abordagens originais em RGPS usam serviços web semânticos. Neste trabalho, sugere-se o uso de serviços web por meio da linguagem padrão de descrição de serviços eletrônicos: WSDL. Apesar das vantagens do uso de WSDL para esse fim, há componentes mencionados nos metamodelos RGPS (em relação a camada Serviço) que não são suportados por descrições WSDL de serviços web. É o caso dos componentes pré-condições e pós-condições dos metamodelos RGPS, na camada Serviço. Como já apresentado anteriormente, o foco deste trabalho não é propor uma abordagem que cubra as nuances semânticas em SORE. Sendo assim, está fora do escopo da abordagem WS*i**-RGPS o uso de componentes que descrevem semanticamente o ambiente de negócio modelado.

Na abordagem WS*i**-RGPS aqui proposta, a camada Serviço descreve em termos de serviços web a execução de processos, por meio da orquestração de serviços, modelada pela linguagem de execução de processos de negócio WS-BPEL na camada superior, a camada Processo. Na figura 19, é ilustrada a descrição WSDL do serviço web *Time de OperacoesService* originário do processo *Campanha Veiculada na Internet*.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<definitions xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/" xmlns:plnk="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/plnktype"
xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/" xmlns:tns="http://sample.bpel.org/bpel/sample" xmlns:vprop="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/varprop" name="Time de Operacoes" targetNamespace="http://sample.bpel.org/bpel/sample">
<!-- ~~~~~
TYPE DEFINITION
~~~~~ -->
<types>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" attributeFormDefault="unqualified" elementFormDefault="qualified"
targetNamespace="http://sample.bpel.org/bpel/sample">
  <element name="Time de OperacoesRequest">
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="input" type="string"/>
      </sequence>
    </complexType>
  </element>
  <element name="Time de OperacoesResponse">
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="result" type="string"/>
      </sequence>
    </complexType>
  </element>
</schema>
</types>
<!-- ~~~~~
MESSAGE TYPE DEFINITION
~~~~~ -->
<message name="Time de OperacoesRequestMessage">
  <part element="tns:Time de OperacoesRequest" name="payload"/>
</message>
<message name="Time de OperacoesResponseMessage">
```

```

    <part element="tns:Time de OperacoesResponse" name="payload"/>
  </message>
<!-- ~~~~~
PORT TYPE DEFINITION
~~~~~ -->
<!-- portType implemented by the Time de Operacoes BPEL process -->
<portType name="Time de Operacoes">
  <operation name="initiate">
    <input message="tns:Time de OperacoesRequestMessage"/>
  </operation>
</portType>
<portType name="Time de OperacoesCallback">
  <operation name="onResult">
    <input message="tns:Time de OperacoesResponseMessage"/>
  </operation>
</portType>
<!-- ~~~~~
BINDING DEFINITION
~~~~~ -->
<binding name="Time de OperacoesBinding" type="tns:Time de Operacoes">
  <soap:binding style="document" transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
  <operation name="initiate">
    <soap:operation soapAction="http://sample.bpel.org/bpel/sample/initiate"/>
    <input>
      <soap:body use="literal"/>
    </input>
  </operation>
</binding>
<binding name="Time de OperacoesCallbackBinding" type="tns:Time de OperacoesCallback">
  <soap:binding style="document" transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
  <operation name="onResult">
    <soap:operation soapAction="http://sample.bpel.org/bpel/sample/onResult"/>
    <input>
      <soap:body use="literal"/>
    </input>
  </operation>
</binding>
<!-- ~~~~~
SERVICE DEFINITION
~~~~~ -->
<service name="Time de OperacoesService">
  <port binding="tns:Time de OperacoesBinding" name="Time de OperacoesPort">
    <soap:address location="http://localhost:8080/Time de Operacoes"/>
  </port>
</service>
<service name="Time de OperacoesServiceCallback">
  <port binding="tns:Time de OperacoesCallbackBinding" name="Time de OperacoesPortCallbackPort">
    <soap:address location="http://localhost:8080/Time de OperacoesCallback"/>
  </port>
</service>
</definitions>

```

Figura 19– Exemplo da descrição WSDL.

A figura 19 apresenta o serviço web *Time de OperacoesService* de forma a descrever em WSDL seu detalhamento conforme a seguir:

- Definição de tipos de dados tratados no serviço web *Time de OperacoesService*, por meio do trecho wsdl *<type>*;
- Definição dos tipos de mensagens a serem trocadas quando o serviço web *Time de OperacoesService* for requisitado, por meio do trecho wsdl *<message>*;

- Definição dos tipos de portas consideradas no serviço web, por meio do trecho wsdl *<portType>*;
- Definição das ligações SOAP para conectar-se ao serviço web *Time de OperacoesService*, por meio do trecho wsdl *<binding>*;
- Definição do serviço web *Time de OperacoesService*, por meio do trecho wsdl *<service>*.

4.3 Avaliação Comparativa da Abordagem

Para avaliar os benefícios e desvantagens da abordagem WS&i*-RGPS aqui proposta, é apresentada uma avaliação comparativa entre WS&i*-RGPS e outras abordagens encontradas na literatura no contexto de EROS. Essa comparação considera três parâmetros que são usados para identificar os limites e alcances das abordagens comparadas. Esses parâmetros são listados a partir do trabalho de Souza e Fantinato (2013) e são detalhados a seguir:

- **Parâmetro 1 – Perspectivas de consumidores e fornecedores de serviço:** abordagens em EROS que consideram a perspectiva de consumidores de serviço tratam soluções que descrevem serviços do ponto de vista de seus consumidores. Enquanto que abordagens que consideram a perspectiva de fornecedores de serviço tratam soluções que descrevem serviços do ponto de vista de seus fornecedores. O cenário ideal sugere que uma abordagem em EROS deve considerar ambas as perspectivas (VJJAYAN e RAJU 2011);
- **Parâmetro 2 – Fases da engenharia de requisitos tradicional:** soluções ideais no contexto de EROS devem cobrir todas as fases da engenharia de requisitos tradicional, tais como elicitação, análise, especificação, negociação, gerenciamento e verificação (SOMMERVILLE 2010), dado que essas fases também é o conjunto mais completo de etapas em termos de engenharia de requisitos;
- **Parâmetro 3 – Evolução de requisitos em tempo real:** soluções ideais em EROS devem ser capazes de garantir a evolução de requisitos em tempo real (TSAI et al., 2007; VJJAYAN e RAJU 2011) sendo capaz de capturar quaisquer mudanças de requisitos e adaptar os processos de negócio e os serviços eletrônicos em tempo de execução a fim de satisfazer tais requisitos alterados.

A avaliação apresentada aqui compara WS&i*-RGPS com outras abordagens em EROS encontradas na revisão sistemática da literatura de Souza e Fantinato (2013). É importante frisar que WS&i*-RGPS é comparada somente com abordagens em EROS que usam os mesmos modelos, metodologias e linguagens tais como os metamodelos RGPS, o framework i* e a linguagem de execução de processos de negócio WS-BPEL/WSDL. A Tabela 2 resume as abordagens selecionadas para essa avaliação comparativa. Os identificadores (IDs) de cada uma das abordagens, indicados pela primeira coluna na Tabela 2, são usados como referência em todas as outras tabelas que sumarizam as comparações.

As abordagens que inicialmente propuseram os metamodelos RGPS consideram a engenharia de requisitos somente para sistemas complexos distribuídos na rede – os chamados *Networked Systems* (WANG et al., 2007; WANG et al., 2008). Somente os trabalhos seguintes relacionados aos metamodelos RGPS tratam de sua aplicação especificamente no contexto de EROS (vide abordagens RGPS na Tabela 2). Portanto, a avaliação comparativa aqui apresentada leva em consideração somente as abordagens RGPS aplicadas no contexto de EROS, e não aquelas inicialmente propostas no contexto de *Networked Systems*.

<i>ID</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Descrição</i>	<i>Referência</i>
1	RGPS	Esta abordagem em RGPS propõe a evolução de requisitos no contexto de serviços eletrônicos.	(ZHANG, YIN e LIU 2011)
2	RGPS	Esta abordagem mostra a elicitação de requisitos considerando técnicas da web semântica.	(WEN, LIANG e HE 2010)
3	RGPS	Esta abordagem se foca em uma solução orientada a domínio para a elicitação e análise de requisitos. Uma vez que os requisitos são analisados, a solução permite a descoberta dos serviços baseada nos requisitos capturados.	(HU et al., 2009)
4	RGPS	Esta abordagem apresenta uma técnica para analisar requisitos e modelá-los nas camadas RGPS.	(HU et al., 2010)
5	RGPS	Esta abordagem propõe um método de personalização de requisitos, usando técnicas orientadas a domínio.	(CHEN e HE 2011)
6	i* Framework	Esta abordagem trata uma nova solução orientada a metas incluindo um modelo de análise de requisitos e a implantação desses por meio de serviços eletrônicos garantindo a evolução e o gerenciamento dos requisitos modelados.	(FRANCH et al., 2011)

<i>ID</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Descrição</i>	<i>Referência</i>
7	i* Framework	Esta abordagem apresenta uma solução para modelagem de requisitos a fim de possibilitar a análise de viabilidade de negócio apresentando assim possíveis alternativas.	(RAADT, GORDIJN e YU 2005)
8	i* Framework	Esta abordagem considera em sua solução a coevolução entre requisitos modelados e arquitetura de sistema.	(PIMENTEL et al., 2012)
9	WS-BPEL/ WSDL	Esta abordagem apresenta um framework de verificação e monitoramento de requisitos considerando serviços web.	(MAHBUB e SPANOUDA KIS 2007)
10	WS-BPEL/ WSDL	Esta abordagem apresenta uma metodologia para verificação de requisitos implementados por serviços web.	(PISTORE, ROVERI e BUSSETA 2004)

Tabela 2 – Abordagens em EROS selecionadas para comparação.

Sobre o Parâmetro 1, de comparação, a Tabela 3 mostra que a maioria das abordagens consideradas nessa avaliação tratam de soluções para ambas as perspectivas – consumidor e fornecedor, sendo que absolutamente todas as abordagens selecionadas levam em consideração, pelo menos, a perspectiva de consumidor de serviço. Quatro das abordagens avaliadas – todas elas que exploram os metamodelos RGPS – não tratam soluções para a perspectiva de serviço fornecedor. A abordagem WS&i*-RGPS cobre ambas as perspectivas. Isso porque, considerando que em um ambiente de negócios, no qual há atores/papeis que dependem e são dependidos para que uma ou mais metas sejam atingidas, a nova abordagem WS&i*-RGPS descreve tais atores/papeis, de tal forma que ambas perspectivas tanto do ponto de vista do consumidor e fornecedor sejam devidamente mapeados até a camada de execução (camada Serviço).

Sendo assim, tão completa quanto a abordagem RGPS de ID 1 e sendo mais abrangente que as outras abordagens que exploram os metamodelos RGPS (IDs: 2, 3, 4 e 5).

<i>ID</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Consumidor</i>	<i>Fornecedor</i>
1	RGPS	Sim	Sim
2	RGPS	Sim	Não
3	RGPS	Sim	Não
4	RGPS	Sim	Não

<i>ID</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Consumidor</i>	<i>Fornecedor</i>
5	RGPS	Sim	Não
6	i* Framework	Sim	Sim
7	i* Framework	Sim	Sim
8	i* Framework	Sim	Sim
9	WS-BPEL/WSDL	Sim	Sim
10	WS-BPEL/WSDL	Sim	Sim
N/A	WS&i*-RGPS	Sim	Sim

Tabela 3 – *Parâmetro 1: perspectivas de consumidores e fornecedores de serviço.*

Quanto ao Parâmetro 2, de comparação, a Tabela 4 lista as abordagens comparadas e sua abrangência considerando as fases da engenharia tradicional. Nenhuma das abordagens que inclui soluções em RGPS avaliadas cobrem todas as fases da engenharia de requisitos tradicional, incluindo a abordagem WS&i*-RGPS aqui proposta. A abordagem WS&i*-RGPS somente não cobre a fase de verificação de requisitos. A fase de elicitação é dada pela camada Papel da abordagem WS&i*-RGPS por suas características de definição de dependências no atingimento de metas pelos atores/papeis, elicitando assim as metas e possíveis impedimentos no seu atingimento. Já na fase de análise, especificação e negociação são conseguidas a partir das camadas Meta e Processo. Isso porque é na camada Meta que o detalhamento das dependências relevantes bem como o detalhamento das metas em termos de tarefas a serem desempenhadas caracteriza a fase de análise e especificação. Já a camada Processo, desempenha também a fase de especificação, uma vez que essa fase definem os detalhes dos processos de negócios envolvidos no ambiente mapeado. As fases de negociação e gerenciamento se dão nas camadas Processo e Serviço, uma vez que essa camada define a orquestração para que todos os processos de negócios mapeados ocorram elencando assim as definições dos serviços para esses processos de negócios sejam executados com sucesso (negociação), além de promover o gerenciamento desses processos de negócios de acordo com o que fora definido nas camadas anteriores (gerenciamento). No entanto, a fase de verificação não foi contemplada, pois não há qualquer método que possa garantir que os requisitos modelados nas camadas Papel e Meta foram devidamente transformados em serviços que atendam tais requisitos modelados.

Apesar disso, a limitação da abordagem WS&i*-RGPS em não cobrir a fase de verificação pode ser pontuada como uma melhoria a ser estudada e implementada nos trabalhos futuros, considerando também que, com o uso de WS-BPEL/WSDL, a verificação

de requisitos pode ser conseguida mais facilmente. Isso porque a fase de verificação de requisitos é considerada naquelas abordagens em EROS que usam WS-BPEL/WSDL como base tecnológica na definição de processos de negócio e serviços eletrônicos em suas soluções, é o caso das abordagens cujos IDs são 6, 9 e 10. Apesar da abordagem de ID 6 apresentar uma solução fortemente pautada no framework i*, a execução de processos de negócio por meio de serviços eletrônicos se dá pelo uso de WS-BPEL/WSDL.

<i>ID</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Elicitação</i>	<i>Análise</i>	<i>Especificação</i>	<i>Negociação</i>	<i>Gerenciamento</i>	<i>Verificação</i>
1	RGPS	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
2	RGPS	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
3	RGPS	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
4	RGPS	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
5	RGPS	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
6	i* Framework	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
7	i* Framework	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não
8	i* Framework	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
9	WS-BPEL/WSDL	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
10	WS-BPEL/WSDL	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
N/A	WS&i*-RGPS	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

Tabela 4 – Parâmetro 2: As fases da engenharia de requisitos tradicional.

Também sobre o Parâmetro 2, a abordagem em EROS de ID 6 abrange todas as fases da engenharia de requisitos tradicional sendo a abordagem mais completa considerando esse parâmetro de comparação. A abordagem de ID 6 usa como base o framework i*, e a execução de serviços eletrônicos se dá pela definição de processos de negócio por meio de WS-BPEL/WSDL, o que a faz bastante parecida com a abordagem aqui proposta WS&i*-RGPS. Apesar da abordagem de ID 6 indicar sua abrangência, o detalhamento do mapeamento entre os modelos de definição de requisitos na linguagem de execução não é apresentado impossibilitando qualquer comparação mais detalhada entre essa abordagem e WS&i*-RGPS. Além disso, a abordagem usa o framework i* como modelo de descrição de requisitos não tendo qualquer referência de como as entidades disponíveis no framework i* devem se

relacionar no contexto de EROS como a abordagem WS&i*-RGPS tem por meio dos metamodelos RGPS.

Por fim, em relação ao Parâmetro 3 de comparação, a Tabela 5 apresenta os resultados da comparação elencando se há ou não, para cada uma das abordagens, a presença da evolução de requisitos. As abordagens que consideram somente as primeiras fases da engenharia de requisitos tradicional (elicitação e análise) não consideram a evolução de requisitos em tempo de execução. A evolução de requisitos é um desafio em EROS considerando o dinamismo tratado pelo novo paradigma SOC. Portanto, a evolução de requisitos em tempo de execução precisa ser levada em consideração nas abordagens em EROS conforme argumentado por Tsai et al., (2007). A nova abordagem em EROS, WS&i*-RGPS, considera a evolução de requisitos do modelo de requisitos para sua implementação por meio de processos de negócio e serviços web, dado com o mapeamento entre a camada Meta e Processo, garantindo que alterações nas camadas Papel e Meta sejam devidamente considerados nas camadas de execução (Processo e Serviço).

<i>ID</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Evolução</i>
1	RGPS	Sim
2	RGPS	Não
3	RGPS	Não
4	RGPS	Sim
5	RGPS	Não
6	i* Framework	Sim
7	i* Framework	Sim
8	i* Framework	Sim
9	WS-BPEL/WSDL	Sim
10	WS-BPEL/WSDL	Sim
N/A	WS&i*-RGPS	Sim

Tabela 5 – Parâmetro 3: Evolução de requisitos em tempo de execução.

Conforme apresentado nas Tabelas 3, 4 e 5, somente a abordagem em EROS apresentada por Franch et al., (2011) cobriu todos os parâmetros de comparação dentre as abordagens EROS elencadas neste trabalho (ID 6). A abordagem WS&i*-RGPS cobre totalmente os Parâmetros 1 e 3 e parcialmente o Parâmetro 2. Quanto ao Parâmetro 2, a abordagem proposta não cobre a fase de verificação da engenharia de requisitos tradicional. Considerando as propostas relacionadas aos metamodelos RGPS, nenhuma delas cobre todos as fases descritas no Parâmetro 2, deixando de cobrir pelo menos três das fases de engenharia de requisitos tradicional. Portanto, WS&i*-RGPS se apresenta melhor que as abordagens

originais em RGPS, uma vez que WS&i*-RGPS cobre a maioria das fases da engenharia de requisitos tradicional (com exceção da fase de verificação). Apesar desse bom indicativo, avaliações futuras entre a abordagem WS&i*-RGPS e as abordagens RGPS são necessárias.

5 Considerações Finais

O novo paradigma Computação Orientada a Serviço (SOC) propõe uma nova maneira de se tratar componentes computacionais considerando-os como serviços distribuídos na rede comunicando-se entre si mesmo que esses estejam em ambientes heterogêneos. SOA é a arquitetura computacional que considera o paradigma SOC por meio de serviços web descritos por interfaces de comunicação comuns a fim de possibilitar o fornecimento e consumo desses serviços pela rede. Dado esse novo contexto, faz-se necessário o surgimento de novas abordagens no desenvolvimento de sistemas orientados a serviços por meio de processos e metodologias na Engenharia de Sistemas Orientada a Serviços (ESOS). A partir dessa premissa, a disciplina ESOS se desdobra em outras subdisciplinas. Uma delas envolve a especificação e a análise de requisitos no contexto de orientação a serviços buscando definições para tal. Surge então a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços (EROS), a fim de resolver os desafios citados na literatura ESOS na especificação e na análise de requisitos dado o novo paradigma computacional SOC. No contexto de EROS, algumas abordagens são mencionadas na literatura com o intuito de resolver tais desafios. Uma dessas abordagens são os metamodelos RGPS que oferecem uma abordagem cooperativa e hierárquica com para modelar os requisitos de sistemas tanto do ponto de vista de consumidores de serviço quanto do ponto de vista de fornecedores de serviço.

Ao observar os desafios elencados na literatura em EROS, as abordagens propostas e as lacunas de pesquisa, esta dissertação de mestrado apresentou uma nova abordagem, chamada WS&i*-RGPS, que propõe uma alternativa às definições dos metamodelos RGPS originalmente propostas na literatura EROS, agora por meio do framework i* descrevendo as camadas Papel e Meta e as linguagens WS-BPEL/WSDL descrevendo as camadas Processo e Serviço. A abordagem WS&i*-RGPS procura unir aos metamodelos RGPS a modelos e linguagens já existentes na literatura de engenharia de requisitos tradicional e SOC. Assim, pretende-se agregar às definições dos metamodelos RGPS as vantagens do framework i* em termos de análise e especificação de sistemas orientados a serviços, buscando principalmente o alinhamento e aderência entre os objetivos organizacionais e o sistema a ser desenvolvido por meio de serviços eletrônicos. Quanto ao uso da linguagem WS-BPEL/WSDL, pretende-se

agregar a vantagem no uso de uma linguagem de execução largamente usada no estado da prática, para que assim a abordagem WS&i*-RGPS proposta neste trabalho tenha mais chances de ser adotada na indústria.

Com o intuito de avaliar a abrangência da nova abordagem WS&i*-RGPS, esse trabalho a analisou comparativamente com outras dez abordagens mencionadas na literatura EROS com o mesmo objetivo. Como base de comparação foram elencados três parâmetros da literatura EROS: *(i)* quanto à existência, nas abordagens levantadas, as perspectivas de consumidores e fornecedores de serviço; *(ii)* quanto à consideração das fases da engenharia de requisitos tradicional; e *(iii)* quanto à consideração da evolução de requisitos em tempo real.

Para o parâmetro 1, a abordagem WS&i*-RGPS cobre ambas as perspectivas. Isso porque, considerando que em um ambiente de negócios, no qual há atores/papéis que dependem e são dependidos para que uma ou mais metas sejam atingidas, a nova abordagem WS&i*-RGPS descreve tais atores/papéis, de tal forma que ambas perspectivas tanto do ponto de vista do consumidor quanto do fornecedor sejam devidamente mapeados até a camada de execução (camada Serviço). Ainda sobre o parâmetro 1, das outras dez abordagens avaliadas, quatro delas cobrem somente a perspectiva de consumidor de serviço. As outras seis abordagens cobrem ambas as perspectivas.

Já quanto ao parâmetro 2, a abordagem WS&i*-RGPS somente não cobre a fase de verificação de requisitos. Apesar disso, essa limitação pode ser pontuada como uma melhoria a ser estudada e desenvolvida em trabalhos futuros, considerando também que, com o uso de WS-BPEL/WSDL, a verificação de requisitos pode ser conseguida mais facilmente. Isso porque a fase de verificação de requisitos é considerada naquelas abordagens em EROS que usam WS-BPEL/WSDL como base tecnológica na definição de processos de negócio e serviços eletrônicos em suas soluções, é o caso de três abordagens usadas na comparação. Apesar de uma dessas determinada abordagens apresentar uma solução fortemente pautada no framework i*, a execução de processos de negócio por meio de serviços eletrônicos se dá pelo uso de WS-BPEL/WSDL.

E, por fim, quanto ao parâmetro 3, a nova abordagem em EROS, WS&i*-RGPS, considera a evolução de requisitos do modelo de requisitos para sua implementação por meio de processos de negócio e serviços web, alcançado com o mapeamento entre a camada Meta e Processo, garantindo que alterações nas camadas Papel e Meta sejam devidamente considerados nas camadas de execução (Processo e Serviço). Outras três abordagens

elencadas na avaliação comparativa não possuem qualquer tratamento quanto à evolução de requisitos em tempo real.

Assim, com a avaliação comparativa baseada nos parâmetros analisados na literatura EROS, a nova abordagem em EROS WS&i*-RGPS cobre oito entre os nove itens de avaliação distribuídos entre os três parâmetros comparativos. Consequentemente, é possível concluir que a nova abordagem WS&i*-RGPS é mais relevante e aderente à literatura EROS, considerando exclusivamente os parâmetros avaliados, do que a maioria das abordagens correlatas. Isso porque, comparativamente, a nova abordagem WS&i*-RGPS só não é mais abrangente que uma das abordagens comparadas, que cobre todos os itens distribuídos nos três parâmetros de comparação utilizados, a abordagem ID 6.

Diante dos resultados da avaliação realizada, é possível elencar como trabalho futuro o aprimoramento da nova abordagem WS&i*-RGPS para considerar a fase de verificação de requisitos, fase essa que a nova abordagem não cobre. Outro ponto importante que ainda é necessário explorar mais profundamente é o uso de QoS de processos de negócios para mapear *softgoals*. Além disso, seria importante desenvolver uma ferramenta que coloca em prática o uso da nova abordagem WS&i*-RGPS e distribui-la em comunidades correlatas a fim de obter uma avaliação empírica de seu uso e adoção na academia e na indústria.

Referências

- ALTMAN, R. When development composite applications, manage contracts, not services, Gartner Research, 2011.
- BANO, M.; IKRAM, N. Issues and challenges of Requirement Engineering in Service Oriented Software Development. In Proceedings of 5th International Conference on Software Engineering Advances, pp.: 64-69, 2010.
- BLEINSTEIN, S. J.; COX, K.; VERMER, J. PHALP, K. T.; "B-SCP: A requirements analysis framework for validating strategic alignment of organizational IT based on strategy, context, and process," Information and Software Technology, vol. 48, pp. 846-868, 2006.
- BRERETON O.; GOLD N.; BUDGEN D.; BENNETT K.; MEHANDJIEV N. Service-based systems: a systematic literature review of issues. Technical report, Keele University, 2005.
- BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; TRAVASSOS, G. H. Systematic Review in Software Engineering. Technical Report RT-ES 679/05, System Engineering and Computer Science Dept., COOPE/UFRJ, 2005, 30 p.
- BPEL DESIGNER BPEL Designer version 1.0 Release TC, <http://www.eclipse.org/bpel/>, 2012.
- BU, H.; HE, K.; LIANG, P.; LI, R. REMO: A RGPS-based Requirements Modeling Process for Service Oriented Architecture, In Proceedings of Networked Computing and Advanced Information Management International Conference, pp.: 97 – 102, 2010.
- CHEN, H. e HE, K. A Method for Service-Oriented Personalized Requirements Analysis. Journal of Software Engineering and Applications, v. 4 n. 1, pp.: 59-68, 2011.
- CYSNEIROS, L.; YU, E. Addressing Agent Autonomy in Business Process Management- with Case Studies on the Patient Discharge Process. In Proceeding of Information Resources Management Association Conference. 2004.
- DECREUS, K.; SNOECK, M.; POELS, G. Practical Challenges for Methods Transforming i* Goal Models into Business Process Models, In: 17th IEEE International Requirements Engineering Conference, pp.: 15-23, 2009.
- DENG, C.; YANG, H.; LIAO, H.; SUN, M.; QIU, Z. Analysis of WS-BPEL Processes in PRISM. In Proceedings of Fifth International Symposium on Theoretical Aspects of Software Engineering (TASE), pp.: 199 – 202, 2011.

FANTINATO, M., Uma Abordagem Baseada em Características para o Estabelecimento de Contratos Eletrônicos para Serviços Web. Tese de Doutorado, Instituto de Computação da Universidade de Campinas – UNICAMP, 2007.

FRANCH, X., GRÜNBACHER, P., ORIOL, M., BURGSTALLER, B., DHUNGANA, D., LÓPEZ, L., MARCO, J., PIMENTEL, J. Goal-driven Adaptation of Service-Based Systems from Runtime Monitoring Data. In Proceedings of International Computer Software and Applications Conference Workshops, pp.: 458-463. 2011.

GORDIJN, J.; KINDEREN, S.; WIERINGA, R.. Value-driven Service Matching. In Proceedings of International Conference on Requirements Engineering, pp.: 67-70, 2008

GU, Q.; LAGO, P. Exploring service-oriented system engineering challenges: a systematic literature review. Service Oriented Computing and Application, v.3, pp.: 171-188, 2009.

HE K.; LIANG P.; PENG R.; LI B.; LIU J. Requirement emergence computation of networked software. Frontiers of Computer Science in China, v. 1: 3, pp.: 322-328, 2007.

HE, F; HE, K; LIANG, P; WANG, J. On-demand Service-Oriented Architecture and Standardization. In Proceedings of IEEE International Conference on Service Computing, pp.: 739-740, 2011.

HU, B., HE, K., CHEN, H., WANG, J. Research on the Application of RGPS Domain-based Requirements Elicitation and Analysis for Web Service Discovery. In Proceedings of International Conference on Semantics, Knowledge and Grid, pp.: 290-293, 2009.

HU, B., HE, K., LIANG, P., LI, R.. REMO: A RGPS-based Requirements Modeling Process for Service Oriented Architecture. In Proceedings of International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management, pp.: 97 – 102, 2010.

HUHNS, M.; SINGH, M., Service-Oriented Computing: Key Concepts and Principles, Internet Computing. IEEE Software, v.: 9, pp.: 75-81, 2005.

KERLINGER, F. Metodologia de Pesquisa em Ciências Sociais, EPU – GRUPO GEN, 5 ed., 1980.

KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report, Keele University and Empirical Software Engineering National ICT Australia Ltd., 2004. 28 p.

KOLIADIS, G.; VRANESEVIC, M.; BHUIYAN, A.; GHOSE, A. Combining i* and BPMN for Business Process Model Lifecycle Management. In Proceeding of Business Process Management Workshops, p.: 416-427, 2006.

KONTOGIANNIS, K.; LEWIS, G. A.; SMITH, D. B.; LITOIU, M.; MULLER, H.; SCHUSTER, S.; STROULIA, E. The landscape of service-oriented systems: a research

perspective. In Proceedings of International Workshop on System Development in SOA Environments, pp.: 1, 2007.

LAMSWEERDE, A. van. Requirements Engineering in the Year 00: A Research Perspective. In Proceedings of 22nd International Conference on Software Engineering, pp.: 5-19, 2000.

LAMSWEERDE, A. van, Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour, Proceedings of 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering, Toronto, 2001.

LAUDON, K. C., LAUDON, J. P. Sistemas de Informação Gerenciais, Pearson Education; 9ª Edição, 2011.

LIEGL, P.; SCHUSTER, R.; ZAPLETAL, M.; HUEMER, C.; WERTHNER, H.; AIGNER, M.; BERNAUER, M.; KLINGER, B.; MAYR, M.; MIZANI, R.; WINDISCH, M.; [vem:xi:] – A methodology for process based requirements engineering, In Proceedings of International Conference on Requirements Engineering, pp.: 193-202, 2009.

MAHBUB, K.; SPANOUDAKIS, G. A Framework for Requirements Monitoring of Service Based Systems. In Proceedings of International Conference on Service-Oriented Computing, pages: 84-93, 2007.

MUKHERJEE, D; JALOTE, P; NANDA, M.G.; Determining QoS of WS-BPEL compositions. In Service-Oriented Computing International Conference, pages: 378-393, 2008.

NING, D.; PENG, R.; HE, K.; FENG, Z.; LIU, J. A Social Tagging Method for Web Service Semantics Based on RGPS Meta-model Framework. Journal of Computational Information Systems, v. 8: 1, pp. 1 – 9, 2012.

OASIS Web Services Business Process Execution Language (WS-BPEL) TC, http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=wsbpel, 2007.

OPEN OME Open The Organization Modelling Environment TC, <http://www.cs.toronto.edu/km/openome/>, 2011.

PAPAZOGLU, M. P.; HEUVEL, W-J van den. Service oriented architecture: approaches, technologies and research issues, The VLDB Journal, v.: 16, pp.: 389-415, 2007.

PAPAZOGLU, M. P.; TRAVERSO, P.; DUSTDAR, S.; LEYMANN, F. Service-oriented Computing: A Research Roadmap. International Journal of Cooperative Information Systems, v. 17, no. 2, pages: 223–255, 2008.

PIMENTEL, J.; CASTRO, J.; SANTOS, E.; FINKELSTEIN, A., Towards Requirements and Architecture Co-evolution. In Proceedings of Advanced Information Systems Engineering Workshops, pp.: 159-170, 2012.

PISTORE, M.; ROVERI, M.; BUSSETTA, P. Requirements-Driven Verification of Web Services. *Journal of Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, v. 105, pp.: 95-108, 2004.

RAADT, B.; GORDIJN, J.; YU, E. Exploring Web Services from a Business Value Perspective. In *Proceedings of International Conference on Requirements Engineering*, pp.: 53-62. 2005.

RALYTÉ, J. Viewpoints and Issues in Requirements Engineering for Services. In *Proceedings of International Computer Software and Application Conference Workshops*, pp.: 341-346, 2012.

SHAMA, A., “Dot-Coms’ Coma,” *J. Systems and Software*, vol. 56, no. 1, pp. 101–104, 2001.

SÉGURÁN, M.; HÉBERT, C.; FRANKOVA, G.; Secure Workflow Development from Early Requirements Analysis. In *Proceedings of the 6th IEEE European Conference on Web Services*, 2008.

SOMMERVILLE, I.; “Software Engineering”, Addison Wesley, 9th Edition, 2010.

SOUZA, K. S.; FANTINATO, M. Explorando a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços: Uma Revisão Sistemática da Literatura, In *Proceedings of Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 2013.

SOUZA, K. S.; FANTINATO, M.; ELER, M. M.; “Systematizing the Service-oriented Requirements Engineering Through i* Framework and Web Services”, In *Proceedings of 11th IEEE International Conference on Services Computing*, 2014.

SUN, Z; WANG, J; HE, K; XIANG, S; YU, D, A Model Transformation Method in Service-oriented Domain Modeling. In: *21st Australian Software Engineering Conference*, pp.: 107 – 116, 2010.

TRAVASSOS, G.; GUROV, D.; AMARAL, E. Introdução à Engenharia de Software Experimental, RT-ES-590/02, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

TSAI, W. T.; JIM, Z.; WANG, P.; WU, B. Requirement Engineering in Service-Oriented System Engineering. In *Proceedings of International Conference. on e-Business Engineering*, pages: 661 – 668, 2007.

VJJAYAN, J.; RAJU, G., Service-oriented Requirements Engineering – A new dimension. In *Proceedings of First International Computational Intelligence and Information Technology*, pp.: 698-704, 2011.

XU, Z; WU, L. Ontology Reasoning and Services Composition Verification towards O-RGPS Requirement Meta-Model. In Proceedings of 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), v. 3, pp.: 273 – 277. 2010.

YU, E, Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering, PhD thesis, Department of Computer Science University of Toronto, 1994.

YU, E.; MYLOPOULOS, J.; AI Models for Business Process Reengineering. IEEE Experts – Enterprise Modeling, v. 11 p. 16-33, 1996

YU, E.; MYLOPOULOS, J.; MAIDEN, N.; GIORGINI, P. Modeling strategic relationships for process reengineering. In (eds.). Chapter 2. Social Modeling for Requirements Engineering. MIT Press, 2011.

WANG, J.; HE, K.; LI, B.; LIU, W.; PENG, W. Meta-models of Domain Modeling Framework for Networked Software. In Proceedings of 6th International Conference on Grid and Cooperative Computing, p. 878 – 886. 2007.

WANG, J; HE, K; GONG, P; WANG, C; PENG, R; LI, B, RGPS: A Unified Requirements Meta-modeling Frame for Networked Software. In Proceedings of 3rd International Workshop on Application and Advances of problem frames. 2008.

WEN, B.; LIANG, P.; HE, K. Stakeholders-driven Requirements Semantics Acquisition for Networked Software Systems. In Proceedings of the International Computer Software and Applications Conference, p.: 255-258, 2010.

ZHANG, S.; YIN, J.; LIU, R.. A RGPS-Based Framework for Service-Oriented Requirement Evolution of Networked Software. In Proceedings of International Communication Software and Networks Conference, pages: 321-325, 2011.

APÊNDICE A

Revisão Sistemática Publicada no SBSI 2013

Conforme mencionado no Capítulo 3 (Metodologia) deste trabalho, o resultado da Revisão Sistemática executada a fim de conhecer os trabalhos já desenvolvidos com abordagem semelhante à presente proposta gerou um artigo publicado e apresentado no Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação de 2013 (SBSI 2013). Este artigo, intitulado “Explorando a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços: Uma Revisão Sistemática da Literatura” é apresentado na íntegra neste apêndice.

Explorando a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Keith S. Souza, Marcelo Fantinato

Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo

{keith,m.fantinato}@usp.br

Abstract. *This paper presents the results of a systematic literature review on works published in the Service-oriented Requirements Engineering (SORE) area. Due to the dynamism that services-oriented environments have, because of their features of interoperability among heterogeneous environments, it is necessary the creation of new techniques in order to elicit, analyze, specify, negotiate, manage and verify requirements. The methodology of this systematic review classified the primary studies according to three main concepts: aspects related to electronic services, aspects related to traditional requirements engineering and emerging aspects related to SORE. The review identified 52 primary studies and classified them in these three concepts. The results point up the growth of the number of published works on SORE in recent years as well as evidences some research gaps and tendencies.*

Resumo. *Este artigo apresenta os resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre trabalhos publicados a respeito de engenharia de requisitos orientada a serviços (Service-oriented Requirements Engineering – SORE). Com o dinamismo que ambientes orientados a serviços trazem por suas características de interoperabilidade em ambientes heterogêneos, faz-se necessária a criação de novas formas de elicitar, analisar, especificar, negociar, gerenciar e verificar requisitos. A metodologia desta revisão sistemática classificou os estudos selecionados segundo três dimensões conceituais: aspectos de serviços eletrônicos, aspectos relacionados à engenharia de requisitos tradicional e aspectos emergentes de SORE. Foram identificados 52 estudos primários, classificados nessas três dimensões. Os resultados encontrados apontam para o crescimento de trabalhos em SORE nos últimos anos, além de evidenciar as lacunas e tendências de pesquisas.*

1.Introdução

Recentemente, as organizações tem vivenciado um ambiente de negócio altamente dinâmico, no qual as necessidades mudam com maior frequência devido à alta concorrência [Laudon e Laudon 2011]. Portanto, juntamente com as mudanças organizacionais, os sistemas de informação devem adequar-se rapidamente às diferentes realidades dentro da organização para continuarem agregando valor. O recente paradigma de Computação Orientada a Serviços (SOC – *Service-oriented Computing*) usa serviços como construtores básicos a fim de apoiar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas mesmo que estas estejam em ambientes heterogêneos [Papazoglou et al., 2008]. A partir do paradigma SOC, a Arquitetura Orientada a Serviços (SOA – *Service-oriented Architecture*) surge como uma forma lógica de projetar sistemas sob o paradigma SOC, isso é, provendo serviços distribuídos por meio de interfaces de descoberta e publicação de serviços [Papazoglou et al., 2008].

Dentro desse contexto, o desenvolvimento de serviços ocorre normalmente por meio de técnicas já existentes. No entanto, o desenvolvimento de novas técnicas de engenharia de

software específicas para serviços torna-se necessário, visto que as atuais técnicas não consideram as particularidades de ambientes SOC [Bano e Ikram 2010]. A partir dessa necessidade, surgiu então uma disciplina que baseia-se no paradigma SOC, e une-se a engenharia de sistemas. Esta disciplina, conhecida como Engenharia de Sistemas Orientada a Serviços (SOSE – *Service-oriented System Engineering*), aponta para o desenvolvimento disciplinado, sistemático e quantificado de sistemas SOC [Gu e Lago 2009]. Considerando o paradigma SOC, a disciplina Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços (SORE – *Service-oriented Requirements Engineering*) trata da definição de processos para captar os requisitos de serviços tanto do ponto de vista de consumidores de serviço quanto de fornecedores de serviço [Lamsweerde 2000].

Lamsweerde (2000) aponta para a necessidade de novas técnicas, metodologias e processos em engenharia de requisitos considerando ambientes SOC. Nas pesquisas elaboradas por Papazoglou et al., (2008) e Kontogiannis et al., (2007), a engenharia de software em ambientes SOC é colocada como um desafio também a ser resolvido. Gu e Lago (2009) indicaram o aumento do número de trabalhos publicados entre 2006 e 2009 que abordavam os desafios relacionados à engenharia de requisitos no paradigma SOC. Dentro desse contexto, este artigo apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que elenca as pesquisas em SORE segundo três dimensões conceituais: serviços eletrônicos, engenharia de requisitos tradicional e SORE. Além disso, esta RSL apresenta uma discussão sobre as lacunas encontradas e, também, sobre a maturidade de SORE considerando o *Hype Cycle* [Gartner 2012] com o intuito de orientar a comunidade científica sobre as tendências acerca dessa área de pesquisa.

Este artigo está estruturado como segue: a Seção 2 apresenta uma visão geral sobre conceitos relacionados a esta RSL; a Seção 3 aborda a metodologia usada na RSL; na Seção 4, a avaliação dos estudos primários incluídos é apresentada; os resultados são apresentados na Seção 5; na Seção 6, as ameaças à validade desta RSL são discutidas; e a conclusão é apresentada na Seção 7.

2. Visão Geral da Literatura em SORE

Esta seção apresenta uma visão geral sobre os principais conceitos relacionados a esta RSL e os trabalhos que estão ligados a este estudo.

2.1. Conceitos Gerais

Uma pesquisa financiada pela instituição Gartner [Altman 2011] afirma que, em 2015, 80% dos sistemas desenvolvidos por organizações de médio e grande porte são composições de outros sistemas. Isso indica uma tendência de distribuição geral dos serviços de tecnologia da informação e sistemas de informação. Portanto, SOC e SOA aparecem para apoiar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas, mesmo em ambientes heterogêneos [Bano e Ikram 2010].

A engenharia de requisitos tradicional pode ser dividida em seis fases distintas [Sommerville 2010]: elicitação, análise, especificação, gerenciamento, negociação e verificação de requisitos. Outros autores, também, classificam a engenharia de requisitos segundo sua orientação, que pode ser baseada em [Jin, Liu e Jin 2008]: processos, ontologias, metas, domínios e agentes. No entanto, em geral, as abordagens de engenharia de requisitos tradicional não abrangem, em plenitude, as necessidades e particularidades de ambientes SOC, segundo Tsai et al., (2007). Portanto, SORE surge com o intuito de definir processos e metodologias considerando o desenvolvimento de aplicações baseadas em serviços. As abordagens em SORE devem considerar a captação de requisitos segundo duas perspectivas

distintas: consumidor de serviço e fornecedor de serviço. Essas duas perspectivas requerem metodologias e processos de engenharia de requisitos distintas. Isso porque, na primeira perspectiva, o envolvimento dos *stakeholders* de uma área de negócio específica é necessária; enquanto que, na segunda perspectiva, o serviço é desenvolvido segundo os requisitos elicitados de um setor de negócio genérico podendo envolver *stakeholders* de diferentes organizações [Lamsweerde 2000]. Segundo Tsai et al., (2007), SORE deve considerar também o reuso dos artefatos de software e a evolução de requisitos em tempo de execução.

2.2.Trabalhos Relacionados

A revisão da literatura – elaborada por Kontogiannis et al., (2007) – apontou uma agenda de pesquisa em SOA. Dentre outros tópicos, esse estudo caracterizou SORE como um dos tópicos a ser explorado pela comunidade científica nos anos seguintes. Já a pesquisa do tipo *survey* – elaborada por Papazoglou et al., (2008) – abordou o estado da arte e os principais desafios em SOC. Esse estudo apontou SOSE como um tópico inexplorado na época. Uma RSL foi conduzida por Gu e Lago (2009) acerca dos desafios listados na literatura sobre SOSE. Os autores desse estudo classificaram os desafios encontrados em tópicos e temas. Essas duas classificações cruzavam-se dando uma dimensão do estado da arte de SOSE. A RSL de Gu e Lago (2009) indicou que o número de artigos publicados que tratavam especificamente de desafios em SORE teve crescimento significativo comparado a outros entre os anos de 2006 até 2009. Os estudos mencionados não pontuam sistematicamente quais são as soluções em SORE propostas na literatura e quais os elementos que as diferem das soluções em engenharia de requisitos tradicional. Sendo assim, esses são os elementos diferenciais nessa RSL apresentada neste artigo.

3.Metodologia

Uma RSL busca identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis, chamados de estudos primários, segundo um conjunto de questões de pesquisa, um tópico ou um fenômeno de interesse [Kitchenham 2007]. Uma RSL difere de uma revisão da literatura simples ou de um *survey* por ser um estudo replicável, científico e transparente, evitando assim os vieses. As questões de pesquisa que direcionaram a extração de dados dos estudos primários e o protocolo elaborado para a condução desta RSL são descritos nas próximas subseções.

3.1.Questões de Pesquisa

A seguir, são apresentadas as questões de pesquisa elaboradas para esta RSL:

Q1: Quais tipos de trabalhos relacionados a SORE tem sido apresentados na literatura, incluindo: metodologias de apoio a SORE, técnicas de modelagem de requisitos, técnicas de reuso de artefatos de engenharia de requisitos e aspectos gerais em SORE?

Q2: Quais fases da engenharia de requisitos tradicional (elicitação, análise, especificação, negociação, gerenciamento e verificação), de acordo com Sommerville (2010), tem sido cobertas nas abordagens de SORE?

Q3: As técnicas de engenharia de requisitos apresentadas nas abordagens de SORE podem ser classificadas segundo os tipos de orientação (processos, ontologias, metas, domínios e agentes) propostos por Jin, Liu e Jin (2008)?

Q4: Quais perspectivas de serviços (fornecedor de serviço ou consumidor de serviço) tem sido consideradas pelas técnicas de engenharia de requisitos apresentadas nas abordagens de SORE?

Q5: Os trabalhos que apresentam abordagens de SORE tem considerado a evolução de requisitos em tempo de execução citados por Tsai et al., (2008)?

Q6: Qual o nível de maturidade da disciplina SORE na literatura acadêmica segundo a curva *Hype Cycle* do Gartner (2012)?

3.2. Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura

O protocolo usado nesta RSL, descrito a seguir, foi elaborado com base nas diretrizes apresentadas por Kitchenham (2007) bem como nas observações de Biolchini et al., (2005).

Fontes de Dados:

Com o intuito de abranger os estudos mais relevantes sobre SORE, considerou-se como fonte de dados duas bases indexadas: Scopus e ISI Web of Science.

Estratégia de Busca:

Baseado nas questões de pesquisa, a seguinte *string* de busca foi definida para ser aplicada às bases indexadas: ("service-oriented requirement engineering" OR "sore" OR "requirement engineering") AND ("service oriented" OR "service orientation" OR "web service*" OR "electronic service*" OR "e-service*").

Seleção de Estudos Primários:

Muitos dos estudos buscados contém as palavras-chave definidas na estratégia de busca, entretanto, são irrelevantes para as questões de pesquisa desta RSL. Portanto, é necessário, a partir de critérios de inclusão e exclusão, definir quais destes estudos devem ser considerados para responder as questões de pesquisa. A Tabela 1 apresenta os critérios de inclusão e exclusão considerados nesta RSL.

Extração de Dados:

Para armazenar e organizar as referências dos estudos primários, a ferramenta *MyEdnoteWeb* foi usada. A extração de dados se consistiu em quatro etapas: (i) identificação dos estudos relevantes a partir da busca nas bases indexadas, chegando a 286 estudos candidatos; (ii) identificação dos estudos primários relevantes segundo os critérios de inclusão e de exclusão, filtrando para 48 estudos primários dos 286 iniciais; (iii) identificação de estudos primários indicados por especialistas, finalizando em 52 estudos primários identificados por esta RSL; e, (iv) identificação dos conceitos mencionados nas questões de pesquisa. As etapas mencionadas foram adaptadas das propostas por Chen, Ali Babar e Ali (2009). Na primeira etapa, somente o resumo dos estudos primários foram revisados, enquanto que nas outras etapas os estudos foram lidos na íntegra.

Tabela 1. Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão

Critérios de Exclusão

CL.1: Foram incluídos apenas os estudos primários fortemente ligados aos termos buscados e ao escopo desta RSL; aqueles meramente mencionando os termos buscados não foram considerados nesta RSL.	CE.1: Foram excluídos todos os registros que não estavam disponíveis eletronicamente na web.
CL.2: Foram incluídos todos os estudos primários que abordam metodologias de apoio a SORE, técnicas de modelagem de requisitos, técnicas de reúso de artefatos de engenharia de requisitos e aspectos gerais em SORE	CE.2: Foram excluídos todos os registros que não são considerados trabalhos científicos revisados por pares, incluindo: relatórios técnicos, livros, capítulos de livros, editoriais, prefácios, etc.
CL.3: Foram incluídos os estudos primários adicionais indicados por especialistas, mesmo não selecionados pela <i>string</i> de busca, desde que respeitando os demais critérios de inclusão e de exclusão.	CE.3: Foram excluídos todos os registros que não estavam escritos totalmente em inglês.
	CE.4: Foram excluídos os registros no contexto de engenharia de requisitos, mas cujo foco era exclusivamente sistemas complexos, chamados <i>networked software</i> , não tratando das particularidades de ambientes orientados a serviços.
	CE.5: Foram excluídos os registros no contexto de engenharia de requisitos, mas cujo foco era exclusivamente computação em nuvem e não o desenvolvimento de serviços eletrônicos.

4. Visão Geral dos Estudos Primários Identificados

De acordo com a Figura 1, houve um aumento significativo nos trabalhos publicados em SORE de 2000 a 2012. Os mínimos globais ocorreram em 2001 e 2002 com nenhuma publicação. Em contrapartida, o máximo global deu-se em 2010 com 11 trabalhos, que correspondem a 21% do total de estudos primários selecionados. A Figura 1 também destaca uma queda nas publicações a partir de 2010, de 11 para 7 e 6 trabalhos nos anos de 2011 e 2012, respectivamente.

Figura 1. Número de estudos primários por ano de publicação

Na Figura 2 (à esquerda), é possível observar que o ciclo de trabalhos em SORE pode ter atingido seu nível máximo de expectativas exageradas em 2010, tendo atingido seu máximo global do período. É possível que o número de trabalhos em SORE esteja caminhando para um vale de desilusão, como exemplificado na Figura 2 (à direita).

Quanto ao tipo de publicação, prevaleceram os trabalhos publicados em conferências, com 35 trabalhos, representando 67%. De 2009 a 2012 houve um aumento significativo de trabalhos em periódicos. De 2000 a 2008, são apenas 3 trabalhos; já, no quadriênio 2009 a 2012, o número de trabalhos em periódicos passou para 7, correspondendo à 23% do total de estudos primários no período (vide Figura 1).

Figura 2. *Hype Cycle*: SORE (esquerda) e modelo genérico [Gartner 2012] (direita)

A RSL de Gu e Lago (2009) aponta que a maturidade na pesquisa de alguns tópicos em SOSE serve de insumo para novas discussões em outros tópicos também não explorados. Problemas tecnológicos de interoperabilidade resolvidos pelas linguagens padrões de Serviços Web, bem como o desenvolvimento de ferramentas e novos modelos de arquitetura de serviços, facilitam o desenvolvimento de metodologias e técnicas de modelagem em SORE. Sendo assim, tal fato justifica o aumento quantitativo e qualitativos dos estudos publicados relacionados a SORE nos últimos anos.

A Tabela 2 lista todos os estudos primários selecionados para esta RSL e identificadores que são usados ao longo da próxima seção. Os identificadores iniciados com *C*, *P* e *W* representam, respectivamente, publicações em *conferência*, *periódico* e *workshop*. As referências detalhadas de cada um dos estudos está disponível em: <http://rslsore.sourceforge.net/>.

Tabela 2. Lista de estudos primários analisados por esta RSL

ID – Referência

C01 – [Verlaine, Jureta e Faulkner 2011a]	C27 – [Driss et al., 2010]
C02 – [Verlaine, Jureta e Faulkner 2011b]	C28 – [Poigaj 2000]
C03 – [Zhang, Yin e Liu 2011]	C29 – [Flores et al., 2010]
C04 – [Xiang et al., 2007]	C30 – [Jureta, Faulkner, Thiran e 2007b]
C05 – [Hu et al., 2010]	C31 – [Vijayan e Raju 2011]
C06 – [Wen et al., 2010]	C32 – [Tian et al., 2007]
C07 – [Yale-Loehr et al., 2010]	C33 – [Hussein et al., 2012]
C08 – [Lee-Klenz, Sampaio e Wood-Harper 2010]	C34 – [Luthria et al., 2008]
C09 – [Liu, He e Zhang 2008]	C35 – [Zhao, Cai e Jin 2010]
C10 – [Hu et al., 2009]	P01 – [Adam et al., 2012]
C11 – [Liu, He e Zhang 2009]	P02 – [Maiden 2006]
C12 – [Lieg] et al., 2009]	P03 – [Wang et al., 2009]
C13 – [Gordin, Kinderen e Wieringa 2008]	P04 – [Verlaine et al., 2012]
C14 – [Adam e Doerr 2008]	P05 – [Pistore, Roveri e Busetta 2004]
C15 – [Lim, Platon e Cox 2008]	P06 – [Lee e Liu 2010]
C16 – [Narendra e Ponnalagu 2007]	P07 – [He, Wang e Liang 2010]
C17 – [Henkel e Perjons 2011]	P08 – [Chen e He 2011]
C18 – [Jureta, Faulkner, Thiran e 2007a]	P09 – [Lichtenstein, Nguyen e Hunter 2005]
C19 – [Alkkiomäki e Smolander 2007]	P10 – [Liu e Feng 2012]
C20 – [Mahbub e Spanoudakis 2004]	W01 – [Franch et al., 2011]
C21 – [Tsai et al., 2007]	W02 – [Verlaine et al., 2010]
C22 – [Robinson 2003]	W03 – [Wen, Liang e He 2010]
C23 – [Hartmann et al., 2006]	W04 – [Gehlert, Bramsiepe e Pohl 2008]
C24 – [Raadt, Gordijn e Yu 2005]	W05 – [Pimentel et al., 2012]
C25 – [Ning e Peng 2009]	W06 – [Eck e Wieringa 2003]
C26 – [Feng et al., 2008]	W07 – [Ralyté 2012]

5. Resultados da Revisão Sistemática da Literatura

Nesta seção são destacados os aspectos mais explorados pelos estudos primários identificados, as tendências de pesquisa e as lacunas a serem exploradas pela comunidade científica em SORE em função das questões de pesquisa. Para as classificações apresentadas nesta seção, os estudos que não puderam ser classificados com certeza nos determinados tipos ao longo dos resultados nas questões de pesquisa foram devidamente referenciados com os termos *nenhum* ou *outros*.

Q1: Quais tipos de trabalhos relacionados a SORE tem sido apresentados na literatura, incluindo: metodologias de apoio a SORE, técnicas de modelagem de requisitos, técnicas de reúso de artefatos de engenharia de requisitos e aspectos gerais em SORE?

Dos 52 estudos primários selecionados, 48 apresentam abordagens em SORE. Dos quais, seis propõem metodologias de apoio a SORE enquanto 42 tratam de novas técnicas de modelagem de requisitos. O restante dos estudos destinam-se a discutir aspectos gerais relacionados a SORE. Esses trabalhos que discutem aspectos gerais tratam de questões e desafios em SORE. Já aqueles que tratam de metodologias de apoio a SORE procuram unir os aspectos de engenharia de requisitos tradicional e orientação a serviços, a fim de propor uma nova abordagem metodológica em SORE. Enquanto que aqueles que tratam de técnicas de modelagem de requisitos, diferentemente dos trabalhos em metodologia de apoio a SORE, propõem formas de modelagem para resolver problemas específicos dentro de SORE. A Figura 3 ilustra a distribuição desses trabalhos e suas categorias. De 2005 a 2008, os estudos em aspectos gerais em SORE foram explorados. De 2008 até 2012, os trabalhos que trazem abordagens metodológicas passam a ser apresentados na literatura. Já as técnicas de modelagem foram exploradas em todo o período, tendo sua maior concentração em 2010, sendo responsável pelo máximo global de todo o período com 10 publicações. Especificamente em relação às técnicas de reúso de artefatos de engenharia de requisitos, nenhum estudo foi encontrado. A Tabela 3 apresenta a classificação detalhada dos estudos primários segundo os tipos de trabalhos.

Figura 3. Tipos de trabalhos distribuídos no período

Em relação às técnicas de modelagem de requisitos, parte dos estudos primários apresentam técnicas baseadas em *Role, Goal, Process and Service* (RGPS). Esse metamodelo prevê papéis para as diversas entidades, metas a serem atingidas e processos de negócio – todos baseados em serviços. Foram identificados cinco trabalhos que propõem modelos para especificação de requisitos baseada em RGPS. Outros três estudos adotam o modelo *i** para modelagem em SORE. Cinco trabalhos propõem extensões de técnicas em engenharia de requisitos tradicional, incluindo UML, Tropos e técnicas de modelagem de sistemas baseados em contexto. Sete estudos primários consideraram serviços web como implementação de serviços eletrônicos: BPEL4WS, WSCDL, WSLA e WSDL foram as linguagens citadas. 11 estudos primários usam ontologias, incluindo OWL, WSMO, CORE e O-RGPS. A Tabela 4 apresenta a relação dessas técnicas em modelagem de requisitos e os estudos primários.

Tabela 3. Tipos de trabalhos e seus estudos primários

Tipo de Trabalho	Estudos Primários	Qtde
Aspectos Gerais	C14 C21 P02 P09	4
Metodologias	C12 C13 C29 C31 P01 W07	6
Técnicas de Modelagem	deC01 C02 C03 C04 C05 C06 C07 C08 C09 C10 C11 C15 C16 C17 C18 C19 C20 C22 C23 C24 C25 deC26 C27 C28 C30 C32 C33 C34 C35 P03 P04 P05 P06 P07 P08 P10 W01 W02 W03 W04 W05 W06 42	
Técnicas de Reúso	deNão foram encontrados estudos primários.	0

Artefatos

Tabela 4. Técnicas de modelagem e seus estudos primários

Tópicos	Estudos Primários	Conceitos Gerais
OWL-S	C05 C25 C26 P08	Modelagem de Processos
WSMO	C01 C02	Ontologias
CORE	C01 C02 P04	
O-RGPS	C10 P07 W03	
OWL	C03 C35 P10	
RGPS	C03 C05 C10 P08 W03	
i*	C24 W01 W05	Metas
e ³	C24	Modelagem de Negócio
WSDL	C25 P04 W02	Serviços Web
WSLA	P04	
WSCDL	P03	
BPLE4WS	C20 P05	
Sistemas baseados em Contexto	C33 P10	Engenharia de Requisitos Tradicional
Tropos	P05	
UML	C19 C33	
Requisitos Semânticos	C06 C07 C09 C35 W03	Serviços Semânticos
Outros	C04 C08 C11 C15 C16 C17 C18 C22 C23 C27 C28 C30 C32 C34 P06 W04 W06	

Não foram encontrados estudos primários propondo abordagens que reusam os artefatos gerados durante as fases da engenharia de requisitos. Um dos estudos menciona a possibilidade de reuso da especificação de requisitos em sua abordagem [C10]. No entanto, ele não apresenta detalhes de como este reuso ocorre. Portanto, confirmando o fato mencionado em Tsai et al., (2007), o reuso de artefatos em SORE também é um ponto aberto na literatura.

Q2: Quais fases da engenharia de requisitos tradicional (elicitação, análise, especificação, negociação, gerenciamento e verificação), de acordo com Sommerville (2010), tem sido cobertas nas abordagens de SORE?

Não foram encontrados trabalhos com abordagens em SORE que abrangem as cinco fases da engenharia de requisitos tradicional ao mesmo tempo. Nove estudos primários abordam soluções que consideram as três primeiras fases (elicitação, análise e especificação). Apenas um estudo aborda quatro dessas fases: elicitação, análise, especificação e negociação. Um único estudo primário apresenta uma técnica de modelagem de requisitos que abrange as três últimas fases: negociação, gerenciamento e verificação. A Tabela 5 apresenta as fases, os estudos primários e suas quantidades demonstrando que pouco esforço tem sido dedicado às fases de negociação e verificação. Em relação à fase de negociação, os dois estudos

encontrados são dos anos 2011 e 2012, sugerindo que esta poderá ser uma das fases mais explorada nos próximos anos.

Tabela 5. Fases da engenharia de requisitos tradicional e seus estudos primários

Fases	Estudos Primários	Qtde
Elicitação	C01 C02 C04 C06 C10 C11 C12 C13 C14 C15 C25 C29 C31 C33 P01 P10 W03 W04	18
Análise	C01 C02 C05 C06 C08 C09 C10 C11 C12 C14 C15 C16 C17 C24 C27 C28 C29 C31 P01 P07 P08 P10 W03	23
Especificação	C01 C02 C05 C06 C07 C08 C12 C14 C15 C18 C19 C20 C23 C26 C27 C29 C30 C31 C35 P01 P03 P04 P05 P06 W02 W04	26
Negociação	P01 W01	2
Gerenciamento	C03 C08 C16 C18 C20 C22 C30 C32 C33 P03 P07 P10 W01 W03 W05	15
Verificação	C20 C22 C34 P05 W01	5
Nenhum	C21 P02 P09 W06 W07	5

Q3: As técnicas de engenharia de requisitos apresentadas nas abordagens de SORE podem ser classificadas segundo os tipos de orientação (processos, ontologias, metas, domínios e agentes) propostos por Jin, Liu e Jin (2008)?

A Tabela 6 apresenta a distribuição dos estudos primários entre os tipos de orientação em suas abordagens. Há um equilíbrio entre o número de trabalhos que apresentam abordagens baseadas em processos, ontologias e metas (11, 12 e 12 trabalhos respectivamente). Em contrapartida, esses números caem para oito para aquelas abordagens baseadas em domínios. As publicações consideradas como *outros* usaram outras classificações. Portanto, diante dessa distribuição a classificação sugerida por Jin, Liu e Jin (2008) pode não ser abrangente para as abordagens em SORE.

Tabela 6: Orientação das Abordagens em SORE e seus Estudos Primários.

Orientação a	Estudos Primários	Qtde
Processos	C03 C06 C12 C17 C20 C29 C31 P01 P08 P10 P05	11
Ontologias	C01 C02 C04 C05 C25 C26 C35 P04 P07 P08 W02 W03	12
Metas	C03 C06 C08 C15 C22 C24 P06 P08 P10 W01 W04 W05	12
Domínio	C09 C10 C11 C15 C35 P07 P08 P10	8
Agentes	C24	1
Outros	C07 C13 C14 C16 C18 C19 C21 C23 C27 C28 C30 C32 C33 C34 P02 P03 P09 W06 W07	19

Q4: Quais perspectivas de serviços (fornecedor de serviço ou consumidor de serviço) tem sido consideradas pelas técnicas de engenharia de requisitos apresentadas nas abordagens de SORE?

16 estudos primários selecionados apresentam abordagens que consideram SORE segundo a perspectiva de fornecedores de serviço. Dentre esses estudos, apenas três consideram somente abordagens segundo essa perspectiva. O restante dos estudos que apontam para a perspectiva de fornecedores de serviço e consumidores de serviço. 38 estudos primários selecionados abordam SORE segundo a perspectiva de consumidores de serviço. Desses, 25 consideram tão somente a perspectiva de consumidores de serviço. A Tabela 7 lista as perspectivas e seus estudos primários.

Tabela 7. Perspectivas das abordagens em SORE e seus estudos primários

Perspectiva	Estudos Primários	Qtde
-------------	-------------------	------

Apenas Fornecedor	P08 P10 P05	3
Apenas Consumidor	C01 C03 C05 C06 C07 C08 C10 C11 C13 C15 C17 C18 C20 C28 C29 C30 C31 C33 C34 ₂₅ C35 P01 P04 W02 W03 W05	
Ambos	C02 C12 C14 C16 C21 C22 C25 C26 C27 P06 P07 W04 W07	13
Nenhum	C04 C09 C19 C23 C24 C32 P02 P03 P09 W01 W06	11

Q5: Os trabalhos que apresentam abordagens de SORE tem considerado a evolução de requisitos em tempo de execução citados por Tsai et al., (2008)?

25% dos estudos primários selecionados consideram abordagens que tratam da evolução de requisitos e do monitoramento de serviços em tempo de execução. Quatro desses estudos abordam o monitoramento de serviços web [C20, C22, P03 e W01], enquanto que nove consideram técnicas de modelagem de requisitos para evolução e adaptação de requisitos em tempo de execução [C33, C03, C16, C18, C30, C32, P10, W05 e W07].

Q6: Qual o nível de maturidade da disciplina SORE na literatura acadêmica?

Conforme mencionado na Seção 4, a curva de *Hype Cycle* [Gartner 2012] aplicada aos trabalhos selecionados indica queda no número de trabalhos nos últimos 2 anos. Esse fato pode indicar a diminuição nas expectativas dos pesquisadores sobre SORE, caminhando assim para um vale de desilusão. O vale da desilusão pode apontar para a maturidade na adoção de tecnologias. Sendo assim, é possível que em um futuro próximo, a pesquisa em SORE atinja seu nível de estabilização obtendo a maturidade. Também sobre a maturidade da área, um aspecto importante da pesquisa científica, especialmente em engenharia de software, tem sido pouco explorado em SORE. Esse aspecto seria a aplicação prática das abordagens apresentadas. Esta RSL revela que 19 dos 52 estudos primários selecionados abordam algum tipo de aplicação prática de suas abordagens, o que representa 37% do total. Desses 19 estudos, três apresentam ferramentas que implementam suas abordagens. Os outros 16, apresentam estudos de casos aplicados a domínios específicos. Não foram encontrados estudos que abordam a experimentação nas abordagens em SORE segundo seu uso entre engenheiros de requisitos que tenham discutido como essas técnicas de modelagem e metodologias de apoio a SORE poderiam contribuir para melhorar a elicitação, a análise e a especificação de requisitos em ambientes SOC. Comparações quantitativas entre as abordagens SORE ou mesmo com abordagens de engenharia de requisitos tradicional não foram exploradas. No entanto, a distribuição de trabalhos em SORE ao longo dos anos demonstra o aumento significativo de estudos primários que abordaram algum tipo de aplicação prática. De 2009 até 2012 foram publicados 14 estudos, o que representa 47% do total no período contra 23% do período anterior. Essa distribuição é um indicativo de que os pesquisadores em SORE tem-se interessado mais em aplicações práticas nos últimos anos, o que pode ser uma tendência nesta área de pesquisa.

6. Ameaças à Validade

Segundo Perry, Porter e Votta, (2000), ameaças à validade são influências que podem limitar a habilidade de interpretar as conclusões provenientes dos dados extraídos. Portanto, essas ameaças devem ser minimizadas. Neste trabalho, as ameaças foram analisadas segundo as taxonomias: validade de construção, validade interna e validade externa. Quanto à validade de construção, a elaboração da *string* de busca procurou ser o mais abrangente possível, possibilitando a captura dos trabalhos mais relevantes considerando as três principais dimensões trabalhadas nessa RSL. O uso de duas bases indexadas para a realização da busca não pode ser considerada uma ameaça à validade de construção, já que os trabalhos

retornados vieram das principais bases de dados científicas da área, garantindo que os trabalhos retornados foram abrangentes o suficiente. Para evitar desentendimentos quanto aos conceitos usados, o planejamento e a condução foram executados pela dupla de autores. A fim de minimizar qualquer ameaça à validade interna, principalmente na seleção de estudos primários e extração de dados, os autores desse artigo conduziram essas duas atividades paralelamente e qualquer discordância foi discutida até chegar-se a um consenso. Apesar desse estudo ter considerado apenas trabalhos científicos como estudos primários, seus resultados podem ser generalizados tanto para a comunidade científica, quanto para a indústria, não havendo ameaças à validade externa.

7. Conclusão

Esta RSL indicou um aumento significativo de trabalhos em SORE nos últimos anos. A curva *Hype Cycle* aplicada ao número de publicações em SORE mostrou que a comunidade científica pode estar em direção ao chamado vale da desilusão, no qual a expectativa com relação a uma determinada tecnologia cai. No entanto, esta queda pode ser benéfica para a disciplina como um todo, já que após o vale da desilusão, as expectativas estabilizam-se direcionando para o amadurecimento. Outro indicativo desse amadurecimento é o aumento na publicação em periódicos nos últimos anos.

Quanto aos tipos de trabalhos, prevaleceram aqueles que abordavam de técnicas de modelagem de requisitos. Já os que abordavam aspectos gerais em SORE apareceram na literatura entre os anos de 2005 a 2008. As fases da engenharia de requisitos tradicional que mais tem sido exploradas pelas abordagens SORE são a elicitação, a análise e a especificação de requisitos. As fases de negociação e de verificação são as fases menos exploradas. Em relação ao tipo de orientação, as soluções apresentadas tem explorado mais as abordagens orientadas a processos, ontologias e metas. Pouco foi explorado nas abordagens orientadas a domínios e agentes. As abordagens em SORE tem considerado também a evolução de requisitos em tempo de execução segundo a monitoração de serviços e o gerenciamento de mudanças em tempo de execução.

Algumas ferramentas e estudos de caso são apresentados nos estudos primários identificados nessa RSL. No entanto, os estudos de casos são bastante específicos e servem para exemplificar a aplicação da técnica apresentada. Não foram encontrados estudos que abordam a experimentação segundo a aplicação das técnicas em SORE entre engenheiros de requisitos com o intuito de avaliar sua eficiência e eficácia em ambientes SOC. Além disso, comparações quantitativas entre as soluções em SORE existentes, ou também comparações experimentais entre técnicas SORE e técnicas da engenharia de requisitos tradicional não foram mencionadas pelos estudos selecionados. Além disso, a reusabilidade de artefatos de engenharia de requisitos também não foi encontrada nos estudos primários. Esses pontos indicam uma lacuna de pesquisa e servem de insumo para os pesquisadores da área nos próximos anos.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Fapesp (Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) e pela Rede Globo de Televisão São Paulo.

Referências

Altman, R., (2011). When development composite applications, manage contracts, not services, Gartner Research.

- Bano, M. e Ikram, N., (2010). Issues and challenges of Requirement Engineering in Service Oriented Software Development, *In Proc. of 5th Int. Conf. on Software Engineering Advances*, pages: 64-69.
- Biolchini, J., Mian, P. G., Natali, A. C. C. e Travassos, G. H. (2005). Systematic Review in Software Engineering, COPPE/UFRJ, RT-ES 679/05.
- Chen, L., Ali Babar, M. e Ali, N. (2009). Variability management in software product lines: a systematic review. *In Proc. of the 13th Int. SW Product Line Conf.*, p. 81-90.
- Gartner Institute, (2012). Understanding Gartner's Hype Cycle, Gartner Research.
- Gu, Q. e Lago, P., (2009). Exploring service-oriented system engineering challenges: a systematic literature review, *Service Oriented Comp. and Appl.*, v.3, pages: 171-188.
- Jin, Z., Liu, L., Jin, Y., (2008). Software Requirements Engineering: Principles and Method, Science Press, Beijing.
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, Keele University, EBSE Technical Report-2007-01.
- Kontogiannis, K., Lewis, G. A., Smith, D. B., Litoiu, M., Muller, H., Schuster, S., Stroulia, E. (2007). The landscape of service-oriented systems: a research perspective, *In Proc. of Int. Workshop on System Development in SOA Environments*, pages: 1.
- Lamsweerde, A. van, (2000). Requirements Engineering in the Year 00: A Research Perspective, *In Proc. of 22nd Int. Conf. on Software Engineering*, pages: 5-19.
- Laudon, K. C., Laudon, J. P., (2011). Sistemas de Informação Gerenciais, Pearson Education; 9ª Edição.
- Papazoglou, M. P., Traverso, P., Dustdar, S., Leymann, F. (2008). Service-oriented Computing: A Research Roadmap, *Int. Journal of Cooperative Information Systems*, v. 17, no. 2, pages: 223-255.
- Perry, D. E., Porter, A. A., Votta, L. G., (2000). Empirical studies of software engineering: A roadmap, *In Proc. of the 22nd Int. Conf. on Software Engineering*, pages: 345-355.
- Sommerville, I., (2010). Software Engineering, Addison Wesley, 9th Edition.
- Tsai, W. T., Jin, Z., Wang, P., Wu, B. (2007). Requirement Engineering in Service-Oriented System Engineering, *In Proc. of Int. Conf. on e-Business Engineering*, pages: 661 - 668.

Lista de Referências da RSL

A lista de referências dos estudos primários selecionados nesta RSL está disponível no repositório: <http://rslsore.sourceforge.net/>

APÊNDICE B

Short paper publicado em SOSE 2014

Conforme mencionado no Capítulo 3 (Metodologia) deste trabalho, o resultado da segunda análise exploratório executada gerou um publicado e apresentado no 8º Simpósio Internacional em Engenharia de Sistemas Orientada a Serviços (SOSE 2014). Este artigo, intitulado “WS&i*-RGPS: An approach to Service-oriented Requirements Engineering based on RGPS metamodels” é apresentado na íntegra neste apêndice.

WS*i**-RGPS: An approach to Service-oriented Requirements Engineering based on RGPS metamodels

Keith de Souza, Marcelo Fantinato

School of Arts, Science and Humanities University of São Paulo – USP

São Paulo - SP, Brazil

{keith, m.fantinato}@usp.br

Abstract—Owing to the dynamics of the business environment in which organizations must adapt to changes quickly, the information systems have recently had to adapt to new situations so that they can keep adding value efficiently and effectively. In the light of this scenario, a new discipline called Service-oriented Systems Engineering (SOSE) has emerged in the academic scene and this has highlighted the disciplined, systematic and quantified development of Service-oriented Computing systems. This discipline is divided into other sub-disciplines; one of these sub-disciplines is Service-oriented Requirements Engineering (SORE) and is concerned with defining processes and methodologies to address the question of services requirements from two different perspectives: service consumers and service providers. In the context of SORE, this paper proposes a WS*i**-RGPS approach that explores some alternatives to the descriptions proposed by the Role, Goal, Process and Service (RGPS) metamodels – an approach in SORE. This involves a new definition that seeks to incorporate the advantages of other models – established in the literature – with RGPS. Accordingly, this new approach outlines the use of the *i** framework to describe the Role and Goal layers and shows the use of WS-BPEL/WSDL to describe the process and service layers. The use of the *i** framework sets out the goals for managing different aspects of the systems specification. Among its advantages are stability, support in the detection of conflicts, analysis and negotiation. WS-BPEL/WSDL is chosen because of its maturity and widespread use in the state of practice, which increases the chance of this new approach being adopted by industry.

Keywords-service-oriented requirement engineering; SORE; RGPS; *i** framework; WS-BPEL

J. INTRODUCTION

In recent years, organizations have had to face a highly dynamic business environment where the basic needs are changing more frequently than ever due to the high degree of competition that exists between organizations [1]. Apart from organizational changes, the information systems must be adapted quickly to the different circumstances within the organization so that it can retain its added value. In the light of this scenario, the novel computing paradigm, called Service-oriented Computing (SOC), uses services as a basic means of supporting distributed applications that can be developed rapidly, as well as being low cost and easy to compose, even when they are running in heterogeneous environments [2].

In this context, the systems development can occur by means of the current techniques employed in traditional systems engineering. However, the development of new techniques in systems engineering is increasingly being required to deal with specific services since the traditional techniques do not consider the peculiar features of the new SOC paradigm and SOA architecture [3]. Moreover, the emergence of novel techniques for systems development based on the SOC paradigm, was driven by advances in cloud computing and not just by immediate needs [4]. Thus, a new discipline based on SOC is emerging and is now combined with traditional systems engineering. This area is called Service-oriented Systems Engineering (SOSE), which refers to the disciplined, systematic and quantified systems that are based on the SOC paradigm [5]. SOSE is divided into other sub-disciplines. One of these is Service-oriented Requirements Engineering (SORE) that deals with the question of defining processes and methodologies to capture, elicit and specify the services requirements from two different standpoints: those of the service consumer and service provider [6].

In the mid-2000s, in research carried out by M. P. Papazoglou et al., [2] and K. Kontogiannis et al., [7], SOSE is highlighted as a challenge that needs to be solved, and that had been unexplored until that date. However, the research conducted by Q. Gu and P. Lago [5] showed there had been an increase of published works between 2006 and 2009 that addressed the questions and challenges raised by SORE. As a result, SORE emerged as an important discipline in the context of SOC because of the key role played by the requirements engineering in the systems development life-cycle [8]. In the middle of 2007, the number of published works in SORE increased with regard to these two main points: (i) the extension of techniques in traditional requirements engineering (for instance, new proposals emerged that employed current techniques as the *i** framework [9-11]), and; (ii) novel techniques designed especially for SOC (for instance, the definition of metamodels Role, Goal, Process and Service – RGPS [8], [12]).

RGPS metamodels can be defined as a hierarchical and cooperative approach based on four layers: Role, Goal, Process and Service. The layers are combined one-to-one to provide an organizational analysis, in the context of the problem domain, and implement the requirements specified for the electronic services (e-services)

distributed in the network [12]. Thus, this paper offers some alternatives to the original descriptions suggested for the RGPS metamodels, by proposing new descriptions that seek to incorporate the advantages of other models and languages established in the literature. Accordingly, in attempting to describe Role and Goal layers, this paper proposes the use of the i^* framework [13]. This paper also proposes the use of web services Business Process Execution Language [14] (WS-BPEL) and Web Service Description Language [15] (WSDL) to describe Process and Service layers. Considering these methodologies together, the new approach proposed in this paper is called “Web Services and i^* framework”-based RGPS (WS& i^* -RGPS).

This paper is structured as follows: Section II describes the motivations and justification of the approach presented in this paper; Section III describes the works related to this paper; Section IV defines the basic concepts related to this proposal; Section IV outlines the WS& i^* -RGPS approach as a SORE proposal; Section V examines some of the lessons learned and the future works; and, finally, Section VI summarizes the final conclusions.

II. MOTIVATIONS AND JUSTIFICATIONS

This section presents motivations and justifications in the choice of models and languages selected for this proposal presented in this paper.

A. The use of RGPS Meta-models

The advantages of RGPS metamodels include the following: (i) in the same approach, RGPS metamodels unifies the perspectives of service consumer and service provider, acting as a bridge between these two highly engaged prospects [18]; (ii) RGPS metamodels aims to describe custom requirements through different aspects achieved by four layers: Role, Goal, and Process Service [8]; (iii) RGPS metamodels is used as a guide for modeling requirements and dynamically ordered [8], and this guide can be described by different approaches available in the literature.

A. The use of the i^* framework

One of the main assumptions of the i^* framework says that the entities modeled in an organization should be seen as social actors [19]. The goal of the i^* framework is to provide an understanding of why a system should be developed and not only how to develop it. This fact differentiates it from other approaches in requirements engineering [20]. The main advantages of the i^* framework includes the following aspects: (i) the i^* framework assumed in their models that organizations are composed of social actors who have goals and interests that they pursue through a network of relationships with other actors [20]; (ii) according A. van Lamsweerde [6], the i^* framework, which is an approach goal-oriented, assists in managing different aspects of

the system specification. Its benefits are stability, support conflict detection, analysis, negotiation and ability to decompose within the problem domain; (iii) J. Pimentel et al., [11] argues that the use of the i^* framework assists in the system description and in the organizational environment in terms of intentional dependencies among actors or strategic roles; (iv) with the i^* framework is also possible to map the organizational consequences in case of failure in electronic services in run-time and propose alternatives still in the modeling phase as suggested by X. Franch et al., [10] and B. Raadt, J. Gordijn and E. Yu [21].

B. The use of WS-BPEL/WSDL

WS-BPEL/WSDL is a language designed for specifying both executable business processes and the business interaction protocols using web services [22]. The main advantages of using WS-BPEL/WSDL include the following: (i) WS-BPEL/WSDL stands out for its maturity and widespread use in industry [17]; (ii) currently, WS-BPEL/WSDL is the language considered standard web service composition in the industry, strongly recommended by W3C [15]; (iii) WS-BPEL/WSDL considers the implementation aspects of business process considering the composition of e-services according to the standards defined in the SOA [14].

III. RELATED WORKS

The current existing descriptions of RGPS metamodels make use of ontologies for requirements specification in all four layers. Therefore, it was found no approaches that make use of the i^* framework and process execution language WS-BPEL/WSDL in describing RGPS metamodels [23]. Only an approach in RGPS [24] uses the guidelines of requirements engineering methodology Tropos [25] for the specification and requirements analysis in Role and Goals layers. In this approach, the advantages of a methodology goal-oriented are brought to the RGPS metamodels. However, the description of Process and Service layers also used ontologies.

In the context of SORE, B. Raadt, J. Gordijn and E. Yu [9] argued that the use of the i^* framework to explore business strategic goals helps to develop effective systems based on e-services. Recently, X. Franch *et.al* [11] used the i^* framework to identify Quality of Service (QoS) requirements and propose some alternatives to adverse changes by taking account of the SOC paradigm. J. Pimentel et al., [12] used the i^* framework to ensure the co-evolution between the requirements and architecture by proposing a bridge between requirements modeling and service architecture. This approach established consistency between them.

The SORE approach adopted by K. Mahbub and G. Spanoudakis [26] proposes monitoring the requirements in run-time using WS-BPEL/WSDL.

M. Pistore, M. Roveri and P. Busseta [27] propose an approach that is oriented to user-requirements to guarantee web service verification.

A. Shama [28] argues that the recent history of electronic business, it is possible to show clearly that lack of understanding of the business model often resulting in business short-lived and often the failure of organizations. Thus, the use of the i* framework would contribute to a better understanding of the business model resulting in a requirements engineering more assertive. Therefore, the contribution of this paper is to incorporate to RGPS meta-models description the benefits of the use of i* and WS-BPEL/WSDL whereas no other works was found combining such models in the context of SORE [23].

IV. OVERVIEW

This section outlines the main concepts related to the new approach proposed in this paper.

A. RGPS Metamodels

RGPS metamodels emerged in the middle of 2007 as an approach to requirements engineering for complex systems distributed in the network, called networked software [8], [12]. RGPS metamodels propose a way of modeling system requirements by taking account of the SOC paradigm, and defining a modeling architecture that proposes the definition of four layers (Role, Goal, Process and Service). This is combined with the objective of offering an approach that sets out by analyzing the organizational structure and ends by meeting the specific requirements that are based on e-services [13]. The RGPS proposers suggested that their metamodels should be used together with ontologies [29], [30]. Although the RGPS approach has important features in the context of SORE, there still no proposal with alternative solutions or extensions that describe the layers of the solution originally proposed by its authors (i.e. the original proposal with ontologies) [23].

Each layer in the RGPS metamodels can be explained as follows [8], [12], [24], [31]: (i) the Role layer defines the social aspects in the scenario that will be modeled. Roles and Actors are entities defined in RGPS Role layer; (ii) the Goal layer describes stakeholders' requirements as goals and intentions to be achieved, and also define what the stakeholders expect from the system that is being established; (iii) the Process layer describes the users' requirements according to atomic processes and composed processes executed by the activities; (iv) the Service layer describes the execution of the model.

A. The i* Framework

The i* framework was initially proposed by Yu [13]. It is an approach based on goals that was designed to model and provide a rationale for the environment of organizations and their information systems. This framework visualizes processes as social players that depend on each other to ensure that their goals are achieved, their tasks performed and their resources used [32]. The i* framework is

composed of two models: (i) the Strategic Dependency Model (SDM), which defines the dependencies that exist between roles and actors; (ii) the Strategic Rationale Model (SRM), which defines the goals and intentions of roles and actors modeled to provide a rationale based on the dependencies modeled with SDM [20].

B. WS-BPEL/WSDL Languages

P. Liegl et al., [33] argued that an approach in SORE should focus on business processes. J. Vjjayan and G. Raju [34] stressed that an approach in SORE should include the specifications and analysis of business processes. In this context, it is necessary to adopt an approach that examines the execution of business processes. WS-BPEL was designed to specify business processes and business interaction protocol using web services (enabled via WSDL descriptions). WS-BPEL provides service web composition so that it can combine services and thus obtain some complex features. Business processes specified by WS-BPEL defines the exchange of messages in the web services described by WSDL [22]. In view of this, this paper uses the acronym WS-BPEL/WSDL.

V. RGPS METAMODELS APPLIED WITH I* FRAMEWORK AND WEB SERVICES

In the proposed approach, RGPS metamodels are applied with i* framework and web services technology. This new RGPS-based approach is called "Web Services and i* framework"-based on RGPS (WS&i*-RGPS).

Figure 1 shows the WS&i*-RGPS approach in terms of the layers, models and languages proposed. The four RGPS-layers are described in the proposed WS&i*-RGPS approach as follows: (i) Role and Goal: these layers are described via the i* framework. In this new approach (WS&i*-RGPS), SDM model from i* framework is used to describe the Role layer while SRM model, also from i* framework, is used to describe the Goal layer. The relationship between the Role and Goal layers is established during the SRM specification; (ii) Process and Service: in the WS&i*-RGPS approach, these layers are described by WS-BPEL/WSDL. Following this, these business processes are executed via web services by means of WSDL descriptions, representing the Service layer. The relationship between the Process and Service layers is directly achieved by the use of WS-BPEL/WSDL.

Figure 2. Example of an SDM in WS&i*-RGPS: description of the Brazilian advertising market for the sale of goods on the internet.

In the WS&i*-RGPS approach, the relationship between the Goal and Process layers is achieved by mapping rules between the Goal layer components and Process layer components. WS&i*-RGPS uses the mapping proposed by M. Séguran, C. Herbert and G. Frankova [35].

The following subsections provide more information about the WS&i*-RGPS approach including its four layers and the relationships between them. The information given follows an illustrative example based on the sales of goods in the Brazilian advertising market on the internet.

A. The Role Layer in WS&i*-RGPS

In the WS&i*-RGPS approach, the Role layer is described by the SDM model from the i* framework. Each Role and/or Actor described in the Role layer by the SDM model is specified and refined by the SRM model in the Goal layer. The dependencies are specified and refined in terms of both tasks that have to be executed and resources consumed.

Figure 2 provides an example of a description of the Role layer based on the i* framework as proposed in the WS&i*-RGPS approach. This example is based on the Brazilian advertising market for the sale of goods on the internet. The Client role depends on an Agency role to conduct an Advertising Campaign on the internet. On the other hand, the Agency Role depends on a Seller from a Web Portal to be able to hire an advertising service on the internet. Once this service is hired, the Seller Role depends on an Operation Team (OpTeam) to configure and schedule the

advertising campaign that has been organized. The OpTeam depends on an Advertiser Server (AdServer) as a resource. This resource is in charge of publishing the advertising campaign on Web Portal. The next subsection outlines the Goal layer in the WS&i*-RGPS approach, by showing an example of the specifications and refining of the OpTeam Role.

Figure 2. Example of an SDM in WS&i*-RGPS: description of the Brazilian advertising market for the sale of goods on the internet.

B. The Goal Layer in WS&i*-RGPS

In the WS&i*-RGPS approach, the Goal layer is described by the SRM model from the i* framework. Alternative tasks are tasks that could be performed instead of another task in RGPS meta-models. They are also specified in the WS&i*-RGPS approach with SRM. Moreover, there is a description of softgoals that represent non-functional requirements and the resources and tasks are connected to them via contribution links which indicate whether a task or resource has had a negative or positive effect in achieving a softgoal, as described by E. Yu [19].

Figure 3. Example of an SRM in WS&i*-RGPS: Goals for Role Op Team.

Considering the example used in this paper, Figure 3 shows the OpTeam role specification in terms of goals and intentions (goals and softgoals) that must be achieved and how to achieve them in terms of the resources that can be used and the tasks that must be performed. The main goal of the OpTeam is to ensure that the advertising campaign is published on the Web Portal correctly. It is necessary to carry out a task called 'Prepare the Publication of an Advertising Campaign' to achieve this. This task is broken down into other three tasks via decomposition links [19] as follows: (i) Making Digital Medias available: this task consists of making digital medias available to the AdServer. It is necessary for the AdServer resource to be available as a software resource to do this. Moreover, the Digital Media must be designed and ready for publication; (ii) Configuring the Advertising Campaign: this task consists of configuring a start and end date of publication. It is also necessary to configure the Web Page that will display the advertising campaign and this requires an AdServer to be available; and, (iii) Follow up publication of the Advertising Campaign: this task consists of ensuring that the advertising campaign is published on the Web Portal as planned by the Client.

The elements modeled in the Goal layer should be mapped to the Process layer. In the literature, some approaches suggested that [36-37]. The

mapping suggested by M. Séguran, C. Herbert and G. Frankova [36] is used for the WS&i*-RGPS approach.

C. The Process Layer in WS&i*-RGPS

The WS&i*-RGPS approach suggests the use of WS-BPEL/WSDL to specify and execute business processes mapped in terms of web services. The execution of business processes is achieved by structured activities that are connected by control flows. Those control flows are executed by web services and described by WSDL. There is no mapping necessity between the Process and Service layer. This is because when WS-BPEL/WSDL is used, this mapping is achieved directly.

The RGPS metamodel components related to the Process layer can be linked to the WS-BPEL/WSDL components. An Atomic Process in RGPS metamodels defined by J. Wang *et.al* [8] is described as a Basic Activity in WS-BPEL/WSDL. A Composed Process in RGPS metamodels [8] is described as a Structured Activity – that is a set of Basic Activities executed according to control flows. These control flows in WS-BPEL/WSDL describe the Control Components in the RGPS metamodels [8]. The Inputs and Outputs in RGPS are described by variables in WS-BPEL/WSDL. There is no component in WS-BPEL/WSDL that describes Pre-conditions and Post-conditions as suggested in the RGPS metamodels [8].

D. The Service Layer in WS&i*-RGPS

The service layer in the WS&i*-RGPS approach uses web service to describe e-services in a different way from that proposed by the RGPS proposers. They proposed the use of semantic web services to describe e-services. However, we strongly believe that using traditional web services to describe Service layer (combined with the use of WS-BPEL) will make it feasible for the WS&i*-RGPS approach to be adopted by industry as argued by C. Deng *et al.*, [17]. As in the Process layer, there are components defined by the RGPS Service metamodel that are not supported by the WSDL descriptions. For instance, Pre-conditions and Post-conditions are defined in the RGPS Service metamodel but the WSDL description does not support this. In the case of the service composition that is suggested in the RGPS Service metamodel, this is achieved by a Process layer and not a Service layer in the WS&i*-RGPS approach where the composition of business processes uses a Structured Activity in WS-BPEL/WSDL.

VI. LESSONS LEARNED AND FUTURE WORK

In order to evaluate the efficiency and effectiveness of the approach WS&i*-RGPS, it will be necessary to develop a prototype tool. This

prototype has as main objective to verify the technical feasibility of this new approach. After the implementation and testing of the prototype, the evaluation of the approach WS&i*-RGPS will occur in two stages: (i) Simulation: the prototype will be applied to some case studies in different domains; and, (ii) Systematic review: the prototype will be evaluated systematically with other tools already developed with similar goals, in the context of SORE. The aim at this point is to evaluate the limits and scope of the proposed approach compared to other already available in the literature. The criteria initially raised in the systematic review K. Souza and M. Fantinato [23] will serve as evaluation parameters.

VII. CONCLUSION

The SOC paradigm proposes a new way to deal with computing components by considering these components as e-services that are distributed in the network even if these e-services are running in heterogeneous environments. In the light of this new context, new approaches in system development are required that are based on e-services, in terms of their processes and methodologies. This means that when SOSE emerges, it is divided into other sub-disciplines. One of these sub-disciplines deals with requirements specification and conducting an analysis of service orientation. This sub-discipline – SORE – offers a means of overcoming the problems mentioned in the literature by considering the requirements specifications and analyzing the SOC paradigm. In the context of SORE, some approaches are mentioned in the literature that can address these challenges. One of those approaches is RGPS which offers a cooperative and hierarchical approach to modeling systems requirements based on services by taking account of two standpoints: that of the service consumer and service provider.

WS&i*-RGPS is an approach in SORE that offers some alternatives to the descriptions of the RGPS metamodels originally proposed by its proposers. This means that WS&i*-RGPS suggests the use of the i* framework to describe the Role and Goal layers. Moreover, WS&i*-RGPS suggests the use of WS-BPEL/WSDL for the Process and Service layers. By doing that, the WS&i*-RGPS approach attempts to incorporate the advantages of other models and languages already explored in the literature in the RGPS metamodels. The aim of this paper was to show the advantages of adding the use of the i* framework to the RGPS metamodels in terms of systems based on services specification, analysis and strategic alignment between the organizations and systems that need to be developed. With regard to the use of the WS-BPEL/WSDL, we seek to incorporate the advantages of the WS-BPEL/WSDL in the state of

practice, and thus increase the chances of the WS&i*-RGPS approach being adopted by the industry. In future studies related to this paper, it is necessary to investigate the viability and efficiency of the WS&i*-RGPS approach by developing a prototype. With the aid of this prototype, WS&i*-RGPS can be compared systematically to other SORE approaches and this will enable us to list its advantages and disadvantages compared with current SORE approaches.

REFERENCES

- [1] K. C., Laudon, J. P. Laudon, "Management Information Systems", Pearson Education, 9th Edition, 2011.
- [2] M. P. Papazoglou, P. Traverso, S. Dustdar, F. Leymann: "Service-oriented Computing: A Research Roadmap", *International Journal of Cooperative Information Systems*, v. 17, no. 2, pages: 223–255, 2008.
- [3] M. Bano, N. Ikran, "Issues and challenges of Requirement Engineering in Service Oriented Software Development", In *Proceedings of 5th International Conference on Software Engineering Advances*, 2010, pp.: 64-69.
- [4] D. Ning, R. Peng, K. He, Z. Feng, J. Liu, "A Social Tagging Method for Web Service Semantics Based on RGPS Meta-model Framework", *Journal of Computational Information Systems*, v. 8: 1, pp. 1 – 9, 2012.
- [5] Q. Gu, P. Lago, "Exploring service-oriented system engineering challenges: a systematic literature review", *Service Oriented Computing and Application*, v.3, pp.: 171-188, 2009.
- [6] A. van Lamsweerde, "Requirements Engineering in the Year 00: A Research Perspective", In *Proceedings of 22nd International Conference on Software Engineering*, 2000, pp.: 5-19.
- [7] K. Kontogiannis, G. A. Lewis, D. B. Smith, M. Litoiu, H. Muller, S. Schuster, E. Stroulia, "The landscape of service-oriented systems: a research perspective", In *Proceedings of International Workshop on System Development in SOA Environments*, 2007.
- [8] J. Wang, K. He, B. Li, W. Liu, Peng, W.: "Meta-models of Domain Modeling Framework for Networked Software", In *Proceedings of 6th International Conference on Grid and Cooperative Computing*, 2007, p. 878 – 886.
- [9] B. Raadt, J. Gordijn, E. Yu, "Exploring Web Services from a Business Value Perspective", In *Proceedings of International Conference on Requirements Engineering*, 2005, pp.: 53-62.
- [10] X. Franch, P. Grünbacher, M. Oriol, B. Burgstaller, D. Dhungana, L. Lopes, J. Marco, J. Pimentel, "Goal-driven Adaptation of Service-Based Systems from Runtime Monitoring Data", In *Proceedings of International Computer Software and Applications Conference Workshops*, 2011, pp.: 458-463.
- [11] J. Pimentel, J. Castro, E. Santos, A. Finkelstein, "Towards Requirements and Architecture Co-evolution", In *Proceedings of Advanced Information Systems Engineering Workshops*, 2012, pp.: 159-170.
- [12] J. Wang, K. He, P. Gong, C. Wang, R. Peng, B. Li, "RGPS: A Unified Requirements Meta-modeling Frame for Networked Software", In *Proceedings of 3rd International Workshop on Application and Advances of problem frames*, 2008.
- [13] E. Yu, "Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering", PhD thesis, Department of Computer Science University of Toronto, 1994.
- [14] OASIS Web Services Business Process Execution Language (WS-BPEL) TC, <http://www.oasis-open.org/>
- [15] W3C – Web Service Description Language (WSDL), <http://www.w3c.com/TR/wsd/>
- [16] A. van. Lamsweerde, "Goal-Oriented Requirements

- Engineering: A Guided Tour”, In proceedings of 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering, Toronto, 2001.
- [17] C. Deng, H. Yang, H. Liao, M. Sun, Z. Qiu, “Analysis of WS-BPEL Processes in PRISM”, In Proceedings of Fifth International Symposium on Theoretical Aspects of Software Engineering (TASE), 2011, pp.: 199 – 202.
 - [18] F. He, K. He, P. Liang, J. Wang, “On-demand Service-Oriented Architecture and Standardization”, In Proceedings of IEEE International Conference on Service Computing, 2011, pp.: 739-740.
 - [19] E. Yu, “Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering”, PhD thesis, Department of Computer Science University of Toronto, 1994.
 - [20] E. Yu, J. Mylopoulos, N. Maiden, P. Giorgini, “Modeling strategic relationships for process reengineering”, In (eds.). Chapter 2. Social Modeling for Requirements Engineering. MIT Press, 2011.
 - [21] B. Raadt, J. Gordijn, E. Yu, “Exploring Web Services from a Business Value Perspective” In Proceedings of International Conference on Requirements Engineering, 2005, pp.: 53-62.
 - [22] M. Fantinato, “Uma Abordagem Baseada em Características para o Estabelecimento de Contratos Eletrônicos para Serviços Web”, PhD Thesis, Instituto de Computação da Universidade de Campinas - UNICAMP, 2007.
 - [23] K. S. Souza, M. Fantinato, “Explorando a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços: Uma Revisão Sistemática da Literatura”, In Proceedings of Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2013.
 - [24] B. Hu, K. He, P. Liang, R. Li, “REMO: A RGPS-based Requirements Modeling Process for Service Oriented Architecture”, In Proceedings of International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management, 2010, pp.: 97 – 102.
 - [25] E. Yu. Towards modeling and reasoning support for early requirements engineering, In Proceedings RE'97. IEEE Computer Society, 1997.
 - [26] K. Mahbub, G. Spanoudakis, “A Framework for Requirements Monitoring of Service Based Systems”, In Proceedings of International Conference on Service-Oriented Computing, 2007, pp: 84-93.
 - [27] M. Pistore, M. Roveri, P. Busseta, “Requirements-Driven Verification of Web Services”, Journal of Electronic Notes in Theoretical Computer Science, v. 105, pp.: 95 -108, 2004.
 - [28] A. Shama., “Dot-Coms’ Coma,” J. Systems and Software, vol. 56, no. 1, pp. 101–104, 2001.
 - [29] A. Shama., “Dot-Coms’ Coma,” J. Systems and Software, vol. 56, no. 1, pp. 101–104, 2001.
 - [30] K. He, P. Liang, R. Peng, B. Li, J. Liu, “Requirement emergence computation of networked software”, Frontiers of Computer Science in China, v. 1: 3, pp.: 322-328, 2007.
 - [31] H. Chen, K. He, “A Method for Service-Oriented Personalized Requirements Analysis”, Journal of Software Engineering and Applications, v. 4 n. 1, pp.: 59-68, 2011.
 - [32] S. Zhang, J. Yin, R. Liu, “A RGPS-Based Framework for Service-Oriented Requirement Evolution of Networked Software”, In Proceedings of International Communication Software and Networks Conference, 2011, pp: 321-325.
 - [33] E. Yu, J. Mylopoulos, “AI Models for Business Process Reengineering”. IEEE Experts - Enterprise Modeling, v. 11 p. 16-33, 1996.
 - [34] P. Liegl, R. Schuste, M. Zapletal, C. Huemer, H. Werthner, M. Aigner, M. Bernaue, B. Klinger, M. Mayr, R. Mizani, M. Windisch, “[vem:xi.] - A methodology for process based requirements engineering”, In Proceedings of International Conference on Requirements Engineering, 2009, pp.: 193-202.
 - [35] J. Vjjayan, G. Raju, “Service-oriented Requirements Engineering – A new dimension”, In Proceedings of First International Computational Intelligence and Information Technology, 2011, pp.: 698-704.
 - [36] M. Séguran, C. Herbert, G. Frankova, “Secure Workflow Development from Early Requirements Analysis”, In Proceedings of the 6th IEEE European Conference on Web Services, 2008.
 - [37] L. Cysneiros, E. Yu, “Addressing Agent Autonomy in Business Process Management- with Case Studies on the Patient Discharge Process”, In Proceeding of Information Resources Management Association Conference, 2004.
 - [38] E. Yu, “Towards modeling and reasoning support for early requirements engineering”, In Proceedings. RE'97. IEEE Computer Society, 19

APÊNDICE C

Full paper publicado em IEEE ICC 2014

Conforme mencionado no Capítulo 3 (Metodologia) deste trabalho, o resultado da comparação da nova abordagem proposta e outras existentes na literatura EROS gerou um publicado e apresentado na 11ª Conferência Internacional em Computação em Serviços (IEEE ICC 2014). Este artigo, intitulado “Systematizing the Service-oriented Requirements Engineering Through i* Framework and Web Services” é apresentado na íntegra neste apêndice.

Systematizing the Service-oriented Requirements Engineering Through i* Framework and Web Services

Keith de Souza, Marcelo Fantinato, Marcelo Medeiros Eler

School of Arts, Science and Humanities University of São Paulo – USP
São Paulo – SP, Brazil

Abstract—Owing to the dynamicity of business environments in which organizations must quickly adapt to changes, the information systems have recently had to adapt to new situations so that they can keep adding value efficiently and effectively. In the light of this scenario, a new discipline called Service-oriented Systems Engineering has emerged in the academic scene and this has highlighted the disciplined, systematic and quantified development of Service-oriented Computing systems. This discipline is divided into other sub-disciplines; one of these sub-disciplines is Service-oriented Requirements Engineering (SORE) and it is concerned with defining processes and methodologies to address the question of services requirements from two different perspectives: service consumer and service provider. In the SORE context, this paper proposes the WS&i*-RGPS approach that explores some alternatives to the descriptions proposed by the Role, Goal, Process and Service (RGPS) metamodels – an approach in SORE. This involves a new definition that seeks to incorporate the benefits of other methodologies – established in the literature – with RGPS. Accordingly, this new approach outlines the use of the i* Framework to describe the Role and Goal layers and shows the use of WS-BPEL/WSDL to describe the process and service layers. The use of the i* Framework sets out the goals for managing different aspects of the systems specification. Moreover, this paper presents a comparison among WS&i*-RGPS and other SORE approaches based in three parameters presented in SORE literature.

Keywords—service-oriented requirement engineering; SORE; RGPS; i* Framework; WS-BPEL.

K. INTRODUCTION

In recent years, organizations have had to face a highly dynamic business environment where the basic needs are changing more frequently than ever due to the high degree of competition that exists between organizations [1]. Apart from organizational changes, the information systems must be quickly adapted to the different circumstances within the organization so that it can retain its benefit. In the light of this scenario, the novel computing paradigm, called Service-oriented Computing (SOC), uses services as a basic means of supporting the rapidly and low cost development of distributed and easy to compose applications even when they are running in heterogeneous environments [2].

Service Oriented Systems Engineering (SOSE) is a new discipline that has emerged to develop,

operate and maintain systems based on the SOC paradigm. SOSE is divided into other sub-disciplines. One of them is Service-oriented Requirements Engineering (SORE), that defines processes and methodologies to capture, elicit and specify the services requirements from two different standpoints: service consumer and service provider [3].

In the mid-2000s, Papazoglou et al., [2] and Kontogiannis et al., [4] carried out researches in which SOSE was highlighted as a challenge that needs to be solved and a yet unexplored field. However, Gu and Lago [5] showed that there had been an increase of published works between 2006 and 2009 that addressed the issues and challenges raised by SORE. Therefore, SORE emerged as an important discipline in the context of SOC because of the key role played by requirements engineering in the systems development life cycle [6]. The number of published works in SORE increased in the middle of 2007 with regard to these two main points: (i) the extension of techniques in traditional requirements engineering (for instance, new proposals that employed current techniques as the i* Framework [7], [8], [9] emerged); and (ii) novel techniques designed especially for SOC (for instance, the definition of metamodels Role, Goal, Process and Service – RGPS [6], [10]).

The RGPS metamodels can be defined as a hierarchical and cooperative approach based on four layers: Role, Goal, Process and Service. Originally, the RGPS proposers suggested that their metamodels should be used together with ontologies [6], [11]. Despite this, it could be interesting for SORE as a research area to check if there are other ways to better describe the RGPS metamodels comparing to the original proposal. This is because ontologies, despite presenting benefits, have also some important drawbacks to this context, such as: (i) difficulty of understanding, maintenance and scalability, hindering ontology model evolution [12] and (ii) ontologies, for instance, when represented using OWL-S, do not execute models in terms of e-services having to be extended or mapped to other methodologies (models and languages, for example) [13].

Therefore, this paper offers some alternatives to the original descriptions (implementations) suggested for the RGPS metamodels by proposing new descriptions that incorporate the benefits of other methodologies established in the literature. Accordingly, this paper proposes the use of the i*

Framework [14] to describe Role and Goal layers and the use of Web Services Business Process Execution Language (WS-BPEL) [15] and Web Service Description Language (WSDL) [16] to describe Process and Service layers. Considering these methodologies together, the new approach proposed in this paper is called “Web Services and i* Framework”-based RGPS (WS&i*-RGPS). This paper also presents and discuss a comparison among other SORE approaches in order to evaluate the benefits and drawbacks of the novel WS&i*-RGPS approach.

This paper is structured as follows: Section II presents the main concepts related to this proposal; Section III outlines WS&i*-RGPS; Section IV describes works related to this proposal; Section V presents a comparison among the WS&i*-RGPS and other approaches in SORE; and Section VI summarizes the conclusions.

L. BACKGROUND

This section outlines the methodologies related to the new approach proposed in this paper. Each methodology presented is described in terms of benefits and drawbacks accordingly to the SORE context elicited as the result of a systematic literature review conducted by Souza and Fantinato [17].

A. The RGPS Metamodels

The RGPS metamodels emerged in the middle of 2007 as an approach to requirements engineering for complex systems distributed in the network, called networked software [6], [10]. The RGPS metamodels propose a way of modeling system requirements by taking account of the SOC paradigm, and defining a modeling architecture that proposes the definition of four layers (Role, Goal, Process and Service). These layers are combined to offer an approach that sets out by analyzing the organizational structure and ends by meeting the specific requirements that are based on e-services [14]. The RGPS proposers suggested that their metamodels should be used together with ontologies [6], [11].

Each layer in the RGPS metamodels can be explained as follows [6], [10], [13], [18]: (i) the Role layer defines the social aspects in the scenario that will be modeled (Roles and Actors are entities defined in RGPS Role layer); (ii) the Goal layer describes stakeholders’ requirements as goals and intentions to be achieved, and also defines what the stakeholders expect from the system that is being established; (iii) the Process layer describes the users’ requirements according to atomic processes and composed processes executed by the activities; and, (iv) the Service layer describes the execution of the model.

In the SORE context, the main benefits of RGPS are the following: (i) it unifies, in a same approach, both service consumer and service provider perspectives, acting as a bridge between these two highly engaged visions [19]; (ii) it aims at

describing custom requirements through different aspects achieved by four hierarchical layers – Role, Goal, and Process Service [6]; and (iii) it is used as a guide for modeling requirements [6], which can be described by different existing methodologies.

The drawbacks of the RGPS, in the SORE context, are presented as follows: (i) it is not supposed to define any methodology for using the metamodels in order to analyze and model requirements; but only defining components and their links in layers [6] and (ii) it was originally designed to be described through ontologies. Therefore, it is a challenge to use other methodologies to describe RGPS layers.

Although the RGPS metamodels have important features in the SORE context, there are still no proposal with alternative solutions or extensions that describe the layers of the solution originally proposed by its authors (*i.e.* the original proposal with ontologies) [17].

Despite the drawbacks found, the RGPS metamodels were designed for SORE, solving many of the challenges in this research area. Therefore, the RGPS metamodels, if described through methodologies such as i* Framework and WS-BPEL/WSDL, could have their benefits leveraged when incorporating the benefits of these methodologies – as proposed in this paper. Originally, RGPS is described with ontologies. Thus, WS&i*-RGPS proposes an alternative of ontologies descriptions, considering the i* framework and WS-BPEL/WSDL are used in state of practice, increasing the chances of this novel approach to be adopted in the industry.

B. The i* Framework

The i* Framework was proposed by Yu [14] as a methodology based on goals and designed to provide a rationale for the environment of organizations and their information systems. It visualizes processes as social players that depend on each other to ensure that their goals are achieved, their tasks performed and their resources used [20]. The framework is composed of two models: (i) the Strategic Dependency Model (SDM), which defines the dependencies between roles and actors and (ii) the Strategic Rationale Model (SRM), which defines the goals and intentions of roles and actors modeled to provide a rationale based on the dependencies modeled with SDM [21].

One of the main assumptions of the i* Framework is that the entities modeled in an organization should be seen as social actors [22]. The goal of the i* Framework is to provide an understanding of why a system should be developed and not only how to develop it. This fact differentiates it from other approaches in requirements engineering [21]. The systematic literature review presented by Souza and Fantinato [17] demonstrated that only three out of 52 papers found in the SORE context specifically uses the i* Framework in their approaches. However, it was also discovered that, from these total of 52 papers

analyzed, 26% present some solution in SORE that involves a goal-oriented approach – as the i* Framework. This fact confirms the relevance of goal-oriented approaches in the SORE context as used in this proposal.

In the SORE context, the main benefits of the i* Framework are the following: (i) it represents system's requirements whilst keeping information about alternatives [8], [20]; (ii) it assists in managing different aspects of the system specification, such as – stability, support conflict detection, analysis, negotiation, and ability to decompose within the problem domain [4]; (iii) it allows rationalizing on modeled requirements [8]; (iv) it exploits intentional dependencies among actors or strategic roles to assist the description of the system and the organizational environment [14]; (v) it is useful to describe architectural aspects acting as a bridge between requirements and architecture [9]; (vi) it facilitates the composition of components [9]; and (vii) it promotes the abstraction and analysis of a problem domain [9].

The drawbacks of the i* Framework, considering SORE context, are the following: (i) it needs to be adapted in order to monitor the system at runtime [8]; (ii) it needs to be combined with other methodologies to offer support to Quality of Service and variability [8]; (iii) it does not promote models' reuse [9]; (iv) it does not promote heterogeneity [9]; (v) it does not present a powerful model configuration support [9]; and (vi) it does not promote the analysis of economic feasibility of the system being modeled [7].

Given such benefits, the i* Framework could contribute in the SORE context. Its drawbacks could be minimized whether they are combined with other methodologies, as proposed in some works in SORE [7], [8], [9].

C. WS-BPEL/WSDL Languages

Liegl et al., [23] argued that an approach in SORE should focus on business processes. Vjjayan and Raju [24] stressed that an approach in SORE should include the specifications and analysis of business processes. In this context, it is necessary to adopt an approach that examines the execution of business processes. WS-BPEL and WSDL are languages designed for specifying both executable business processes and the business interaction protocols using web services [25].

WS-BPEL was designed to specify business processes and business interaction protocol using web services (enabled via WSDL descriptions). WS-BPEL provides web service composition so that it can combine services and thus obtain some complex features. Business processes specified by WS-BPEL defines the exchange of messages in the web services described by WSDL [15]. In view of this, this paper uses the acronym WS-BPEL/WSDL.

The main benefits of using the WS-BPEL/WSDL languages in the SORE context are the following: (i) they stand out for their maturity and widespread use in industry [26]; (ii) they are

considered the standard web service composition form in the industry, strongly recommended by W3C [16]; (iii) they consider implementation aspects of business process by composing e-services [15]; (iv) they describe internal business processes, in organizations, as well as the interaction of internal processes with external processes [27]; (v) they promote requirement verification [27]; and (vi) they promote requirements monitoring and evolution [27], [28].

The drawbacks of using WS-BPEL/WSDL in the SORE context are presented as follows: (i) they do not consider semantic properties, such as pre-conditions and post-conditions [6] and (ii) they do not properly address the mapping between high-level requirements descriptions and low-level business processes descriptions [29].

In the systematic literature review presented by Souza and Fantinato [17], from the total of 52 papers analyzed, only two out of them specifically mentioned the use of WS-BPEL/WSDL as a possible solution for SORE. On the other hand, around 21% presented the use of business processes in their approaches, in a general way. Thus, given the benefits mentioned above, the WS-BPEL/WSDL languages could contribute in the SORE context as the execution language of e-services and business processes, despite the presented drawbacks.

M. RGPS METAMODELS DESCRIBED WITH I* FRAMEWORK AND WS-BPEL/WSDL

The WS&i*-RGPS approach proposed in this paper is presented in details in this section. Figure 1 shows an overview of the framework that represents the approach. Notice that the RGPS metamodels are described (i.e., implemented) with the i* Framework and web services technology (through WS-BPEL/WSDL languages). The four RGPS-layers are described as follows:

- (i) Role and Goal: these layers are described via the i* Framework. In WS&i*-RGPS, SDM model from i* Framework is used to describe the Role layer while SRM model, also from i* Framework, is used to describe the Goal layer. The relationship between the Role and Goal layers is established during the SRM specification;
- (ii) Process and Service: in WS&i*-RGPS, these layers are described by WS-BPEL/WSDL. These business processes are executed via web services by means of WSDL descriptions, representing the Service layer. The relationship between the Process and Service layers is directly achieved by the use of WS-BPEL, which orchestrates the composed web services.

In WS&i*-RGPS, the relationship between the Goal and the Process layers is achieved by mapping rules between the Goal layer components and Process layer components. WS&i*-RGPS uses the mapping proposed by Séguran, Herbert and Frankova [29]. Decreus, Snoeck and Poels [30]

presented a comparison among six approaches that propose the mapping from *i** models to business processes. From this comparison, the authors identified the mapping approach proposed by Séguran, Herbert and Frankova [29] as the only one that maps from the *i** Framework to the WS-BPEL/WSDL languages.

The following subsections provide more information about WS&*i**-RGPS including its four layers and their relationships. The approach is illustrated by means of an example based on the sales of goods in the Brazilian advertising market on the internet.

A. The Role Layer in WS&*i**-RGPS

In WS&*i**-RGPS, the Role layer is described by the SDM model from the *i** Framework. Each Role and/or Actor described in the Role layer by the SDM model is specified and refined by the SRM model in the Goal layer. The dependencies are specified and refined in terms of both tasks that have to be executed and resources that have to be consumed.

Figure 1. WS&*i**-based RGPS framework.

Figure 2 provides an example of a description of the Role layer based on the *i** Framework as proposed in WS&*i**-RGPS. This example is based on the Brazilian advertising market for the sale of goods on the internet. The Client role depends on an Agency role to conduct an Advertising Campaign on the internet. On the other hand, the Agency Role depends on a Seller from a Web Portal to be able to hire an advertising service on the internet. Once this service is hired, the Seller Role depends on an

Operation Team (OpTeam) to configure and schedule the advertising campaign that has been organized. The OpTeam depends on an Advertiser Server (AdServer) as a resource. This resource is in charge of publishing the advertising campaign on Web Portal.

B. The Goal Layer in WS&*i**-RGPS

In WS&*i**-RGPS, the Goal layer is described by the SRM model, one of the models from the *i** Framework. In the RGPS metamodels, alternative tasks are those that can be performed in place of others. And these alternative tasks are also specified in WS&*i**-RGPS with SRM. Moreover, there is a description of softgoals that represent non-functional requirements; the resources and tasks are connected to them via contribution links that indicate whether a task or a resource has had a negative or positive effect in achieving a softgoal [22].

Considering the given Brazilian advertising example, Figure 3 shows the OpTeam role specification in terms of goals and intentions (goals and softgoals) that must be achieved and how to achieve them in terms of resources that can be used and tasks that must be performed. The main goal of the OpTeam is to ensure that the advertising campaign is published on the Web Portal correctly. It is necessary to carry out the task 'Prepare the Publication of an Advertising Campaign' to achieve this. This task is broken down into other three tasks via decomposition links [22] as follows:

- (i) Make Digital Medias available: this task consists of making digital media available to the AdServer. It is necessary for the AdServer resource to be available as a software resource to do this. Moreover, the Digital Media must be designed and ready for publication;
- (ii) Configure the Advertising Campaign: this task consists of configuring a start date and an end date of publication. It is also necessary to configure the Web Page that will display the advertising campaign and this requires an AdServer to be available;
- (iii) Follow up Advertising Campaign Publications: this task consists of ensuring that the advertising campaign is published on the Web Portal as planned by the Client.

Figure 2. Example of an SDM in WS&i*-RGPS: description of the Brazilian advertising market for the sale of goods on the internet.

The elements modeled in the Goal layer should be mapped to the Process layer. Some approaches have been already proposed to address the mapping from the SRM model, in i* Framework, to the WS-BPEL language [29], [31]. The mapping rules proposed by Séguran, Herbert and Frankova [29] is adopted in WS&i*-RGPS because of the evaluation presented by Decreus, Snoeck and Poels [30] and it is designed exclusively to mapping from the i* framework to WS-BPEL/WSDL.

C. The Process Layer in WS&i*-RGPS

WS&i*-RGPS proposes the use of the WS-BPEL/WSDL languages to model and execute business processes mapped in terms of the composition of web services. The execution of business processes is achieved by structured activities that are connected by control flows, both described by WS-BPEL. Those control flows are executed by web services and described by WSDL. There is no need of extra mapping rules between the Process and Service layer, seeing that this mapping is achieved automatically when WS-BPEL/WSDL is used.

Figure 3. Example of an SRM in WS&i*-RGPS: Goals for Role Op Team.

The RGPS metamodel components related to the Process layer can be linked to the WS-BPEL/WSDL components. An Atomic Process in the RGPS metamodels, as defined by Wang et al., [6], is described as a Basic Activity in WS-BPEL/WSDL. A Composed Process in the RGPS metamodels [6] is described as a Structured Activity – that is a set of Basic Activities executed according to control flows.

These control flows in WS-BPEL/WSDL describe the Control Components in the RGPS metamodels [6]. The Inputs and Outputs in the RGPS metamodels are described by variables in WS-BPEL/WSDL. Nonetheless, there is no component in WS-BPEL/WSDL that describes Pre-conditions and Post-conditions as suggested in the RGPS metamodels [6].

D. The Service Layer in WS&i*-RGPS

The service layer in WS&i*-RGPS uses web service to describe e-services in a different way from that proposed by the RGPS creators. They proposed the use of semantic web services to describe e-services. However, we strongly believe that using traditional web services to describe Service layer (combined with the use of WS-BPEL) will make it feasible for WS&i*-RGPS to be adopted by industry as argued by Deng et al., [26].

As in the Process layer, there are components defined by the RGPS Service metamodel that are not supported by the WSDL descriptions. For instance, Pre-conditions and Post-conditions are defined in the RGPS Service metamodel but they are not supported by WSDL description. In the case of the service composition that is suggested in the RGPS Service metamodel, this is achieved by a Process layer and not by a Service layer in WS&i*-RGPS where, the composition of business processes uses a Structured Activity in WS-BPEL/WSDL.

N. RELATED WORK

Current existing descriptions of the RGPS metamodels use ontologies for requirements specification in all four layers. Therefore, it was found no approach that uses the i* Framework or WS-BPEL/WSDL to describe the RGPS metamodels [17]. It was found an approach extending the RGPS metamodels [13], which uses the guidelines of the requirements engineering methodology Tropos [32] for the specification and requirements analysis in Role and Goals layers. In this approach, the benefits of a goal-oriented methodology are brought to the RGPS metamodels. However, the descriptions of Process and Service layers continued using ontologies.

In the SORE context, in general, Raadt, Gordijn and Yu [7] argued that the use of the i* Framework to explore business strategic goals helps to develop effective systems based on e-services. Recently, Franch et al., [8] used the i* Framework to identify Quality of Service requirements and propose some alternatives to adverse changes by taking account of the SOC paradigm. Pimentel et al., [9] used the i* Framework to ensure the co-evolution between the requirements and architecture by proposing a bridge between requirements modeling and service architecture. This approach established consistency between them.

The SORE approach adopted by Mahbub and Spanoudakis [33] proposes to monitor the requirements at runtime using WS-BPEL/WSDL. Pistore, Roveri and Busseta [34] propose an approach that is oriented to user-requirements to guarantee web service verification.

Shama [35] argues that, considering the recent history of e-business, it is possible to clearly show that the lack of understanding of business models often results in business short-lived and in organizations' failures. Thus, the use of the i* Framework could contribute to a better understanding of the business model resulting in a more assertive requirements engineering. Therefore, the contribution of this paper is to incorporate the benefits of the use of i* and WS-BPEL/WSDL to the RGPS metamodels description seeing that no other work was found combining such methodologies in the SORE context [17].

O. DISCUSSION AND ANALYSIS OF THE WS&i*-RGPS APPROACH

In order to evaluate the benefits and the drawbacks of this proposal, WS&i*-RGPS was compared to other approaches found in literature for the SORE context. The main results of the systematic comparison that was conducted are presented in this section.

The comparison considered the evaluation of three parameters, which were used to identify the boundaries and the scope of the compared approaches:

- 1) Service consumer and service provider perspectives: approaches in SORE that consider the service consumer perspective address solutions focused on service descriptions from consumers' standpoint; whereas approaches that consider the service provider perspective address solutions focused on service description from providers' standpoint. The ideal scenario suggests that a SORE approach should consider both perspectives [24];
- 2) Traditional requirements engineering phases: ideal solutions in SORE should cover all traditional requirements engineering phases, such as elicitation, analysis, specification, negotiation, management and verification [36], since this is still a complete task of requirements engineering;
- 3) Requirements evolution at runtime: ideal solutions in SORE should be able to guarantee requirements evolution at runtime [24] being able to capture any requirements changes and adapt business process and e-services in order to satisfy such changed requirements.

The evaluation presented here compares WS&i*-RGPS with other SORE approaches found in the systematic literature review conducted by Souza and Fantinato [17]. It is important to highlight that WS&i*-RGPS was compared only with approaches in SORE that uses the same methodologies, such as the RGPS metamodels, the i* Framework and WS-BPEL/WSDL. Table I summarize the approaches selected to this comparative evaluation.

For the RGPS scenario, the approaches that initially proposed the RGPS metamodels have only considered requirements engineering for complex systems distributed in the network – the called Networked Systems [6], [10]. Only in the following works [13], [18], [37], [38], [39] the RGPS metamodels started to be also applied to the specific SORE context. This comparison takes into account only the RGPS approaches applied in the SORE context.

In terms of service consumer and service provider perspectives, Table II shows that most of the approaches address both perspectives. All

approaches considered in this comparison consider service consumer perspective. However, four of the approaches in the RGPS metamodels do not address the service provider perspective. WS&i*-RGPS covers both perspectives.

As presented in Table III, none of the evaluated approaches in SORE covers all phases in traditional requirements engineering. WS&i*-RGPS does not cover the verification phase. It could be pointed out as an improvement to be done in future work.

APPROACHES IN SORE SELECTED FOR COMPARISON

<i>Methodology</i>	<i>Description</i>	<i>Ref.</i>
RGPS	This approach is a RGPS framework that addresses the requirements evolution in the context of e-services.	[18]
RGPS	This approach addresses requirements elicitation considering semantics techniques.	[38]
RGPS	This approach addresses a domain-oriented solution to requirements elicitation and analysis. Once requirements are analyzed, this solution allows service discovery based on requirements.	[39]
RGPS	This approach presents a technique to analyze requirements, and model them in layers.	[13]
RGPS	This approach presents a requirements personalization method. Techniques domain-oriented are used.	[37]
i* Framework	This approach addresses a framework goal-oriented including a requirement analysis model, and e-services deployment guaranteeing evolution and management of requirements.	[8]
i* Framework	This approach presents a solution to model requirements in order to analyze the feasibility of business and requirements alternatives.	[7]
i* Framework	This approach addresses the co-evolution between requirements modeled and architecture.	[9]
WS-BPEL/WSDL	This approach presents a verification and monitoring framework considering web services.	[33]
WS-BPEL/WSDL	This approach presents a methodology to verify requirements implemented in web services.	[34]

CONSUMER PERSPECTIVE X PROVIDER PERSPECTIVE

<i>Ref.</i>	<i>Methodology</i>	<i>Consumer</i>	<i>Provider</i>
[18]	RGPS	Yes	Yes
[38]	RGPS	Yes	No
[39]	RGPS	Yes	No
[13]	RGPS	Yes	No
[37]	RGPS	Yes	No
[8]	i* Framework	Yes	Yes
[7]	i* Framework	Yes	Yes
[9]	i* Framework	Yes	Yes
[33]	WS-BPEL/WSDL	Yes	Yes
[34]	WS-BPEL/WSDL	Yes	Yes
N/A	WS&i*-RGPS	Yes	Yes

Requirements evolution is a challenge in SORE owing to the dynamism addressed in the new paradigm SOC. Therefore, requirements evolution at runtime needs to be considered in SORE approach as argued by Tsai et al., [28]. WS&i*-RGPS considers requirements evolution from requirements model to their implementation with business process and web services. Table IV presents a comparison considering the parameter 3. The approaches that consider only the early phases of the requirements engineering do not consider requirements evolution at runtime.

TRADITIONAL REQUIREMENTS ENGINEERING PHASES

<i>Ref.</i>	<i>Methodology</i>	<i>Elicitation</i>	<i>Analysis</i>	<i>Specification</i>	<i>Negotiation</i>	<i>Management</i>	<i>Verification</i>
[18]	RGPS	No	No	No	No	Yes	Yes
[38]	RGPS	Yes	Yes	No	No	Yes	No
[39]	RGPS	Yes	Yes	No	No	No	No
[13]	RGPS	No	Yes	Yes	No	No	No
[37]	RGPS	No	Yes	No	No	No	No
[8]	i* Framework	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
[7]	i* Framework	No	Yes	No	Yes	Yes	No
[9]	i* Framework	No	Yes	No	No	Yes	No
[33]	WS-BPEL/WSDL	No	No	Yes	No	Yes	Yes
[34]	WS-BPEL/WSDL	No	No	Yes	No	No	Yes
N/A	WS&i*-RGPS	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No

REQUIREMENTS EVOLUTION AT RUNTIME

<i>Ref.</i>	<i>Methodology</i>	<i>Evolution</i>	<i>Ref.</i>	<i>Methodology</i>	<i>Evolution</i>
[18]	RGPS	Yes	[8]	i* Framework	Yes
[38]	RGPS	No	[7]	i* Framework	Yes
[39]	RGPS	No	[9]	i* Framework	Yes
[13]	RGPS	Yes	[33]	WS-BPEL/WSDL	Yes
[37]	RGPS	No	[34]	WS-BPEL/WSDL	Yes
N/A	WS&i*-RGPS	Yes			

As presented in Tables II, III and IV, only the SORE approach presented by Franch et al., [8] fully covers all of comparison parameters evaluated in this paper. WS&i*-RGPS fully covers parameters 1 and 3 and partially covers parameter 2. Regarding parameter 2, the proposed approach does not cover only the verification phase. Concerning RGPS proposes, none of them covers all phases described in parameter 2. Therefore, WS&i*-RGPS seems to be better than RGPS original approaches because it covers most of phases in requirements engineering (except verification phase). Despite this indicative assessment, further evaluations are required to

perform comparisons among the novel approach WS&i*-RGPS and original RGPS approaches.

P. CONCLUSION

SORE offers means of overcoming the problems mentioned in the research literature by considering the requirements specifications and analyzing the SOC paradigm. In the SORE context, some approaches are mentioned in the literature that can address these challenges. One of those approaches are the RGPS metamodels, which offer a cooperative and hierarchical approach to model systems requirements based on services by taking account of two standpoints: service consumer and service provider.

WS&i*-RGPS is a proposed approach in SORE that provides some alternatives to the descriptions of the RGPS metamodels as originally proposed by their creators. This means that WS&i*-RGPS suggests the use of the i* Framework to describe the Role and Goal layers. Moreover, WS&i*-RGPS suggests the use of the WS-BPEL/WSDL languages for the Process and Service layers. By doing that, WS&i*-RGPS attempts to incorporate the benefits of other methodologies already explored in the literature in the RGPS metamodels.

The aim of this paper was to show the benefits of adding the use of the i* Framework to the RGPS metamodels in terms of systems based on services specification, analysis and strategic alignment between the organizations and systems that need to be developed. With regard to the use of the WS-BPEL/WSDL, we seek to incorporate the benefits of the WS-BPEL/WSDL in the state of practice, and thus increase the chances of WS&i*-RGPS being adopted by the industry.

This paper also presented a comparison among WS&i*-RGPS and other approaches in SORE. The results showed that WS&i*-RGPS covers most of the parameter 2. About parameters 1 and 3, WS&i*-RGPS covers all of them. Comparing to other approaches, the approach presented by Franch et al., [8] covers all parameters including all of traditional requirements engineering phases. However, we deeply believe if the WS&i*-RGPS is adapted to consider also verification phase, it will be a good option in SORE. It is because of its models and languages combination that potentiated its adoption in the industry. As future work, WS&i*-RGPS will be adapted to cover all of comparison parameters becoming a completed approach in SORE. Moreover, a comparison among WS&i*-RGPS and other SORE approaches will be done by using a complex example from the industry.

References

- [1] K. C., Laudon, J. P. Laudon, "Management Information Systems", Pearson Education, 9th Edition, 2011.
- [2] M. P. Papazoglou, P. Traverso, S. Dustdar, F. Leymann: "Service-oriented Computing: A Research Roadmap", International Journal of Cooperative Information Systems, vol. 17, no. 2, pages: 223–255, 2008.
- [3] A. van Lamsweerde, "Requirements Engineering in the Year 00: A Research Perspective", In Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering, 2000, pp. 5-19.
- [4] K. Kontogiannis, G. A. Lewis, D. B. Smith, M. Litoiu, H. Muller, S. Schuster, E. Stroulia, "The landscape of service-oriented systems: a research perspective", In Proceedings of the International Workshop on System Development in SOA Environments, 2007.
- [5] Q. Gu, P. Lago, "Exploring service-oriented system engineering challenges: a systematic literature review", Service Oriented Computing and Application, vol. 3, pp. 171-188, 2009.
- [6] J. Wang, K. He, B. Li, W. Liu, Peng, W.: "Meta-models of Domain Modeling Framework for Networked Software", In Proceedings of the 6th International Conference on Grid and Cooperative Computing, 2007, p. 878 – 886.
- [7] B. Raadt, J. Gordijn, E. Yu, "Exploring Web Services from a Business Value Perspective", In Proceedings of the International Conference on Requirements Engineering, 2005, pp. 53-62.
- [8] X. Franch, P. Gruünbacher, M. Oriol, B. Burgstaller, D. Dhungana, L. Lopes, J. Marco, J. Pimentel, "Goal-driven Adaptation of Service-Based Systems from Runtime Monitoring Data", In Proceedings of the International Computer Software and Applications Conference Workshops, 2011, pp. 458-463.
- [9] J. Pimentel, J. Castro, E. Santos, A. Finkelstein, "Towards Requirements and Architecture Co-evolution", In Proceedings of the Advanced Information Systems Engineering Workshops, 2012, pp. 159-170.
- [10] J. Wang, K. He, P. Gong, C. Wang, R. Peng, B. Li, "RGPS: A Unified Requirements Meta-modeling Frame for Networked Software", In Proceedings of the 3rd International Workshop on Application and Advances of problem frames, 2008.
- [11] K. He, P. Liang, R. Peng, B. Li, J. Liu, "Requirement emergence computation of networked software", Frontiers of Computer Science in China, vol. 1: 3, pp. 322-328, 2007.
- [12] D. E. O'Leary, "Impediments in the use of Explicit Ontologies for KBS Development", In Proceedings of the International J. Human-Computer Studies, vol. 46, 1997.
- [13] B. Hu, K. He, P. Liang, R. Li, "REMO: A RGPS-based Requirements Modeling Process for Service Oriented Architecture", In Proceedings of the International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management, 2010, pp. 97 – 102.
- [14] E. Yu, "Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering", PhD thesis, Department of Computer Science University of Toronto, 1994.
- [15] OASIS Web Services Business Process Execution Language (WS-BPEL) TC, <http://www.oasis-open.org/>
- [16] W3C – Web Service Description Language (WSDL), <http://www.w3c.com/TR/wSDL>
- [17] K. S. Souza, M. Fantinato, "Explorando a Engenharia de Requisitos Orientada a Serviços: Uma Revisão Sistemática da Literatura", In Proceedings of the Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2013. (in Portuguese).
- [18] S. Zhang, J. Yin, R. Liu, "A RGPS-Based Framework for Service-Oriented Requirement Evolution of Networked Software", In Proceedings of the International Communication Software and Networks Conference, 2011, pp: 321-325.
- [19] F. He, K. He, P. Liang, J. Wang, "On-demand Service-Oriented Architecture and Standardization", In Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Service Computing, 2011, pp. 739 – 740.
- [20] E. Yu, J. Mylopoulos, "AI Models for Business Process Reengineering", IEEE Experts – Enterprise Modeling, vol. 11, pp. 16-33, 1996.

- [21] E. Yu, J. Mylopoulos, N. Maiden, P. Giorgini, "Modeling strategic relationships for process reengineering". In (eds.). Chapter 2. Social Modeling for Requirements Engineering. MIT Press, 2011.
- [22] E. Yu, "Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering", PhD thesis, Department of Computer Science University of Toronto, 1994.
- [23] P. Liegl, R. Schuste, M. Zapletal, C. Huemer, H. Werthner, M. Aigner, M. Bernaue, B. Klinger, M. Mayr, R. Mizani, M. Windisch, "[vem:xi:xxx] – A methodology for process based requirements engineering", In Proceedings of the International Conference on Requirements Engineering, 2009, pp. 193-202.
- [24] J. Vjjayan, G. Raju, "Service-oriented Requirements Engineering – A new dimension", In Proceedings of the First International Computational Intelligence and Information Technology, pp. 698-704. 2011.
- [25] M. Fantinato, M. B. F. Toledo, I. M. S. Gimenes, "WS-Contract Establishment with QoS: An Approach Based on Feature Modeling," International Journal of Cooperative Information Systems, vol. 17, no. 3, pp. 373-407, 2008.
- [26] C. Deng, H. Yang, H. Liao, M. Sun, Z. Qiu, "Analysis of WS-BPEL Processes in PRISM". In Proceedings of Fifth International Symposium on Theoretical Aspects of Software Engineering (TASE), 2011, pp.: 199 – 202.
- [27] M. Pistore, M. Roveri, P. Busetta, "Requirements-driven verification of Web Services", Electronic Notes in Theoretical Computer Science, pp: 95–108, 2004.
- [28] W. T. Tsai, Z. Jin, P. Wang, B. Wu, "Requirement Engineering in Service-Oriented System Engineering", In Proc. of Int. Conf. on e-Business Engineering, pages: 661 – 668, 2007.
- [29] M. Séguran, C. Herbert, G. Frankova, "Secure Workflow Development from Early Requirements Analysis", In Proceedings of the 6th IEEE European Conference on Web Services, 2008.
- [30] K. Decreus, M. Snoeck, G. Poels, "Practical Challenges for Methods Transforming i* Goal Models into Business Process Models", In: 17th IEEE International Requirements Engineering Conference, pp. 15-23, 2009.
- [31] L. Cysneiros, E. Yu, "Addressing Agent Autonomy in Business Process Management - with Case Studies on the Patient Discharge Process", In Proceeding of Information Resources Management Association Conference, 2004.
- [32] E. Yu. Towards modeling and reasoning support for early requirements engineering, In Proceedings RE'97. IEEE Computer Society, 1997.
- [33] K. Mahbub, G. Spanoudakis, "A Framework for Requirements Monitoring of Service Based Systems", In Proceedings of the International Conference on Service-Oriented Computing, pp: 84-93, 2007.
- [34] M. Pistore, M. Roveri, P. Busetta, "Requirements-Driven Verification of Web Services", Journal of Electronic Notes in Theoretical Computer Science, vol. 105, pp. 95 -108, 2004.
- [35] A. Shama., "Dot-Coms' Coma," J. Systems and Software, vol. 56, no. 1, pp. 101–104, 2001.
- [36] I. Sommerville, "Software Engineering, Addison Wesley", 9th Edition, 2010.
- [37] H. Chen, K. He, "A Method for Service-Oriented Personalized Requirements Analysis", Journal of Software Engineering and Applications, vol. 4 n. 1, pp. 59-68, 2011.
- [38] B. Wen, P. Liang, K. He, "Stakeholders-driven Requirements Semantics Acquisition for Networked Software Systems", In Proceedings of the International Computer Software and Applications Conference, pages: 255-258, 2010.
- [39] B. Hu, K. He, H. Chen, J. Wang, "Research on the Application of RGPS Domain-based Requirements Elicitation and Analysis for Web Service Discovery", In Proceedings of the International Conference on Semantics, Knowledge and Grid, pp: 290-293, 2009.