



BRUNNO WAGNER LEMOS DE SOUZA

**CONVERGÊNCIA ENTRE BPM-SOA E UML-SOA: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA DE INTEGRAÇÃO E DE CENÁRIOS**

Dissertação de Mestrado



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CIN - CENTRO DE INFORMÁTICA

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

posgraduacao@cin.ufpe.br

www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

RECIFE
2016

BRUNNO WAGNER LEMOS DE SOUZA

**CONVERGÊNCIA ENTRE BPM-SOA E UML-SOA: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA DE INTEGRAÇÃO E DE CENÁRIOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração em Engenharia de Software, do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.

ORIENTADOR: Prof^o Dr. Roberto Souto Maior de Barros.

RECIFE
2016

Brunno Wagner Lemos de Souza

**Convergência entre BPM-SOA e UML-SOA: Uma Análise Comparativa de
Integração e de Cenários**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação

Avaliada em 25/02/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hermano Perrelli de Moura
Centro de Informática / UFPE

Prof. Dr. Ricardo André Cavalcante de Souza
Departamento de Estatística e Informática / UFRPE

Prof. Dr. Roberto Souto Maior de Barros
Centro de Informática / UFPE
(Orientador)

Catálogo na fonte
Bibliotecária Monick Raquel Silvestre da S. Portes, CRB4-1217

S731c Souza, Brunno Wagner Lemos de
Convergência entre BPM-SOA e UML-SOA: uma análise comparativa de
integração e de cenários / Brunno Wagner Lemos de Souza. – 2016.
112 f.: il., fig.

Orientador: Roberto Souto Maior de Barros.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn,
Ciência da Computação, Recife, 2016.
Inclui referências.

1. Ciência da computação. 2. Gestão de processos de negócio. 3.
Modelagem de processos de negócio. I. Barros, Roberto Souto Maior de
(orientador). II. Título.

004

CDD (23. ed.)

UFPE- MEI 2016-123

Dedico este trabalho a minha mãe, meu irmão, minha avó, ao meu orientador e aos meus verdadeiros amigos e familiares, que, de certa forma, contribuíram para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me proporcionar saúde, por dar o dom da inteligência e discernimento que me fez procurar um aprendizado contínuo e buscar permanentemente o conhecimento, além de dar condições financeiras, físicas e psicológicas de estar em busca de um futuro melhor, através da educação.

A todos da minha família, em especial, minha mãe, Olga Lemos, minha avó, Ivone Lemos, meus tios, Romildo Chagas, Eneide Nascimento e Rosilda Lemos. A essas pessoas devo muito pela paciência, compreensão, ensinamentos e verdadeiro amor, pois são exemplos a serem seguidos, por serem pessoas de coração puro, e que sempre me apoiaram e mostraram que sou capaz de ir mais longe, bastando, apenas, esforço e dedicação.

Aos meus tios e minhas tias, pessoas estas que cuidaram de alguma maneira também de mim e aos quais devo meus sinceros agradecimentos.

Aos meus primos, estes sabem o quanto lutei, até porque também lutam para alcançar os mesmos objetivos.

A todos os professores, que passaram seus conhecimentos durante os anos de estudo, incentivando e oferecendo subsídios para a concretização deste trabalho.

Agradeço ao orientador, Roberto Souto Maior de Barros, que me ajudou no momento crítico da minha vida acadêmica e que pacientemente disponibilizou seu tempo e mostrou-se bastante solícito para orientar esta pesquisa.

Aos meus amigos, Alexsandra Ramos, Marília Nunes, e a meu irmão Dannilo Wagner, que, de certa forma, não mediram esforços em me ajudar ao longo de minha vida, marcaram história em algum momento e que, contribuíram direta ou indiretamente em relatos de profissionalismo e lições de vida, que me fizeram crescer indiscutivelmente.

Enfim, mais uma vez agradeço a todos os citados e peço desculpas àqueles aos quais, por muitas vezes, deixei, não participando de algumas festas, encontros, viagens e reuniões.

Chegar nesta etapa final só foi possível com a ajuda de todos e, apesar dos problemas ocorridos ao longo de minha vida, é um prazer conseguir enxergar que foram superados.

“Assumir uma atitude responsável perante o futuro sem uma compreensão do passado é ter um objetivo sem conhecimento. Compreender o passado sem um comprometimento com o futuro é conhecimento sem objetivo.”

Ronald T. Lacont

RESUMO

Neste trabalho, foram investigados e analisados conceitos fundamentais da metodologia de BPM (*Business Process Modeling*) através de sua notação BPMN (Business Process Modelling Notation), bem como o desenvolvimento de *software* por meio da UML (*Unified Modeling Language*), ambas atreladas à arquitetura SOA (*Service-Oriented Architecture*), com o objetivo de integrar as áreas de desenvolvimento de software e de gestão de empresas, a fim de possibilitar uma visão macro dos processos.

Optou-se por analisar BPM, pois sua metodologia garante uma prática de desenvolvimento rápido do sistema, tornando-o flexível, e permite a sua reutilização, com uso de tecnologias legadas, pois empresas conseguem alcançar um maior controle dos processos de negócio. Já a UML possibilita a padronização na modelagem de *software* e, assim como BPM, com possível integração com SOA.

O objetivo deste estudo é fazer a apresentação dos diversos cenários verificados a partir de um amplo levantamento da literatura que trata dessa integração. Dessa maneira, foi realizada uma comparação quantitativa e qualitativa dos cenários encontrados, a fim de definir qual é a melhor possibilidade de integração para uma empresa. Tudo isso para assegurar a interoperabilidade entre diferentes entidades, agregando valor e reduzindo custos de manutenção para as empresas.

Através de descritores selecionados, foi feita uma busca em bases de dados específicas para levantar trabalhos publicados sobre a integração BPM-SOA e UML-SOA. Esse levantamento permitiu observar distintos cenários de integração, além das vantagens, desvantagens e problemas mencionados por seus autores.

A finalidade é compreender quais os principais entraves relacionados à integração e implementação de BPM-SOA e UML-SOA que seja capaz de comprovar, quantitativa e qualitativamente, as integrações e apontar qual a melhor possibilidade.

Palavras-chave: BPM. UML. SOA. Integração.

ABSTRACT

In this study, we investigated and analyzed the fundamental concepts of BPM methodology (Business Process Modeling) through its BPMN notation (Business Process Modelling Notation) and software development through the UML (Unified Modeling Language), both linked to architecture SOA (Service-Oriented Architecture) with the aim of integrating the software development areas and business management, in order to provide a macro view of the processes. We chose to analyze BPM, because its methodology ensures a practice of rapid system development, making it flexible, and allows reuse, using legacy technologies, as companies can achieve greater control of business processes. Already the UML allows for standardization in software modeling and, as BPM, with possible integration with SOA.

The aim of this study is to make the presentation of the various scenarios checked from a broad survey of the literature dealing with this integration. Thus, a quantitative and qualitative comparison of the scenarios found was carried out in order to define what is the best possibility of integration for a company. All this to ensure interoperability between different entities, adding value and reducing maintenance costs for companies.

Through selected keywords, a search was made in specific databases for up papers on the integration BPM-SOA and UML-SOA. This survey allowed to observe different integration scenarios, beyond the advantages, disadvantages and problems mentioned by the authors. The purpose is to understand what the main obstacles related to the integration and implementation of BPM-SOA and SOA-UML to be able to prove quantitatively and qualitatively, the integrations and point out what the best possibility.

Keywords: *BPM. UML. SOA. Integration.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. VISÕES REPRESENTADAS PELA UML	22
FIGURA 2. RELAÇÃO ENTRE OS DIAGRAMAS DA UML.....	23
FIGURA 3. ORGANIZAÇÃO GERAL DOS DIAGRAMAS DA UML 2.0	24
FIGURA 4. DIAGRAMAS COMPORTAMENTAIS	25
FIGURA 5. DIAGRAMAS DA UML 2.0	25
FIGURA 6. APLICAÇÕES DE PROCESSOS	30
FIGURA 7. VISÃO DA ARQUITETURA TRADICIONAL	36
FIGURA 8. ARQUITETURA SOA	38
FIGURA 9. PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA IMPLEMENTAÇÃO SOA.....	39
FIGURA 10. VISÃO DA ARQUITETURA COM SOA	40
FIGURA 11. FUNCIONAMENTO DOS WEB SERVICES	42
FIGURA 12. ENGENHARIA DE SERVIÇOS	43
FIGURA 13. ARQUITETURA UNIFICADA PARA BPM-SOA.....	45
FIGURA 14. ARQUITETURAS EM CAMADAS BPM-SOA.....	46
FIGURA 15. MODELO ESB BASEADO EM BPM-SOA.....	48
FIGURA 16. ARQUITETURA DE CAMADAS	49
FIGURA 17. CAMADAS CIM, PIM E PSM PARA FLUXOS DE OBJETOS.....	51
FIGURA 18. FERRAMENTAS INTEGRADAS DE SUPORTE PARA FLUXO SEGURO DE OBJETOS.....	53
FIGURA 19. ILUSTRAÇÃO DAS FASES DA METODOLOGIA.....	56
FIGURA 20. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DO TOTAL DE INDICADORES DO CENÁRIO 1.A.....	81
FIGURA 21. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DE VANTAGENS DO CENÁRIO 1.A.....	82
FIGURA 22. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DE DESVANTAGENS DO CENÁRIO 1.A	83
FIGURA 23. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DE PROBLEMAS DO CENÁRIO 1.A	84
FIGURA 24. ANÁLISE QUANTITATIVA DOS INDICADORES DO CENÁRIO 2.A	86
FIGURA 25. ANÁLISE QUALITATIVA DOS INDICADORES DO CENÁRIO 2.A	86
FIGURA 26. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS BLOCOS DE INDICADORES DO CENÁRIO 1.B	93
FIGURA 27. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS BLOCOS DE VANTAGENS DO CENÁRIO 1.B	94
FIGURA 28. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS BLOCOS DE DESVANTAGENS DO CENÁRIO 1.B	95
FIGURA 29. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS BLOCOS DE PROBLEMAS DO CENÁRIO 1.B	96
FIGURA 30. ANÁLISE QUANTITATIVA DOS INDICADORES DO CENÁRIO 2.B	97
FIGURA 31. ANÁLISE QUALITATIVA DOS INDICADORES DO CENÁRIO 2.B	98

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. COMPARATIVO ENTRE DIAGRAMAS UML 1.4 E UML 2.0.....	29
QUADRO 2. ESTUDOS IDENTIFICADOS POR BASE DE DADOS PESQUISADA	57
QUADRO 3. ARTIGOS REPETIDOS NAS BASES SELECIONADAS	58
QUADRO 4. BASE DE DADOS CONFRONTADAS NO TOTAL	59
QUADRO 5. TRABALHOS NAS BASES.....	59
QUADRO 6. RESUMO DAS BASES APÓS REVISÃO	60
QUADRO 7. ARTIGOS ÚTEIS DAS BASES	60
QUADRO 8. ARTIGOS OBTIDOS	61
QUADRO 9. DIFERENÇA NAS BASES DE DADOS APÓS REVISÃO	62
QUADRO 10. ARTIGOS ENCONTRADOS APÓS REVISÃO NA BASE GOOGLE SCHOLAR	63
QUADRO 11. TRABALHOS DISPONÍVEIS NAS BASES APÓS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	64
QUADRO 12. ARTIGOS PERTINENTES APÓS REVISÃO	65
QUADRO 13. VANTAGENS DA INTEGRAÇÃO BPM-SOA.....	74
QUADRO 14. DESVANTAGENS DA INTEGRAÇÃO BPM-SOA.....	75
QUADRO 15. PROBLEMAS DA INTEGRAÇÃO BPM-SOA	76
QUADRO 16. VANTAGENS DA INTEGRAÇÃO UML-SOA	77
QUADRO 17. DESVANTAGENS DA INTEGRAÇÃO UML-SOA	77
QUADRO 18. PROBLEMAS DA INTEGRAÇÃO UML-SOA.....	78
QUADRO 19. ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DO CENÁRIO 1.A	84
QUADRO 20. DESVANTAGENS DA INTEGRAÇÃO BPM-SOA.....	88
QUADRO 21. VANTAGENS DA INTEGRAÇÃO BPM-SOA	89
QUADRO 22. PROBLEMAS DA INTEGRAÇÃO BPM-SOA	90
QUADRO 23. DESVANTAGENS DA INTEGRAÇÃO UML-SOA	91
QUADRO 24. PROBLEMAS DA INTEGRAÇÃO UML-SOA.....	91
QUADRO 25. VANTAGENS DA INTEGRAÇÃO UML-SOA	92
QUADRO 26. ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DO CENÁRIO 1.B	96

PRINCIPAIS ABREVIACOES

- BPEL** – *Business Process Execution Language*
- B2Bi** – *Business-to-Business Integration*
- BPM** – *Business Process Modelling*
- BPMN** – *Business Process Modelling Notation*
- BPMS** – *Business Process Management System*
- BSC** – *Balanced Scorecard*
- CBM** – *Condition Based Maintenance*
- CIM** – *Computation Independent Model*
- CMMS** – *Computerized Maintenance Management System*
- CRM** – *Customer Relationship Management*
- DSL** – *Domain Specific Language*
- EAI** – *Enterprise Application Integration*
- EDA** – *Event Driven Architecture*
- ERP** – *Enterprise Resource Planning*
- ESB** – *Enterprise Service Bus*
- HTML** – *HyperText Markup Language*
- HTTP** – *Hypertext Transfer Protocol*
- ID** – *Indicadores de Desempenho*
- MBT** – *Model Based Testing*
- MCM** – *Message Choreography Models*
- MCS** – *Material Control System*
- MDD** – *Model Driven Development*
- OMG** – *Object Management Group*
- OWL** – *Web Ontology Language*
- OWL-S** – *Web Ontology Language for Services*
- PIM** – *Platform Independent Model*
- PSM** – *Platform specific Model*
- QoS** – *Quality of Service*
- RCM** – *Reliability Centred Maintenance*
- SaaS** – *Software as a Service*
- SOA** – *Service Oriented Architecture*
- SoaML** – *Service oriented architecture Modeling Language*
- SOAP** – *Simple Object Access Protocol*

SOMA – *Service Oriented Modelling and Architecture*
SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*
TI – *Tecnologia da Informação*
TIC's – *Tecnologias da Informação e Comunicação*
UBL – *Universal Business Language*
UDDI – *Universal Description, Discovery and Integration*
UML – *Unified Modeling Language*
UML-AD – *UML Activity Diagram*
UPMS – *UML Profile and Metamodel for Services*
W3C – *World Wide Web Consortium*
WS-BPEL – *Web Services Business Process Execution Language*
WS-CDL – *Web Service Choreography Description Language*
WSDL – *Web Service Description Language*
XML – *eXtensible Markup Language*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
1.3 PROBLEMÁTICA.....	18
1.4 HIPÓTESES	19
1.5 OBJETIVOS.....	19
1.5.1 OBJETIVO GERAL.....	19
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 UML.....	21
2.1.1 VISÕES DE UM SISTEMA PELA UML.....	22
2.1.2 VISÃO GERAL DOS DIAGRAMAS DA UML.....	23
2.1.3 ORGANIZAÇÃO DOS DIAGRAMAS DA UML 2.0	24
2.2 BPM – GESTÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	29
2.2.1 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	31
2.2.4 MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIO	33
2.2.5 NOTAÇÃO DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS (BPMN)	34
2.3 ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS (SOA)	35
2.3.1 IDENTIFICAÇÃO DE SERVIÇO CANDIDATO	43
2.3.2 PROJETO DE INTERFACE DO SERVIÇO	43
2.3.3 IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO SERVIÇO	44
2.4 BPM-SOA	44
2.5 UML-SOA.....	48
3. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	55
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	55
3.1.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	55
3.1.2 AMOSTRA	63
3.1.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	65
3.1.4 CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS	65
3.2 TRABALHOS SELECIONADOS.....	65
3.2.1 TRABALHOS RELACIONADOS (Adicionados).....	69
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	72
4.1 INDICADORES DE INTEGRAÇÃO.....	72
4.1.1 BPM-SOA I.....	73
4.1.2 UML-SOA I.....	76
4.2 ANÁLISE DE CENÁRIOS I.....	79
4.2.1 CENÁRIO 1.a	80
4.2.2 CENÁRIO 2.a	85
4.3 VISÃO POR BLOCOS	87
4.3.1 BPM-SOA II.....	88
4.3.2 UML-SOA II.....	90
4.4 ANÁLISE DE CENÁRIOS II.....	92
4.4.1 CENÁRIO 1.b	93
4.4.2 CENÁRIO 2.b	97
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	102
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	102
REFERÊNCIAS.....	106

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o propósito desta dissertação e começa por abordar todo o contexto, justificativa, problemática, hipóteses, objetivos e por fim descreve a estrutura do restante deste trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Há muitas notações e ferramentas para modelagem de processos de negócio, em função da também grande variação das necessidades das empresas. Dependendo das metas e das alocações de recursos, o modelador escolhe a notação e a ferramenta mais adequada para cada objetivo. Assim, a linguagem de modelagem unificada – *Unified Modeling Language/UML*. (BOOCH *et al.*, 2000), por ser uma notação orientada a objetos para detalhamento de projetos de *software*, mas que permite a adaptação de diagramas para outros fins, inclusive para modelagem de processos de negócio, tem uma flexibilidade que lhe garante uma vantagem diante de outras notações.

Em perspectiva mais moderna, a UML apresenta algumas desvantagens frente a outras notações como a BPMN – *Business Process Modelling Notation*. (BALDAM *et al.*, 2008), por exemplo, que é uma notação criada especificamente para modelagem de processos de negócio, cuja maior vantagem talvez seja a simplicidade, o que favorece a compreensão, não só dos especialistas da área de informática, mas também de pessoas leigas e que são partes interessadas no negócio. Nesse aspecto, a BPMN tem vantagem diante da UML, pois permite que os processos da empresa sejam modelados por fluxo de informação e não por sistema.

Já a arquitetura orientada a serviços (*Service Oriented Architecture - SOA*) adota técnicas existentes e notações como BPMN, UML, BPEL (*Business Process Execution Language*), WSDL (*Web Service Description Language*) e WS-BPEL (*Web Services Business Process Execution Language*). SOA é interessante por seus princípios de reusabilidade, possibilitando que o mesmo serviço seja usado em outras aplicações, com fraco acoplamento entre seus componentes, além disso, agiliza o desenvolvimento, uma vez que componentes podem ser trocados sem grande interferência no funcionamento geral do sistema, permitindo ainda que se utilizem componentes já desenvolvidos pela empresa independente de linguagens de programação. Ao utilizar-se SOA em conjunto com metodologias ágeis e também tradicionais, além de ferramentas *case BPM* disponíveis como: BPMN, BPEL, BPMS (*Business Process Management System*), EAI (*Enterprise Application Integration*), *Workflow*, *process modeler* e *App Servers*, torna-se possível

construir uma solução que seja de rápido desenvolvimento, que possua uma grande flexibilidade para manutenção, além de ter sua base em um ambiente *web*.

De acordo com Dias (2014), estudos publicados revelam vantagens, desvantagens e problemas das integrações BPM-SOA e UML-SOA, dependendo da área de atuação da organização, bem como seu tamanho e estrutura. Entretanto, nos mesmos estudos, não percebemos uma busca de soluções para as dificuldades mencionadas, a fim de equacionar problemas que estabelecem essas desvantagens observadas. Tais dificuldades são: falhas de comunicação da arquitetura com a ferramenta, falta de apoio da alta administração, falta de gerenciamento do desempenho dos processos, falta de visão ponta a ponta e falta de medições financeiras. (DIAS, 2014).

Existem muitas outras dificuldades relacionadas a questão da integração, que precisam ser observadas e mitigadas, tais como: falta de priorização na melhoria, falta de alinhamento dos processos à estratégia competitiva da organização, falta de definição clara dos responsáveis pelos processos, falha na definição de gestor da alta administração, indefinição de responsabilidades, falta de recursos direcionados aos projetos, falhas na identificação de pessoas-chave para participarem das discussões, e falta de incorporação das práticas de gestão de processo na rotina de trabalho de todos. (DIAS, 2014).

Entendemos, pela análise de trabalhos já publicados, que há vantagens na integração entre BPM-SOA e UML-SOA, em detrimento da utilização destes de forma isolada. Por isso, a partir de uma análise dos cenários descritos nas pesquisas recentemente publicadas sobre as integrações entre BPM-SOA e UML-SOA, é necessário que se faça uma busca para diagnosticar as vantagens, desvantagens e problemas para a execução dessas integrações. Com isso, é apontado, diante de um novo cenário visualizado a partir de um levantamento bibliográfico realizado neste trabalho, a viabilidade de execução das referidas integrações em cenários distintos, mediante a análise de indicadores relacionados as vantagens, desvantagens e problemas encontrados. Buscar soluções para as dificuldades das organizações em seus processos é essencial para que se tenha maior eficiência nesses processos com a otimização de recursos.

SOA é um paradigma para organizar e utilizar capacidades distribuídas que podem estar em diferentes domínios. SOA provê um meio uniforme de oferecer descoberta, interação e uso de capacidades com base em um ambiente *Web*.

Um *WebService* é uma notação abstrata que deve ser implementada por um agente (artefato) que realize comunicação entre diferentes tipos de aplicações de software, atuando como um elemento de interface na realização das trocas de mensagens. Esta troca será feita por meio de um arquivo em formato WSDL, a qual uma linguagem baseada em XML (*eXtensible Markup Language*), ou através de um protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*), o qual suporta as funcionalidades necessárias pelos *WebServices*. Nessa perspectiva, BPMN facilita a prática de

desenvolvimento da aplicação por criar modelos de processos de fácil entendimento, tanto para analistas como para desenvolvedores. A execução desses processos será feita utilizando-se a linguagem BPEL, a qual também é baseada em XML e descreve o fluxo do processo de negócio.

A linguagem BPEL tem como objetivo definir os processos de negócio usando uma linguagem baseada na interpretação de arquivos do tipo XML. Esses processos consistem em entidades externas que interagem entre si, como *WebServices*. Dessa forma, BPMS (*Business Process Management System*), o qual é um sistema integrado que permite a operacionalização de fluxos de processos em um ambiente controlado e passível de monitoramento, permite uma solução de integração com SOA, utilizando a orquestração de *WebServices* provida pela BPEL.

Quando combinados, BPM e SOA têm o potencial para capacitar empresas a automatizar e otimizar as cadeias de valor através de processos de negócio adaptáveis, ao facilitar a capacidade de TI (Tecnologia da Informação) no desenvolvimento e gestão de sistemas flexíveis e de aplicações que integram tecnologias complexas e heterogêneas. BPM e SOA são, porém, duas iniciativas distintas. BPM é, principalmente, uma disciplina de gestão e estratégia que apoia a ideia de que podemos modelar um negócio em relação a seus processos fim a fim. Por outro lado, SOA é uma abordagem de arquitetura para o desenvolvimento de sistemas que desenvolve e oferece serviços de negócio reutilizáveis e separa o sistema em partes, de modo a permitir que diferentes aplicações possam compartilhar esses serviços de uma forma flexível e altamente interoperável. Segundo Lemos (2009), isso mostra a capacidade de um sistema de se comunicar de forma transparente com outro sistema, por meio de programas de várias unidades funcionais, através de linguagens e protocolos comuns.

Para um sistema ser considerado interoperável, ele deve trabalhar com padrões abertos ou ontologias, que são modelos de dados que representam um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos entre estes.

No tocante à UML, Amsden (2010) afirma que sua necessidade e potencial de integração foram logo observados, porém, alguns requisitos ainda precisavam ser preenchidos para o caso da arquitetura orientada a serviços, pois os recursos de que se dispunham não eram suficientes para atender às demandas das empresas. Em função disso, criou-se a abordagem SoaML (*Service oriented architecture Modeling Language*), entretanto, esta não é a única abordagem possível. Existiram outras iniciativas menores, porém, os resultados destas não foram tão amplos. Portanto, o interesse por SoaML é compreensível, considerando-se como amplamente difundido e bem conhecido na UML na perspectiva atual. Neste caso, o interesse é como são utilizados para integração com SOA.

Sendo BPMN e UML abordagens muito diferentes para a modelagem de processos de negócio, quanto à integração com SOA, existe a necessidade de comprovar os benefícios dessas

integrações através de indicadores relacionados a elas mais claros. Em relação a esse aspecto, a literatura verificada não apresenta, de forma plena e satisfatória, uma análise dessas integrações. Este trabalho, porém, propõe-se a analisar essas integrações a fim de apontar, de forma mais clara, caminhos que permitam o enfrentamento das dificuldades das organizações mediante a utilização de uma integração em detrimento de outra, a partir das vantagens, desvantagens e problemas verificados no levantamento bibliográfico aqui explorado.

Ao se pensar em Gestão de Processos, pensa-se em estratégia, modelagem, fluxos, melhoria, gestão, indicadores, ferramentas, os quais não podem ser vistos ou tratados de forma isolada, sendo necessária uma combinação de todos eles, o que é normalmente chamado de Governança. A Governança de Processos é uma das mais importantes dimensões para o sucesso da Gestão por Processos em uma organização, pois, sem uma estrutura de governança, é extremamente difícil atingir algo além de pequenas e pontuais melhorias.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os processos de negócio definem para uma organização o *como proceder* para alcançar suas metas operacionais. Nos últimos anos, arquiteturas orientada a serviços estão cada vez mais sendo utilizadas na área de gestão de processos das empresas. Neste contexto, um processo conduzido pela SOA é construído especificamente para apoiar a definição, a execução, o monitoramento (intraorganizacional) e os processos de negócio (interorganizacionais). O uso de tecnologias orientadas a serviços também levou à exigência de uma integração completa de funcionalidades de segurança no desenvolvimento dos processos de sistemas orientados a serviços.

A evolução da modelagem de processos mantém um paralelo com o desenvolvimento orientado a objetos, e com algum contato com SOA. Porém, essa relação com SOA se revela como um caminho para o futuro. Assim, um dos desafios é a convergência BPM-SOA, pelo menos do ponto de vista da padronização. Embora BPMN (padrão de notação BPM) e BPEL (padrão de notação SOA) não tenham sido originalmente projetadas para trabalharem em conjunto, ainda assim existe uma tendência de adotar a modelagem de processos através da arquitetura de processos, pois esta deverá trazer o nível correto de granularidade de serviços que melhor se adequa à necessidade de componentes de nível empresarial e, conseqüentemente, os meios para projetar soluções convergentes que são escaláveis e adaptáveis para toda a empresa.

Um dos desafios para a escolha da integração mais adequada para cada organização diz respeito ao custo de implantação. Nesse sentido, SOA é apontada como detentora de vantagem em alguns trabalhos que comparam BPM e SOA. Esse custo, porém, é mostrado considerando-se a integração de processos como fator importante para o desenvolvimento de soluções para a

empresa, ou seja, a relação custo x benefício. Em outras palavras, as vantagens obtidas justificam um custo mais baixo para a implantação, dependendo das muitas circunstâncias que envolvem a organização tais como o porte da empresa, seus objetivos e metas de gestão. Ainda em relação a isso, BPM logrou êxito no tocante ao custo de implantação e operacionalização, pois, além de possuir práticas que auxiliam na integração desses sistemas, também facilita a sua aplicação.

Quanto à UML, Macoratti (s.d.) diz que um problema verificado é que diagramas de sequência são anônimos e, portanto, eles não são facilmente referenciáveis em outras partes da especificação. Além disso, sua forma semântica para expressar alternativas e repetição é limitada. Ainda, noções como hierarquia ou componentes estão ausentes. Portanto, a ligação de funções aos objetos concretos é apenas possível usando sub-classes, o que não é uma forma de abordagem conveniente para sistemas de maior dimensão em que há objetos com várias funções. Por isso, este trabalho pretende traçar caminhos acerca do *como proceder*, tendo em vista as múltiplas possibilidades de cenários relacionados às integrações da SOA com várias notações. Diante disso, é imprescindível uma meticulosa análise dos cenários organizacionais, a delimitação das vantagens, desvantagens e problemas das diversas possibilidades de integração para, enfim, poder apontar saídas para as dificuldades das organizações, em busca de maior eficiência com menor utilização de recursos.

Fica mais claros a subjetividade, a relatividade e a ausência de instrumentos capazes de determinar, para cada tipo de organização, a integração mais apropriada. Tudo isso corrobora com a essência e a relevância deste trabalho de pesquisa, na medida em que se faz imprescindível a delimitação precisa de cenários para uma escolha de integração que proporcione às organizações maior eficácia e eficiência.

Após a observação desses aspectos, algumas indagações surgiram como justificativas deste estudo, tais como:

- Como está a situação de BPM-SOA e UML-SOA trabalhando efetivamente juntas?
- Quais são os desafios da convergência BPM-SOA e UML-SOA?
- Como as empresas podem trazer a informação em consonância com os processos de negócio? Com isso, a questão não é mais *se* BPM-SOA e UML-SOA convergem e sim *como* elas convergem.

1.3 PROBLEMÁTICA

Há uma grande necessidade de as empresas obterem respostas quanto à integração de uma arquitetura proveniente da prática de desenvolvimento de seus processos. Por isso, através de indicadores levantados e de estudos comparativos entre BPM e SOA, bem como UML e SOA, pretendemos estabelecer parâmetros e responder à seguinte pergunta: Qual a integração, de

maneira genérica, mais adequada (BPM-SOA ou UML-SOA) para a necessidade das empresas na prática de desenvolvimento de seus processos?

1.4 HIPÓTESES

As hipóteses a seguir foram formuladas na tentativa de obter possíveis esclarecimentos no que tange, de maneira genérica, o processo de integração das ferramentas juntamente com a arquitetura.

H1: A convergência BPM-SOA possui um quantitativo de estudos na literatura maior do que a convergência UML-SOA.

H2: A convergência BPM-SOA apresenta genericamente mais vantagens na integração do que a convergência UML-SOA.

H3: A convergência BPM-SOA apresenta genericamente mais desvantagens na integração do que a convergência UML-SOA.

H4: A convergência BPM-SOA apresenta genericamente mais problemas na integração do que a convergência UML-SOA.

H5: A convergência BPM-SOA é genericamente mais adequada na integração do que a convergência UML-SOA para os indicadores levantados nos cenários de integração.

1.5 OBJETIVOS

Para responder à pergunta de pesquisa formulada na problemática mediante as hipóteses, foram definidos os seguintes objetivos, divididos em geral e específicos.

1.5.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar as integrações entre BPM-SOA e UML-SOA e avaliar a que melhor se adapta, de maneira genérica, para a prática de desenvolvimento de processos de uma organização.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar indicadores para a integração entre BPM-SOA e UML-SOA;
2. Classificar os indicadores das integrações levantados durante a pesquisa sobre os aspectos relacionados à convergência BPM-SOA e UML-SOA;
3. Construir cenários que analisem as principais causas que constituem as vantagens, desvantagens e os problemas advindos dessas integrações;

4. Demonstrar, de maneira genérica, qual a melhor integração para a prática de desenvolvimento de processos de uma organização.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O restante deste trabalho está estruturado da seguinte maneira:

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, ou seja, conceitos importantes, necessários para o entendimento da presente pesquisa, através também de trabalhos relacionados. Serão investigados os principais problemas da integração BPM-SOA e UML-SOA.

O Capítulo 3 apresenta o levantamento da literatura e o procedimento para obtenção dos trabalhos selecionados e relacionados (adicionados).

O Capítulo 4 apresenta a discussão dos resultados referente às vantagens, desvantagens e problemas da integração BPM-SOA e UML-SOA, apresentando uma análise baseada em cenários de convergência, além de uma avaliação crítica comparativa.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais, trazendo uma análise de limitações e recomendações para trabalhos futuros.

Neste capítulo, foi apresentada a contextualização da pesquisa, bem como as justificativas necessárias para a sustentação da mesma e a problemática inicialmente abordada. Foram levantadas algumas hipóteses e formulado objetivo geral, sendo este concluído através dos objetivos específicos. O capítulo termina mostrando a estrutura do trabalho. No capítulo seguinte, apresentaremos os referenciais teóricos utilizados para a realização desta pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo refere-se a conteúdos de fundamentação teórica de diversos autores referentes à UML, BPM e SOA e as respectivas integrações BPM-SOA e UML-SOA.

2.1 UML

A UML (*Unified Modeling Language*) pode ser definida como uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de artefatos de sistemas complexos de *software*, conforme Booch *et al.*, (2000). Assim, ela não é um método de desenvolvimento, tendo uma utilização limitada para outros paradigmas de programação, porém é adequada para o paradigma de orientação a objetos. Ou seja, não nos diz como fazer um sistema, nem o que fazer primeiro ou depois. Porém, por meio de seus diagramas, é possível representar sistemas de *software* sob diversas perspectivas de visualização. A UML sintetiza as principais notações anteriormente existentes para orientação a objetos.

Esta linguagem é composta por muitos elementos de modelo que representam uma determinada parte do sistema ou um ponto de vista do sistema através de criação de diagramas, proporcionando uma forma padronizada para preparação de planos arquiteturais de projetos de sistema tais como processos de negócio e funções do sistema. Entretanto, a UML não é restrita apenas à modelagem de *software*, mas é suficientemente expressiva para modelar sistemas que também não sejam de *software*, como o fluxo de trabalho, estrutura e comportamento de sistemas e o projeto de *hardware*, como afirma Booch *et al.*, (2000). Além disso, os mesmos autores afirmam ainda que a UML proporciona uma forma padrão para a preparação de planos de arquitetura de projetos de sistema, com a inclusão de aspectos conceituais dentre os quais podemos mencionar os processos de negócio e funções do sistema, além de itens concretos como as classes escritas em determinada linguagem de programação, esquemas de bancos de dados e componentes de *software* reutilizáveis. Alguns autores, como Wilcox e Gurau (2003), defendem a utilização da UML para modelagem de processos, destacando vantagens como simplicidade nas notações; alta padronização encontrada nas aplicações publicadas; alta aplicabilidade nos processos reais; notação flexível às diversas situações.

Quando se pensa em projetar algo, torna-se conveniente recorrer a modelos que representem aquilo que será desenvolvido. Esses modelos constituem, assim, uma representação abstrata de uma realidade projetada para o futuro. Desta forma, a UML oferece uma forma padronizada de criar esses modelos, permitindo a simplificação do complexo processo de concepção de *software*

através do uso de um forte componente gráfico e a utilização de um conjunto limitado de símbolos. A adoção de uma metodologia de análise e projeto conhecida é importante por permitir que novos membros incorporados na equipe de trabalho possam entender o modelo. Assim, conforme Booch, Rumbaugh e Jacobson (2000), pode-se afirmar que o emprego da metodologia facilita o entendimento do escopo do sistema, apresentando um caráter documental, já que a UML possui ferramentas próprias, tanto para a especificação estrutural, quanto para especificação comportamental do sistema.

Por ser uma linguagem visual para a modelagem de sistemas orientados a objetos, a UML é uma linguagem de modelagem constituída de elementos gráficos que permitem representar os conceitos do paradigma da orientação a objetos. Através dos elementos gráficos definidos nesta linguagem, podem-se construir diagramas que representam diversas perspectivas de um sistema. Sendo assim, a UML representa um esforço para tornar a modelagem orientada a objetos um processo mais simples através da unificação dos métodos mais usados, sendo utilizada como uma das melhores práticas. A UML unificou diversas ideias, de modo coerente, decorrente de vários conceitos, métodos ou teorias que tal linguagem introduz, dentre eles: Diagrama de atividades; Mecanismos de extensibilidade; Refinamento (vários níveis de detalhe); Interfaces e componentes; e Linguagem de restrição.

2.1.1 VISÕES DE UM SISTEMA PELA UML

O desenvolvimento de um sistema de software complexo demanda que seus desenvolvedores tenham a possibilidade de examinar e estudar esse sistema a partir de diversas perspectivas. Os autores Booch et al., (2000) sugerem que um sistema pode ser descrito por cinco visões interdependentes desse sistema através da UML, as quais não necessitam ser todas construídas, dependendo das características e da complexidade do sistema. De forma geral, dependendo do sistema, as visões propostas podem ser ordenadas por grau de relevância, segundo Bezerra (2015), representadas na Figura 1:

Figura 1. Visões representadas pela UML



Fonte: (Bezerra, 2015). Adaptado de The “4+1” view model de Kruchten.

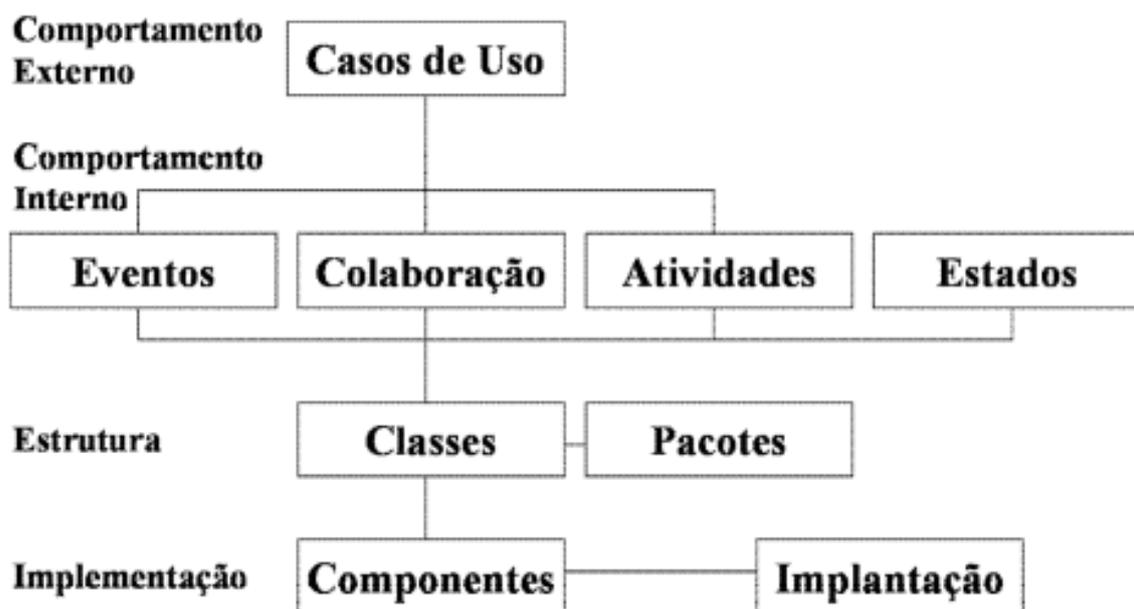
- Visão de Casos de Uso → descreve o sistema de um ponto de vista externo como um conjunto de interações entre o sistema e os agentes externos ao sistema.
- Visão de Projeto → enfatiza as características do sistema que dão suporte, tanto estrutural quanto comportamental, às funcionalidades externamente visíveis do sistema.
- Visão de Implementação → abrange o gerenciamento de versões do sistema, construídas através dos agrupamentos de módulos (componentes) e subsistemas.
- Visão de Implantação → corresponde à distribuição física do sistema em seus subsistemas e à conexão entre essas partes.
- Visão de Processo → esta visão enfatiza as características de concorrência (paralelismo), sincronização e desempenho do sistema.

2.1.2 VISÃO GERAL DOS DIAGRAMAS DA UML

Um diagrama é uma representação gráfica de um conjunto de elementos podendo ser classes, interfaces, colaborações, componentes, etc, que são usados para visualizar o sistema sob diferentes perspectivas. A UML define um número de diagramas que permite dirigir o foco para aspectos diferentes do sistema de maneira independente. Se bem usados, os diagramas facilitam a compreensão do sistema que está sendo desenvolvido.

Diretamente derivada dos conceitos de programação e do projeto orientado a objeto, a análise orientada a objeto é certamente a mais destacada das abordagens de análise de sistemas, de acordo com suas categorias representadas na figura 2, a seguir, a qual mostra a relação entre os diagramas da UML.

Figura 2. Relação entre os Diagramas da UML



Fonte: (Furlan, 1998)

Um Diagrama de Caso de Uso descreve, do ponto de vista dos atores, um grupo de atividades num sistema que produz um resultado concreto e tangível. Os casos de uso são descrições de interações típicas entre os usuários de um sistema e o sistema propriamente dito. Os casos de uso representam a interface externa do sistema e especificam um conjunto de exigências do que o sistema deve fazer.

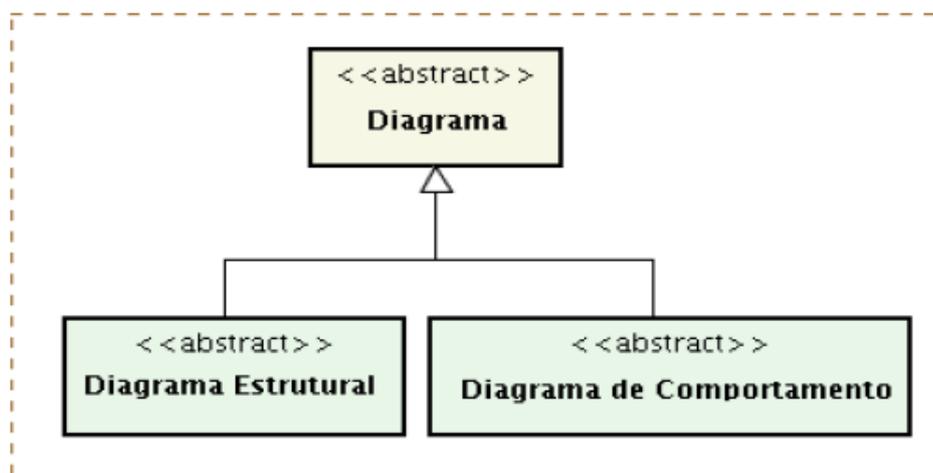
O Diagrama de Eventos representa a sequência de eventos dos casos de uso estendido. Eventos são mudanças de estado instantâneas que propiciam o início de uma outra ação. O Diagrama de Pacotes descreve os pacotes ou pedaços do sistema divididos em agrupamentos lógicos mostrando as dependências entre eles. Um pacote é um conjunto de elementos (classes, diagramas, outros pacotes) agrupados. O Diagrama de Implantação é apenas uma apresentação gráfica da visão estática de funcionamento de um sistema.

Os demais diagramas serão descritos à figura 5, que trata dos diagramas da UML 2.0 e suas classificações estruturais e comportamentais, bem como serão apresentados os que aqui não foram tratados.

2.1.3 ORGANIZAÇÃO DOS DIAGRAMAS DA UML 2.0

De acordo com o *Object Management Group* - OMG (2006), a linguagem UML 2.0 é dividida em diagramas estruturais (estáticos) e diagramas comportamentais (dinâmicos), conforme representado na Figura 3.

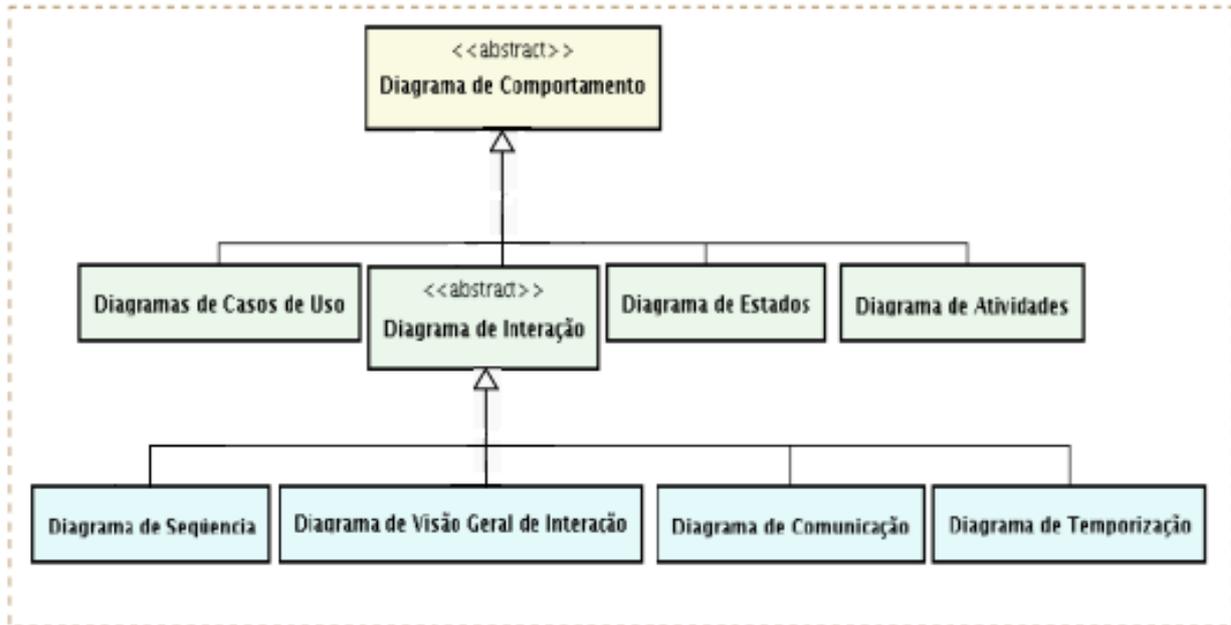
Figura 3. Organização Geral dos Diagramas da UML 2.0



Fonte: (OMG, 2006)

É importante notar que o diagrama de comportamento possui ainda uma subdivisão representada pelo Diagrama de Interação, conforme pode ser verificado na figura 4.

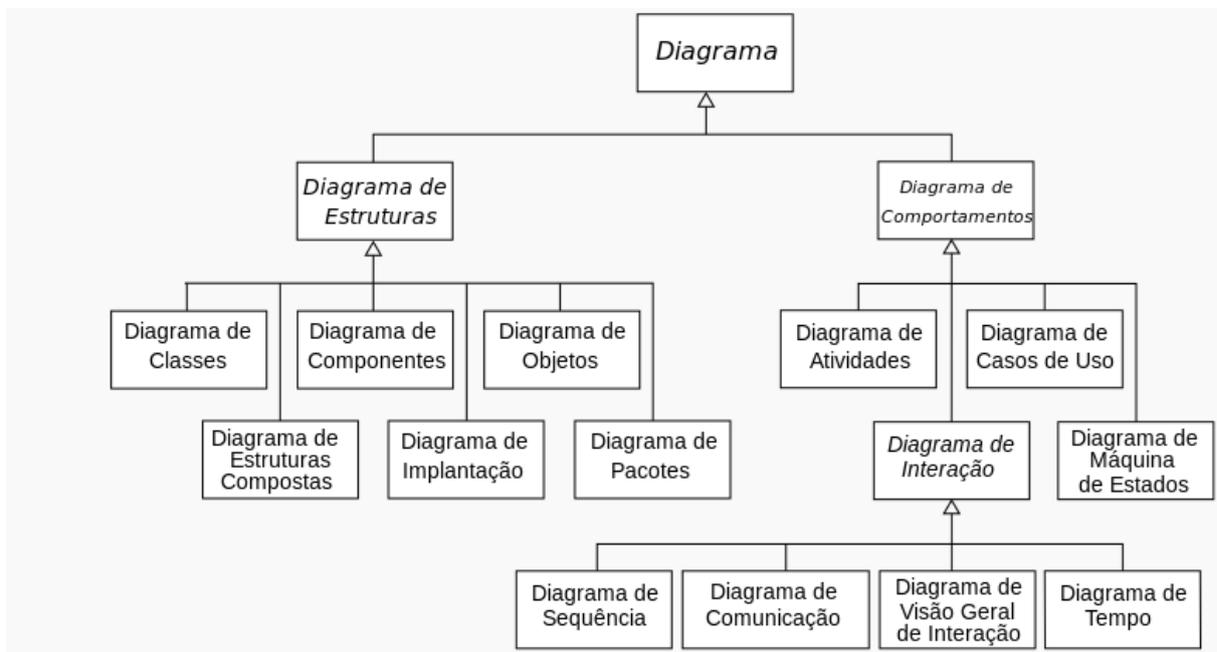
Figura 4. Diagramas Comportamentais



Fonte: (OMG, 2006)

A função dos Diagramas Estruturais é mostrar as características do sistema que não mudam ao longo do tempo. Já os Diagramas Comportamentais mostram como o sistema responde às requisições ou como o mesmo evolui com o tempo. Observe a figura 5 a seguir:

Figura 5. Diagramas da UML 2.0



Fonte: adaptado da (OMG, p.660, 2005)

Segundo a OMG (2005), há treze tipos de diagramas divididos em três categorias na UML 2.0, dos quais seis representam o diagrama de estrutura, três representam o diagrama de comportamento e quatro o diagrama de interação.

Dentre os diagramas estruturais, relacionam-se abaixo (GROFFE, 2014; MOTA et al., 2001; SILVA, 2007):

- Diagrama de Componentes → Mostra como as classes deverão ser organizadas através da noção de componentes de programação de alto nível (como *KParts* ou *Java Beans*). O primeiro é o nome dos componentes *frameworks* para o gerenciador de janelas de uma comunidade internacional de *software* livre produzindo um conjunto de aplicativos multiplataforma projetados para funcionar em conjunto com sistemas. O segundo trata-se de componentes reutilizáveis de *software*, escritos na linguagem de programação Java, que podem ser manipulados visualmente com a ajuda de uma ferramenta de desenvolvimento;
- Diagrama de Classe → Mostra as classes (elementos abstratos que representam um conjunto de objetos que possuem a especificação do objeto, seus atributos, que são suas características, e métodos, os quais são ações ou comportamentos) e os relacionamentos, que são formas de ligações entre as classes, que podem ocorrer de três maneiras: Associações (agregação e composição), Generalização ou Especialização (herança) e Dependência;
- Diagrama de Objetos → Mostra uma variação do diagrama de classes apresentando os objetos que foram instanciados das classes, ou seja, objetos cujo comportamento e estado são definidos pela classe. São usados como parte do diagrama de comunicação (antes chamado de diagrama de colaboração). Neste, a colaboração dinâmica entre os objetos do sistema são mostrados, colocando ênfase nos objetos que participam na troca de mensagens, os quais fazem parte do diagrama de comportamento;
- Diagrama de Estruturas Compostas → É utilizado para demonstrar a estrutura interna de uma classe, interfaces ou componentes para especificar uma funcionalidade, fazendo descrição dos relacionamentos entre os elementos, incluindo referências que apontam para outras partes de um sistema;
- Diagrama de Implantação → Também conhecido como diagrama de Instalação, representa a configuração e a arquitetura de um sistema em que estarão ligados seus componentes, através de *software*, *hardware*, processadores, servidores de aplicação, servidores de banco de dados, terminais de usuários, etc. Descreve os componentes de *hardware* e *software* e sua interação com outros elementos de suporte ao processamento, ou seja, demonstram a estrutura de *hardware* adotada para implantação de uma aplicação em um ambiente;
- Diagrama de Pacotes → Descreve os pacotes (representa um grupo de classes ou outros elementos) ou pedaços do sistema divididos em agrupamentos lógicos, mostrando as dependências entre diferentes *namespaces* (pacotes que compõem uma aplicação, pois costumam conter classes, interfaces e outros elementos, atuando como uma forma de

agrupamento lógico destes elementos) entre eles, pois a dependência é a maneira de os pacotes se relacionarem, sendo muito utilizado para ilustrar a arquitetura de um sistema mostrando o agrupamento de suas classes. Este diagrama pode ser utilizado em qualquer fase do processo de modelagem e visa organizar os modelos.

Dentre os diagramas comportamentais, temos (GROFFE, 2014; MOTA et al., 2001; SILVA, 2007):

- Diagrama de Atividades → Apresenta as atividades e as mudanças de uma atividade para outra com os eventos ocorridos em alguma parte do sistema. Contempla as diversas tarefas desempenhadas na execução de uma atividade, sendo utilizado na representação da sequência de atividades dentro de uma organização;
- Diagrama de Caso de Uso → Mostra as funcionalidades e características de um sistema, assim como a forma que tais elementos se relacionam com usuários e entidades externas envolvidas num determinado processo. Apresentam atores (pessoas ou outros usuários do sistema), casos de uso (os cenários onde eles usam o sistema), e seus relacionamentos;
- Diagrama de Máquina de Estados → Conhecido também como Diagrama de Estados ou Diagrama de Transição de Estados, detalha os diferentes estados (condição ou situação durante a vida de um objeto em que ele satisfaz algumas condições, executa algumas atividades ou espera por eventos) pelos quais pode passar um objeto (transição, que é o relacionamento entre dois estados, indicando que o objeto que está no primeiro estado passará para o segundo estado mediante a ocorrência de um determinado evento e, em certos casos, uma condição), tomando por base a execução de um processo dentro do sistema que se está considerando;
- Diagrama de Interação → Faz parte de um subgrupo dos diagramas comportamentais, sendo normalmente utilizado na representação de interações entre objetos de uma aplicação;
- Diagrama de Sequência → Representa, de forma simples e lógica, a sequência de processos (mais especificamente, de mensagens passadas entre objetos, ou seja, mostra objetos e uma sequência das chamadas do método feitas para outros objetos);
- Diagrama de Comunicação → Em versões anteriores, conhecido como Diagrama de Colaboração, mostra uma interação, consistindo de um conjunto de objetos e seus relacionamentos, incluindo as mensagens que podem ser trocadas entre eles. Este diagrama é semelhante ao diagrama de sequência, porém, sua ênfase é referente ao contexto do sistema, ou seja, enfatiza a ordenação estrutural na quais as mensagens são trocadas entre os objetos de um sistema;

- Diagrama de Visão Geral de Interação → Conhecido também como Diagrama de Interatividade, pode ser visto como um diagrama de atividade em que as atividades são substituídas por pequenos diagramas de sequência. É uma espécie de representação híbrida, pois sequências formam um fluxo de atividades, mostrando como elas trabalham em uma sequência de eventos;
- Diagrama de Tempo → apresenta o comportamento dos objetos e sua interação em uma escala de tempo, focalizando as condições que mudam no decorrer desse período. É tipicamente utilizado para demonstrar a mudança no estado de um objeto no tempo em resposta a eventos externos. Corresponde a um tipo específico de diagrama de sequência;

Trataremos somente do diagrama de comportamento, especificamente aqueles diagramas que são utilizados como foco da pesquisa.

O modelo comportamental¹ de um sistema consiste na representação da dinâmica e da funcionalidade do mesmo. De acordo com Reed (1998), os aspectos dinâmicos de um sistema são representados por seu comportamento no tocante aos estímulos do mundo real. Em relação à funcionalidade, porém, esta está mais relacionada com o fluxo de controle inerente às suas atividades e/ou operações, podendo abarcar a representação de estruturas de controle do tipo sequência, tomada de decisão, iteração, desvio, recursividade e concorrência.

Segundo Silva (2007), o Diagrama de Casos de Uso especifica uma gama de funcionalidades, por meio do elemento sintático *casos de uso*, e os elementos externos que interagem com o sistema, por meio do elemento sintático *ator*. Além de casos de uso e atores, este diagrama contém relacionamentos de dependência, generalização e associação. Especialmente, os diagramas de caso de uso são usados para fazer a modelagem dos requisitos de um sistema e fazer a modelagem do contexto de um sistema.

Como a especificação textual de um caso de uso é sequencial, inicialmente é descrito o fluxo principal de eventos, e então são descritos os fluxos alternativos, dando-se o nome de *cenário* a cada um desses fluxos. À medida que os casos de uso vão sendo especificados, pode-se constatar que alguns casos de uso estão conceitualmente ou semanticamente relacionados. A UML permite que estes casos de uso sejam agrupados constituindo um ou mais pacotes. Em relação ao diagrama de atividades, Duarte (2012) afirma que este é essencialmente um gráfico de fluxo, o qual apresenta o fluxo de controle de uma atividade para outra, sendo utilizado para fazer a modelagem de aspectos dinâmicos do sistema.

No Quadro 1, a seguir, foi feita uma relação dos diagramas da versão da UML 2.0 comparada com a versão 1.4.

¹ Não descreveremos os diagramas estruturais em função de, neste trabalho, utilizarmos apenas o *diagrama de atividades*, inserido no grupo dos diagramas comportamentais.

Fazendo uma comparação entre os recursos disponíveis na UML 1.4 e UML 2.0, observa-se que a UML 2.0 acrescentou diagramas de pacotes e de estrutura composta no diagrama de estruturas. No diagrama de comportamento, dois novos diagramas de Interação foram criados: o diagrama Visão Geral da Interação e o Diagrama Temporal, sendo que o primeiro combina o fluxo de controle de um diagrama de Atividades com interações e ocorrências de interação e o segundo modela as mudanças de estado por uma linha de tempo para cada objeto em uma interação.

A modelagem de atividades passou por uma revisão completa na UML 2.0 em que uma atividade é a especificação do comportamento conforme a sequência coordenada de unidades subordinadas, cujos elementos individuais são *ações*. As atividades são conectadas através de arcos (transições), que mostram as dependências entre elas. Assim, um diagrama de atividade mostra um processo de negócio ou um *software* como um fluxo de trabalho por meio de uma série de ações. Computadores, componentes de *software* ou as pessoas podem executar essas ações. O objetivo desse diagrama é mostrar o fluxo de atividades em um único processo e como as atividades dependem uma da outra.

Quadro 1. Comparativo entre diagramas UML 1.4 e UML 2.0

DIAGRAMAS DA UML 1.4	DIAGRAMA UML 2.0
Atividades	Atividades
Casos de Uso	Casos de Uso
Classes	Classes
Colaboração	Colaboração
Componentes	Componentes
Gráfico de Estado	Gráfico de Estado
Implantação	Implantação
Objetos	Objetos
Sequência	Sequência
-----	Pacotes
-----	Estrutura Composta
-----	Visão Geral da Interação
-----	Temporal

Fonte: adaptado (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2000)

2.2 BPM – GESTÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

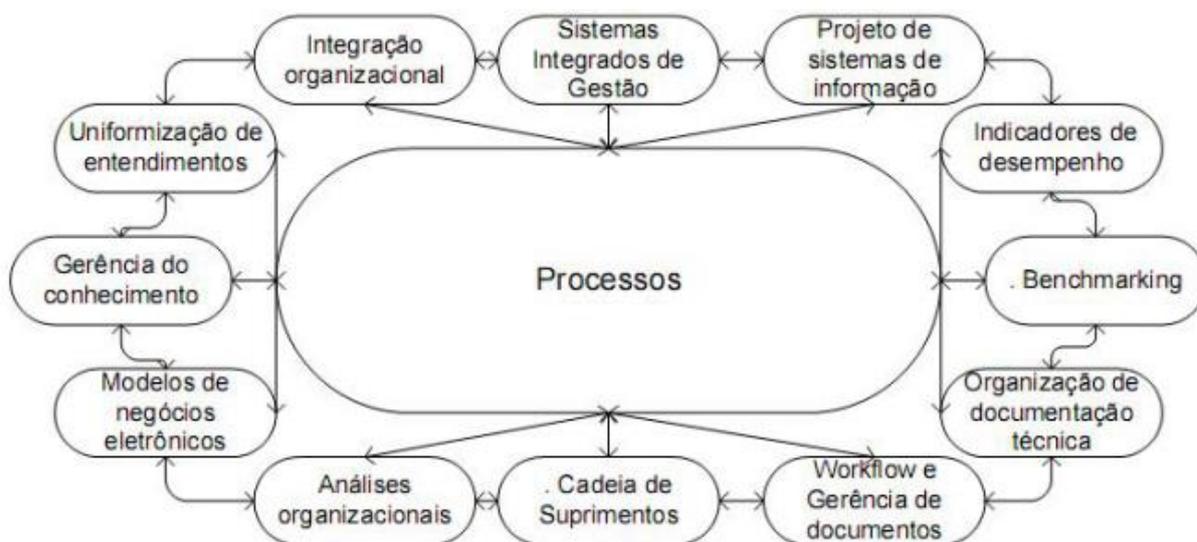
Um Processo de Negócio é a base de estudo dos Sistemas de Informação. Nessa perspectiva, os processos empresariais têm como elementos: custos, prazos, qualidade de produção e satisfação do cliente. Quando se reduz o custo ou se aumenta a satisfação do cliente, melhora-se o processo em si. A adoção de uma abordagem de processo significa a adesão do ponto de vista do cliente.

Os processos são as estruturas pelas quais uma organização realiza a sua missão para produzir valor para os seus clientes.

Processos de Negócio são atividades previamente estabelecidas, que têm como objetivo determinar como o trabalho será realizado em uma certa organização. Além de tudo, os processos têm pontos bem definidos de início e fim e devem funcionar alinhadamente uns aos outros e em relação a toda a estrutura organizacional, pois, somente dessa forma, será possível atingir os objetivos que produzem valor para os seus clientes. Nessa perspectiva, segundo o Gartner Group (2009 *apud* RECKER *et al*, 2009), o BPM ainda é uma das prioridades de negócio, e a construção de capacidade da organização nessa área se mantém como um grande desafio para executivos e profissionais da área.

Podemos observar pela Figura 6 que *PROCESSOS* são o foco de vários sistemas. Nesses sistemas, são utilizadas as atividades de gestão que devem estar alinhadas com toda a estrutura organizacional.

Figura 6. Aplicações de Processos



Fonte: (Santos *et al*, 2002)

A Modelagem de Processos de Negócio é uma das aplicações mais frequentes no campo de Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management* - BPM), termo este que pode ser facilmente confundido com outros acrônimos. A sigla BPM tem sido também usada para referenciar *Business Process Modeling* (Modelagem de Processos de Negócio); *Business Performance Management* (Gerenciamento de Desempenho de Processos) ou ainda *Business Process Monitoring* (Monitoração de Processos de Negócio).

2.2.1 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

O Gerenciamento de Processos de Negócio possui impacto, não só na gestão das empresas, mas também na análise de requisitos de negócio para o desenvolvimento de sistemas de informação. Entre muitas definições possíveis, Weske (2007) define BPM como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas, o qual é fortemente fundamentado no uso de tecnologia da informação, e deve ser preparado para dar suporte ao desenho, administração, configuração, determinação de uso e análise de processos de negócio.

A introdução de processos de negócio nas organizações trouxe um novo desafio à administração em relação à gestão das organizações orientadas por processos de negócio. Nesse sentido, o BPM engloba uma série de aspectos como a descoberta, projeto e entrega de processos de negócio, bem como a inclusão do controle executivo, administrativo e supervisor desses processos (BPMI, 2007). Assim, para DeToro e McCabe (1997), BPM é uma estrutura gerencial orientada a processos, na qual gestor, time e executores são simultaneamente executores e pensadores enquanto projetam o trabalho, inspecionam resultados e redesenham os sistemas de trabalho com o objetivo de melhorar os resultados.

De acordo com Armistead e Machin (1997), o BPM está concentrado na administração contínua de processos, e não apenas em mudanças radicais ligadas à reengenharia de processos. Assim, administrar os processos significa formular novos redesenhos para processos, não se tratando somente de mudanças. A reengenharia é um novo conceito de negócio mais promissor e mais comentado a ascender à imaginação de gerentes, líderes, membros da equipe de reengenharia e teóricos de todas as partes do mundo, em todos os lugares. (ARMISTED; MACHIN, 1997). Entretanto, há fatores que podem impedir a implementação do BPM, dentre os quais podemos mencionar a mudança organizacional e cultural, alinhamento da abordagem do BPM com as metas e estratégias corporativas, enfoque no cliente e suas exigências, medições do processo, facilitando a definição dos processos e atividades da empresa através do acompanhamento dos mesmos, além de melhorias dos processos, deixando mais fáceis e viáveis as alterações. Ainda citamos a necessidade de uma abordagem estruturada para o BPM, compromisso da alta administração, *benchmarking* (que busca das melhores práticas um meio de conduzirem melhor desempenho), sistemas de informação dos processos, infraestrutura e realinhamento.

Segundo Davenport (1994), o uso de um Sistema de Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management System* – BPMS) envolve o registro de processos, incluindo análise, otimização e implementação de processos na infraestrutura de TI, medição e monitoramento automático dos processos e seus indicadores chave. Isso permite à organização ajustar a demanda de mudanças internas e externas. Nessa perspectiva, a partir do momento em que uma empresa decide utilizar a TI em suas instalações, esta deve estar preparada para custos

adicionais, pois implicará em mudanças em seu sistema e, sobretudo, o tempo de implementação é demorado, até mesmo porque será modificado o antigo sistema de operação por um novo e mais eficiente. Com isso, segundo Paim, et al. (2009) haverá um desempenho maior e melhor para a organização e, conseqüentemente, os lucros tenderão a aumentar, mesmo que esse aumento não seja percebido de imediato.

Atualmente, o crescimento da prática de Gerenciamento de Processos de Negócio no meio empresarial implica na forma de gerenciamento e controle das organizações. Segundo Jeston e Nelis, (2006), o BPM tem como uma de suas principais metas a realização dos objetivos de uma organização por meio da melhoria da gestão e do controle dos seus processos de negócio essenciais. Em razão disso, segundo Gonçalves (2000), para as organizações, os seus processos de negócio trazem cada vez mais vantagens competitivas. Atualmente, para serem efetivas, as organizações devem ser capazes de definir, analisar, melhorar, medir e controlar os seus processos.

Simões (2006, p. 13) afirma que, “das estratégias de gerenciamento de processos que falham, 90% falham porque a empresa não conseguiu implementá-las corretamente, ou seja, não conseguiu fazer com que os processos espelhassem a estratégia.” No nível estratégico do BPM, são montadas as estratégias dos processos a fim de que estas estejam alinhadas com as estratégias da organização, pois, para administrar rápidas mudanças nas áreas empresariais, é de extrema importância unir processos de negócio com estratégias corporativas. Especialmente nesse nível, as estratégias de melhoria ou inovação dos processos da empresa são definidas, indicando a arquitetura dos novos processos e das aplicações que lhes darão suporte, pois, a partir da análise dos dados levantados, é montada a especificação do novo processo ou da melhoria/inovação do que já existe.

Os fatores de sucesso em utilizar uma ferramenta estratégica não se resumem apenas no envolvimento da alta gerência, mas também na integração dos empregados, através de uma comunicação adequada. Um elemento adicional de grande influência é o amadurecimento do gerenciamento da mudança contínua, pois, repensar processos empresariais é fundamental para a organização e completa o ciclo BPM. Um monitoramento efetivo desse processo é obtido quando existem bons *Indicadores de Desempenho* (ID). Maranhão & Macieira (2004) afirmam que indicadores de desempenho são dados objetivos os quais descrevem uma situação, sob a perspectiva quantitativa.

Uma preocupação das organizações atuais é o fato de terem que conciliar os indicadores estratégicos, provenientes, principalmente, de iniciativas do BSC (*Balanced Scorecard*) – gestão de desempenho, metodologia de medição. Assim, os indicadores de desempenho de processos formam iniciativas de implantação do BPM e, para Cossi (2006), este alinhamento é bastante crítico, na medida em que é fundamental que as iniciativas e ações ligadas às estratégias e aos processos tendam para resultados sinérgicos. Em razão disso, há uma tendência natural em tratar

os indicadores estratégicos em um nível mais alto, impondo-lhes uma característica mais de resultado do negócio e os indicadores de processo com uma característica mais operacional, ou seja, mais ligados à eficiência em si.

Para Valle (2006), o desenho de uma empresa passa, então, a ser uma condição na tendência da gestão empresarial atual de forma tal que permita a construção de representações (parciais ou totais) de uma organização ou de uma cadeia produtiva, marcadas pelos objetivos e pontos de vista específicos de seus autores, os quais são tomados como parâmetros para a comunicação e a tomada de decisão. Entretanto, considerando que a prática dessa forma de gestão empresarial traz consigo peculiaridades inerentes ao modelo, faz-se necessário observar algumas características básicas. De Sordi (2005) defende que o modelo de gestão por processos, em uma perspectiva de administração moderna, tange a definição de papéis e atribuições, sendo possível, embora desaconselhável, a existência de outros métodos simultâneos como a gestão por funções empresariais. Vale ainda salientar que os Processos de Negócio podem ser agrupados também em macroprocessos ou divididos em sub-processos, dependendo da necessidade na modelagem da empresa.

Os gestores estão sempre à procura de métodos e técnicas mais ágeis para melhorar o desempenho dos seus processos de negócio e readequá-los às mudanças do seu ambiente. A necessidade de atingir metas implica na criação constante de iniciativas de redesenho e melhoria nos processos. A maioria das empresas, no entanto, encontra grandes dificuldades na execução dessas iniciativas que, muitas vezes, falham ou não atingem seus objetivos completamente.

A Gestão de Processos de Negócio é uma disciplina que prega a visão integrada de gerenciamento do ciclo de vida dos processos, procurando maximizar a eficiência e a efetividade do negócio, usando tecnologia como meio para promover controle, agilidade nas mudanças, visibilidade da execução e otimização através de melhoria contínua. Para Muehlen & Ho (2006), o BPM tem como objetivo principal o alcance de melhor desempenho empresarial, por meio da redução de custos, com aumento da produtividade e da capacidade dinâmica para o negócio.

Para a BPMI (2006), o BPM é um conceito que relaciona gestão de negócio e tecnologia da informação (pessoas, aplicações, documentos e outras fontes de informação), direcionando à melhoria dos processos de negócio das organizações através do uso de tecnologia (métodos, técnicas e ferramentas) para modelar, publicar, controlar e analisar processos operacionais.

2.2.4 MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

A modelagem e otimização de processos são as atividades que permitem gerar informações do processo que acontece atualmente na empresa ou sobre a proposta futura do novo processo. Nessa perspectiva, Baldam et al. (2008) dizem que a execução de processos assegura a implementação dos mesmos, tais como dos planos de transferência de tecnologia, migração de

sistemas, treinamentos, ajuste de equipamentos e *software*, além do acompanhamento do processo na implantação, monitoramento e controle das instâncias.

Na modelagem de processos de negócio é interessante ter em pensamento qual objetivo de um projeto de modelagem de processos antes mesmo de iniciá-lo até porque pode-se ter diversos objetivos, como documentar o que é feito, melhorar o que é feito, padronizar o que foi feito, eliminar processos que foram feitos e que não geram valor; automatizar processos com sistemas de *workflow*, etc.

A modelagem de processos de negócio geralmente é realizada a partir de entrevistas com os responsáveis pelos processos, pela observação da execução dos processos e pela análise dos documentos, sistemas e quaisquer outros instrumentos utilizados para apoiar a execução dos processos.

Atualmente, a Modelagem de Negócio tem sido usada nas organizações que aderem o seu uso para usufruir da manipulação da informação. Nesse contexto, ela surge como uma abordagem ideal para auxiliar as organizações no controle administrativo mais efetivo, facilitando a avaliação da situação da organização e identificação das suas necessidades reais, além de servir como base para a identificação de possíveis sistemas de apoio aos processos. Todo esse processo tem como alvo o alcance de objetivos, ou seja, um ponto concreto que se quer atingir, com parâmetros numéricos, datas, além de metas, entendidas como uma segmentação do objetivo, por parte da empresa.

2.2.5 NOTAÇÃO DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS (BPMN)

Dentre as várias metodologias de modelagem de processo de negócio, pode-se destacar a BPMN – *Business Process Modelling Notation* (BALDAM et al.,2008), pois esta é uma notação que surgiu com o objetivo de fazer a ponte entre a sistematização da empresa e o analista de sistemas, através dos processos de implementação, aproximando o especialista de processos e o especialista em TI (Tecnologia da Informação). Outra meta é assegurar que as linguagens projetadas para a execução de processos de negócio possam ser visualizadas como uma notação orientada para negócio. A intenção da BPMN é unificar processos de negócio com notações e pontos de vista diferentes, abordando as melhores práticas dentro da comunidade de modelagem de negócio, porém, estruturas organizacionais, arranjos funcionais, regras de negócio estão fora do alcance da BPMN.

A BPMN permite modelar dados externos. Além disso, é uma linguagem que é utilizada para representar processos de negócio e é representada através de símbolos padrão, que são organizados em um diagrama de processos de negócio. Estes diagramas podem ser representados de três tipos: Diagrama de Hierarquia de Processos, Diagrama de Contexto e Diagrama de Processos. No Diagrama de Hierarquia de Processos apresentam os processos por uma estrutura semelhante a um

organograma. No Diagrama de Contexto permite identificar as fronteiras dos processos, as áreas que são envolvidas com o processo e os relacionamentos com outros processos e elementos externos à empresa. No Diagrama de Processos representar o processo de estudo em detalhes, ou seja, apresenta as atividades, e sua sequência, para converter entradas em saídas. Essa possibilidade assegura ao BPMN mais eficiência, confiabilidade, agilidade e redução dos custos. Entretanto, para guiar a execução de uma modelagem de negócio, é necessária a adoção de uma metodologia. Esta constitui-se de uma abordagem organizada para atingir um objetivo, através de passos preestabelecidos. É um roteiro para desenvolvimento estruturado de projetos, sistemas ou *software*, visando à qualidade e à produtividade de projetos.

A modelagem de processos tem fortes desafios. Por se tratar de uma metodologia complexa, demorada e que possui alto custo, o desafio é encontrar o nível certo da modelagem para o propósito desejado, pois esta pode ser utilizada apenas para visualizar os processos da organização, servir de base para a automação do trabalho ou pode estar dentro de um projeto mais amplo do Gerenciamento de Processos de Negócio. Essa globalização exige da organização um maior desenvolvimento tecnológico para melhor adaptação às mudanças que podem surgir dentro da organização como, por exemplo, a implantação de gestão de processos, pois se trata de uma mudança cultural e profunda, sendo um grande desafio para a organização, tendo em vista também diferentes perspectivas, cujas mais comuns são, segundo Curtis e Kellener (1992), funcional, comportamental, organizacional e informacional.

2.3 ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS (SOA)

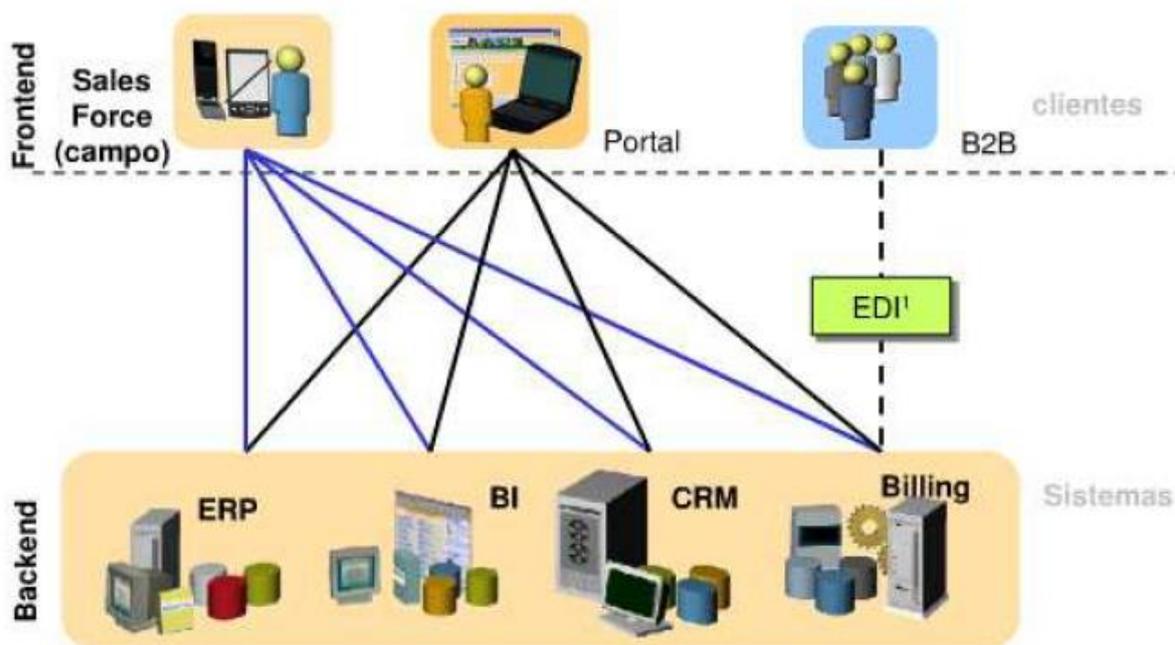
À medida que há um crescimento em empresas desenvolvedoras de *software*, estas passam por um processo de amadurecimento de seus produtos, os quais podem ser bens ou serviços, utilizando-se padrões de projeto, a fim de diminuir custos, com redução de tempo e aumento da qualidade dos produtos ou serviços. Nessa perspectiva, a Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), de acordo com a Microsoft (2007), tem se tornado um modelo utilizado no desenvolvimento de *software* por ser uma interessante tecnologia atual, pois aborda os seguintes aspectos: os requisitos de baixo acoplamento, estes representam um baixo nível de interdependência entre os módulos de um sistema, desenvolvimento baseado em padrões, computação distribuída independente de protocolo, integração de aplicações e sistemas legados.

Uma arquitetura de software bem planejada reduz os riscos de negócio. (MARZULLO, 2009). Ainda Marzullo (2009) apresenta algumas vantagens tais como, clareza na gerência através das dificuldades; padronização da linguagem e da comunicação entre desenvolvedores, clientes e gerentes; possibilidades de reuso e conseqüente evolução do sistema; determina alguns fatores

para uma boa análise (como consistência, atributos de qualidade, atendimento a estilos arquiteturais).

A Figura 7 mostra aplicações que não se baseiam em SOA em que cada aplicação, implementa o seu acesso e integração aos sistemas, independente da área de negócio. Desta maneira, através da mesma necessidade, existem várias aplicações desenvolvidas, gerando redundância, elevando o risco da comunicação, a complexidade e o custo na manutenção das aplicações.

Figura 7. Visão da Arquitetura Tradicional



Fonte: (Santos, 2009)

O risco de haver falhas de comunicação no negócio é grande porque para existência dessa comunicação é preciso criar várias tarefas, elevando a redundância, deixando muito mais complexo o desenvolvimento da arquitetura com o custo alto da movimentação das aplicações, tendo que ser desenvolvidas para uma boa comunicação com os sistemas.

Assim, SOA propõe padrões e práticas de desenvolvimento para possibilitar que os serviços web (*web services*) possam interagir adequadamente em um ambiente tão heterogêneo quanto a internet ou em outra rede qualquer. Como qualquer arquitetura baseada em componentes, SOA mantém a independência de cada um deles e define apenas como será feita a comunicação entre eles.

Para Street (2008), SOA é uma arquitetura de *software* baseada em componentes de serviços que podem ser reutilizados. Segundo Ortiz (2006), os *Web Services*, um possível exemplo de tecnologia baseada em SOA, foram criados para construção de aplicações para a Internet e utilizam SOA com protocolos de comunicação padronizados: SOAP – *Simple Object Access Protocol*. (ERL, 2009), WSDL – *Web Service Description Language*. (ERL, 2009) e UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*), os quais descrevem dados através da linguagem XML.

Para Machado (2004), SOA traz diversos benefícios significativos, tais como, componentes de serviços que podem estar em diferentes máquinas, sistemas operacionais e linguagens de programação; redução de tempo e custo de desenvolvimento; possibilidade de reúso; e redução de riscos.

SOA é um modelo arquitetural voltado para o planejamento estratégico da área de tecnologia da informação (T.I), alinhado diretamente aos objetivos de negócio de uma organização. Assim, Avellar e Duarte (2015) defendem que esta ponte permite expor as funcionalidades dos aplicativos em serviços padronizados e interrelacionados.

De acordo com os Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico – ePING (v.3, 2007), SOA é uma arquitetura proposta para interoperabilidade de sistemas por meio de um conjunto de interfaces de serviços fracamente acoplados, em que os serviços não necessitam de detalhes técnicos da plataforma dos outros serviços para a troca de informações ser realizada. É um estilo de arquitetura que promove a integração entre o negócio e a TI através de serviços, assim, o serviço é o principal componente desta arquitetura.

Para o Gartner Group (s.d.), SOA é uma abordagem arquitetural corporativa que permite a criação de serviços de negócio interoperáveis que podem facilmente ser reutilizados e compartilhados entre aplicações e empresas. Assim, de acordo com Fronckowiak (2008), para se ter uma implementação bem-sucedida, depende-se da abordagem cuidadosa do planejamento da arquitetura de negócio.

Segundo Kavis (2008), porém, alguns erros comuns de SOA são tratar funções de negócio como módulos técnicos de *software*, delegar o projeto para os técnicos, implantar um projeto que não tem valor expressivo para a companhia e decisão de implantação por pessoas que não são da área de estratégia.

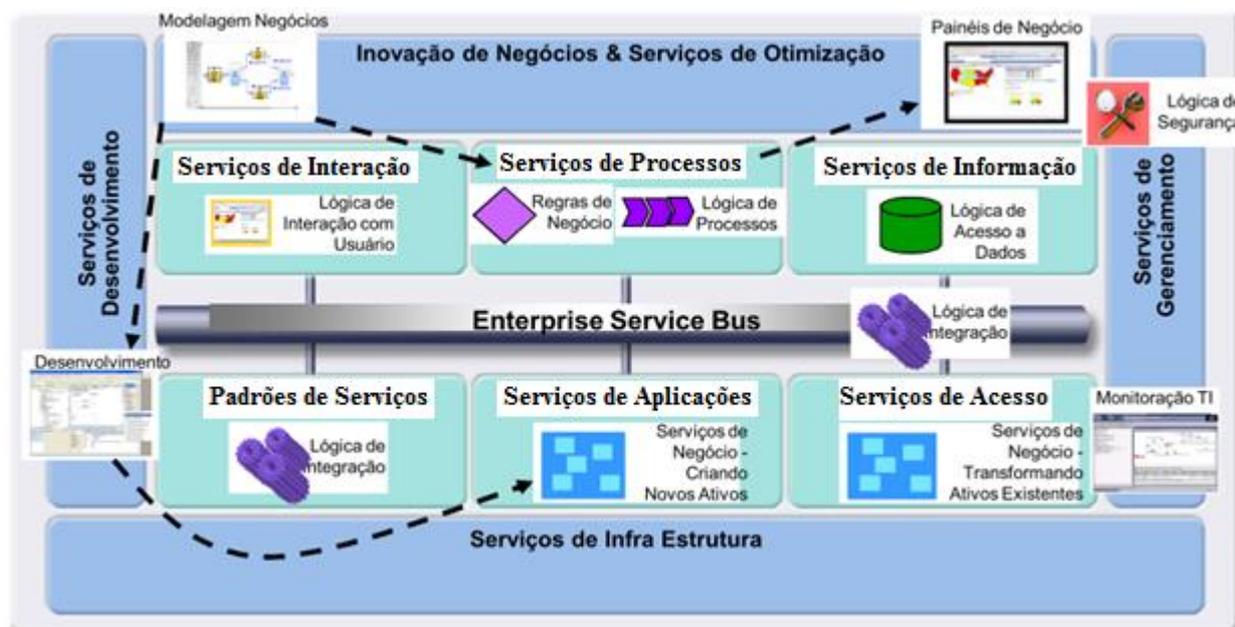
SOA, de acordo com Silva (2012), também é uma arquitetura que promove a integração do negócio através da Tecnologia da Informação e seus componentes de serviço, esse componente, conhecido como Barramento de Serviços Corporativos (Enterprise Service Bus – ESB) é o principal item dessa arquitetura. Os protocolos (SOAP e WSDL), que têm sido utilizados para coordenar esta comunicação, têm surgido sob orientação do W3C – *World Wide Web Consortium* (2002), e definem desde a linguagem padrão de comunicação XML até o modo como um serviço deve ser publicado para se tornar acessível através da rede UDDI, que é um serviço de diretório que publica e descobre os serviços web disponíveis dentro de um domínio.

A seguir, estão os princípios de *design* de serviços listados por Erl (2009): devem ser reutilizáveis; compartilham um contrato formal; possuem um baixo acoplamento; abstraem a lógica do negócio; são capazes de se comporem; são autônomos; evitam alocação de recursos por longos períodos; e são capazes de serem descobertos pelo UDDI. Segundo Maréchaux (2006), um

dos componentes mais importante em SOA é o o ESB. O ESB é um *software* de infraestrutura que não implementa a arquitetura, mas oferece as funcionalidades para implementá-la, ou seja, fornece uma abstração de camadas na implementação de um sistema empresarial de mensagens, fazendo uma combinação de uma abordagem orientada a eventos e orientada a serviços.

O desenvolvimento das integrações entre as aplicações é cada vez mais complicado e não é rápido como o mercado exige. De acordo com a Figura 8, os barramentos de serviços corporativos aceleram e simplificam as integrações nas aplicações devido à capacidade de roteamento de mensagens, conversão de protocolo de transporte, requisição de serviços, transformação de mensagens e distribuição de eventos de negócio.

Figura 8. Arquitetura SOA



Fonte: adaptada de (IBM, 2014)

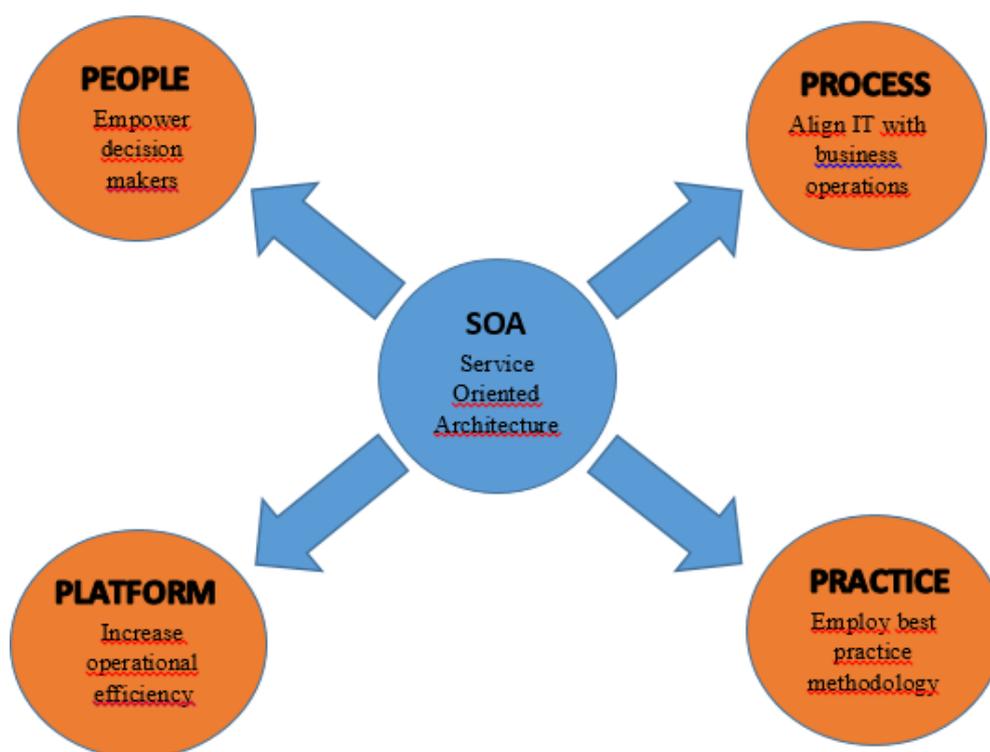
A Orientação a Serviços usa protocolos baseados em padrão e interfaces convencionais — geralmente serviços Web — para facilitar o acesso à lógica de negócio e às informações comerciais entre serviços distintos. Especificamente, SOA permite que os recursos e interfaces de serviço subjacentes sejam compostos em processos. Cada processo é um serviço que agora oferece uma nova capacidade agregada.

Além disso, SOA é uma abordagem baseada em padrões para a criação de uma infraestrutura de TI integrada capaz de responder rapidamente às mudanças nas necessidades de negócio, fornecendo princípios e orientações para transformar o conjunto existente de recursos de TI, conforme pode ser visto na Figura 9. Tais recursos seja um aplicativo, sistema ou parceiro comercial de uma organização devem ser transformados de heterogêneos, distribuídos, complexos e não flexíveis em recursos integrados, simplificados e altamente flexíveis, que podem ser alterados e compostos para apoiar mais diretamente as metas comerciais.

Da perspectiva dos aplicativos, SOA permite o desenvolvimento de uma nova geração de aplicativos dinâmicos ou compostos. Esses aplicativos permitem ao usuário final acessar informações e processos através de limites funcionais e consumi-los de diversas maneiras, inclusive através da Web.

Do ponto de vista da infraestrutura, SOA permite a TI simplificar a integração entre aplicativos e sistemas, recombina e reutiliza funcionalidades de aplicativos e organiza o trabalho de desenvolvimento em um *framework* unificado e consistente. O valor de negócio combinado da abordagem a SOA ajuda a baixar os custos de TI; fornece informações de negócio mais acessíveis e permite à organização identificar e responder a problemas de fluxo de trabalho com maior eficiência.

Figura 9. Principais componentes de uma implementação SOA



Fonte: adaptado de (Chowdhury, 2011)

Segundo a Microsoft (2007), SOA, por si só, não é suficiente para garantir o alinhamento dos negócios com a TI. De fato, muitas organizações que tentaram implantar infraestrutura de SOA através de uma abordagem de cima para baixo descobriram que, quando a infraestrutura era entregue, estava fora de sincronia com as necessidades da empresa. Em contraste, os clientes que produziram um alinhamento bem-sucedido começaram com uma compreensão clara de sua visão de negócio, tiveram iniciativas e resultados de negócio bem definidos e escolheram distribuir incrementalmente as "fatias" de sua infraestrutura de SOA que cumprem aqueles objetivos.

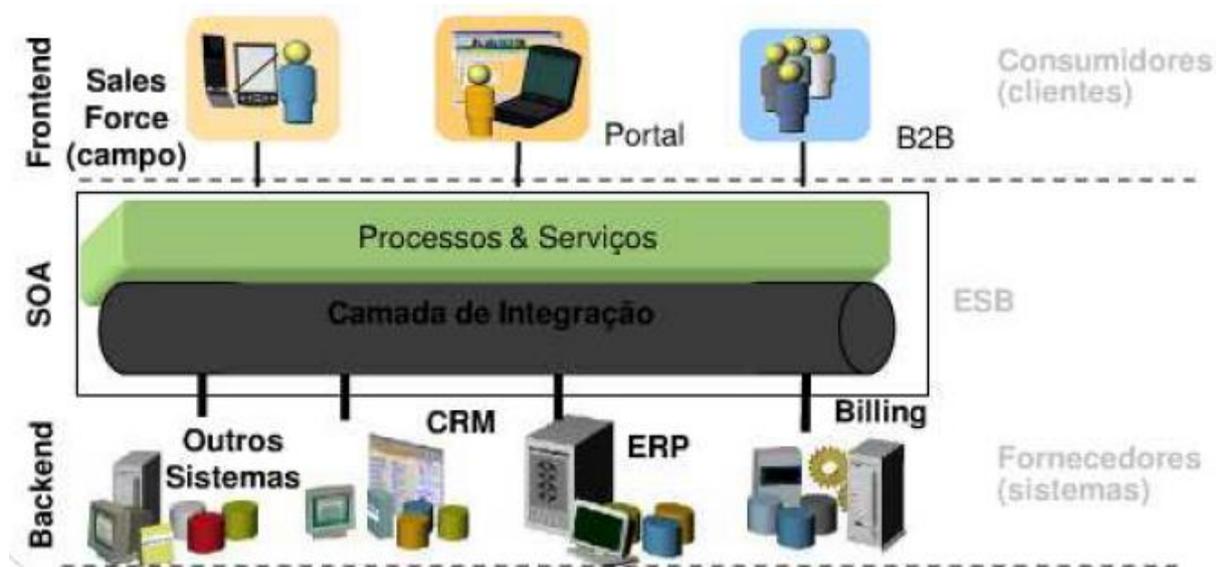
Para usufruir dos benefícios dessa arquitetura, é necessário investimento de tempo e aprendizado. Através do uso de SOA, o entendimento entre os líderes do negócio e a área de TI é

facilitado. (SIQUEIRA, 2013). Muitas vezes, o portfólio de TI existente não satisfaz adequadamente necessidades específicas de negócio, é caro para gerenciar e manter, é inflexível para acompanhar o crescimento e as mudanças da empresa. O problema para os departamentos de TI geralmente não é funcionalidade insuficiente, é que sistemas comerciais críticos como Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente (*Customer Relationship Management - CRM*) e Planejamento de Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning - ERP*), são críticos e operam isolados de outros sistemas, apesar do fato de que os processos de negócio frequentemente abrangam vários aplicativos. (MICROSOFT, 2007).

Obter uma visão completa de um processo complexo de negócio requer integração de informações e de vários processos e a Orientação a Serviços ajuda a alcançar essa perspectiva, tornando os sistemas mais adequados às necessidades de negócio, mais simples de desenvolver, e mais fáceis de manter e gerenciar.

A orientação a serviços separa os recursos de TI em módulos, criando processos de negócio do tipo fracamente acoplados e que integram informações entre sistemas de negócio, de acordo com a Figura 10. A rigor, SOA é concebida por desenvolvedores e arquitetos de solução. Contudo, participantes de uma solução orientada a serviços incluem uma variedade de funções, e é vital que seus interesses não sejam apenas levados em consideração, mas que integrem o projeto da solução de SOA.

Figura 10. Visão da Arquitetura com SOA



Fonte: (Santos, 2015)

Assim, nesta arquitetura com SOA, a grande importância é dada aos processos e serviços, assim como a camada de integração trazendo uma melhor comunicação entre as aplicações e os sistemas. Dessa forma, relacionando a figura 10 com a figura 7 e traçando um comparativo, vemos

que o desenvolvimento do ESB trouxe funcionalidades para implementações na arquitetura melhorando a comunicação entre as aplicações e os sistemas.

Em última análise, os desenvolvedores e os arquitetos de solução estão preocupados em criar aplicativos colaborativos dinâmicos que satisfaçam os objetivos de vários participantes. A abordagem de orientação a serviços lhes permitem fazer isso de uma forma que satisfaça as necessidades da organização como um todo. De um ponto de vista mais técnico, pode ser resumida como uma abordagem de três passos: *expor, compor e consumir*. (MICROSOFT, 2007).

- Na fase de exposição, recursos de TI existentes são disponibilizados como serviços com os quais se pode comunicar através de formatos de mensagem padronizados.
- Uma vez que serviços individuais sejam expostos, eles devem ser reunidos ou compostos em processos de negócio ou fluxos de trabalho maiores. O objetivo da fase de composição é permitir maior flexibilidade e agilidade.
- No passo final da construção de uma solução de SOA, são desenvolvidos os aplicativos dinâmicos (ou compostos) que consomem os serviços e processos subjacentes. Esses aplicativos - baseados em tecnologias de Web, clientes avançados, aplicativos, ou dispositivos móveis - são responsáveis por gerar a produtividade do usuário final.

Embora soluções baseadas em SOA exijam a implementação de uma variedade de produtos, aumentando o custo e a complexidade, elas são muito simplificadas já que recursos básicos de orientação a serviços são incorporados à plataforma. Esses recursos básicos são complementados com um conjunto integrado de ferramentas de desenvolvimento e gerenciamento, assim como soluções baseadas em servidor para formar e integrar aplicativos dinâmicos, compostos.

A reutilização de serviços é frequentemente afirmada como uma meta da SOA e, embora a reutilização seja um bom derivado da SOA, não é seu objetivo final. O primeiro passo em qualquer implementação de SOA é, portanto, identificar desafios ou prioridades comerciais importantes à integração. Em resumo, SOA permite integrar aplicativos de forma mais rápida, reduzir custos e tempo de desenvolvimento. Também oferece maior flexibilidade para a área de TI dando-lhe agilidade em resposta aos novos requerimentos da área de negócio em um ambiente *On Demand* (sob demanda).

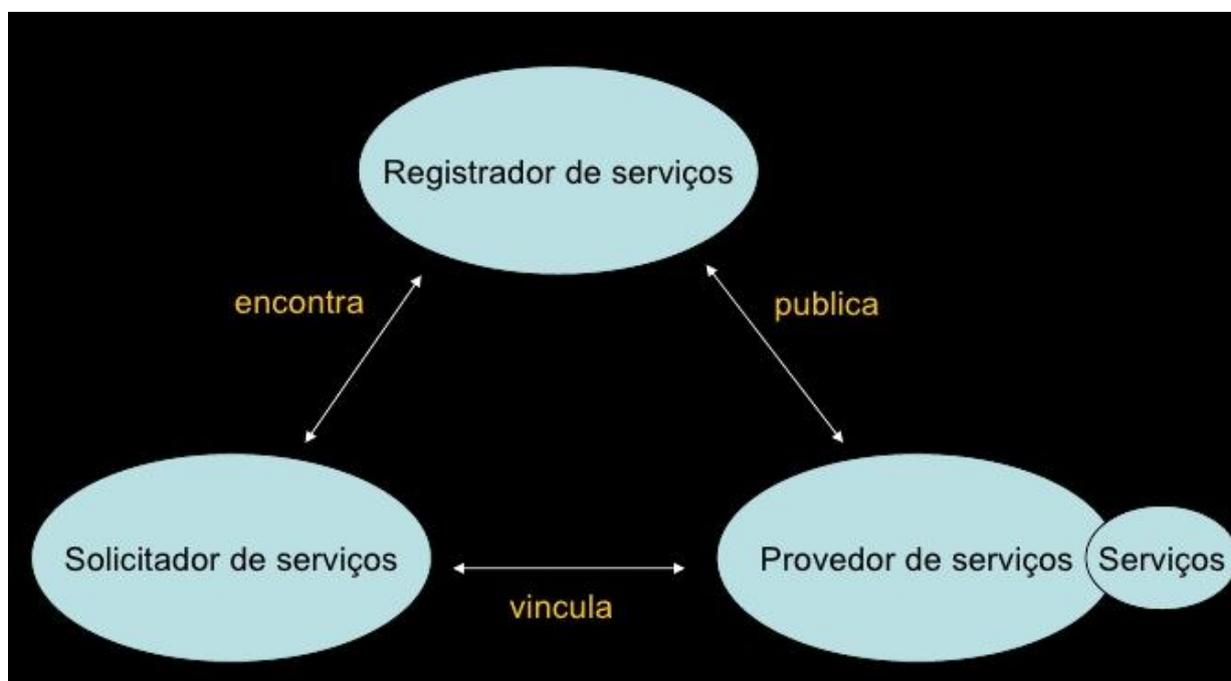
SOA é um caminho para o desenvolvimento de sistemas distribuídos nos quais os componentes desses sistemas são serviços dedicados, os quais podem ser considerados, simplesmente, como uma abstração reusável. (SOMMERVILLE, 2007).

Em relação ao serviço, segundo Sommerville (2007), trata-se de um componente de *software* reusável, não firmemente acoplado, o qual que engloba a funcionalidade discreta que pode ser distribuída e acessada através de programas. Já um *Web Service* é um serviço acessado que usa protocolos padrões da Internet e baseados em XML.

Web Service é a disponibilização de um serviço pela Internet que pode ser acessado em qualquer lugar. De acordo com Marzullo (2009), os clientes enviam requisições com informações bem definidas e recebem respostas que podem ser síncronas ou assíncronas. O mesmo autor ainda afirma que se trata de um conjunto de tecnologias: protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), XML, SOAP, WSDL e UDDI.

Podemos dizer que SOA pode ser bem representada a partir do processo conhecido como "*find-bind-execute paradigm*", o que significa algo próximo de paradigma "procura-associa-executa", como ilustrado na Figura 11. Este processo é comparado ao *Ciclo de Deming* aplicado aos serviços, que define o ciclo que envolve o planejamento, a execução, o monitoramento e a tomada de ação proativa para a melhoria da qualidade, tudo isso dentro da Engenharia de Serviços. (KREGER, 2001).

Figura 11. Funcionamento dos Web Services



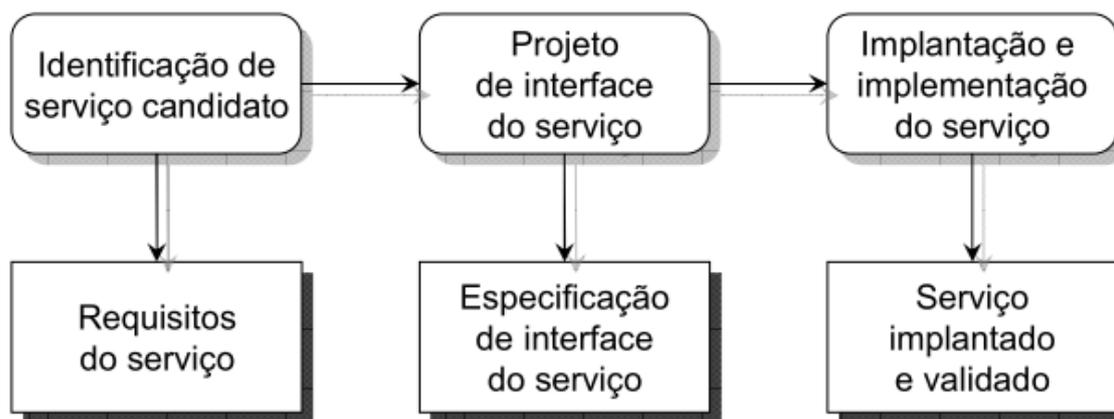
Fonte: adaptado de (Kreger, 2001)

Os Provedores de Serviços projetam e implementam serviços e os especificam em uma linguagem chamada WSDL. Eles também publicam informações sobre esses serviços em um registro de acesso geral, usando um padrão de publicação chamado UDDI. Os Solicitantes de Serviços (algumas vezes chamados de clientes de serviços), que desejam fazer uso de um serviço, buscam o registro UDDI para descobrir a especificação desse serviço e para localizar um provedor de serviços. Eles podem, então, unir as suas aplicações para um serviço específico e se comunicar com ele, usando geralmente um protocolo chamado SOAP.

A Engenharia de Serviços é o processo de serviços de desenvolvimento para reuso nas aplicações orientadas a serviços. Ela tem muito em comum com a engenharia de componentes. E

seus engenheiros devem projetar e desenvolver geralmente funcionalidades úteis associadas com essas abstrações e devem assegurar que o serviço seja robusto e confiável de modo a operar confiavelmente em diferentes aplicações. Têm de documentar o serviço de modo que possa ser descoberto e compreendido por usuários potenciais. Há três estágios lógicos no processo de engenharia de serviços, conforme vemos na figura 12. São eles: Identificação de serviço candidato, Projeto de interface do serviço e Implantação e implementação do serviço.

Figura 12. Engenharia de Serviços



Fonte: (Sommerville, 2007)

2.3.1 IDENTIFICAÇÃO DE SERVIÇO CANDIDATO

A noção básica da computação orientada a serviços é que os serviços devem apoiar os processos de negócio. A identificação do serviço candidato envolve compreensão e análises dos processos de negócio da organização, para decidir quais serviços reusáveis são necessários para apoiar os processos. Erl (2008) identifica três tipos fundamentais de serviços que podem ser identificados: serviço de utilidades, os quais implementam algumas funcionalidades gerais, como a conversão de moedas; serviço de negócios, os quais são associados a uma função específica de negócio, como o registro de um estudante em uma instituição de ensino; serviço de coordenação ou de processo, os quais apoiam os processos de negócio mais gerais e que envolvem diferentes atores e atividades, como pedidos a serem feitos para fornecedores, mercadorias aceitas e pagamentos feitos.

2.3.2 PROJETO DE INTERFACE DO SERVIÇO

Uma vez selecionados os serviços candidatos, o próximo estágio no processo da Engenharia de Serviço é projetar as interfaces dos serviços. Há três estágios para o projeto de interface de serviço: projeto de interface lógica, no qual se identificam as operações associadas com o serviço, as entradas e as saídas dessas operações e as exceções dessas operações; projeto de mensagem, no qual se projeta a estrutura das mensagens enviadas e recebidas pelo serviço; e desenvolvimento

WSDL, no qual se traduz o projeto lógico e de mensagem para uma descrição abstrata de interface escrita em WSDL.

2.3.3 IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO SERVIÇO

O estágio final do processo de Engenharia de Serviços é a implementação do serviço. Essa implementação pode envolver a programação dos serviços usando uma linguagem padronizada de programação, como Java ou C#. Ambas as linguagens atualmente incluem bibliotecas com apoio extensivo para desenvolvimento de serviços. De acordo com a TI Inside Online (2008), a segurança é a principal preocupação em implementações dessa arquitetura.

Todos os tipos de desenvolvimentos de *software* têm suas desvantagens e na arquitetura orientada a serviço não é diferente. Ela depende da implementação de normas, não é utilizada em aplicações com grande transferência de dados, alto acoplamento e aplicações que precisam manter estado. A seguir são listadas algumas desvantagens: complexidade; performance (depende da rede e do servidor); robustez (caso de exceção, não há como reverter); disponibilidade (caso de queda da rede); testabilidade; segurança (risco de interceptação de dados).

Adotar SOA é conseguir uma solução que assegure uma agilidade comercial e reutilização de funcionalidades. Conforme diz a Microsoft (2012), a primeira etapa em adotar essa arquitetura é identificar desafios ou prioridades comerciais importantes à integração. Nessa perspectiva, Klein (2010) defende que a estratégia arquitetural não é um simples desenvolvimento de *software*, é, sobretudo, governança de processos, serviços e pessoas, e que requer também patrocínio dos executivos do alto escalão, para proporcionar à TI o conhecimento dos processos e conseguir a adesão para o compartilhamento corporativo.

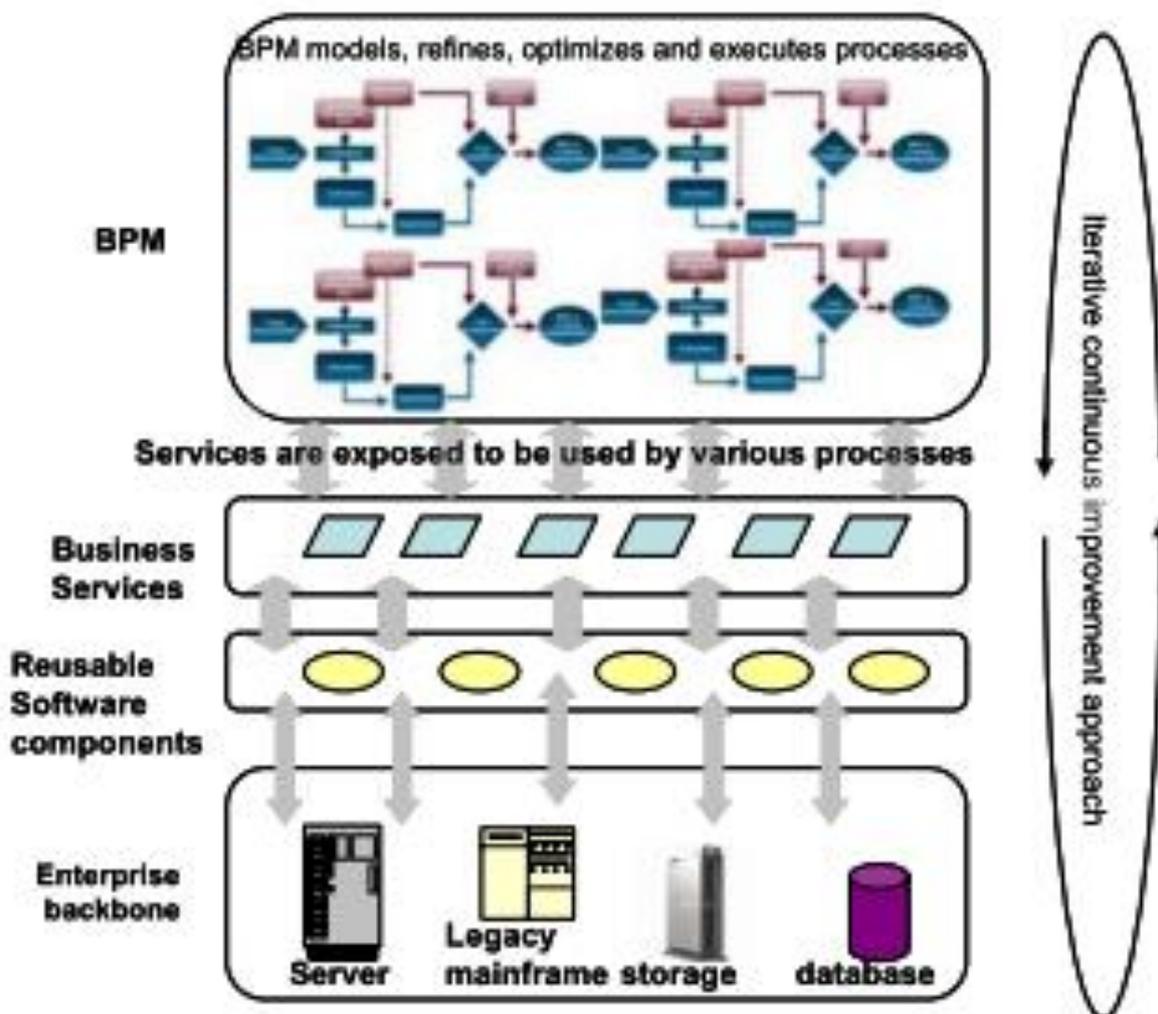
O mercado é baseado em processos de negócio, por isso, adotar SOA é essencial para as organizações, alinhando TI com o negócio, tendo como benefícios: agilidade, reúso, facilidade na manutenção, flexibilidade e rapidez nas mudanças de processo. Entretanto, existem alguns desafios que SOA tem e não é na tecnologia, porém, nas pessoas, pois, para essa arquitetura ter sucesso, tem que haver mudança organizacional e a convicção de que SOA é importante para os negócios. Essa conscientização das pessoas que estão envolvidas nos processos é fundamental, pois a abordagem tradicional de desenvolvimento de *software* não é mais capaz de trazer vantagens à organização.

2.4 BPM-SOA

Segundo Kamoun (2007), a combinação BPM-SOA, conforme visto na figura 13, é defendida como a melhor abordagem para as empresas, pois traz um maior alinhamento entre os processos de negócio de uma empresa e os recursos de TI, alcançando a agilidade do negócio através da

maior flexibilidade e melhor capacidade de reutilização, com redução dos custos e aumento da eficiência. Em outras palavras, a empresa tem uma boa resposta às mudanças nos requisitos dos negócios, tendo maior facilidade nas aplicações de integração de tecnologias complexas e heterogêneas.

Figura 13. Arquitetura unificada para BPM-SOA



Fonte: (Kamoun, 2007)

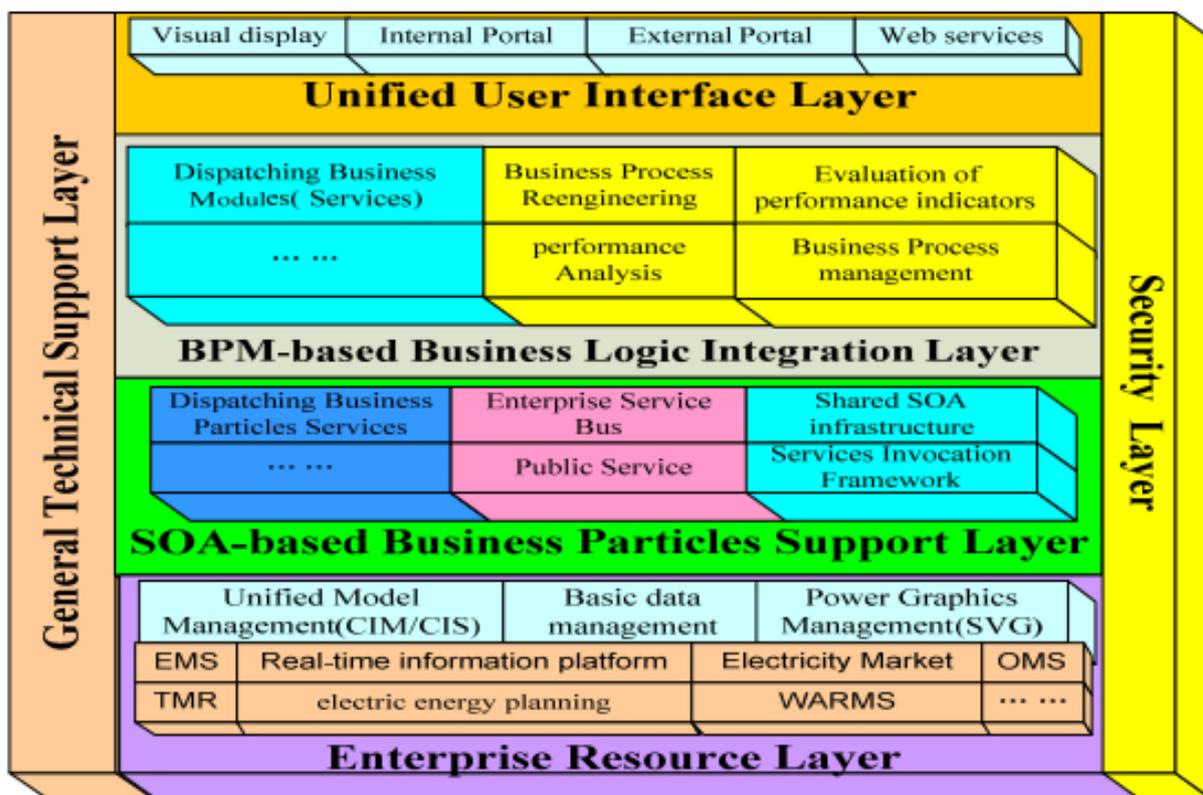
No BPM, a direção é voltada para o negócio, sendo a abordagem dos processos de cima para baixo, os modelos de processos utilizam reuso, é orientado a projetos e o sucesso de mensuração é através de métricas de negócio e indicadores chave de performance. SOA é direcionada a TI, tendo abordagem da arquitetura de baixo para cima, utiliza reuso nas implementações dos serviços, sendo orientada a infraestrutura empresarial e o sucesso de mensuração é dado por métricas da arquitetura, consistência lógica, facilidade de integração e redução de custos.

A crescente combinação entre BPM e SOA gerou uma série de protocolos e ferramentas, mas nem todas são compatíveis. Em SOA: JCA, J2EE, JDBC, XML, WSDL, ESB, UDDI, SOAP e BPEL, este último, reconhecido como a linguagem de orquestração SOA. (KAMOUN, 2007).

Em BPM e tecnologias associadas à mesma: BPML, BPEL4WS, RSS, XPD, BPDM, AJAX, WEB 2.0, UML e BPMN. Este último tem sua versão 2.0, a mais recente, e é atualmente padrão predominante de notação para representar graficamente os modelos de processos. XPD e BPDM, entretanto, ganharam adoção generalizada como intercâmbio e serialização de formatos, superando a BPML. Estes competem com o padrão BPEL, pois se BPEL não é usado como uma linguagem de execução, mas apenas como uma linguagem de intercâmbio de importação/exportação, como é usado por muitos fornecedores, BPEL tem pouco valor em relação a XPD ou BPDM. É preciso destacar, porém, que XPD/BPDM em relação a BPEL ainda está em estudo se há uma sobreposição ou complementariedade. (KAMOUN, 2007).

Segundo Zhang et al. (2010), BPM e SOA são tecnologias que têm proporcionado soluções desejáveis para integração de sistemas. Um dos prognósticos defendidos por esses autores é que o futuro SOA pode estar na integração com a web 2.0 e EDA – *Event Driven Architecture*. (ZHANG et al, 2010). Nessa perspectiva, como o BPM abrange não só a modelagem de processos de negócio, operação, monitoramento, análise, otimização e reestruturação, mas também desempenha um papel de apoio para o funcionamento em paralelo, colaboração e distribuição de processos de negócio, é imprescindível o estudo das seguintes camadas, apresentadas na figura 14.

Figura 14. Arquiteturas em Camadas BPM-SOA



Fonte: (Zhang; Chen; Ge; Bi, 2010)

- Camada de Recurso Empresarial, que inclui os sistemas existentes, proporcionando à camada superior as funções existentes e módulos que serão representados como serviços, de modo a reutilizá-los e combiná-los em processos de negócio em demanda;
- Camada de Suporte de Partículas de Negócios baseada em SOA, em que funções e módulos fornecidos pela camada anterior são encapsulados em interfaces de serviço;
- Camada de Integração da Lógica do Negócio baseado em BPM, camada na qual os requisitos de negócio e diferentes processos de negócio podem ser concebidos e implementados através da composição de diferentes serviços, além de ter funções extras, incluindo gestão de processos de negócio, análise de dados e reengenharia de processos;
- Camada de Interface de Usuário Unificada, na qual processos de negócio gerados são representados e fornecidos aos usuários utilizando acesso padronizado;
- Camada de Suporte Técnico Geral, nesta camada é incluída a TI, técnicas de medição, técnicas de automação, tecnologia de componentes, análise e mineração de dados;
- Camada de Segurança, que representa segurança relacionada ao suporte técnico necessário por todas as outras camadas.

A arquitetura em camadas baseada BPM-SOA foi concebida para proporcionar flexibilidade e escalabilidade onde as funcionalidades existentes representadas como serviços que expõe as interfaces com a rede e podem ser invocados utilizando protocolos padronizados.

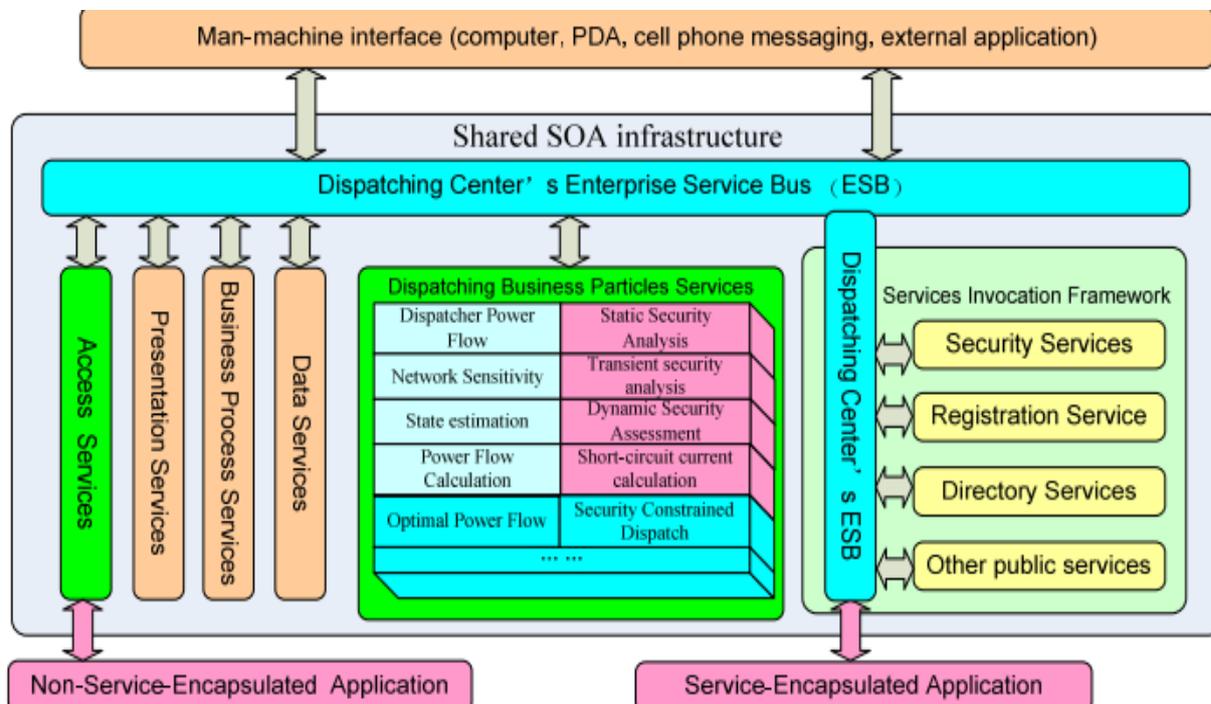
Em outro padrão de análise, de acordo com a ótica do ESB (*Enterprise Service Bus*), este faz a ligação e medeia todas as comunicações e interações entre os serviços, fornecendo a transformação de dados em XML para permitir que os serviços com diferentes interfaces possam se comunicar e para que haja sequenciamento dos serviços no processo de negócio. Assim, ESB é projetado para suportar vários protocolos e o roteamento é baseado em conteúdo para garantir a qualidade da comunicação em termos de eficiência, confiabilidade e segurança, além de gerenciar transações e invocação de serviços, conforme a figura 15 a seguir.

Verificamos assim que:

- *Serviço de Registro* tem como principal função proporcionar o armazenamento, classificação e busca das informações do serviço;
- Serviços de Registro de Bibliotecas descrevem características de serviço como uma variedade de atributos de serviço, incluindo descrição de interface, características de negócio, e da qualidade de serviço (segurança, confiabilidade), além do QoS (*Quality of Service*) dos atributos de operações de serviços;
- Serviços de processos de negócio é um conjunto de serviços padrão, utilizados para apoiar as operações dos processos de negócio.

Os serviços podem ser compostos em processos de negócio e os módulos extras podem ser conectados na arquitetura para prover suporte para novos processos. Além disso, os serviços de segurança são projetados para suportar a confiança, privacidade, proteção, controle de acesso e integridade de dados.

Figura 15. Modelo ESB baseado em BPM-SOA



Fonte: (Zhang; Chen; Ge; Bi, 2010)

Diante disso, percebemos que o BPM apoia a ideia de que podemos modelar processos de negócio e esses processos são representados de forma que possam ser compreendidos. Enquanto SOA é uma abordagem arquitetural para o desenvolvimento de sistemas que se utiliza do reuso e serviços de negócio encapsulados para que diferentes aplicações possam ser compartilhadas em um baixo acoplamento e forma altamente interoperável. Sendo assim, SOA visa alinhar melhor os processos de negócio com protocolos de serviços, juntamente com aplicações legadas e componentes de *software*.

2.5 UML-SOA

Uma das principais preocupações de qualquer executivo de uma organização hoje em dia é a integração de sistemas de informação para apoiar a estratégias de negócio. Assim, quando se trata da integração UML-SOA, haverá duas abordagens principais para modelagem de integração SOA:

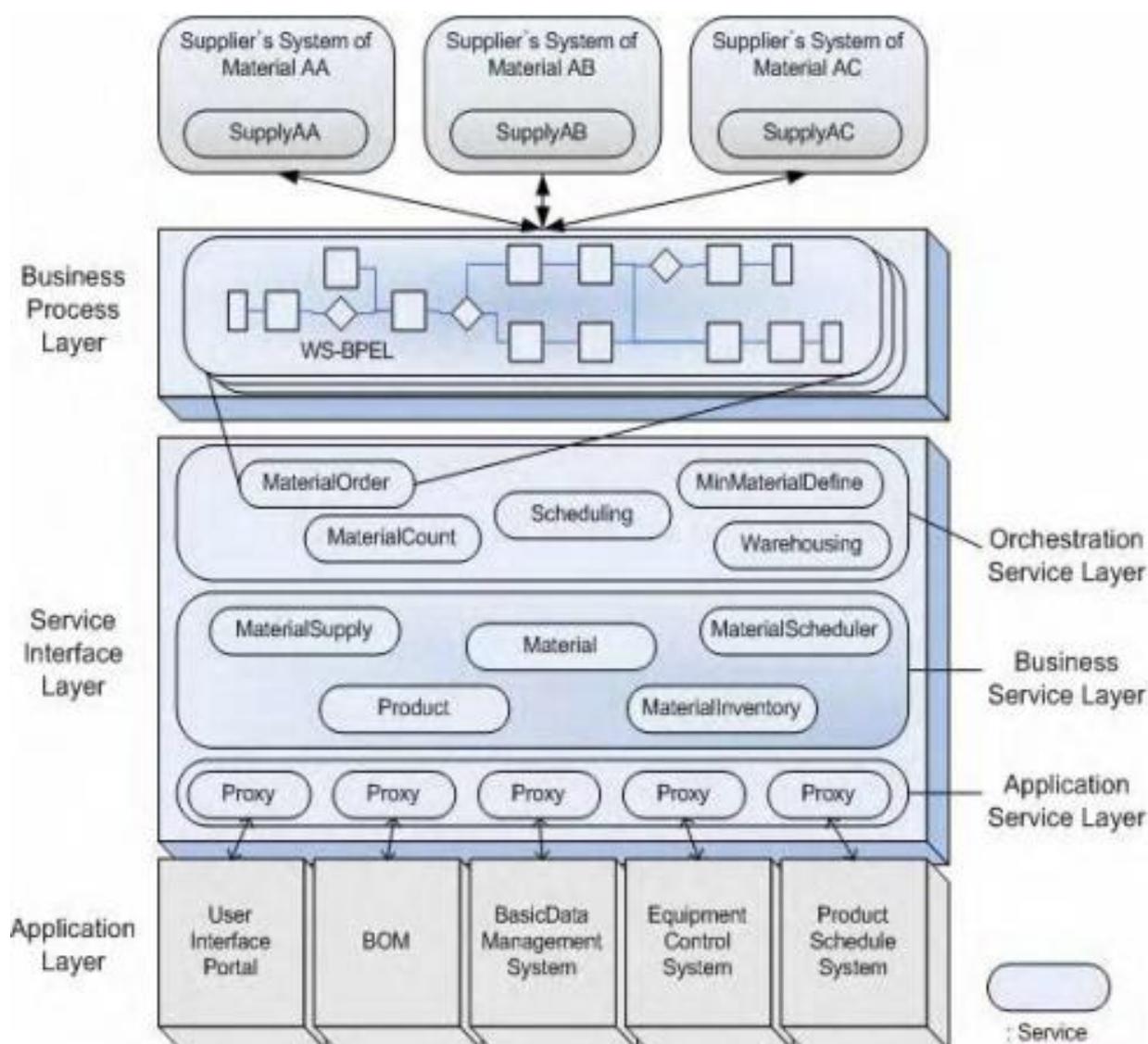
- 1 – *Unified Modeling Language* (UML) e;
- 2 – *Service oriented architecture Modeling Language* (SoaML).

UML tem sido amplamente aplicada com um propósito geral de uma linguagem de modelagem utilizada em SOA criando desenhos visuais através de um conjunto de notações

gráficas. De acordo com An, Lee e Jin (2007) as empresas em seu ambiente de negócio tentam integrar sua infraestrutura de TI, automatizando seus processos de negócio para possíveis mudanças, já que SOA trata de um padrão de TI, que apoia a integração do sistema eficiente e de processos de negócio automatizando departamentos da empresa.

Para uma possível integração UML-SOA, a análise de requisitos pode ser através da UML, utilizando especificamente o diagrama de caso de uso, pois este deriva a modelagem através da análise detalhada do processo de cada caso de uso e daí é entregue a SOA. As obtenções, as operações e a organização dos serviços são abstraídas mediante três camadas: camada de aplicação, camada de interface de serviços, esta é subdividida em três camadas: camada de serviços de aplicação, camada de serviços de negócios e camada de serviço de orquestração; e a camada de processos de negócio, para a efetiva implementação expressa na figura 16 a seguir.

Figura 16. Arquitetura de Camadas



Fonte: (An; Lee; Jin, 2007)

- A camada de Aplicação é responsável por prover serviços para aplicações.

- A camada de Interface de Serviço consiste de serviços e, neste caso, dividida em três camadas:
 - A camada de serviço de aplicação pode processar dados em um novo ambiente ou em um ambiente já existente como serviço de expressar função especializada em tecnologia;
 - A camada de Serviço de Negócio é composta de serviços que possuem modelo de serviços de negócio diretamente vital para SOA. Em geral, atua como controlador que mistura serviço de aplicação. Esta camada pode ter tarefa de classificar serviços de negócio que encapsulam a lógica de negócio;
 - A camada de Orquestração de Serviços tem como papel está entre o processo e o componente SOA. Esta camada é constituída por mais de um serviço de processo, vários serviços de negócio e serviços de aplicação de acordo a regra de negócio e lógica de negócio. A orquestração abstrai regra e lógica de negócio de maneira prática e melhora a agilidade e a reutilização.
- A camada de Processos de Negócio executa a lógica de negócio como a combinação interna e serviços externos.

Para Hoisl, Sobernig e Strembeck (2011) nos últimos anos, arquiteturas orientada a serviços são cada vez mais utilizadas na área de gestão de processos de negócio. Neste contexto, um processo na SOA é especificamente construído para suportar a definição, a execução e monitoramento de processos inter e intraorganizacionais. O uso generalizado de tecnologias orientadas a serviços também levou a pedidos de uma integração completa de recursos de segurança no desenvolvimento de processo de sistemas orientados a serviços.

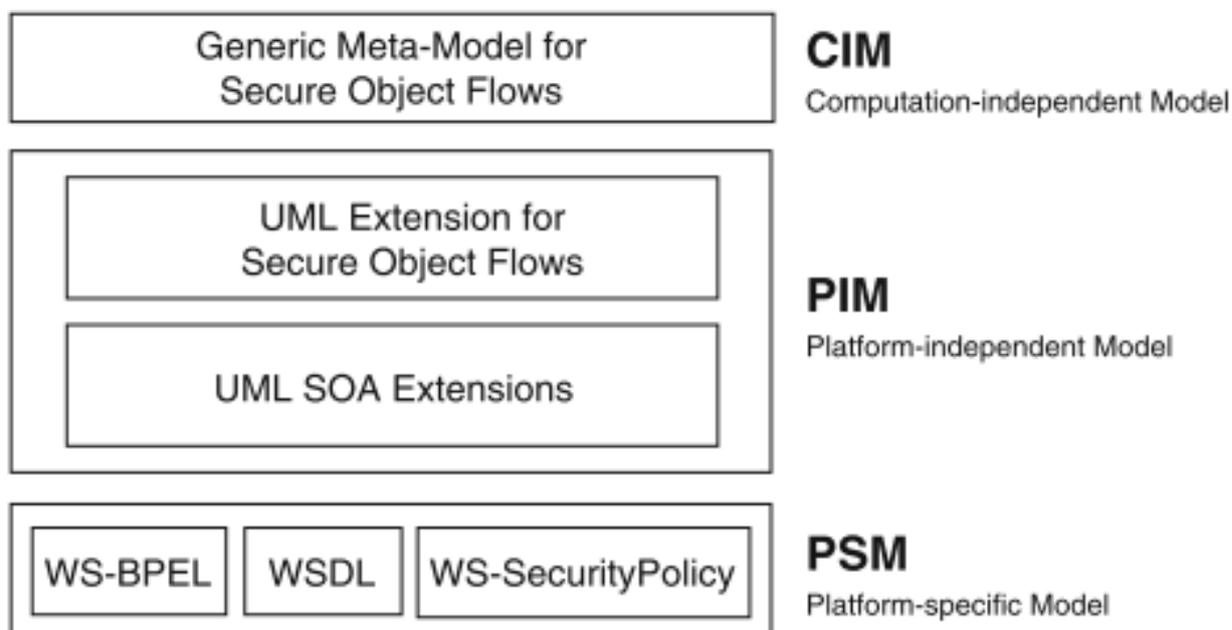
No nível de modelagem, seja em BPMN ou UML, um fluxo de objeto definido em um modelo de processo de negócio é um objeto passado de um nó para outro. No contexto do desenvolvimento dirigido por modelos (Model Driven Development – MDD), ver figura 17 a seguir, um modelo independente de computação (CIM) define um certo domínio (ou sub-domínio) em um nível genérico. Este modelo é independente de uma modelagem especial, pode ser usado para construir um modelo independente de plataforma (PIM) do domínio correspondente. Embora seja independente de qualquer plataforma e, assim, neutro do ponto de vista da implementação, o PIM é tipicamente especificado em uma linguagem de modelagem em particular (BPMN ou UML) e descreve a estrutura de um sistema, os elementos ou resultados que são produzidos por um sistema, ou o controle de fluxo de objeto em um sistema. Finalmente, um modelo específico de plataforma (PSM) descreve a realização ou implementação de um sistema de software por meio de tecnologias e ferramentas específicas da plataforma.

Na camada do CIM, é fornecido um metamodelo genérico para fluxos de objeto que podem ser usados para estender linguagens de modelagem de processos arbitrários.

Na camada do PIM, é fornecida uma extensão de UML que permite modelar fluxo de objetos, via diagrama de atividades estendido, integrado com a extensão SoaML e UML4SOA para permitir a definição de fluxos de objeto orientado a processo. (HOISL; SOBERNIG; STREMBECK, 2011).

Na camada do PSM, utiliza-se WS – BPEL, WSDL e WS – SecurityPolicy, que são especificações dos PIMs. A função do WS – BPEL é um padrão baseado em processos de negócio para os web services , o WSDL é uma linguagem para descrever a interface dos web services e o WS – SecurityPolicy expressa requisitos de segurança. (HOISL; SOBERNIG; STREMBECK, 2011).

Figura 17. Camadas CIM, PIM e PSM para fluxos de objetos



Fonte: (Hoisl; Sobernig; Strembeck, 2011)

De acordo ainda com Hoisl; Sobernig e Strembeck, (2011), SoaML fornece modelagens primitivas essencial para vistas estruturais de uma arquitetura de serviços (incluindo participantes, colaborações, contratos e interfaces de serviço, bem como mensagens). A mesma oferece um metamodelo de extensão da estrutura composta em UML. Essa extensão permite que uma composição dos consumidores e prestadores de serviços através de um conjunto de interações com entidades, referindo como participantes. A UML4SOA foi projetada para modelar fluxo de objeto como uma parte integrante da orquestração de serviço, pois é uma extensão SoaML a modelo de processo orientado a serviço através de especificações de orquestração que são definidos com atividades UML.

Para Todoran; Hussain; Gromov (2011), SoaML, como uma linguagem de modelagem para a integração SOA, atua predominantemente sobre aplicações distribuídas e tem três partes principais: um provedor, um consumidor e um registro. Trata-se de uma especificação OMG

recente (primeira versão beta lançado em abril de 2009), projetada especificamente para atender a requisitos de SOA, e consiste em um perfil UML e metamodelo para a especificação e concepção dos serviços em SOA e não faz quaisquer alterações a notações UML existente 2.0, elementos do modelo, ou semântica, mas adiciona nova notação, elementos do modelo e semântica para apoiar os seguintes novos recursos de modelagem:

- Serviços de identificação e os requisitos a que então destina-se a cumprir, e as dependências antecipadas entre eles;
- A especificação de serviços através de suas capacidades funcionais;
- Definição de consumidores e prestadores de serviços através de serviços que consomem e fornecem;
- A definição de políticas para a utilização e prestação de serviços, vinculando-os a metamodelos OMG relacionados, tais como o BMM e BPMN.

No começo esta parecia ser a solução mais viável para Modelagem de integração SOA. No entanto, o elevado grau de generalidade do método e o fato de ter sido inicialmente pensado como uma linguagem para trabalhar com artefatos de um sistema complexo de *software* orientado a objeto ter conduzido para a questão de saber se há uma necessidade para uma linguagem específica, particular para a modelagem SOA. Isso fez com que SoaML surgisse como um perfil UML e metamodelo para a modelagem e concepção de serviços dentro de uma arquitetura orientada a serviços. Nessa perspectiva, enquanto UML vem com diferentes perfis e metodologias de modelagem para apoiar a modelagem de SOA, SoaML fornece uma forma padrão e específica de modelagem. Assim, o conceito de SoaML gira em torno da ideia de serviços, que é o trabalho prestado a um por outro.

Vários pontos de vista devem ser considerados para apoio à definição de fluxo de objetos em um contexto de SOA. Neste contexto, as especificações de serviços de coreografia e orquestração são de especial importância:

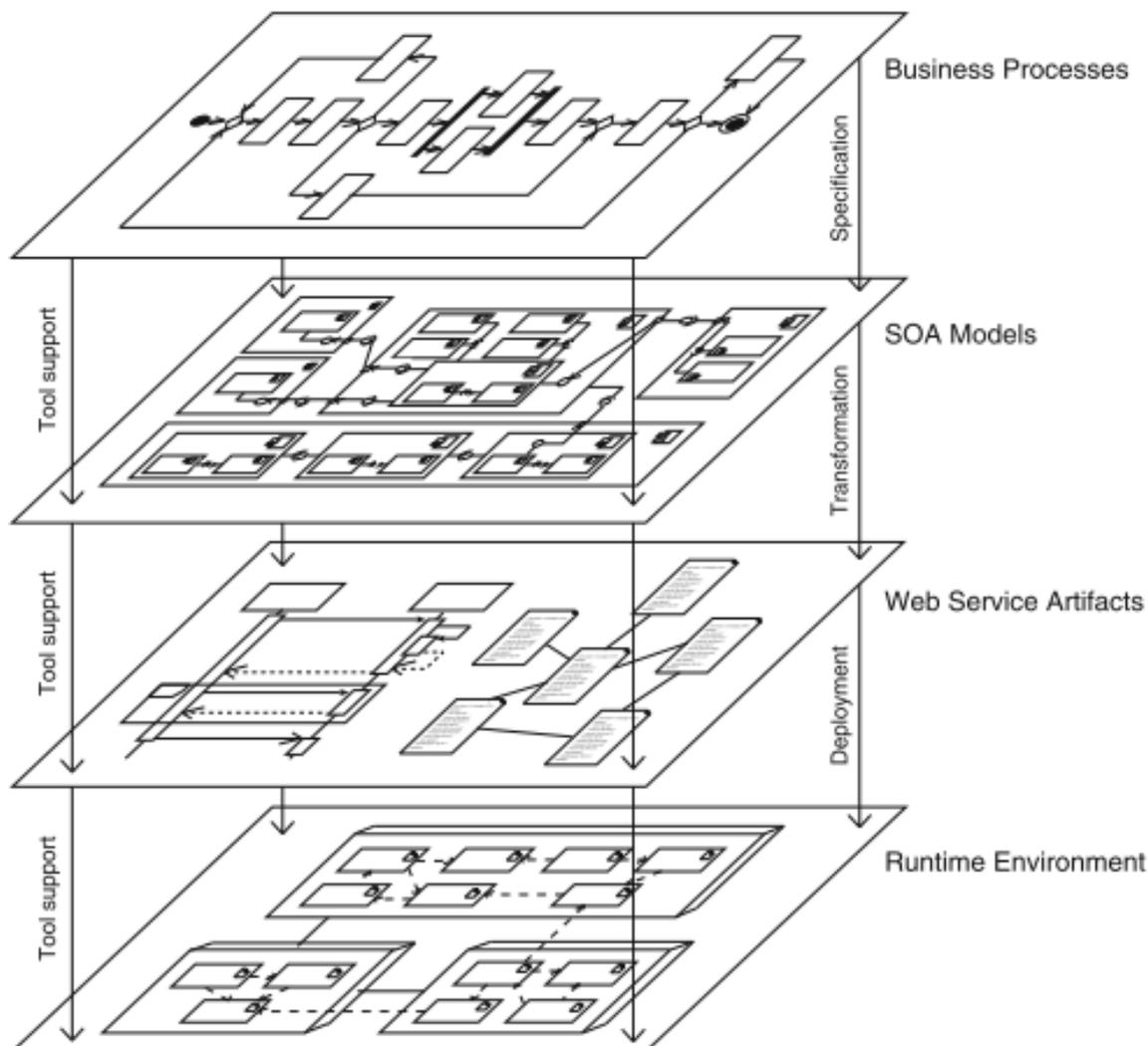
- especificações de Coreografia para fluxos de objetos inclui suporte de modelagem para invocar dados (como parâmetros de entrada e saída) que exigem integridade e/ou confidencialidade;
- especificações de Orquestração para fluxos de objetos inclui suporte a modelagem para fluxo de objeto de dados de execução do processo bem como os dados de invocação.

Quanto aos modelos de fluxo de trabalho que usam BPMN, é necessário considerar que só fornecem anotações do modelo para as propriedades de segurança sem restrições semânticas processáveis ou formalizada. Portanto, a abordagem não suporta a especificação de segurança.

Na figura 18, a seguir, é apresentada uma abordagem de ferramentas integradas para modelar e para fazer valer o fluxo de objetos orientado a processos em SOA. Em particular, é fornecido um

metamodelo genérico (CIM) para fluxo de objetos cuja extensão UML correspondente define modelos independentes de plataforma (PIM), uma transformação do modelo PIM-a-PSM, com transformações de artefatos para o serviço Web, bem como o suporte da ferramenta correspondente.

Figura 18. Ferramentas Integradas de suporte para fluxo seguro de objetos



Fonte: (Hoisl; Sobernig; Strembeck, 2011)

Verificamos, assim, que esta abordagem permite a especificação contínua e a execução de propriedades de confidencialidade e integridade com os fluxos de objetos e processos de negócio que são executados em sistemas distribuídos. A utilização da SoaML/UML4SOA, com apoio de modelagem para fluxo seguro de objetos, é possível porque a maioria das ferramentas UML diretamente apoia o perfil de definição e é relativamente fácil de integrar com o perfil UML em uma ferramenta de *software*.

Estas contribuições discutidas anteriormente, no entanto, apenas discutem as opções de modelagem limitadas, específicas no nível do PIM. Elas não proporcionam um CIM genérico nem modelos PIM, ou suporte de ferramentas integradas. Assim, é apresentada através de técnicas MDD a construção de uma abordagem integrada para especificação e execução de fluxos de objetos

com SOA orientado a processo. Além disso, é fornecida uma descrição pormenorizada das capacidades para modelar fluxo seguro de objeto em SOA, tanto em um nível genérico quanto no nível da linguagem de modelagem. Ademais, apresenta uma ferramenta de suporte (incluindo junção de transformações do modelo) para a especificação e para a implantação de fluxos de objeto.

Resta saber, entretanto, se há mais vantagem em conceber essa integração entre BPM-SOA ou UML-SOA.

Este capítulo abordou assuntos como UML, através das visões representadas por seus diagramas, as relações existentes entre estes e a organização dos mesmos através da UML 2.0, com suas respectivas descrições.

Em relação a BPM, apresentamos os segmentos em que a sigla pode ser utilizada, o que são processos de negócio, gestão por processos de negócio, alguns benefícios, modelagem de processos de negócio e a notação BPMN.

Já em SOA, apresentamos uma visão da arquitetura tradicional e visão da arquitetura com SOA, assim como os principais componentes de implementação. Foi feita ainda uma descrição sobre funcionamento dos Web Services e engenharia de serviços. Em seguida, foi apresentada a arquitetura unificada BPM-SOA feito um detalhamento da arquitetura em camadas BPM-SOA, com um modelo ESB baseado em BPM-SOA.

Depois foi apresentada a arquitetura de camadas para UML-SOA, assim como as camadas de fluxo seguro de objetos e, por fim, as ferramentas integradas que dão suporte a esses fluxos.

Vimos, assim, o embasamento teórico que sustenta este trabalho, sua relevância e viabilidade, a partir da análise da literatura referente ao tema aqui proposto. No capítulo seguinte, apresentaremos os procedimentos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa.

3. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia e os procedimentos metodológicos adotados para a execução da pesquisa bibliográfica, bem como o levantamento dos trabalhos relacionados com a mesma, os quais foram utilizados para assegurar parte do embasamento teórico.

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Uma pesquisa é um processo reflexivo, sistemático, controlado e crítico, que leva a descobrir novos fatos e a perceber as relações estabelecidas entre as leis que determinam surgimento desses fatos ou a sua ausência. (PRESTES, 2011). Ainda, segundo Prestes (2011), o conhecimento científico é aquele que resulta de investigação metódica, sistemática da realidade, transcendendo os fatos e os fenômenos em si mesmos e analisando-os, a fim de descobrir suas causas e chegar à conclusão das leis gerais que os governam. Tal conhecimento se verifica, na prática, pela demonstração ou pela experimentação.

Esta pesquisa foi feita com a finalidade de adquirir conhecimento específico e estruturado a respeito da integração entre BPM-SOA e UML-SOA, resultante da observação dos fatos relacionados a essas integrações e do registro de indicadores presumivelmente relevantes para futuras análises.

3.1.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi estruturada de acordo com sua natureza, sua abordagem, seus objetivos, sua forma de estudo e seu objeto. Quanto à natureza, é básica e metodológica, pois seu grande objetivo é gerar novos conhecimentos através de uma pesquisa bibliográfica que, sejam úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista e ocupa-se dos modos de fazer ciência. Quanto à abordagem, é quantitativa e qualitativa, pois a primeira traduz em números informações para classificá-las e analisá-las e a segunda considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, retratada por meio de documentos, levando-se em conta aspectos relevantes, como as opiniões e comentários dos autores. Quanto ao seu objetivo, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois o objetivo principal é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, proporcionando maiores informações sobre o assunto que vai ser investigado, descobrindo uma nova possibilidade de enfoque para o assunto. Quanto ao objeto, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, pois tenta resolver um problema ou adquirir conhecimentos a partir de informações provenientes de materiais

existentes, assimilando-se os conceitos e explorando os aspectos já publicados, tentando explicar a compreensão dos fenômenos existentes, assim como criar novas proposições.

A elaboração da pesquisa foi feita através da escolha do tema, coleta de material, seleção e organização do material coletado, redação final e divulgação.

Com relação aos métodos científicos que determinam o descobrimento do problema, utilizou-se o método da observação, pois, constitui-se um procedimento investigativo de extrema importância. O método utilizado é também hipotético-dedutivo, pois conhecimentos disponíveis sobre determinado assunto quando são insuficientes para a explicação de um fenômeno, faz surgir o problema e, para tentar explicar esses problemas, são formuladas hipóteses.

A observação é sistemática, sendo estruturada e realizada de acordo com objetivos e propósitos previamente definidos. Levando em conta o critério de participação do observador, a observação é participante individual, pois há um envolvimento na situação.

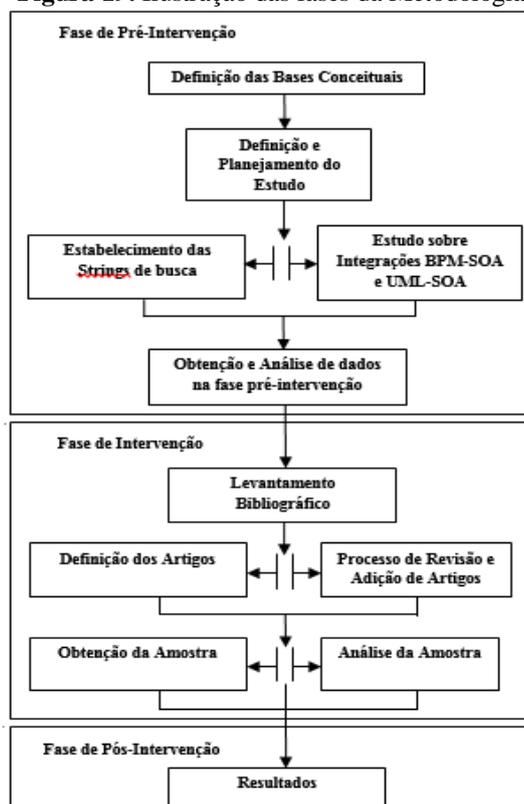
A figura 19 ilustra a classificação das fases para a obtenção dos resultados desta pesquisa.

Na fase de pré-intervenção foram selecionadas as bases de dados; feita a definição e planejamento do estudo sobre as integrações BPM-SOA e UML-SOA, foram estabelecidas as strings de busca; foram obtidos e analisados os dados desta fase.

Na fase de intervenção foi feito o levantamento bibliográfico, a definição dos artigos, assim como o processo de revisão e adição dos mesmos, sendo obtida e analisada uma amostra.

Na fase de pós-intervenção foram adquiridos os resultados das amostras selecionadas.

Figura 19. Ilustração das fases da Metodologia



Fonte: o autor

A descrição da metodologia será apresentada a partir das metas técnicas propostas a seguir.

M1) Definição das Bases Conceituais.

Esta fase inicia-se com a seleção das bases de dados, de acordo com o tema e área utilizados para o levantamento de dados na área de Informática. Foram definidas as seguintes bases: **ACM Digital Library, IEEE Xplore, Isi Web of Knowledge, Science Direct/Elsevier e Springerlink.**

As buscas dos trabalhos nas bases referidas foram feitas entre novembro de 2014 a janeiro de 2015 e revisados em julho e agosto de 2015. Não levou-se em consideração o período de tempo de publicação, onde a pesquisa já havia restrições de poucos trabalhos.

M2) Estabelecimento das Strings de busca

Nesta fase, foi feita a determinação dos descritores (palavras-chaves) utilizados como critérios de busca em todas as bases selecionadas. Foram feitas inúmeras tentativas de buscar o melhor descritor dentre os resultados observados em todas as bases, inclusive a utilização das strings: **“UML-SOA integration” e “BPM-SOA integration”**

Os descritores estabelecidos e utilizados foram: **“UML integration”, “integration UML”, “BPM integration”, “integration BPM”, “SOA integration” e “integration SOA”**. Vale salientar que a inversão da ordem dos termos nos descritores apresentou significativas diferenças nos resultados das buscas.

M3) Obtenção dos resultados

Nesta fase, foram obtidos os resultados de busca após a inserção das strings nas devidas bases. Foram, no total, 300 artigos como resultados, sendo divididos dentre as bases pesquisadas e descritores estabelecidos, conforme o Quadro 2.

Quadro 2. Estudos identificados por base de dados pesquisada

Descritores	ACM Digital Library	IEEE Xplore	Isi Web of Knowledge	Science Direct	Springerlink	Total
"SOA integration"	21	17	22	19	59	138
"integration SOA"	12	2	7	9	24	54
"UML integration"	12	1	2	8	22	45
"integration UML"	4	0	1	11	11	27
"BPM integration"	4	2	4	4	15	29
"integration BPM"	1	1	0	0	5	7
Total	54	23	36	51	136	300

Fonte: o autor

M4) Confronto dos resultados

Nesta fase foram estabelecidos confrontos dos resultados, ou seja, a observação para ver se houve repetições, denominadas de *ocorrências*, dos resultados dentre as bases pesquisadas e descritores estabelecidos.

Em seguida, foram obtidos os números de trabalhos depois de excluídas as repetições, contendo exatamente 32 artigos dentre as bases selecionadas e descritores estabelecidos.

Vale salientar que eram 68 ocorrências originais, com 32 artigos, que estão demonstrados no Quadro 3, a seguir. Portanto, foram 36 repetições retiradas dos resultados inicialmente obtidos. Vale ressaltar que a quantidade de ocorrências é indicada pela quantidade de X.

Quadro 3. Artigos repetidos nas bases selecionadas

Títulos dos artigos	Nº de ocorrências	ACM Digital Library	IEEE Xplore	ISI Web Knowledge	Science Direct	Elsevier	Springerlink
1. A Hitable View of Industry Standards Across SOA Solution Stack	3	X	X	X			
2. A Platform for Mobile Service Provisioning Based on SOA-Integration	2			X			X
3. Abnormality of mismatch negativity in response to tone omission in dyslexic adults	2			X		X	
4. An Optimized Design of Service Orchestration	2		X	X			
5. Appendix C - Acronyms and Abbreviations	2					XX	
6. Applications of Dynamic Deployment of Services in Industrial Automation	2			X		X	
7. Automated Service Composition for on-the-Fly SOAs	2			X			X
8. Bridging the gap between product lines and systems engineering: an experience in variability management for automotive model based systems engineering	2	XX					
9. Building a service-oriented enabling platform	2		X	X			
10. Business Value Creation through Business Processes Management and Operational Business Intelligence Integration	2		X	X			
11. Chapter 8 - Moving Toward a Service-oriented Media Enterprise	3					XXX	
12. Customer order management in service oriented holistic manufacturing	2			X		X	
13. Design issues and approach to internet-based monitoring and control systems	2	X					X
14. Enabling a SAP ERP Based Standard Software Solution for BPM	2						XX
15. Enhancing device exchange agility in Service-oriented industrial automation	2		X	X			
16. Enhancing Semantic Service Discovery in Heterogeneous Environments	2			X		X	
17. Evaluation Aspects for a Sustainable Integration of e-Learning within the Software Engineering	2						XX
18. Extending architectural representation in UML with view integration	2	X					X
19. Index	2					XX	
20. Information as a Service: Modeling and Realization	2						
21. Mapping SOA Abstracts onto an Enterprise Reference Architecture Framework	2	XX					
22. MB14-Chor: A Model-Based Testing Approach for Service Choreographies	2			X			X
23. Multi-security domain management integration architecture for end-to-end service management in military networks	2		X	X			
24. On IoT-services: Survey, Classification and Enterprise Integration	2		X	X			
25. Process design strategies to address breadth and depth complexity	4						XX
26. Process-Centric SOA Integration between Business Process Models and Execution Transactions of Enterprise Software Systems	2			X		X	
27. RUPPLE: Retaining Integrity in Process Products over their Long-term Evolution	2						XX
28. Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues	2	X					X
29. Specifying UML protocol state machines in ally	2	X					X
30. Starcharts in the making: a personal account	2	XX					
31. The Scope and Evolution of Business Process Management	2						XX
32. Using Object Role Modeling in a Service-Oriented Data Integration Project	2			X		X	
Total	68	13	7	17	13	13	18

Fonte: o autor

M5) Leitura dos Resumos

Nesta fase, foi feita a leitura dos resumos de 264 artigos, após a retirada das repetições, conforme o quadro 4 apresentado a seguir. Utilizou-se como critério inicial de exclusão a leitura dos resumos, classificando-os como: de maior relevância, de menor relevância e irrelevante, de acordo com a consonância entre o texto analisado e esta pesquisa.

Quadro 4. Base de dados confrontadas no total

Descritores	ACM Digital Library	IEEE Xplore	Isi Web of Knowledge	Science Direct	Springerlink	Total
"SOA integration"	14	13	22	16	52	117
"integration SOA"	12	1	6	9	23	51
"UML integration"	8	1	2	8	22	41
"integration UML"	4	0	1	9	10	24
"BPM integration"	3	1	4	4	13	25
"integration BPM"	1	1	0	0	4	6
Total	42	17	35	46	124	264

Fonte: o autor

M6) Definição dos artigos

Nesta fase, foi definida a quantidade de artigos, apresentada abaixo, no quadro 5, utilizando novamente o critério de exclusão de leitura dos resumos e da seção de introdução dos trabalhos, ou seja, utilizou-se este critério para estabelecer o que seria mais relevante, menos relevante e irrelevante, de acordo com o assunto a ser tratado nesta pesquisa.

Quadro 5. Trabalhos nas Bases

Bases	Menor Relevância	Maior Relevância	Total
ACM Digital Library	4	2	6
IEEE Xplore	3	5	8
Isi Web of Knowledge	7	0	7
Science Direct	6	3	9
Springerlink	26	10	36
Total	46	20	66

Fonte: o autor

Na base ACM Digital Library existem dois artigos de maior relevância cujos títulos são: *The convergence of business process management and service oriented architecture* e *A roadmap towards the convergence of business process management and service oriented architecture*. No entanto, trata-se do mesmo trabalho e mesmo autor, que aparece na base com títulos discretamente diferentes, portanto, deve-se contar como um só.

Na base Science Direct existem três livros, listados a seguir, que não foram adquiridos para essa pesquisa por não serem disponíveis de forma gratuita, sendo um dos livros detentor de três capítulos, dos quais um é “de maior relevância” e dois “de menor relevância”.

Bibliografia: Advances in Computers volume 70.

Review Article - Advances in Business Transformation Technologies. Através da leitura do resumo, foi classificado como menor relevância.

Bibliografia: Gerenciamento de Processos de Negócio – BPM. Uma Referência Para Implantação Prática.

Capítulo 8 - Implantar processos. Através da leitura do resumo, foi classificado como de menor relevância.

Bibliografia: The Service Oriented Media Enterprise SOA, BPM, and Web Services in Professional Media Systems.

Chapter 3 - Service-Oriented Architecture: Definition, Concepts, and Methodologies. Através da leitura do resumo, foi classificado como de menor relevância.

Chapter 6 - Business Process Management: Definitions, Concepts, and Methodologies. Através da leitura do resumo, foi classificado como de menor relevância.

Chapter 8 - Moving Toward a Serviceoriented Media Enterprise. Através da leitura do resumo, foi classificado como de maior relevância. Este capítulo se repete três vezes dentre as bases, conforme o quadro 3, já apresentado.

Portanto, o quadro 6, mostra, após revisão, o quantitativo de trabalhos, sem possíveis erros. Desses, foi feita a leitura das introduções.

Quadro 6. Resumo das bases após revisão

Bases	Menor Relevância	Maior Relevância	Total
ACM Digital Library	4	1	5
IEEE Xplore	3	5	8
Isi Web of Knowledge	7	0	7
Science Direct	1	0	1
Springerlink	26	10	36
Total	41	16	57

Fonte: o autor

M7) Definição dos artigos úteis

Nesta fase, foram obtidos os artigos que serão úteis para a pesquisa, porém nem todos estão disponibilizados, conforme o quadro 7, a seguir.

Quadro 7. Artigos úteis das bases

Bases	Úteis	Disponíveis	Indisponíveis
ACM Digital Library	4	4	0
IEEE Xplore	6	6	0
Isi Web of Knowledge	2	2	0
Science Direct	1	1	0
Springerlink	14	5	9
Total	27	18	9

Fonte: o autor

Pode-se observar que alguns trabalhos que se encontravam na base Springerlink não são disponíveis para acesso na sua íntegra. Foram eles:

Considerados como mais relevantes:

1. *Agile Net-Centric Systems Using DEVS Unified Process*
2. *From BPMN 2.0 to the Setting-Up on an ESB – Application to an Interoperability Problem*
3. *Industrial Application Integration Using Agent-Enabled Sematic SOA: Capnet Case Study*
4. *ProcessGene-Connect: SOA Integration between Business Process Models and Enactment Transactions of Enterprise Software Systems*
5. *Service Oriented Architecture Adoption Trends: A Critical Survey*
6. *Towards Semantic Support for Business Process Integration*

Considerados como menos relevantes:

1. *Service Oriented Requirements Engineering: Practitioner's Perspective*
2. *Streamlining IT Using Service-Oriented Architecture*
3. *Using Object Role Modeling in a Service-Oriented Data Integration Project*

Vale salientar que, conforme o quadro 3, existem trabalhos repetidos.

- *An Optimized Design of Service Orchestration*. Na base IEEE Xplore e Isi Web Knowledge.
- *MBT4Chor A Model-Based Testing Approach for Service Choreographies*. Na base Isi Web Knowledge e Springerlink.

M8) Definição dos artigos utilizados

Nesta fase, foi obtido o quantitativo final de artigos disponíveis nas bases selecionadas, juntamente com os descritores estabelecidos. Ver quadro 8 a seguir.

Quadro 8. Artigos obtidos

Bases	Disponíveis
ACM Digital Library	4
IEEE Xplore	6
Isi Web of Knowledge	1
Science Direct	1
Springerlink	4
Total	16

Fonte: o autor

Estes artigos serão apresentados na subseção 3.1.2, no quadro 11.

M9) Processo de Revisão

Nesta fase foi feita uma revisão das bases de dados já selecionadas, de acordo com o tema e área utilizados para o levantamento de dados na área de Informática. As buscas de novos trabalhos nas bases referidas foram feitas em julho e agosto de 2015.

Foram revisadas as mesmas bases: **ACM DIGITAL LIBRARY**, **IEEE XPLORE**, **ISI WEB OF KNOWLEDGE**, **SCIENCE DIRECT/ELSEVIER** e **SPRINGERLINK** e utilizados os mesmos descritores.

M10) Obtenção de novos resultados após revisão

Nesta fase foram obtidos 13 (treze) novos resultados de busca após a inserção dos descritores nas devidas bases, conforme quadro 9, a seguir. Vale salientar que o quadro 9 apresenta apenas a diferença dos resultados dessa busca e o quantitativo total obtido inicialmente pode ser observado no quadro 2. Portanto, a quantidade total, efetiva, é a soma dos resultados do quadro 2 com os resultados do quadro 9.

Quadro 9. Diferença nas Bases de Dados após Revisão

Base de dados	"SOA integration"	"integration SOA"	"integration UML"	"UML integration"	"BPM integration"	"integration BPM"	Total
ACM Digital Library	-	-	-	-	-	-	-
IEEE Xplore	2	-	-	-	-	-	2
Isi Web of Knowledge	1	-	-	-	1	-	2
Science Direct	1	-1	2	4	-	1	7
Springerlink	1	-	-	-	1	-	2
Total	5	-1	2	4	2	1	13

Fonte: o autor

É preciso esclarecer que o número negativo que aparece no quadro 9 refere-se ao fato de, no processo de revisão, na base especificada, o resultado obtido apresentou 1 trabalho a menos em relação à primeira busca. Assim, em relação ao quadro 8, a base Science ficou com 2 artigos a mais, após a revisão, de um total de 7.

M11) Definição dos artigos utilizados após revisão

Nesta fase, foi obtido o quantitativo final de artigos disponíveis nas bases selecionadas, juntamente com os descritores estabelecidos, após o processo de revisão. Foi utilizado novamente o critério de exclusão de leitura dos resumos e da seção de introdução dos trabalhos, ou seja, utilizou-se este critério para estabelecer o que seria mais relevante.

M12) Processo de Base Adicional

Foi adicionada a base **GOOGLE SCHOLAR**, após sugestão de um revisor de uma conferência à qual um artigo com resultados parciais deste trabalho foi submetido. Foram utilizados os seguintes descritores: **"SOA BPM integration"**, **" integration SOA BPM"**, **"SOA UML integration"**, **"integration SOA UML"**, **"SOA and UML"**, **"UML and SOA"**,

"**integração entre BPM e SOA**", "**integração entre UML e SOA**", "**integration BPM**" and "**integration SOA**", "**integration UML**" and "**integration SOA**", "**integration BPM**" and "**integration UML**", "**integration BPM and SOA**", "**integration UML and SOA**".

É necessário esclarecer que os descritores foram modificados em razão da busca com os anteriores ter trazido resultados numéricos inviáveis para uma pesquisa dessa natureza. Haveria milhares de trabalhos relacionados na referida base com os tais descritores e sua leitura demandaria um tempo excessivo. Nessa perspectiva, alteraram-se os descritores a fim de se obter resultados mais viáveis e restritamente vinculados ao tema desta pesquisa.

M13) Obtenção de novos resultados através da base adicional

Nesta fase, foram obtidos os resultados de busca após a inserção dos descritores na base **Google Scholar**, conforme quadro 10, a seguir.

Quadro 10. Artigos encontrados após revisão na Base Google Scholar

Descritores	Quantitativo
"SOA BPM integration"	7
"integration SOA BPM"	4
"SOA UML integration"	0
"integration SOA UML"	0
"SOA and UML"	6
"UML and SOA"	8
" integração entre BPM e SOA "	3
" integração entre UML e SOA "	0
"integration BPM" and "integration SOA"	2
"integration UML" and "integration SOA"	1
"integration BPM" and "integration UML"	0
"integration BPM and SOA"	1
"integration UML and SOA"	0
Total	32

Fonte: o autor

M14) Obtenção de resultados através da base adicional

Nesta fase, foi utilizado o critério de exclusão por meio da leitura dos resumos e do capítulo de introdução dos 32 artigos encontrados no Quadro 10, cujas repetições foram retiradas. Os trabalhos foram classificados como de maior e menor relevância, de acordo com o tema desta pesquisa, e utilizados os de maior relevância. Em relação a esses, foram selecionados 6 artigos, sendo 1 com o descritor "**SOA BPM integration**", 2 com o descritor "**integration SOA BPM**", 2 com o descritor "**UML and SOA**" e 1 com o descritor "**integração entre BPM e SOA**", conforme pode ser visto na subseção 3.1.2, no quadro 12.

3.1.2 AMOSTRA

Os trabalhos listados no quadro 11, a seguir, foram obtidos através de um critério de seleção, mediante o método de observação nas bases selecionadas e descritores estabelecidos. São,

portanto, os trabalhos que estavam disponíveis para consulta em sua íntegra, dentre os que foram selecionados. Chega-se, assim, a possíveis referências, além de outras que já haviam sido incluídas em parte da fundamentação teórica desta pesquisa.

Quadro 11. Trabalhos disponíveis nas bases após critérios de seleção

Bases	Títulos	Autores
ACM Digital Library	A Research Agenda for Service-Oriented Architecture	Kostas Kontogiannis , Grace A. Lewis and Dennis B. Smith
	A Roadmap towards the Convergence of Business Process Management and Service Oriented Architecture	Faouzi Kamoun
	Process design strategies to address breadth and depth complexity	Michael Soanes
	The Future of SOA: What worked, what didn't, and where is it going from here?	Mamdouh Ibrahim, Brenda Michelson, Kerrie Holley, Dave Thomas, Nicolai M. Josuttis and Jonh de Vadoss
IEEE Xplore	A Model for Dynamic Services Discovery over largely distributed providers based on QoS and Business Process contexts	Alexandre Perin de Souza and Ricardo J. Rabelo
	A SOA-BPM-Based Architecture for Intelligent Power Dispatching System	Liang Zhang, Shudong Chen, Minhui Ge and Xiaoliang Bi
	An Approach for a more Agile BPM-SOA Integration supported by Dynamic Services Discovery	Alexandre Perin de Souza and Ricardo J. Rabelo
	An Optimized Design of Service Orchestration	Haoping Bai, Meina Song, Huiyang Xu , Qian Wang and Lingyun Fu
	Service Oriented Architecture Design using SOMA for Optimizing Public Satisfaction in Government Agency	Arie Wahyu Wijayanto and Suhardi
	SOA Integration Modeling: An Evaluation of how SoaML Completes UML Modeling	Irina Todoran, Zuheb Hussain and Niina Gromov
Isi Web Knowledge	MBT4Chor: A model-based testing approach for service choreographies	Alin Stefanescu, Sebastian Wieczorek and Andrei Kirshin
Science Direct	Organizing information integration in agri-food—A method based on a service-oriented architecture and living lab approach	J. Wolfert, C.N. Verdouw, C.M. Verloop and A.J.M. Beulens
Springerlink	A Pattern Language for Process Execution and Integration Design in Service-Oriented Architectures	Carsten Hentrich and Uwe Zdun
	Evaluating Integration Architectures – A Scenario-Based Evaluation of Integration Technologies	Stephan Aier and Marten Sch'önherr
	Modeling and enforcing secure object flows in process-driven SOAs: an integrated model-driven approach	Bernhard Hoisl, Stefan Sobernig and Mark Strembeck
	Organizational Constraints to Realizing Business Value from Service Oriented Architectures: An Empirical Study of Financial Service Institutions	Haresh Luthria and Fethi Rabhi

Fonte: o autor

Os trabalhos adicionais, selecionados através do processo de revisão foram da base **SCIENCE DIRECT** e **GOOGLE SCHOLAR**, listados no quadro 12, a seguir. Foram obtidos através de um critério de seleção, mediante o método de observação nas bases selecionadas e descritores estabelecidos, conforme se verifica no quadro 9 e 10.

Quadro 12. Artigos pertinentes após revisão

Bases	Títulos	Autores
Science Direct	Modelling using UML and BPMN the integration of open reliability, maintenance and condition monitoring management systems: An application in an electric transformer system	Mónica A.López-Campos, Adolfo Crespo Márquez e Juan F. Gómez Fernández.
	Analysis of business process integration in Web service context	Jun Shen, Georg Grossmann, Yun Yang, Markus Stumptner, Michael Schrefl e Thomas Reiter.
Google Scholar	Service-Oriented architecture adoption in a Portuguese company: a case study	Florence Augusto, Jorge Ribeiro e Rui Gomes.
	The Design and Implementation of Integration Platform for Logistics Information System Based on SOA-BPM	Deng Zi-Yun, Huang You-Sen, Yang Xiao-Feng, Chen Yu-Lin, Luo Tao.
	SOA — BPM based information system for promoting agility of third party logistics	Wen ZhenHua, Huang Yousen and Deng ZiYun e Zhang Wei.
	Design of the material control system based on service oriented architecture	Min-Jeong An, Hong-Chul Lee and Hye-Jin Jin.
	Agent-based Extensions for the UML Profile for Service-Oriented Architectures (UPMS-A)	Ismar Slomic.
	Proposta de catálogo eletrônico de processos de negócio baseados em UBL para composição de aplicações SOA	Roque Bezerra e Ricardo J. Rabelo.

Fonte: o autor

3.1.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Foram utilizadas, como instrumento de coleta de dados, as bases selecionadas e os descritores estabelecidos.

3.1.4 CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

Quanto à análise dos dados, consideraram-se as informações relativas aos ambientes objetivos e subjetivos. Nesse sentido, há tentativas de mostrar respostas quanto ao que se foi perguntando como objetivo da pesquisa através de informações objetivas, captadas diretamente dos levantamentos referenciais feitos nas bases.

3.2 TRABALHOS SELECIONADOS

Nesta seção, são apresentados os aspectos mais relevantes dos trabalhos que foram selecionados para esta pesquisa. Serão brevemente apresentados pontos como as vantagens, as desvantagens e os problemas das integrações entre BPM-SOA e UML-SOA, além de possíveis fragilidades observadas nos mesmos.

[1] Em *A roadmap towards the convergence of business process management and service oriented architecture*, Kamoun (2007) defende que a combinação de BPM e SOA pode trazer um maior alinhamento entre os processos de negócio da empresa com os recursos de TI, além de

alcançar melhores resultados para as organizações, alcançando a agilidade do negócio, com maior flexibilidade e melhor capacidade de reutilização, além da redução dos custos e aumento da eficiência. Porém, alerta sobre esse cenário de convergência e faz um roteiro de como fazer essa integração, bem como identifica alguns obstáculos.

[2] Em *Process design strategies to address breadth and depth complexity*, Soanes (2006) defende que há um amplo aumento da complexidade dos processos de negócios e aborda a existência de duas dimensões dessa complexidade: em amplitude, referindo-se a alguns tipos de atividades dentro de um processo e em profundidade, referindo-se aos níveis de abstração lógica de um processo dentro de um processo. Em decorrência disso, é defendido que existe uma necessidade de integrar essas duas dimensões.

[3] Em *A research agenda for service-oriented architecture*, Kontogiannis, Lewis e Smith (2010) apresentam como principal objetivo a classificação de questões de investigação da utilização da SOA, pelo grau de relevância, tudo relacionado com os aspectos de negócio, engenharia e operação de sistemas orientado a serviços. Os autores afirmam que um dos grandes desafios é a ausência de uma análise rigorosa dos dados que podem ser generalizados, pois dificulta a observação do valor de negócio da adoção da SOA. Eles ainda defendem que os principais desafios em relação à SOA estão relacionados aos negócios e operações, não à Engenharia. Há ainda a busca da criação de uma comunidade internacional para esse fim.

[4] Em *The future of SOA: what worked, what didn't, and where is it going from here?* Ibrahim *et al* (2007), após uma descrição das vantagens observadas no uso da SOA, defendem a necessidade de exposição dessas vantagens, mas destacam os grandes desafios enfrentados pelas organizações que desejarem adotá-lo. Há, portanto uma detalhada elaboração de um painel desses desafios, entretanto, não há a investigação, como neste trabalho, de possíveis integrações.

[5] Em *An Approach for a More Agile BPM-SOA Integration Supported by Dynamic Services Discovery*, Souza e Rabelo (2010) discutem a integração BPM e SOA, considerando-a como uma valiosa estratégia para o sucesso de uma organização. Os autores propõem ainda um modelo de sistema integrado para lidar com o problema de descoberta de serviço ao longo de prestação de serviços de *software* amplamente distribuídas, incluindo QoS, além de processos semânticos na camada BPM. Esse modelo tem como finalidade facilitar o uso desse sistema por parte de prestadores de serviços de *software*. [6] Os mesmos autores (2011), em *A Model for Dynamic Services Discovery over Largely Distributed Providers Based on QoS and Business Processes Context*, abordam a dificuldade de integração entre BPM e SOA devido a diversos fatores como a grande heterogeneidade de *softwares*, além de propor um modelo de descoberta dinâmica de serviços para agilizar essas aplicações. Os autores oferecem também um ambiente abrangente e

integrado, aberto e baseado em padrões que considera os requisitos funcionais e não-funcionais, além de contextos relacionados a processos de negócio.

[7] Em *SOA Integration Modeling: An Evaluation of How SoaML Completes UML Modeling*, Todoran, Hussain e Gromov (2011) propõem uma análise de duas abordagens de integração entre UML-SOA e SoaML-SOA. Essa análise aponta como indiscutível vantagem a integração SoaML-SOA para a UML-SOA, em relação a esta última, quando usada isoladamente. A limitação desse trabalho, porém, está na observação centrada apenas na literatura, não havendo uma análise em cenários reais.

[8] Em *An Optimized Design of Service Orchestration*, Bai, Xu e Fu (2013) apresentam SOA em seu aspecto teórico, apresentando ainda suas vantagens, como o fato de possuir componentes para integração de serviços e de processos; orquestração de serviços; serviços de dados; conectividade e ferramentas unificadas, cada um fornecendo padrões de integração. Essa integração de SOA amplia os benefícios da arquitetura, através de maior agilidade na troca de dados, com a otimização do tempo. O trabalho ressalta ainda algumas dificuldades para a execução dessa integração. Não há, porém, a realização de testes entre as várias possibilidades de integração.

[9] Em *Service oriented architecture design using SOMA (Service Oriented Modelling and Architecture) for optimizing public satisfaction in government agency*, Wijayanto e Suhardi (2014) apresentam os diferentes desafios existentes para a utilização da SOA entre os segmentos público e privado que constituem um grande problema a ser enfrentado. A partir dessa distinção, os autores apresentam uma proposta de solução para a utilização dessa integração na esfera pública, a fim de buscar a otimização dos serviços nesse setor. Utiliza-se a análise de SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) e cadeia de valor de Michael Porter (1985), que é um modelo que apoia a modelagem de negócio, analisando atividades específicas através das quais as empresas criam valor e vantagem competitiva.

[10] Em *A SOA-BPM-Based Architecture for Intelligent Power Dispatching System*, Zhang *et al* (2010) afirmam que, devido à heterogeneidade de uma plataforma de *hardware*, algumas interoperações tornam-se difíceis. Nesse trabalho, essa dificuldade é apresentada e os autores apontam vantagens para a integração entre SOA e BPM em sistemas de envio de energia inteligente, com o fornecimento de escalabilidade e flexibilidade nos negócios em análises feitas no leste da China. Todas as comunicações são feitas em ESB (Enterprise Service Bus), transformando os dados em XML, por meio da WSDL, que descreve serviços de web como um conjunto de terminais de rede que operam como mensagens, para a descrição da informação de serviços e o registro é feito em UDDI. Eles apontam ainda a viabilidade do projeto proposto com a otimização dos resultados na organização.

[11] Em *MBT4Chor: A Model-Based Testing Approach for Service Choreographies*, Stefanescu, Wieczorek e Kirshin (2009) defendem que SOA é a melhor opção para lidar com a complexidade dos sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), já que softwares monolíticos não são mais aplicáveis. Com isso, eles defendem a necessidade do uso de coreografias para o contexto da SOA. É apresentada uma abordagem de modelo baseado em teste (Model Based Testing - MBT) para testes de integração com SOA, mediante a tradução de Modelos de Coreografia de Mensagem (*Message Choreography Models - MCM*) em UML, usando Java como linguagem de ação.

[12] Em *Organizing information integration in agri-food—A method based on a service-oriented architecture and living lab approach*, Wolfert et al (2010) discutem a integração entre BPM e SOA para empresas de agroalimentos europeias. São apresentadas as necessidades de serviços mais eficientes por tecnologias de informação e comunicação (TIC's), mostrando a insuficiência das tradicionais abordagens de engenharia de *software*. É apresentado um *framework* genérico para viabilizar essa integração. Os autores afirmam que a arquitetura técnica baseada em SOA consiste em três camadas: gerenciamento de processos de negócio, serviços de negócios e aplicativos de negócio e cada camada é especificada, bem como o processo de integração entre BPM-SOA em cada uma delas. Eles concluem que são necessárias diversas metodologias, simultaneamente, para que se alcance êxito nesse empreendimento. A limitação do trabalho é que ainda são necessários estudos complementares para desenvolver, testar e implementar o método apresentado.

[13] Em *Modeling and enforcing secure object flows in process-driven SOAs: an integrated model-driven approach*, Hoisl, Sobernig e Stremberg (2011) mostram como SOA garante confidencialidade e integridade na execução de fluxos em arquitetura orientada a objetos. Os autores mostram ainda como modelos independentes de plataforma são mapeados para artefatos de *software* específicos pela transformação de modelos automatizados. É usado a UML4SOA, que é uma extensão SoaML, para modelar fluxo de objeto como uma parte integrante da orquestração de serviço e é assim que os autores garantem a integralidade e confidencialidade de propriedades específicas do processo de negócio, tanto para visões estruturais quanto para comportamentais de uma arquitetura de serviços.

[14] Em *A Pattern Language for Process Execution and Integration Design in Service-Oriented Architectures*, Henrich e Zdun (2009) apresentam SOA para a orquestração de serviços. São expostas muitas das dificuldades encontradas decorrentes da grande variedade de processos passíveis de orquestração e que dependem de integrações para atender às diferentes necessidades dos diversos segmentos de uma organização. Os autores apresentam uma linguagem padrão para lidar com a modelagem de processos, execução e integração da SOA.

[15] Em *Organizational Constraints to Realizing Business Value from Service Oriented Architectures: An Empirical Study of Financial Service Institutions*, Luthria e Rabhi (2007), após apresentar aspectos conceituais e vantagens da utilização da SOA, destacam a necessidade de se investigar as dificuldades para a implementação de tal arquitetura. Os autores afirmam haver escassez na literatura acerca da adoção e realização prática de fatores relacionados à SOA e apontam diretrizes para essa implementação, bem como abordam o valor agregado à organização oriundo do uso da SOA. A pesquisa foi realizada em quinze empresas, de diversos segmentos, a fim de comprovação dos valores agregados às instituições, além da verificação dos desafios práticos enfrentados por elas para a adoção de SOA.

[16] Finalmente, em *Evaluating Integration Architectures – A Scenario-Based Evaluation of Integration Technologies*, Aier e Schönherr (2006) apontam a complexidade da integração dos sistemas de TI em um processo de negócio de forma orientada a processos. Foi proposto um trabalho empírico, ampliado por um protótipo, cuja finalidade era diferenciar as interfaces da SOA. Não há, entretanto, contribuições muito relevantes na medida em que a criação de cenários fictícios não consegue atender aos critérios de cenários reais.

3.2.1 TRABALHOS RELACIONADOS (Adicionados)

São apresentados abaixo os trabalhos selecionados que foram incluídos após o processo de revisão.

[17] Em *Modelling using UML and BPMN the integration of open reliability, maintenance and condition monitoring management systems: An application in an electric transformer system*, López, Márquez e Fernández (2013) propõem uma plataforma de integração e manutenção, a partir da combinação de três recursos principais: Sistemas de Gestão de Manutenção Computadorizada (*Computerized Maintenance Management System - CMMS*), Manutenção baseada em condição (*Condition Based Maintenance - CBM*) e Manutenção Centrada em Confiabilidade (*Reliability Centred Maintenance - RCM*), por meio dos diagramas da UML e BPMN uma vez que representam algoritmos do sistema projetado. Assim, esse trabalho mostra a integração entre CMMS-CBM-RCM como uma nova possibilidade para a integração e unificação das técnicas de diagnóstico acerca dos modos de falha e uso de dados de manutenção. Os autores ainda destacam os benefícios trazidos para a gestão da manutenção a partir da utilização de tal sistema.

[18] Em *Analysis of business process integration in Web service context*, Shen et al (2006) descrevem um conjunto com diversas opções de integração de processos de negócio e ainda um conjunto de construções de modelagens adicionais com a finalidade de sincronizar essas atividades. Foi feita uma proposta de estrutura de integração aplicada a serviços Web, definidos, em OWL-S (*Web Ontology Language for Services*), que explora a descrição semântica da OWL

(*Web Ontology Language*) a fim de construir uma linguagem de ontologia para os serviços. Foi criada uma ferramenta de transformação, BPEL2UML-AD, para converter especificações BPEL para os diagramas de atividades da UML (UML Activity Diagram - UML-AD), apresentando-se como vantagem uma notação visual eficaz e de fácil análise, como exemplo, o diagrama de sequência. (SHEN *et al.*, 2006).

[19] Em *Service-Oriented architecture adoption in a Portuguese company: a case Study*, Augusto, Ribeiro e Gomes (2009) tratam da integração entre BPM e SOA e de problemas organizacionais, culturais e tecnológicos que envolvem essa integração. Os autores defendem que a integração entre BPM e SOA traz benefícios para as organizações, mas, devido à alta complexidade de execução, o sucesso da integração depende não só no conhecimento da tecnologia em questão, mas também no uso de boas práticas e de uma boa governança. Fica claro então que, também para esses autores, o uso da SOA, ainda que integrada, representa um grande desafio para pequenas e médias empresas.

[20] Em *The Design and Implementation of Integration Platform for Logistics Information System Based on SOA-BPM*, Zi-Yun; Xiao-Feng; Yu-Lin (2009) mostram a integração BPM-SOA como uma nova infraestrutura de TI para implementação em uma empresa no setor de logística. Eles ainda apresentam uma plataforma com cinco níveis: interface do sistema, integração de SOA, mapeamento BPM-SOA, BPM e aplicação. Para os autores, a integração é complexa, pois se trata de uma combinação de novas tecnologias, embora haja indiscutíveis vantagens para essa integração, uma vez que SOA permite rápida adaptação às mudanças nos negócios, além de garantir segurança nesses processos.

[21] Em *SOA – BPM Based Information System for Promoting Agility of Third Party Logistics*, ZhenHua, *et al* (2009), por meio de um protótipo, discutem a respeito da agilidade de uma infraestrutura baseada na integração entre BPM-SOA. Segundo os autores, a utilização de aplicativos corporativos tradicionais (EAI- Enterprise Application Integration) e integração de negócio para negócio (B2Bi - business-to-business integration) por parte de algumas organizações impõe às mesmas organizações dificuldades de responder rapidamente às mudanças de mercado. Eles defendem que o grande ganho obtido com SOA é a agilidade, pois SOA representa o fim de aplicativos monolíticos e proporcionam processos como serviços reutilizáveis, partilháveis e prontamente disponíveis, o que assegura a agilidade de implementação das mudanças de que as organizações necessitam.

[22] Em *Design of the Material Control System based on Service Oriented Architecture*, An, Lee e Jin (2007) apresentam conceitos de SOA e de tecnologia como serviços Web e BPEL, descrevendo como organizar serviços e criar processos de negócio, agregando esses elementos. Segundo os autores, BPEL é utilizada em SOA pelo método *Top-Down* (cima para baixo) por meio

de composição, orquestração, coordenação dos serviços da Web. De forma bastante cabível, esse trabalho trata do Sistema de Controle de Materiais (*Material Control System - MCS*) utilizando elementos da UML, ou seja, é a integração BPM, UML e SOA. Os métodos utilizados pelos autores na integração com SOA são: *Top-Down*, método *in the middle* e *Bottom-Up* (baixo para cima). Para eles, o *Top-down* desenvolve modelos de negócio pelo método de acesso que é de "Análise de prioridade" e isso assegura o aumento da qualidade de SOA ao mais alto nível, embora haja para isso um custo expressivo, além de alta demanda de tempo.

[23] Em *Proposta de Catálogo Eletrônico de Processos de Negócio Baseados em UBL para Composição de Aplicações SOA*, Bezerra, Souza e Rabelo (2014) apresentam uma abordagem com o objetivo de lidar com a pouca agilidade na integração de processos de negócio com implementações SOA, por meio do desenvolvimento de um catálogo, baseado em UBL – *Universal Business Language*. (BEZERRA, SOUZA E RABELO, 2014), que é uma linguagem baseada no padrão XML, e integrada a uma ferramenta de edição de processos. Os autores defendem que hoje, embora haja muito estímulo para a integração entre BPM e SOA, essa integração se caracteriza por pouca flexibilidade e agilidade, o que impõe muitos desafios para a mudança nos processos de uma empresa, uma vez que cada alteração requer a reprogramação dos softwares que os implementam e isso demanda muitos recursos, diminuindo a agilidade da organização. Eles ainda mencionam algumas dificuldades verificadas na integração quando se tem uma grande quantidade de processos, como a dificuldade em achar um processo dentro de um conjunto, a dificuldade de gerenciamento de diferentes versões e a garantia da consistência de um processo quando várias pessoas trabalham sobre ele.

[24] Em *Agent-based Extensions for the UML Profile for Service-Oriented Architectures (UPMS-A)*, Slomic (2008) apresenta um trabalho referente a SOA, na perspectiva de responder se vários tipos de sistemas podem ser utilizados na implementação dessas arquiteturas, ou seja, trata-se de um trabalho de operacionalidade. Por meio de comparação dos blocos de construção do núcleo de sistemas multi-agentes e uma proposta de arquivo padronizado em UML, além de metamodelos para serviços *UML Profile and Metamodel for Services – UPMS*. (SLOMIC, 2008). O trabalho apresenta como principal objetivo constatar se a atual apresentação SOA-Pro (Metamodelo para Serviços) pode ser estendido para apoiar as funcionalidades em UML, no Diagrama de Sequência.

Neste capítulo foram apresentadas as formas metodológicas utilizadas para o levantamento da literatura, apresentando os trabalhos relacionados e adicionados, descrevendo-os. No capítulo seguinte, apresentaremos os resultados da pesquisa.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são discutidos os levantamentos feitos sobre as integrações BPM-SOA e UML-SOA, apresentados no capítulo anterior, além de possíveis problemas, bem como as vantagens e desvantagens. Necessitamos frisar que, neste trabalho, denominamos *problemas* os entraves verificados para a integração de SOA, mas que não constituem uma impossibilidade para que essa integração ocorra. Quanto a *desvantagens*, denominamos os aspectos que, já solucionados nessa integração, representam uma inferioridade em comparação com outras possibilidades disponíveis.

Em seguida, será feita uma avaliação em blocos relacionada aos resultados encontrados, tanto dos indicadores das integrações como também dos novos cenários.

4.1 INDICADORES DE INTEGRAÇÃO

Conforme a Antaq – Agência Nacional de Transportes Aquaviários (2011), os indicadores são instrumentos de gerenciamento capazes de servir como referências nas atividades de monitoramento e avaliação das empresas, permitindo o acompanhamento das metas, a identificação dos avanços existentes, melhorias na qualidade, correções de problemas ocorridos, necessidades de mudanças, etc. Estes possuem, no mínimo, duas funções básicas que são:

1. Descrever por meio de informações o estado real dos acontecimentos e o seu comportamento;
2. Analisar as informações presentes com base em informações anteriores, de forma a realizar ação avaliativa.

Os indicadores têm como objetivo servir de referência para podermos mensurar os resultados e gerir o desempenho; embasarmos a análise crítica dos resultados obtidos e dos processos de tomada de decisão; facilitar o controle de desempenho através de um planejamento feito; contribuir para melhoria contínua dos processos e viabilizar a análise comparativa do desempenho dos mesmos. (ANTAQ, 2011). Nesta pesquisa, os indicadores foram utilizados para explicitar o mapeamento dos aspectos relacionados à convergência entre BPM-SOA e UML-SOA, a fim de concluir, através de trabalhos relacionados, forças, fraquezas, ameaças e oportunidades e, assim, medir performance e não atividade, mediante a interpretação de dados, subsidiando o processo decisório.

Em relação à quantidade e à qualidade dos indicadores obtidos nas integrações, é necessário que se tenha atenção, pois, para a quantidade, é fundamental medir apenas o que é relevante.

Assim, devemos esquecer a *medição absoluta* e utilizar a *alta seletividade*, pois a quantidade sofrerá mudanças a partir do momento em que o nível de amadurecimento for aumentando através das pesquisas que envolvem este assunto. Em relação à qualidade, a medição deve ser orientada para a melhoria de desempenho e a melhoria de desempenho deve ser orientada pela medição, havendo uma espécie de “troca” para melhor orientação da gestão no dia a dia. Essas medidas de desempenho são divididas em duas dimensões: a dimensão de esforço, voltada para economicidade, execução e excelência, e a dimensão de resultado, voltada para eficiência, eficácia e efetividade.

Tendo em vista que os indicadores de integração obtidos nesta pesquisa são extremamente relevantes para as análises aqui feitas, apesar de se tratar de um estudo genérico, não especificamente relacionado a um tipo de segmento de empresa, mesmo assim, representa algo significativo em relação à convergência. Classificamos esses indicadores de integração como aspectos quantitativos e qualitativos relevantes sobre vantagens, desvantagens e problemas na perspectiva da convergência estudada. Dessa forma, analisaremos através de doze quadros desenvolvidos para apresentar a convergência entre BPM-SOA e UML-SOA. Seis desses quadros são referentes a cada convergência, sendo classificados os indicadores a partir da abordagem feita pelos autores dos trabalhos pesquisados. Foram totalizados 100 indicadores de integração referentes a BPM-SOA e 40 indicadores de integração referentes à UML-SOA. Vale salientar ainda que foi feita a tentativa de encontrar outros indicadores em outros trabalhos, porém não se teve mais complementações referente aos mesmos, pois não foram obtidos novos indicadores, mas a repetição dos já encontrados.

4.1.1 BPM-SOA I

Tendo como ponto de partida a análise de cenários descritos em pesquisas recentemente publicadas sobre as integrações BPM-SOA, verificamos a necessidade de que se faça uma busca para diagnóstico das principais dificuldades a fim de executar essas integrações. Com isso, apontaremos as principais vantagens levantadas, bem como as desvantagens e os problemas detectados nos trabalhos investigados, os quais estão sinalizados nos quadros abaixo de acordo com a numeração correspondente a cada trabalho. O Quadro 13, abaixo, apresenta as vantagens da integração BPM-SOA, de acordo com o que foi verificado nos trabalhos relacionados.

Quadro 13. Vantagens da integração BPM-SOA

- ✓ Abrange modelagem de processos de negócio [10];
- ✓ Análise de processos de negócio [10];
- ✓ Apoio para o funcionamento em paralelo dos processos de negócios [10];
- ✓ Maior eficiência dos processos [17];
- ✓ Boa resposta à mudança de demanda [10];
- ✓ Melhor capacidade de descrição para os processos de negócios [10];
- ✓ Colaboração de processos de negócio [10];
- ✓ Combinação de processos [10];
- ✓ Comunicação em tempo real com parceiros e clientes [19];
- ✓ Comunicação segura com parceiros e clientes [19];
- ✓ Conectividade de serviços [8];
- ✓ Conectividade de processos [8];
- ✓ Confiabilidade de dados [17];
- ✓ Controle de acesso de dados [10];
- ✓ Controle dos processos [10];
- ✓ Criação de receitas [19];
- ✓ Distribuição de processos de negócios [19];
- ✓ Eficiência operacional dos processos [19];
- ✓ Encapsulamento de serviços [10];
- ✓ Escalabilidade de funções de serviços [10];
- ✓ Ferramentas unificadas [10];
- ✓ Fidelização do cliente [19];
- ✓ Flexibilidade de processos [10];
- ✓ Governança de processos [7];
- ✓ Granularidade adequada do serviço [18];
- ✓ Habilitação de receitas a longo prazo [19];
- ✓ Integração de processos [10];
- ✓ Integração de serviços [10];
- ✓ Integridade de dados [10];
- ✓ Maior alinhamento dos processos [9];
- ✓ Maior velocidade nas operações dos processos [9];
- ✓ Melhor atendimento ao cliente [19];
- ✓ Modernização das operações dos processos [19];
- ✓ Monitoramento de processos de negócio [9];
- ✓ O Modelo Independente de Plataforma (*Platform Independent Model - PIM*) é especificado em uma linguagem de modelagem como BPMN e descreve a estrutura de um sistema [18];
- ✓ Operação de processos de negócio [7];
- ✓ Orquestração de serviços [8];
- ✓ Otimização de processos de negócio [8];
- ✓ Otimização de receitas [8];
- ✓ Privacidade de dados [10];
- ✓ Proteção de dados [10];
- ✓ Redução de custos operacionais da empresa [19];
- ✓ Redução dos riscos dos negócios [19];
- ✓ Reestruturação de processos de negócio [19];
- ✓ Reutilização de processos [12];
- ✓ Robustez de processos [12];
- ✓ Satisfação do cliente [12];
- ✓ Integração de serviços de dados [8];
- ✓ Controle de troca de mensagens [8];

Fonte: o autor

Verificamos no Quadro 13 a enumeração de diversas vantagens apontadas nos trabalhos utilizados por esta pesquisa, os quais podem ser verificados no capítulo 3, que confirmam os benefícios e a viabilidade dessa integração. Foram 49 resultados distintos.

No Quadro 14, apresentamos as desvantagens da integração entre BPM-SOA, que foram apontadas nos mesmos trabalhos investigados. Foram 12 resultados distintos.

Quadro 14. Desvantagens da Integração BPM-SOA

<ul style="list-style-type: none">✓ Desperdício de tempo na troca de dados [8];✓ Pouco conhecimento relacionado à orientação a objeto [8];✓ Implementações imaturas [9];✓ Má interoperabilidade [6];✓ Não recebe dados de entrada [5];✓ Normas imaturas [5];✓ Pouca agilidade quanto às mudanças dos processos [8];✓ Pouca flexibilidade em relação às mudanças dos processos [8];✓ Privação do desenvolvimento de melhor conhecimento da organização [8];✓ Processos de negócio mal definidos [8];✓ Redundância na transferência de dados [8];✓ Muito tempo para execução da coreografia [8];

Fonte: o autor

Percebemos que, embora haja a referência a algumas desvantagens, estas são minoria em relação às vantagens apresentadas. Nessa perspectiva, entendemos que isso corrobora com a necessidade de as organizações investirem nos processos de integração, a fim de buscar soluções tecnológicas que preencham as lacunas existentes, uma vez que, mesmo em detrimento de algumas dificuldades, a integração se mostra bastante vantajosa. É importante salientar ainda que as desvantagens aqui apresentadas não constituem um entrave definitivo para a efetiva integração BPM-SOA, pois elas são relativas, podendo ser superadas. Além dessas dificuldades, devem ser também considerados vários aspectos relacionados às organizações e aos objetivos específicos dos gestores, ou seja, tais desvantagens podem representar desafios temporários e não impedimentos definitivos.

No quadro 15, a seguir, apresentamos ainda os problemas constatados para que a integração possa, efetivamente, ser feita, segundo os autores consultados. Foram 39 resultados distintos. Nela, constatamos que os problemas que impõem dificuldades para a integração BPM-SOA representam um grande desafio, tendo em vista que não são poucos. Vale salientar, porém, que tais problemas relacionados também existem em função da integração ainda ser recente e, com a constante investigação e o aperfeiçoamento das tecnologias para este fim, provavelmente haverá maior viabilidade para esse processo.

Quadro 15. Problemas da Integração BPM-SOA

- ✓ Ausência de padrões genéricos da integração [18];
- ✓ BPEL depende, para fazer descrição dos serviços, do uso de XML puro ou XML Schema [18];
- ✓ Com BPEL, é difícil ler WSDL [10];
- ✓ Custo de implantação de SOA [17];
- ✓ Difícil especificar um bom nível de granularidade de serviço [18];
- ✓ Dificuldade de garantir consistência nos processos quando várias pessoas trabalham neles [18];
- ✓ Dificuldade para equilíbrio entre desempenho, reutilização e testes dos processos [4];
- ✓ Dificuldade para implantação da combinação entre orquestração e coreografia [8];
- ✓ Dificuldades de achar um processo dentro de um conjunto [2];
- ✓ Dificuldades de gerenciar diferentes versões de processos [2];
- ✓ Disponibilidade de esforços e tempo para obter maturidade [18];
- ✓ Distribuição dos processos não preparada para teste distribuído [4];
- ✓ Escassez de estudos sobre as desvantagens da combinação entre orquestração e coreografia [8];
- ✓ Escassez de literatura [8];
- ✓ Falha na comunicação entre os envolvidos nos processos [19];
- ✓ Falhas no gerenciamento do desempenho dos processos [19];
- ✓ Falta de compreensão de arquitetura holística [5];
- ✓ Falta de definição clara dos responsáveis pelos processos [5];
- ✓ Falta de medições financeiras [5];
- ✓ Falta de apoio da alta administração para a integração [19];
- ✓ Falta de priorização para melhoria dos processos [19];
- ✓ Falta de alinhamento dos processos à estratégia [19];
- ✓ Grande quantidade de softwares heterogêneos [5];
- ✓ Incompatibilidade de ferramentas [5];
- ✓ Incompatibilidade de protocolos [5];
- ✓ Linguagens de coreografia como BPMN não preenchem todos os requisitos de integração [8];
- ✓ Maiores dificuldades de implementação para pequenas e médias empresas [7];
- ✓ Mudança de paradigma empresarial [7];
- ✓ Não se pode desconsiderar aspectos como QoS dos processos [10];
- ✓ Necessidade de controlador de processos [1];
- ✓ Necessidade de gerador de respostas aos processos [1];
- ✓ Necessidade de gerenciador de sessões dos processos [1];
- ✓ Necessidade de padronizar termos técnicos [1];
- ✓ Necessidade de protocolo manipulador dos processos [8];
- ✓ Problemas comportamentais e culturais [19];
- ✓ Problemas de conectividade entre sistemas podem limitar a aplicabilidade [8];
- ✓ Problemas estruturais e organizacionais [19];
- ✓ Uso de serviços web restrito [8];
- ✓ Vários aspectos qualitativos foram observados apenas em um protótipo [8];

Fonte: o autor

4.1.2 UML-SOA I

Por ser hoje uma das principais preocupações de qualquer executivo de uma organização, a integração de sistemas de informação é imprescindível para apoiar a estratégia de negócio. Uma solução adequada para alcançar esse objetivo é a aplicação de arquitetura orientada a serviços, que fornecem uma série de vantagens, especialmente se bem combinadas com uma linguagem como a UML. Assim, a SoaML, mesmo não sendo a única abordagem possível para essa finalidade, surge para atender a essa demanda. Apresentamos, nos quadros 16, 17 e 18 as principais vantagens, desvantagens e problemas mencionados no tocante a essa integração.

Quadro 16. Vantagens da Integração UML-SOA

- ✓ A UML-AD é capaz de fornecer uma notação de fácil análise [18];
- ✓ Apresenta o uso do MBT em uma linguagem de domínio específica (Domain Specific Language - DSL) [11];
- ✓ Capacita empresas a automatizar [11];
- ✓ Descreve uma nova ferramenta de geração de teste com base na UML [11];
- ✓ Facilita a capacidade de TI em tecnologias complexas e heterogêneas [11];
- ✓ Fornece suporte para modelar serviços a um maior nível de abstração [7];
- ✓ Não há preocupações da interação de serviço a nível arquitetônico [7];
- ✓ Não se preocupa com o menor nível de detalhes tecnológicos [7];
- ✓ O PIM é especificado em uma linguagem de modelagem UML [13];
- ✓ O PIM apresenta relativa neutralidade na perspectiva da implementação [13];
- ✓ O PIM descreve a estrutura de um sistema [13];
- ✓ Otimiza as cadeias de valor [9];
- ✓ Permite desacoplamento da arquitetura com a plataforma [7];
- ✓ Possui Linguagem específica – SoaML [7];
- ✓ Promove o compartilhamento de lições aprendidas [7]
- ✓ Separa a integração de escopos de negócios [7];
- ✓ SoaML oferece uma estrutura de extensão SOA orientada a processos [7];
- ✓ SoaML permite o serviço de integração no nível modelo [7];
- ✓ SoaML permite o serviço de interoperabilidade [7];
- ✓ SoaML pode ser usado para gerar artefatos BPEL, C #, descritores de implantação, HTML(*HyperText Markup Language*), Java, Ruby, WSDL, XSD [7];
- ✓ Um modelo específico de plataforma (*Platform specific Model* - PSM) mostra, de forma descritiva, a efetiva integração UML e SOA [7];
- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de execução de dados [13];
- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de invocação do processo [13];
- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de processos através de coreografias [13];
- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de processos por meio de orquestração [13];

Fonte: o autor

Verificamos, assim, que são muitas as vantagens apontadas em relação à integração UML-SOA. Foram 25 resultados distintos. Não obstante as vantagens observadas, algumas desvantagens também são apontadas, como veremos no quadro 17, abaixo. Foram 6 resultados distintos.

Como constatamos no quadro 17, são poucas as desvantagens apresentadas em trabalhos que tratam da integração entre UML e SOA. Isso comprova a viabilidade da integração, bem como suas vantagens.

Quadro 17. Desvantagens da Integração UML-SOA

- ✓ Falta de elementos sintáticos [7];
- ✓ Incoerência linguística para modelagens orientadas a serviços [7];
- ✓ SoaML não cobre diretamente a confiabilidade na entrega de mensagens [8];
- ✓ SoaML não cobre diretamente a governança SOA [8];
- ✓ SoaML não cobre diretamente os protocolos de nível de serviços [8];
- ✓ Necessidade de testes frequentes de coreografias no contexto de SOA [8].

Fonte: o autor

No quadro 18, a seguir, serão apresentados os problemas da integração UML-SOA. Foram 9 resultados distintos.

Quadro 18. Problemas da Integração UML-SOA

- ✓ A linguagem utilizada para modelagem de processos é, muitas vezes, diferente da linguagem de modelagem do sistema [7];
- ✓ As modelagens existentes para SOA não fornecem linguagem nativa na construção de um modelo [7];
- ✓ Cada processo de negócio precisa ter um serviço correspondente atribuído adequado que se comunique com outros com baixo acoplamento [7];
- ✓ Esforço adicional no seu mapeamento para uma plataforma de software [13];
- ✓ Fornece distintas formas de abstrações [7];
- ✓ Há lacunas semânticas que imprimem um esforço adicional à integração [13];
- ✓ Não há total aplicabilidade dos conceitos UML para a modelagem de SOA [13];
- ✓ SoaML é bastante nova e, em grande parte, não é nem aplicada na prática [7];
- ✓ SoaML não fornece qualquer orientação normativa para a especificação do comportamento SOA, tanto para orquestração quanto para coreografia de serviços [7];

Fonte: o autor

Conforme observamos nos quadros 16, 17 e 18, embora haja a menção a muitas vantagens e poucas desvantagens no tocante à integração UML-SOA, alguns problemas, visto no quadro 18, ainda representam e impõem dificuldades para a efetivação desse processo. Essas dificuldades imprimem desafios para os engenheiros de *software* na medida em que constituem problemas que exigem soluções urgentes, uma vez que já se comprovou a relevância e viabilidade dessa integração.

A integração entre SoaML e UML4SOA, portanto, integração entre UML e SOA, permite a definição de fluxos de objeto da SOA orientada a processos. Ainda que SoaML ofereça uma estrutura de extensão SOA orientada a processos, a qual permite interações entre as composições, e ainda que recomende o uso de atividades e interações UML, ela efetivamente não fornece qualquer orientação normativa para a especificação do comportamento SOA, como coreografia e orquestração de serviços, o que constitui uma dificuldade para a efetivação desse processo (OMG, 2009; MAYER; KOCH; SCHRÖDER; KNAPP, 2010; ELVESÆTER et al 2011).

Como a UML foi desenvolvida para a modelagem geral orientada a objetos no desenvolvimento de sistemas de *software* e, devido à natureza de SOA, houve algumas tentativas de modelar SOA integrando com UML. Segundo Wijayanto e Suhardi (2014), a IBM sugeriu que a modelagem da arquitetura deve ser feita a partir dos modelos de negócio para SOA através da utilização de modelagem de serviço. Nesse contexto, a IBM desenvolveu a SOMA, que é a modelagem orientada a serviços e arquitetura para complementar a UML. Quando esta foi criada, considerou-se que a combinação de elementos de diferentes metodologias e técnicas é uma abordagem bastante boa para serviços de modelagem. Provou-se, então, que a UML tem algumas limitações em relação à modelagem SOA, criando-se a necessidade de se desenvolver a SoaML, pois aborda as preocupações sobre o que precisa ser feito, como é feito, onde é feito e quem ou o que faz, além de ser focada em tecnologia de computação distribuída.

4.2 ANÁLISE DE CENÁRIOS I

Cenários têm sido usados em diversas áreas, uma vez que facilita bastante o entendimento do assunto abordado, por ser simples e flexível. Esta técnica se utiliza de uma visualização fácil de entender e validar. Assim, cenários são uma descrição de elementos que podem ser expressos de diversas maneiras e formatos. (BUARQUE, 2002). Sua utilização traz algumas vantagens como: ponto de vista do utilizador; especificações parciais, ou seja, capturam fatos em que cada dado pode ser tratado de maneira separada; fácil compreensão e feedbacks curtos, ou seja, respostas rápidas no tratamento do fato.

Na engenharia de requisitos, usar cenários na fase de especificação tem um forte impacto positivo na qualidade dos requisitos, quanto ao nível de adequação, habilidade de verificação e modificação, desde que os cenários estejam sendo usados de maneira adequada.

A elaboração de cenários não é tarefa simples, pois depende de muitas variáveis combinadas, do grau de informação disponível, da complexidade do problema a ser enfrentado, etc. (BUARQUE, 2002). Imaginar cenários é como fazer análise de conjuntura, só que para situações possíveis no futuro, tentando, criativamente, projetar (ou fixar no tempo) prováveis comportamentos. Assim, desenhar cenários implica em montar um conjunto plausível de combinações possíveis e imagináveis.

Para a construção dos cenários nesta pesquisa, inicialmente, abordamos os indicadores que representam as vantagens, desvantagens e problemas principais envolvidos na definição dos cenários futuros e recomendamos, assim, uma análise tanto *quantitativa* quanto *qualitativa* desses indicadores com suas respectivas características. Em seguida, já com os cenários construídos, tratamos da viabilidade das integrações, observando a justificativa da mesma, pois o método consiste em gerar cenários prospectivos.

De acordo com Buarque (2002), é necessário definir com muito cuidado as hipóteses de comportamento para cada variável em um cenário e atentar, sobretudo, para aqueles condicionantes mais críticos e mais incertos (alguns poucos), pois sem dúvida serão estes que, caso venham a ser confirmados no futuro, impactarão os resultados esperados dos projetos com mais intensidade. Assim, em relação às hipóteses básicas de um cenário, podemos construir três:

- 1- um cenário de trajetória mais provável;
- 2- uma variação otimista do cenário provável;
- 3- uma variação pessimista do cenário provável.

Verificamos, assim, que é importante desenvolver cenários futuros, pois saber identificar prováveis ameaças e oportunidades com antecipação permite-nos adquirir uma *vantagem estratégica* sobre os demais, otimizar os recursos de poder disponíveis, focar a ação naquilo que

importa. Dessa forma, identificamos tendências e padrões estruturais de comportamento, formulamos conjuntos coerentes de relações e modelamos visões de futuro.

Nesta pesquisa foram feitos e analisados quatro cenários através dos indicadores da integração, vantagens da integração, desvantagens da integração e problemas da integração, referentes a BPM-SOA e UML-SOA. A partir daí, obtivemos, através dos quatro cenários, qual o tipo de integração que melhor se adequa diante dos resultados obtidos através do levantamento da literatura.

4.2.1 CENÁRIO 1.a

Neste primeiro cenário, utilizamos todos os indicadores da integração juntos, independentemente de serem BPM-SOA ou UML-SOA. Assim, foi necessário utilizar argumentos matemáticos para uma melhor explicação qualitativa e, sobretudo, quantitativa, especialmente em virtude de existirem, até o momento, mais trabalhos relacionados à integração BPM-SOA do que à UML-SOA.

No primeiro cenário, analisamos os gráficos de maneira separada, ou seja, indicadores das integrações, vantagens das integrações, desvantagens das integrações e problemas das integrações, respectivamente, utilizando argumentos matemáticos para análise, levando em consideração a integração BPM-SOA em relação à UML-SOA e à distância horizontal da reta, ou seja, distância entre as duas colunas, como elemento constante. Como a matemática fornece diversas informações, seja por meio de observação direta, análise da inclinação da reta ou cálculo de áreas sob a curva, a análise dos gráficos referentes a este primeiro cenário foi através de alguns conceitos matemáticos sobre declividade de reta. Sendo assim, serão apresentadas algumas explicações para o melhor entendimento do que será descrito nas análises do primeiro cenário. Neste caso, analisou-se o objeto através da inclinação ou coeficiente angular da reta, também conhecido como declividade.

De acordo com IM-UFRJ (s.d), a inclinação da reta para o estudo do cálculo é algo bem importante que expressa a taxa de variação, onde a parte horizontal, relacionada ao eixo x , é denominada de distância e a parte vertical, relacionada ao eixo y , é denominada de aumento ou redução. A inclinação ou coeficiente angular de uma reta não vertical é definida como a razão entre o aumento e a distância. Assim, a declividade m de uma reta é definida como sendo a tangente do seu ângulo de inclinação ou, de forma equivalente, a taxa de variação da distância vertical em relação à variação da distância horizontal, à medida que um ponto se move ao longo da reta, em qualquer percurso. Ou seja, $m = \operatorname{tg} \theta = \Delta y / \Delta x$. Isso quer dizer que, se uma reta tem declividade m , cada unidade de variação na direção horizontal corresponde a m unidades de variação na direção vertical. A variação vertical poderá ser para cima ou para baixo, dependendo do sinal de m . Repare

que quanto maior é o valor absoluto de m , mais inclinada é a reta. A declividade é, portanto, um número adimensional (sem unidade), ou seja, é um número desprovido de qualquer unidade física que o defina, podendo ser expressa por uma fração ordinária, por um número decimal ou por uma percentagem. É importante considerar que o eixo x das figuras 20 a 23, que representa a distância, tem, neste caso, seu valor constante.

Com a reta crescente, à medida em que x cresce, os valores de y também crescem. Em outras palavras, a reta ascende para a direita. Já com a reta decrescente, à medida em que x cresce, os valores de y decrescem. Em outras palavras, a reta descende para a direita.

Basta saber o seguinte:

Se a reta é horizontal implica em $m = 0$;

Se a reta é crescente implica em $m > 0$;

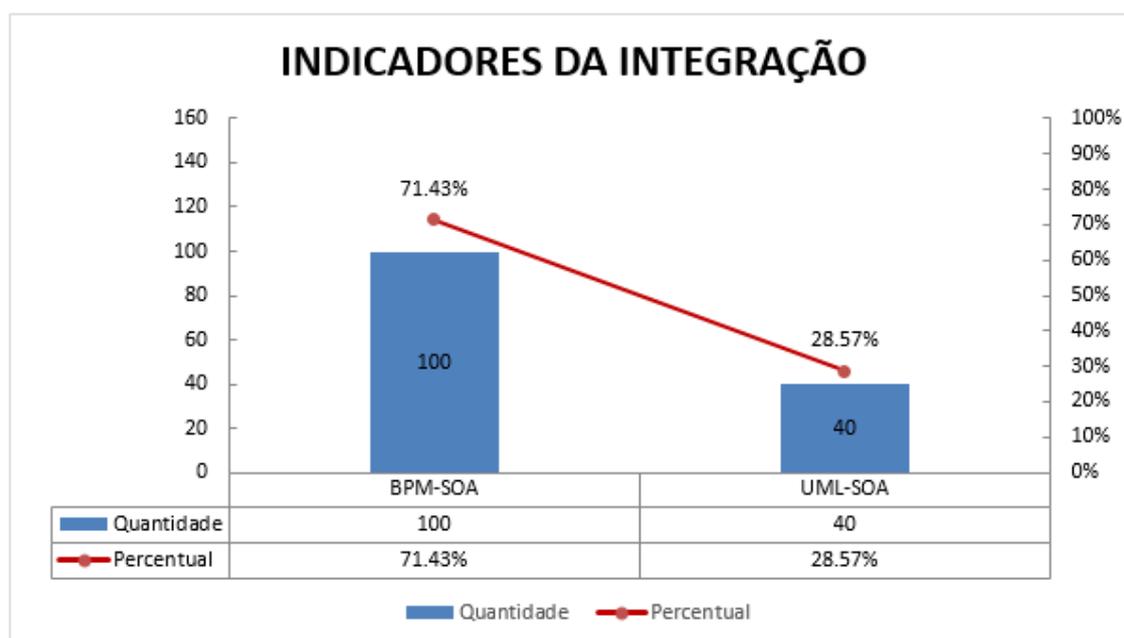
Se a reta é decrescente implica em $m < 0$;

Se a reta é vertical implica em m não existir.

O fato de um dado coeficiente angular ser maior que outro indica que a reta associada a este coeficiente cresce mais rapidamente que a outra reta. Se um coeficiente angular é negativo e o módulo deste é maior que o módulo de outro coeficiente, temos que a reta associada ao mesmo decresce mais rapidamente que a outra.

Percebemos na Figura 20 que a reta é decrescente, mas por razão óbvia, pois a quantidade levantada através de estudos de indicadores da integração na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA é 2,5 vezes maior.

Figura 20. Comparação Quantitativa e Qualitativa do Total de Indicadores do Cenário 1.a



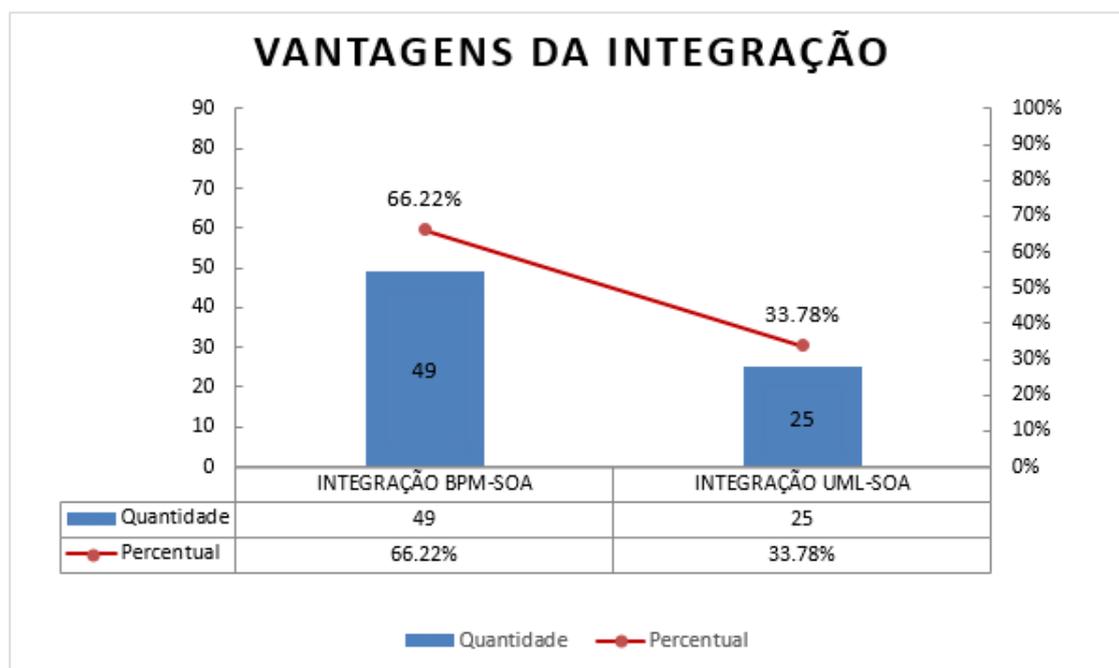
Fonte: o autor

Esse fato ocorre porque o quantitativo de trabalhos disponíveis e levantados na literatura relacionado à convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA é bem maior. Isso mostra que atualmente existe uma tendência de estudos que apostam mais na convergência BPM-SOA do que na convergência UML-SOA.

A declividade da reta obtida através dos termos percentuais encontrados foi de 42,86%. Este valor encontrado na relação dos indicadores da integração da convergência BPM-SOA para a convergência UML-SOA servirá como referência para análise das vantagens da integração, desvantagens da integração e problemas da integração em relação a ambas integrações, pois representa, em termos qualitativos, o quanto em percentual da convergência BPM-SOA traz de diferenças através do todo em relação à convergência UML-SOA.

Percebemos na figura 21 que a reta é decrescente, pois a quantidade levantada através de estudos de indicadores da integração na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA é quase 2 vezes maior. Este número retrata que, em relação à quantidade de indicadores da integração, o número de vantagens na convergência BPM-SOA em relação à UML-SOA apresenta um valor menor quanto ao número de indicadores da integração levantados. Isso reforça que a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA tem menos vantagens, em termos quantitativos.

Figura 21. Comparação Quantitativa e Qualitativa de Vantagens do Cenário 1.a



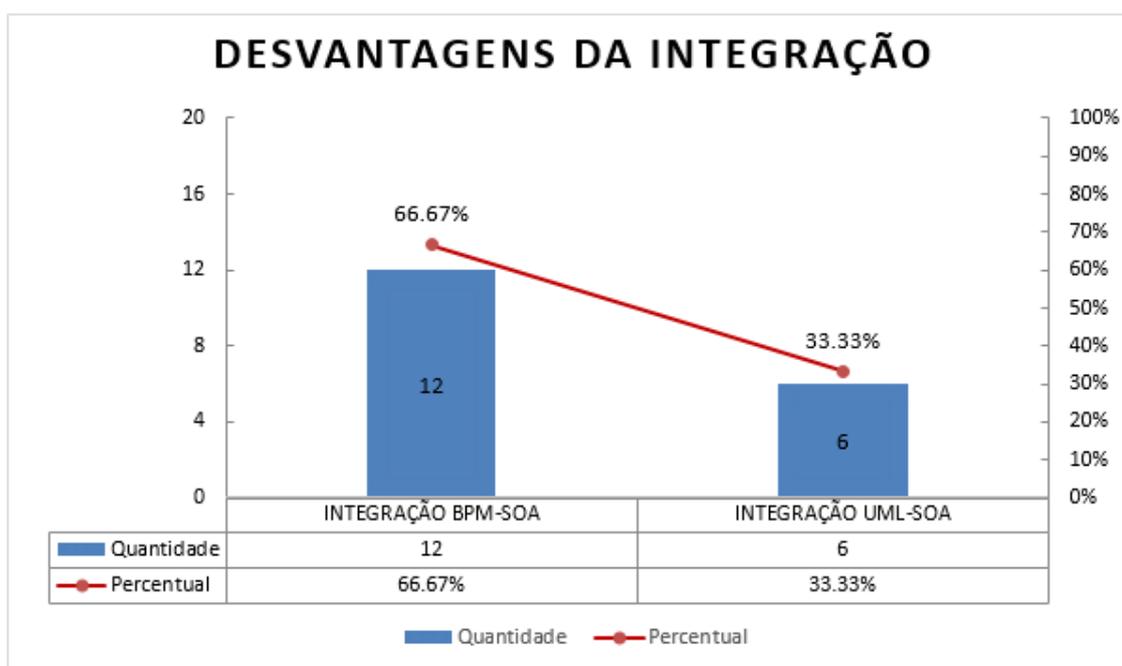
Fonte: o autor

A declividade da reta obtida através dos termos percentuais encontrados foi de 32,44%. Isso nos mostra que a quantidade relacionada às vantagens da integração diminuiu percentualmente em relação aos indicadores da integração levantados, ou seja, do ponto de vista qualitativo, a integração BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA apresenta um menor percentual, pois

a declividade da reta obtida é menor que a declividade dos indicadores da integração que serviram como referência. Isso implica em dizer que a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA tem menos vantagens.

Na figura 22, a seguir, percebemos que a reta é decrescente, pois a quantidade levantada através de estudos de indicadores da integração na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA é de 2 vezes maior. Este número retrata que, em relação à quantidade de indicadores da integração que o número de desvantagens na convergência BPM-SOA em relação à UML-SOA apresenta um valor menor em comparação ao número de indicadores levantados. Isso já nos mostra que, quantitativamente, a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA possui menos desvantagens. É importante destacar que essa diferença é meramente quantitativa e se opõem aos achados qualitativos.

Figura 22. Comparação Quantitativa e Qualitativa de Desvantagens do Cenário 1.a



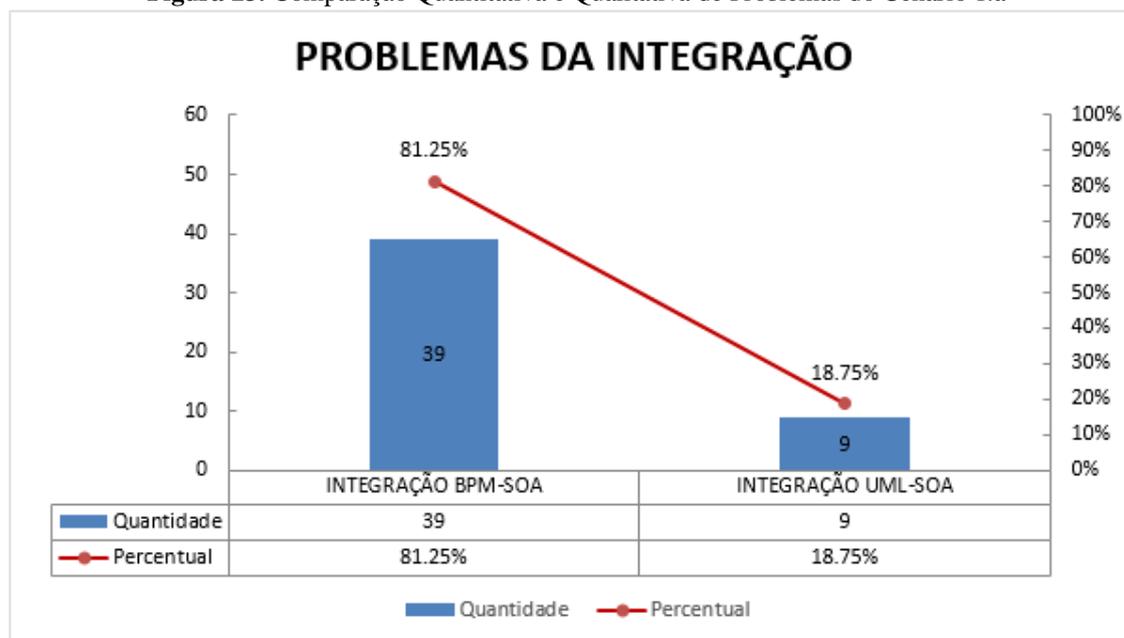
Fonte: o autor

A declividade da reta obtida através dos termos percentuais encontrados foi de 33,34%. Assim, a quantidade relacionada às desvantagens da integração diminuiu percentualmente em relação aos indicadores da integração levantados. Isso significa que, do ponto de vista qualitativo, a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA apresenta menos desvantagens, pois a declividade da reta obtida é menor que a declividade dos indicadores da integração que serviram como referência. Isso nos mostra que a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA tem, qualitativamente, menos desvantagens, ou seja, podemos afirmar que os dados aqui obtidos apontam para uma relativa superioridade da convergência BPM-SOA.

Na figura 23, a seguir, percebemos que a reta traçada é decrescente, uma vez que a quantidade levantada através de estudos de indicadores da integração na convergência BPM-SOA em relação

à convergência UML-SOA é quase 4,5 vezes maior. Vale destacar que se trata de uma diferença bastante expressiva e que reforça o que já foi visto na análise da figura 21, apontando novamente para uma vantagem de UML-SOA em relação a BPM-SOA. Esta proporção retrata que, em relação à quantidade de indicadores da integração, o número de problemas da integração na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA apresenta um valor maior, em quase o dobro, quanto ao número de indicadores da integração levantados. Isso nos mostra que a integração BPM-SOA em relação a integração UML-SOA possui, quantitativamente, mais problemas.

Figura 23. Comparação Quantitativa e Qualitativa de Problemas do Cenário 1.a



Fonte: o autor

A declividade da reta obtida através dos termos percentuais encontrados foi de 62,50%. Isso nos mostra que a quantidade relacionada aos problemas da integração aumentou percentualmente em relação aos indicadores da integração levantados, ou seja, qualitativamente, a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA apresenta um número de problemas elevado, pois a declividade da reta obtida é maior que a declividade dos indicadores da integração que serviram como referência. Isso mostra que a integração BPM-SOA em relação a integração UML-SOA tem, qualitativamente, mais problemas.

O quadro 19, a seguir, resume os dados do primeiro cenário quantitativa e qualitativamente.

Quadro 19. Análise Quantitativa e Qualitativa do Cenário 1.a

CENÁRIO 1	BPM-SOA / UML-SOA	m
INDICADORES	2,5	42.86%
VANTAGENS	≈ 2,0	32.44%
DESVANTAGENS	2,0	33.34%
PROBLEMAS	≈ 4,5	62.50%

Fonte: o autor

Tomando como parâmetro os indicadores de integração levantados e, por conseguinte, seu valor proporcional relacionado às integrações BPM-SOA e UML-SOA e a declividade da reta para os indicadores da integração, temos uma parametrização para as vantagens da integração, desvantagens da integração e problemas da integração. Assim, observamos que:

- Quanto às vantagens da integração, a integração BPM-SOA possui menos vantagens que a integração UML-SOA em termos qualitativos apesar de ter mais no quantitativo.
- Quanto às desvantagens, a integração BPM-SOA possui menos desvantagens que a integração UML-SOA em termos qualitativos apesar de ter mais no quantitativo.
- Quanto aos problemas, a integração BPM-SOA possui mais problemas que a integração UML-SOA tanto em termos quantitativos como qualitativos.

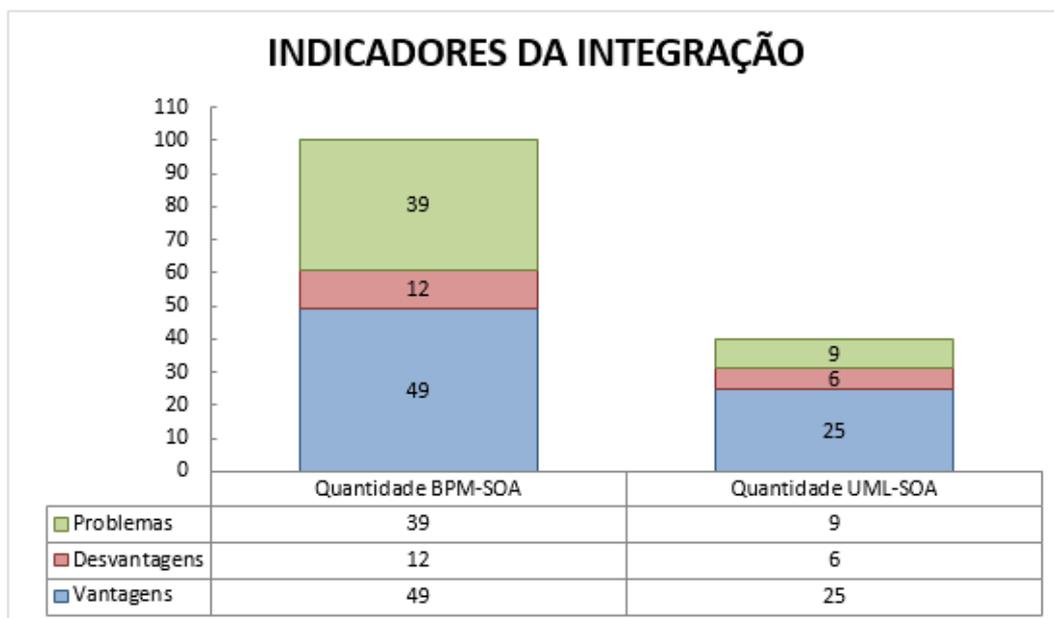
4.2.2 CENÁRIO 2.a

Neste segundo cenário, utilizamos os indicadores de integração separados, ou seja, somente aqueles relacionados às respectivas integrações, BPM-SOA e UML-SOA, diferentemente do que foi analisado no cenário 1. Assim, analisamos as figuras 24 e 25, quantitativa e qualitativamente, respectivamente, levando em consideração o comparativo das integrações BPM-SOA e UML-SOA. O processo de análise é até mais simples, não sendo necessário utilizar argumentos matemáticos, somente uma análise numérica e percentual, pois se trata somente dos indicadores relativos e não absolutos.

Na figura 24, são mostrados, quantitativamente, os indicadores da integração referentes às convergências BPM-SOA e UML-SOA. Foram expostos de maneira classificatória e, visualmente, são nítidas as diferenças.

Em relação à quantidade apresentada em BPM-SOA, foram 100 indicadores da integração, enquanto na UML-SOA foram 40 indicadores. Isso se justifica, pois, conforme já visto, a quantidade de trabalhos selecionados relacionados à integração BPM-SOA foi maior que a quantidade relacionada à integração UML-SOA. Podemos perceber que todos os indicadores da integração sejam eles: vantagens, desvantagens ou problemas na integração BPM-SOA são maiores que na integração UML-SOA. Percebemos ainda que a quantidade de indicadores da integração BPM-SOA que representam vantagens é ainda maior do que todos os indicadores da integração UML-SOA.

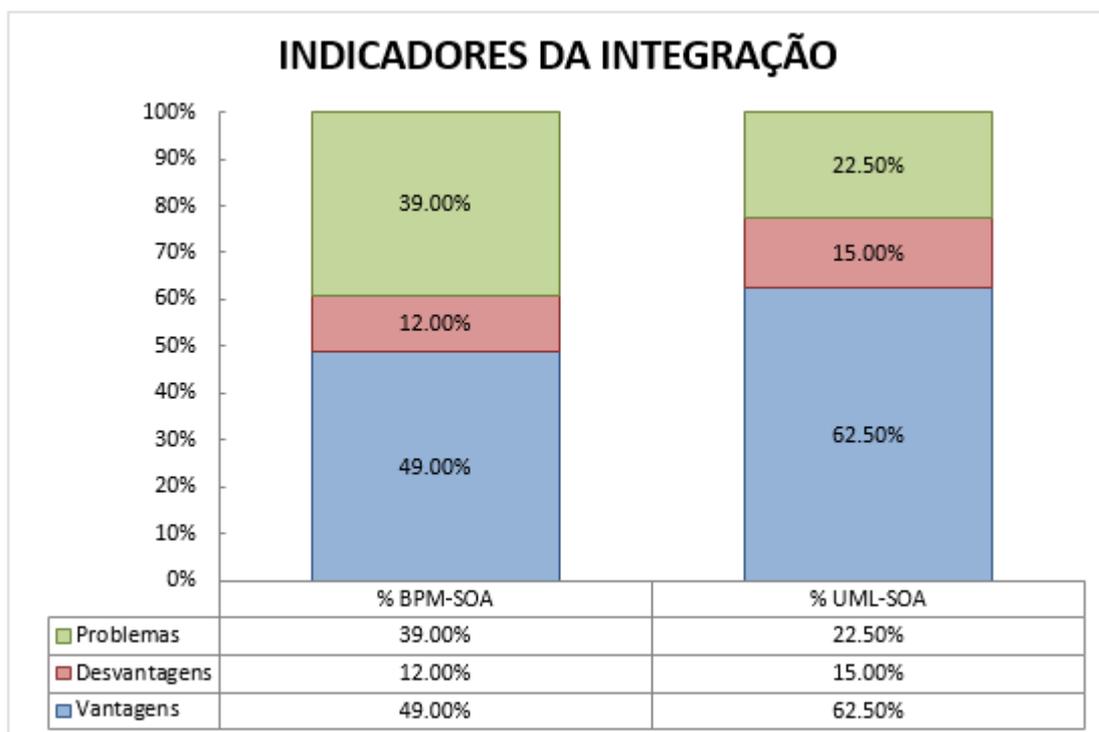
Figura 24. Análise Quantitativa dos Indicadores do Cenário 2.a



Fonte: o autor

Analisando a figura 25, a seguir, percebe-se claramente que, qualitativamente, a integração BPM-SOA em relação à UML-SOA possui maior percentual de problemas, menor percentual de desvantagem e de vantagem referente aos indicadores da integração de cada convergência.

Figura 25. Análise Qualitativa dos Indicadores do Cenário 2.a



Fonte: o autor

Quando tratamos de *vantagens*, estamos nos referindo a algo que, de certa forma, traz alguma condição de superioridade ou circunstância que resulta em algum benefício. Desta forma, nas convergências BPM-SOA e UML-SOA, a última traz mais vantagens sob o aspecto qualitativo.

No tocante à *desvantagens*, referimo-nos a algo que, de certa forma, traz algum prejuízo ou ausência de vantagem na convergência BPM-SOA e UML-SOA. Nessa perspectiva, BPM-SOA se encontra numa situação superior que UML-SOA, ou seja, a convergência BPM-SOA traz uma menor desvantagem do que a UML-SOA sob o aspecto qualitativo. Em relação a *problemas*, referimo-nos a algo que impede ou dificulta a convergência BPM-SOA e UML-SOA, pois são circunstâncias cuja resolução ainda não ocorreu e que ainda se encontra com dificuldades para solução, denotando impedimento e sendo tratado ainda como algo complexo. Desta forma, na convergência BPM-SOA e UML-SOA, a última traz mais vantagens sob a perspectiva qualitativa.

Conforme figura 24, que representa características quantitativas, e a figura 25, que representa características qualitativas, pode-se observar que, apesar da integração BPM-SOA, quantitativamente, possuir mais vantagens, mais desvantagens e mais problemas que a integração UML-SOA, esta última, qualitativamente, é mais vantajosa. É possível chegar a essa conclusão observando a figura 25 que mostra os dados em porcentagem. Observa-se que, percentualmente, a vantagem da integração UML-SOA é maior que da integração BPM-SOA, o problema da integração UML-SOA é menor que da integração BPM-SOA e a desvantagem da integração UML-SOA é maior que da integração BPM-SOA. Apesar de a desvantagem da integração UML-SOA ser maior que da integração BPM-SOA, a diferença entre ambas é de apenas 3,0%, o que menos é significativo se observarmos que a diferença entre as vantagens é de 13,5% e a diferença entre os problemas é de 16,5%. Essa análise ratifica que os dois cenários apresentam o mesmo resultado.

4.3 VISÃO POR BLOCOS

Esta análise trata de uma avaliação geral dos resultados encontrados anteriormente, relacionados aos indicadores das integrações, bem como aos cenários de integrações apresentados, visando aumentar a eficácia desta. Sua base será voltada para os indicadores levantados e sua escolha e classificação se dará levando-se em consideração a relevância dos mesmos, diante do contexto do estudo da convergência, através da literatura aqui levantada.

Vale salientar que foi feita a junção dos indicadores das integrações em blocos, por entendermos que se tratavam de indicadores semanticamente correlacionados e, de certa forma, apresentaram relativa redundância. Não foram descartadas essas possíveis redundâncias, pois este trabalho se propunha a levantar os dados e apresentar os cenários fundamentados na literatura especializada, de acordo com a percepção dos autores aqui estudados, sem interferências diretas nessa percepção nem nas avaliações feitas por eles ou nos resultados inicialmente obtidos. Dessa forma, foi elaborada separadamente uma composição das vantagens, desvantagens e problemas relacionados ao processo de integração tanto de BPM-SOA quanto de UML-SOA. Após a análise dos resultados iniciais, foi feita, então, a agregação dos indicadores aqui compreendidos como

semanticamente equivalentes, criando-se, assim, os blocos por uma relação de causa e consequência; característica; especificidade ou similitude. A partir da análise desses indicadores, foram formados 38 blocos nos quais se encontram as vantagens, desvantagens e problemas das integrações.

4.3.1 BPM-SOA II

Tendo como ponto de partida a formação dos blocos já mencionados, estes serão analisados por assuntos e não individualmente. A partir daí, faremos uma divisão, conforme visto nos quadros 20, 21 e 22, a seguir, as quais representam as desvantagens, vantagens e problemas, respectivamente.

De acordo com esta análise, verificou-se que alguns indicadores representavam as mesmas características, princípios ou intenção, porém, expresso de forma diferente pelos autores. Nas desvantagens de integração, os indicadores foram divididos em três blocos, conforme quadro 20.

No quadro 21, após a avaliação, também se verificou que alguns indicadores representavam as mesmas características, sendo escrito pelos autores tratados nesta pesquisa de maneira diferente. Nas vantagens de integração os indicadores da mesma foram divididos em dez blocos.

Já no quadro 22, que trata dos problemas de integração BPM-SOA, após a avaliação, verificou-se que alguns indicadores eram consequência de outros, tendo o mesmo princípio. Nos problemas de integração os indicadores da mesma foram divididos em oito blocos.

Quadro 20. Desvantagens da Integração BPM-SOA

<p>BLOCO 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desperdício de tempo na troca de dados; ✓ Não recebe dados de entrada; ✓ Redundância na transferência de dados; <p>BLOCO 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pouco conhecimento relacionado à orientação a objeto; ✓ Pouca agilidade quanto às mudanças dos processos; ✓ Pouca flexibilidade em relação às mudanças dos processos; ✓ Privação do desenvolvimento de melhor conhecimento da organização; ✓ Muito tempo para execução da coreografia; <p>BLOCO 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementações imaturas; ✓ Má interoperabilidade; ✓ Normas imaturas; ✓ Processos de negócio mal definidos;
--

Fonte: o autor

Quadro 21. Vantagens da Integração BPM-SOA**BLOCO 1**

- ✓ Abrange modelagem de processos de negócio;
- ✓ Análise de processos de negócio;
- ✓ Apoio para o funcionamento em paralelo dos processos de negócios;
- ✓ Melhor capacidade de descrição para os processos de negócios;
- ✓ Colaboração de processos de negócio;
- ✓ Combinação de processos;
- ✓ Distribuição de processos de negócios;
- ✓ Governança de processos;

BLOCO 2

- ✓ Conectividade de serviços
- ✓ Conectividade de processos;
- ✓ Encapsulamento de serviços;
- ✓ Granularidade adequada do serviço;

BLOCO 3

- ✓ Maior eficiência dos processos;
- ✓ Eficiência operacional dos processos;
- ✓ Maior velocidade nas operações dos processos;
- ✓ Redução de custos operacionais da empresa;
- ✓ Redução dos riscos dos negócios;

BLOCO 4

- ✓ Flexibilidade de processos;
- ✓ Maior alinhamento dos processos;
- ✓ Modernização das operações dos processos;
- ✓ Operação de processos de negócio;
- ✓ Orquestração de serviços;
- ✓ Reestruturação de processos de negócio;
- ✓ Reutilização de processos;
- ✓ Robustez de processos;
- ✓ Otimização de processos de negócio;

BLOCO 5

- ✓ Boa resposta à mudança de demanda;
- ✓ Escalabilidade de funções de serviços;

BLOCO 6

- ✓ Comunicação em tempo real com parceiros e clientes;
- ✓ Comunicação segura com parceiros e clientes;
- ✓ Fidelização do cliente;
- ✓ Melhor atendimento ao cliente;
- ✓ Satisfação do cliente;

BLOCO 7

- ✓ Confiabilidade de dados;
- ✓ Controle de acesso de dados;
- ✓ Controle dos processos;
- ✓ Integração de processos;
- ✓ Integração de serviços;
- ✓ Integridade de dados;
- ✓ Monitoramento de processos de negócio;
- ✓ Privacidade de dados;
- ✓ Proteção de dados;
- ✓ Integração de serviços de dados;
- ✓ Controle de troca de mensagens;

BLOCO 8

- ✓ Criação de receitas;
- ✓ Habilitação de receitas a longo prazo;
- ✓ Otimização de receitas;

BLOCO 9

- ✓ Ferramentas unificadas;

BLOCO 10

- ✓ O Modelo Independente de Plataforma (*Platform Independent Model - PIM*) é especificado em uma linguagem de modelagem como BPMN e descreve a estrutura de um sistema.

Fonte: o autor

Quadro 22. Problemas da Integração BPM-SOA**BLOCO 1**

- ✓ Ausência de padrões genéricos da integração;
- ✓ Distribuição dos processos não preparada para teste distribuído;
- ✓ Necessidade de controlador de processos;
- ✓ Necessidade de gerador de respostas aos processos;
- ✓ Necessidade de gerenciador de sessões dos processos;
- ✓ Necessidade de padronizar termos técnicos;
- ✓ Necessidade de protocolo manipulador dos processos;
- ✓ Não se pode desconsiderar aspectos como QoS dos processos;
- ✓ Linguagens de coreografia como BPMN não preenchem todos os requisitos de integração;
- ✓ Incompatibilidade de ferramentas;
- ✓ Incompatibilidade de protocolos;
- ✓ Grande quantidade de softwares heterogêneos;

BLOCO 2

- ✓ BPEL depende, para fazer descrição dos serviços, do uso de XML puro ou XML Schema;
- ✓ Com BPEL, é difícil ler WSDL;

BLOCO 3

- ✓ Uso de serviços web restrito;
- ✓ Problemas de conectividade entre sistemas podem limitar a aplicabilidade ;

BLOCO 4

- ✓ Custo de implantação de SOA;
- ✓ Maiores dificuldades de implementação para pequenas e médias empresas;

BLOCO 5

- ✓ Difícil especificar um bom nível de granularidade de serviço;

BLOCO 6

- ✓ Problemas comportamentais e culturais;
- ✓ Problemas estruturais e organizacionais;
- ✓ Mudança de paradigma empresarial;
- ✓ Falta de compreensão de arquitetura holística;
- ✓ Falta de definição clara dos responsáveis pelos processos;
- ✓ Falta de medições financeiras;
- ✓ Falta de patrocínio da alta administração;
- ✓ Falta de priorização para melhoria dos processos;
- ✓ Falta de alinhamento dos processos à estratégia;

BLOCO 7

- ✓ Dificuldade de garantir consistência nos processos quando várias pessoas trabalham neles;
- ✓ Dificuldade para equilíbrio entre desempenho, reutilização e testes dos processos;
- ✓ Dificuldade para implantação da combinação entre orquestração e coreografia;
- ✓ Dificuldades de achar um processo dentro de um conjunto;
- ✓ Dificuldades de gerenciar diferentes versões de processos;
- ✓ Disponibilidade de esforços e tempo para obter maturidade;
- ✓ Escassez de estudos sobre as desvantagens da combinação entre orquestração e coreografia;
- ✓ Escassez de literatura;
- ✓ Falha na comunicação entre os envolvidos nos processos;
- ✓ Falhas no gerenciamento do desempenho dos processos;

BLOCO 8

- ✓ Vários aspectos qualitativos foram observados apenas em um protótipo;

Fonte: o autor

4.3.2 UML-SOA II

Tendo como ponto de partida os indicadores encontrados na integração UML-SOA, os quais foram divididos por blocos semelhantemente à seção 4.3.1. A análise também será a partir desses blocos e não por indicadores individuais. Assim, faremos uma divisão em blocos, conforme visto nos quadros 23, 24 e 25, a seguir, as quais representam as desvantagens, problemas e vantagens, respectivamente.

De acordo com a análise feita, verificou-se que alguns indicadores representavam as mesmas características, princípios ou intenção, porém, escrito de forma diferente. No quadro 23, os indicadores que representam as desvantagens de integração foram divididos em três blocos.

No quadro 24, que trata dos problemas de integração, após a avaliação, verificou-se que alguns indicadores eram consequência de outros, tendo o mesmo princípio. Nos problemas de integração, os indicadores da mesma foram divididos cinco blocos.

No quadro 25, após a avaliação, também se verificou que alguns indicadores representavam as mesmas características, expressas pelos autores aqui tratados de maneira diferente. Nela, os indicadores que representam as vantagens foram divididos em nove blocos.

Assim, os cenários que serão desenvolvidos na próxima seção levarão em consideração o quantitativo de blocos classificados em cada aspecto e em cada integração.

Quadro 23. Desvantagens da Integração UML-SOA

<p>BLOCO 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de elementos sintáticos; ✓ Incoerência linguística para modelagens orientadas a serviços. <p>BLOCO 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ SoaML não cobre diretamente a confiabilidade na entrega de mensagens; ✓ SoaML não cobre diretamente a governança SOA; ✓ SoaML não cobre diretamente os protocolos de nível de serviços; <p>BLOCO 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Necessidade de testes frequentes de coreografias no contexto de SOA.

Fonte: o autor

Quadro 24. Problemas da Integração UML-SOA

<p>BLOCO 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ linguagem de modelagem do sistema; ✓ As modelagens existentes para SOA não fornecem linguagem nativa na construção de um modelo; <p>BLOCO 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cada processo de negócio precisa ter um serviço correspondente atribuído adequado que se comunique com outros com baixo acoplamento; <p>BLOCO 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Esforço adicional no seu mapeamento para uma plataforma de software; ✓ Há lacunas semânticas que imprimem um esforço adicional à integração; ✓ Não há total aplicabilidade dos conceitos UML para a modelagem de SOA; <p>BLOCO 4</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fornece distintas formas de abstrações; <p>BLOCO 5</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ SoaML é bastante nova e, em grande parte, não é nem aplicada na prática; ✓ SoaML não fornece qualquer orientação normativa para a especificação do comportamento SOA, tanto para orquestração quanto para coreografia de serviços;
--

Fonte: o autor

Quadro 25. Vantagens da Integração UML-SOA

BLOCO 1

- ✓ A UML-AD é capaz de fornecer uma notação de fácil análise;

BLOCO 2

- ✓ Apresenta o uso MBT (Model Based Testing) em uma linguagem de domínio específica (Domain Specific Language - DSL);
- ✓ Descreve uma nova ferramenta de geração de teste com base na UML;

BLOCO 3

- ✓ Capacita empresas a automatizar;
- ✓ Otimiza as cadeias de valor;

BLOCO 4

- ✓ Facilita a capacidade de TI em tecnologias complexas e heterogêneas;
- ✓ Fornece suporte para modelar serviços a um maior nível de abstração;
- ✓ Não há preocupações da interação de serviço a nível arquitetônico;
- ✓ Não se preocupa com o menor nível de detalhes tecnológicos;
- ✓ Promove o compartilhamento de lições aprendidas.

BLOCO 5

- ✓ O PIM é especificado em uma linguagem de modelagem UML;
- ✓ O PIM apresenta relativa neutralidade na perspectiva da implementação;
- ✓ O PIM descreve a estrutura de um sistema;

BLOCO 6

- ✓ Permite desacoplamento da arquitetura com a plataforma;
- ✓ Separa a integração de escopos de negócios;

BLOCO 7

- ✓ Possui Linguagem específica – SoaML;
- ✓ SoaML oferece uma estrutura de extensão SOA orientada a processos;
- ✓ SoaML permite o serviço de integração no nível modelo;
- ✓ SoaML permite o serviço de interoperabilidade;
- ✓ SoaML pode ser usado para gerar artefatos BPEL, C #, descritores de implantação, HTML, Java, Ruby, WSDL, XSD;

BLOCO 8

- ✓ Um modelo específico de plataforma (*Platform specific Model* - PSM) mostra, de forma descritiva, a efetiva integração UML e SOA;

BLOCO 9

- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de execução de dados;
- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de invocação do processo;
- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de processos através de coreografias
- ✓ UML4SOA permite modelar fluxos de processos por meio de orquestração;

Fonte: o autor

4.4 ANÁLISE DE CENÁRIOS II

Nesta pesquisa, foram feitos e analisados dois cenários através dos indicadores das integrações BPM-SOA e UML-SOA, bem como suas vantagens, desvantagens e problemas. A partir daí, obtivemos, através dos dois cenários, qual o tipo de integração que melhor se adequa diante dos resultados obtidos através do levantamento da literatura.

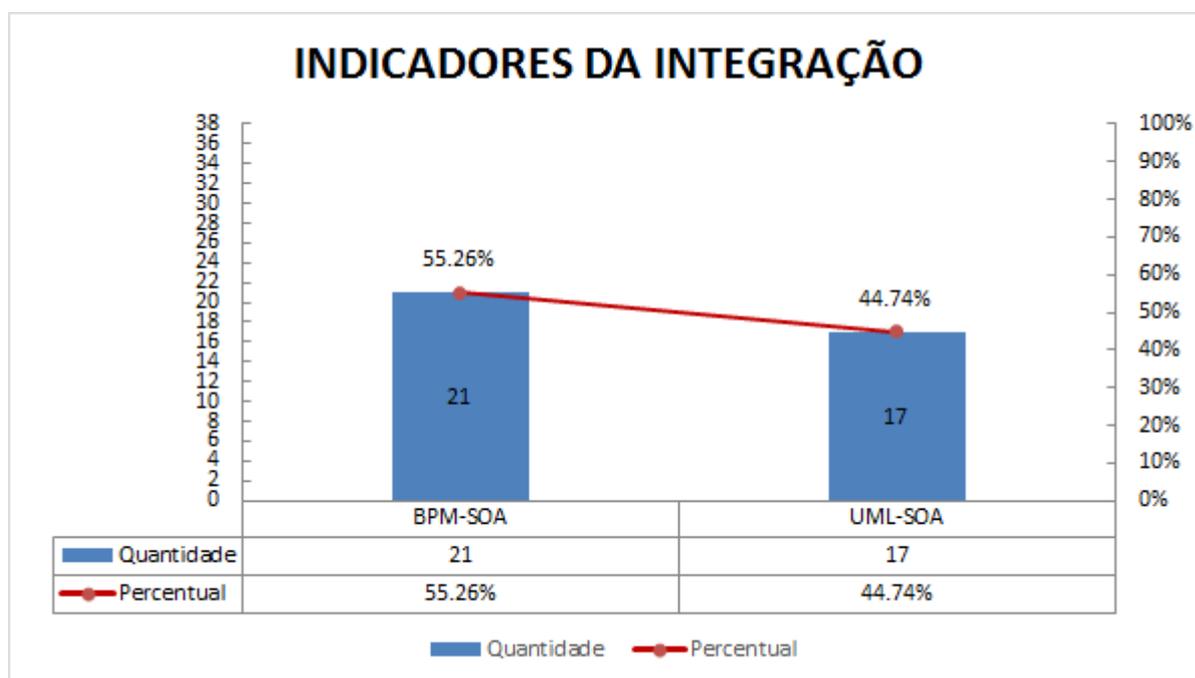
Verificamos, assim, que é importante desenvolver cenários futuros, pois saber identificar prováveis ameaças e oportunidades com antecipação permite-nos adquirir uma *vantagem estratégica* sobre os demais, otimizar os recursos de poder disponíveis, focar a ação naquilo que importa. Dessa forma, identificamos tendências e padrões estruturais de comportamento, formulamos conjuntos coerentes de relações e modelamos visões de futuro.

4.4.1 CENÁRIO 1.b

Neste primeiro cenário, após a análise crítica, utilizamos o mesmo princípio verificado na subseção 4.2.1, com a diferença de tratarmos os dados por blocos e não por indicadores independentes. Aqui tratamos os blocos juntos, ou seja, seu quantitativo absoluto, independente de ser relacionado ao tipo de integração BPM-SOA ou UML-SOA. Neste cenário também analisamos os gráficos separadamente, através da divisão de blocos onde se encontram os indicadores das integrações relacionados às vantagens, desvantagens e problemas das integrações, respectivamente.

A relação é a mesma BPM-SOA para UML-SOA e a consideração de argumentos matemáticos também são os mesmos, diferindo apenas na análise que será por blocos, conforme já mencionado. Percebemos na figura 26 que a reta é decrescente, pois a quantidade dividida em blocos através da análise na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA é aproximadamente 1,23. Este número retrata que, a relação de blocos envolvidos na convergência BPM-SOA em relação à UML-SOA apresenta um valor maior. Isso mostra que o quantitativo de trabalhos disponíveis relacionados à convergência BPM-SOA é maior, o que mostra que existe uma tendência maior de estudos para essa convergência.

Figura 26. Comparação Quantitativa e Qualitativa dos Blocos de Indicadores do Cenário 1.b



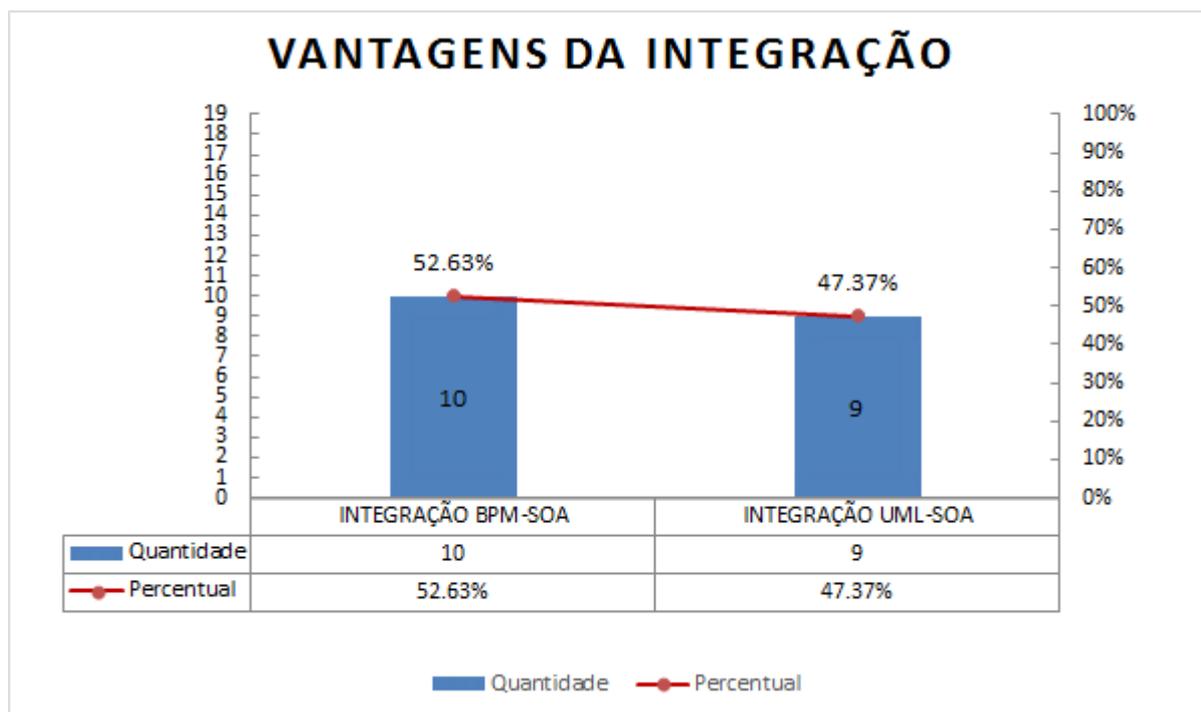
Fonte: o autor

A declividade da reta obtida através dos termos percentuais encontrados foi de 10,52%. Esse valor encontrado na relação da divisão de blocos da convergência BPM-SOA para UML-SOA servirá como parâmetro para os blocos analisados das vantagens, desvantagens e problemas das

integrações, pois representa, qualitativamente, o percentual que a convergência BPM-SOA traz de diferenças através do todo em relação à convergência UML-SOA.

Percebemos na figura 27 que a reta é decrescente, pois a quantidade dividida em blocos é quase a mesma em ambas as convergências, tendo uma relação de aproximadamente 1,1. Esse número retrata que a relação de blocos envolvidos relacionados ao número de vantagens na convergência BPM-SOA em relação à UML-SOA apresenta um valor menor em comparação com a divisão de blocos.

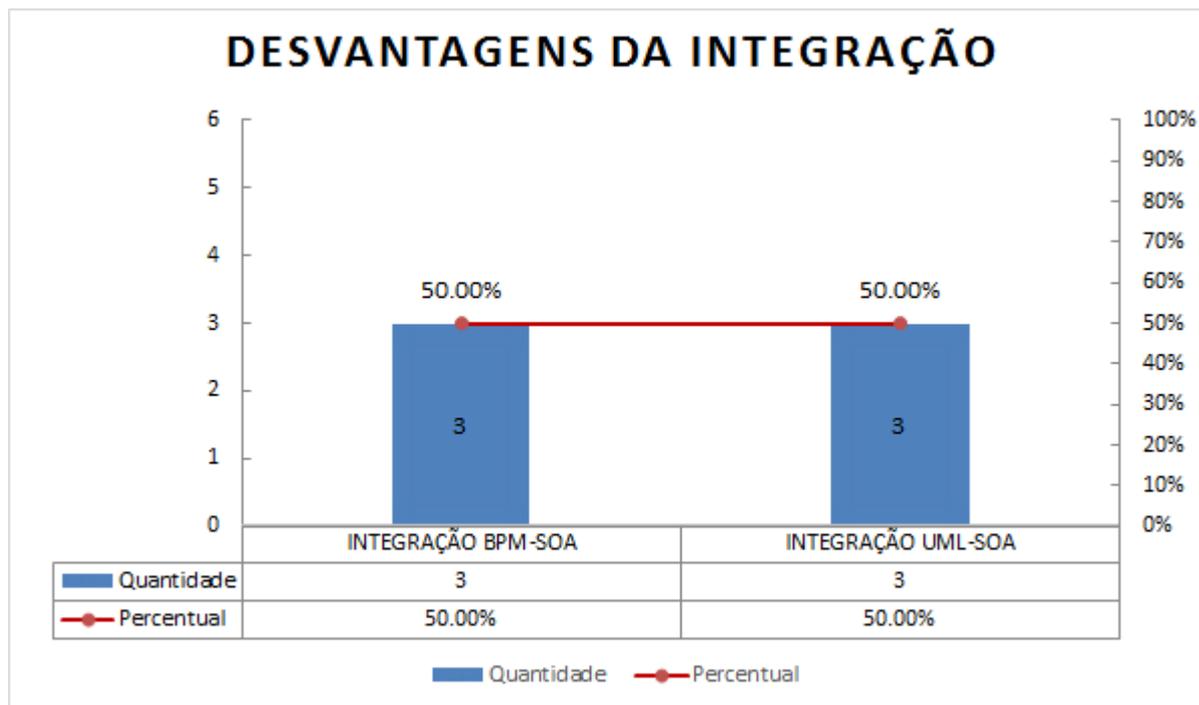
Figura 27. Comparação Quantitativa e Qualitativa dos Blocos de Vantagens do Cenário 1.b



Fonte: o autor

A declividade da reta obtida através dos termos percentuais encontrados foi de 5,26%. Isso nos mostra que a quantidade relacionada às vantagens da integração diminuiu percentualmente em relação à divisão de blocos levantados, ou seja, qualitativamente, a integração BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA apresenta um menor percentual, tomando por base a declividade da reta já apresentada na subseção 4.2.1. Isso significa que a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA tem menos vantagens.

Na figura 28, a seguir, percebemos que a reta é horizontal, pois a quantidade levantada de divisão de blocos foi igual na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA. Esse número retrata que, em relação à divisão de blocos, o número de desvantagens na convergência BPM-SOA em relação à UML-SOA é igual, ou seja, ambas as integrações possuem igualdade em desvantagens. É importante destacar que essa diferença é meramente quantitativa e se opõem aos achados qualitativos.

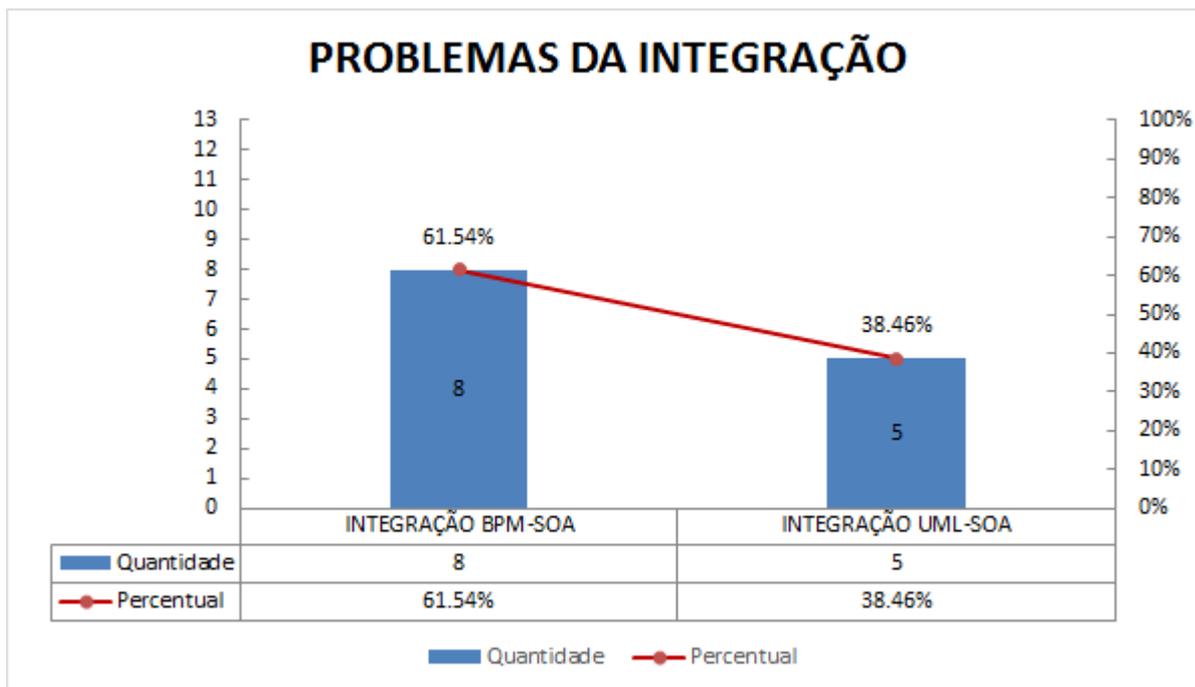
Figura 28. Comparação Quantitativa e Qualitativa dos Blocos de Desvantagens do Cenário 1.b

Fonte: o autor

A declividade da reta obtida através dos percentuais encontrados foi de 0,0%. Assim, a quantidade relacionada às desvantagens da integração é nenhuma em relação à divisão de blocos. Isso significa que, qualitativamente, a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA apresenta a mesma desvantagem, pois não há declividade da reta.

Na figura 29, a seguir, percebemos que a reta traçada é decrescente, uma vez que a quantidade levantada através de divisão de blocos na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA é de 1,6 vezes maior. Essa proporção retrata que, em relação à quantidade de divisão de blocos, o número de problemas da integração na convergência BPM-SOA em relação à convergência UML-SOA apresenta um valor maior. Assim, quantitativamente, BPM-SOA tem mais problemas em comparação com UML-SOA.

A declividade da reta obtida através dos percentuais encontrados foi de 23,08%. Isso nos mostra que a quantidade relacionada aos problemas da integração aumentou percentualmente em relação à divisão de blocos levantados, ou seja, qualitativamente, a integração BPM-SOA em relação à integração UML-SOA apresenta um número de problemas elevado, de acordo com o estudo da declividade da reta já apresentado na subseção 4.2.1.

Figura 29. Comparação Quantitativa e Qualitativa dos Blocos de Problemas do Cenário 1.b

Fonte: o autor

O Quadro 26 resume os dados do primeiro cenário quantitativa e qualitativamente.

Quadro 26. Análise Quantitativa e Qualitativa do Cenário 1.b

CENÁRIO 1	BPM-SOA / UML-SOA	$ m $
INDICADORES	$\approx 1,23$	10.52%
VANTAGENS	$\approx 1,11$	5.26%
DESVANTAGENS	1,0	0,00%
PROBLEMAS	1,6	23.08%

Fonte: o autor

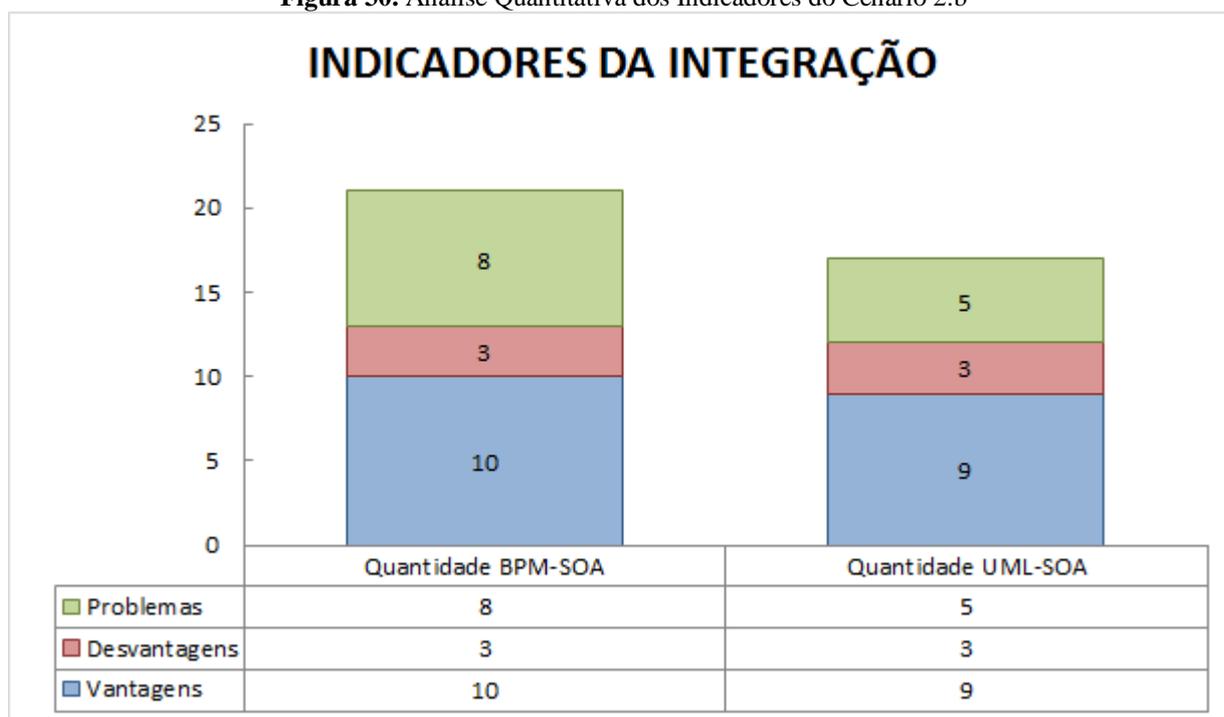
Tomando como parâmetro as divisões de blocos levantados e, por conseguinte, seu valor proporcional relacionado às integrações BPM-SOA e UML-SOA e a declividade da reta, temos uma parametrização para as vantagens, desvantagens e problemas das integrações. Assim, observamos que:

- Quanto às vantagens, a integração BPM-SOA possui menos vantagens que a integração UML-SOA qualitativamente, apesar de ter mais quantitativamente.
- Quanto às desvantagens, a integração BPM-SOA possui a mesma desvantagem que UML-SOA qualitativa e quantitativamente.
- Quanto aos problemas, a integração BPM-SOA possui mais problemas que UML-SOA qualitativa e quantitativamente.

4.4.2 CENÁRIO 2.b

Neste segundo cenário, utilizamos a divisão de blocos separados, ou seja, somente aqueles relacionados às respectivas integrações, BPM-SOA e UML-SOA, diferentemente do que foi analisado no cenário 1.b e da mesma maneira como foi feita na subseção 4.2.2. Assim, analisamos as figuras 30 e 31, quantitativa e qualitativamente, respectivamente, levando em consideração o comparativo das divisões dos blocos relacionados às integrações BPM-SOA e UML-SOA.

Figura 30. Análise Quantitativa dos Indicadores do Cenário 2.b

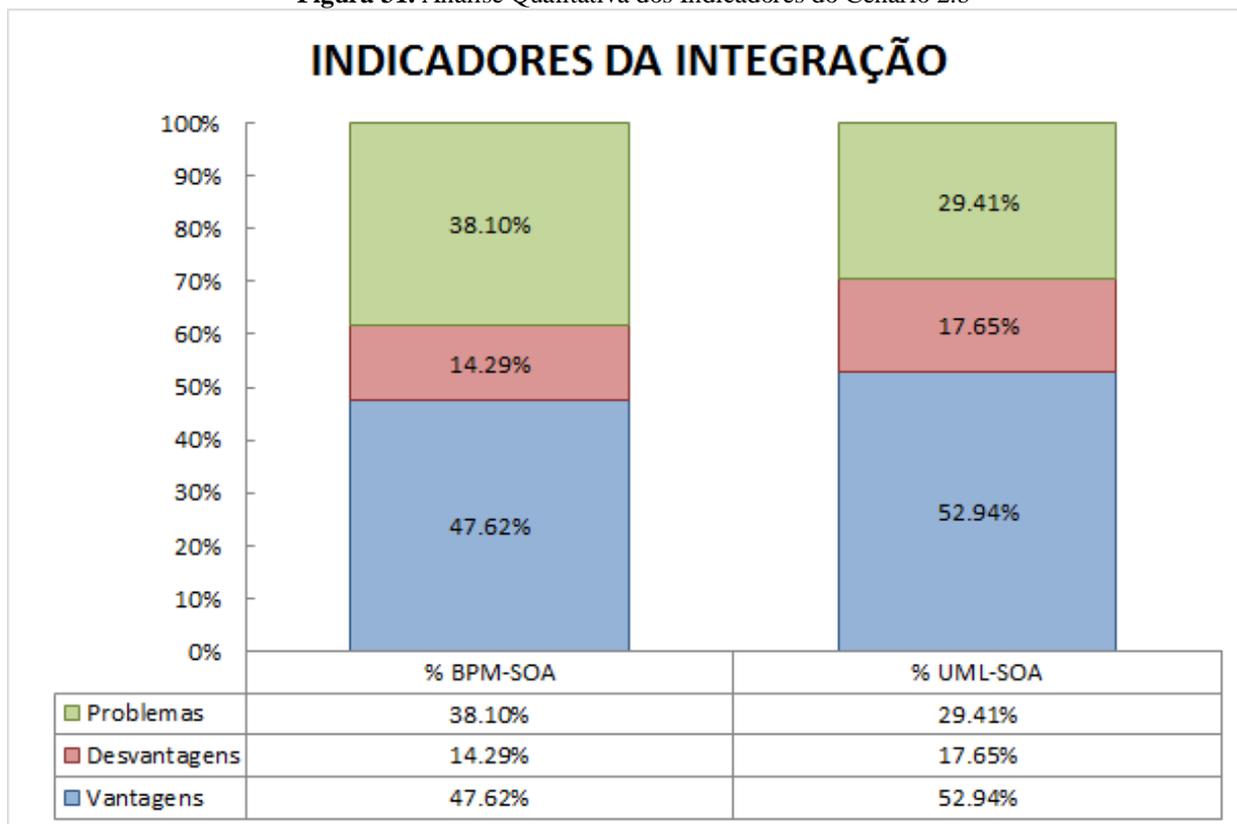


Fonte: o autor

Na figura 30, são mostradas, quantitativamente, as divisões de blocos relacionadas aos indicadores da integração referentes às convergências BPM-SOA e UML-SOA. Foram expostas de maneira classificatória e, visualmente, são nítidas as diferenças.

Em relação à quantidade apresentada em BPM-SOA, foram 21 blocos, enquanto na UML-SOA foram 17 blocos. Isso se justifica, pois, conforme já visto, a quantidade de trabalhos selecionados referentes à integração BPM-SOA foi maior que de UML-SOA. Podemos perceber que, classificando por blocos, nas desvantagens de integração não houve diferença, diferentemente das vantagens e problemas em que BPM-SOA se mostrou maior que a integração UML-SOA.

Analisando a figura 31, a seguir, percebemos claramente que, qualitativamente, a integração BPM-SOA em relação à UML-SOA possui maior percentual de problemas, menor percentual de desvantagem e de vantagem referente à divisão de blocos da integração de cada convergência.

Figura 31. Análise Qualitativa dos Indicadores do Cenário 2.b

Fonte: o autor

Conforme a figura 31, que representa características qualitativas, pode-se observar que, apesar da integração BPM-SOA, quantitativamente, possuir mais vantagens e mais problemas que a integração UML-SOA, esta última, qualitativamente, é mais vantajosa. É possível chegar a essa conclusão observando a figura 31, que mostra os dados em porcentagem. Observa-se que, percentualmente, a vantagem da integração UML-SOA é maior do que BPM-SOA, o problema da integração UML-SOA é menor que da integração BPM-SOA e a desvantagem da integração UML-SOA é maior que da integração BPM-SOA. Apesar de a desvantagem da integração UML-SOA ser maior que da integração BPM-SOA, a diferença entre ambas é de 3,36%, o que é pouco significativo, se observarmos que a diferença entre as vantagens é de 5,32% e a diferença entre os problemas é de 8,69%. Essa análise ratifica que os dois cenários apresentam o mesmo resultado no que concerne a vantagens e problemas. Já em relação a desvantagem, houve neste cenário uma relativa significância para a integração BPM-SOA.

Diante do exposto, consideramos que tudo indica que os estudos de pesquisa referentes à convergência BPM-SOA continuarão, pois ainda existe muito espaço para ser explorado. Quanto à pesquisa da convergência UML-SOA, acredita-se que crescerá e será também mais explorada. No tocante à adoção por parte das empresas, conforme já vimos ao logo deste trabalho, há uma série de variáveis que deverão ser observadas, pois o porte da empresa, seu segmento de atuação e outros aspectos deverão ser considerados em função da relatividade dessas convergências.

Vale ressaltar também que alguns aspectos da história dessas tecnologias são fundamentais para a compreensão da maneira como se encaminharam os estudos sobre as convergências entre elas ao longo do tempo. Trata-se de tecnologias relativamente novas e impõem ainda muitos desafios na medida em que os avanços vão ocorrendo com muita rapidez e isso exige intervenções contínuas dos profissionais dessa área.

O BPM, por exemplo, é resultado das profundas mudanças verificadas desde o início do século passado nas organizações em relação às ferramentas de negócio, suas tecnologias, medições, padrões, etc. Em razão disso, houve uma busca pela otimização dos processos, com a posterior abordagem qualitativa, a partir dos anos 1960. Esse fato inicia a era dos processos e, por volta dos anos 1990, alcançou-se a maturidade de negócio com base nos processos. Esse conceito, porém, só passou a ser utilizado a partir de 2003 e, com o objetivo de acompanhar todos os recursos da organização (financeiros, humanos, tecnológicos, etc.), em 2004, surgiu o BPMN como uma notação capaz de gerenciar os processos de negócio, com uma série de ícones para desenho desses processos.

Em 2005, com a junção da OMG, responsável pela notação UML, e do BPMP, responsável pela notação BPMN, surgiu uma nova tendência de unir modernas plataformas de tecnologias, integrando-as à SOA, hoje, com menos de 20 anos de criação. Historicamente, temos a UML criada em 1994, sendo rapidamente aprovada pela comunidade de engenharia de *software*, em função da facilidade da visualização de seus diagramas. A UML é capaz de modelar as várias fases de um sistema, desde os primeiros contatos até a geração do código. Assim, pode ser aplicada em qualquer sistema. Entretanto, por não oferecer suporte adequado à modelagem de serviços, baseada em SOA, surgiu a extensão SoaML para preencher essa lacuna.

Vemos assim que, diante de cenários tão genéricos e abstratos, com tantas variáveis envolvidas, com outros tantos objetivos das organizações e seus gestores, tornou-se imprescindível a integração das tecnologias disponíveis a fim de implantar modelos de processos mais simples, rápidos e flexíveis, garantindo, ao mesmo tempo, rastreabilidade, governança dos ativos e segurança.

Neste capítulo foram apresentados os indicadores das integrações BPM-SOA e UML-SOA, levantados através da literatura e classificados de acordo com critérios apontados nos trabalhos. Foram ainda apresentados os cenários em relação aos aspectos quantitativos e qualitativos desses indicadores de integração, bem como a classificação dos tipos de integração aqui verificados. Em seguida, foi realizada uma análise crítica referente aos indicadores levantados, classificando-os em blocos distintos para, assim, fazer outra análise de cenário e chegar a um resultado. No capítulo seguinte, apresentaremos as considerações finais desta pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O último capítulo deste trabalho apresenta as considerações finais, os resultados obtidos relacionados com os objetivos iniciais da pesquisa, as limitações da pesquisa, as possibilidades para realização de trabalhos futuros e a conclusão final do trabalho.

As integrações BPM-SOA e UML-SOA não são apenas possíveis, mas são apontadas hoje como alternativas para organizações que pretendem atingir a governança de seus processos, em um mercado extremamente dinâmico. Entretanto, essas integrações têm muitos desafios, especialmente na composição das aplicações. No entanto, a melhor maneira de se adaptar é ser ágil e flexível. Em vista disso, esta pesquisa buscou realizar uma análise crítica do atual estado da arte concernente às integrações BPM-SOA e UML-SOA e, assim, apontar as vantagens, desvantagens e os problemas relacionados apresentados em trabalhos já publicados. Este levantamento se fez necessário na medida em que essas tecnologias BPM e UML não foram inicialmente projetadas para atuarem juntas com SOA, embora haja indiscutíveis vantagens na integração. Mesmo que em alguns trabalhos verificados tenham sido apontadas algumas soluções para problemas existentes, não discutimos, nesta pesquisa, essas soluções, mas apenas mostramos as dificuldades ainda não resolvidas. Tudo isso para que seja possível apontar, em trabalhos futuros, novas alternativas para solucionar tais problemas encontrados.

Constatamos haver, de fato, problemas diversos, dependendo da forma que a integração for feita, como o equilíbrio entre desempenho e reutilização da SOA, já que a distribuição dos processos tem que ser preparada para teste distribuído. Além disso, constatamos ainda a imaturidade das implementações e normas da SOA, bem como a má interoperabilidade da mesma, além de os processos de negócio não serem bem definidos nessa arquitetura. Ademais, a redundância na transferência de dados é outro importante desafio a ser solucionado, dentre outros já mencionados e discutidos.

Esta análise crítica comprovou a viabilidade das integrações entre BPM-SOA e UML-SOA, bem como levantou na literatura os desafios apontados para uma melhor integração, além das vantagens. Isso é necessário para que se possa, enfim, construir cenários genéricos, capazes de uma adequação mais eficiente da integração às necessidades das organizações, uma vez que, nos cenários reais, existe grande variabilidade em função de fatores como o porte e as necessidades particulares de cada empresa.

O estudo das integrações BPM-SOA e UML-SOA vem contribuindo fortemente para a área de gestão de processos de negócio das empresas. Assim, o objetivo do presente trabalho foi

analisar, de forma mais detalhada, as integrações BPM-SOA e UML-SOA e verificar a que melhor se adapta genericamente para governança dos processos de uma organização.

A pergunta que norteou o estudo da pesquisa foi: Qual a integração mais adequada (BPM-SOA ou UML-SOA) para a necessidade das empresas na prática de governança de seus processos?

Para elaboração desta pesquisa, foram realizados levantamentos bibliográficos relacionados ao contexto de integração. Os resultados da pesquisa foram obtidos através de cenários, os quais utilizaram indicadores de integração absolutos e relativos e apontaram que a integração UML-SOA é mais adequada de maneira genérica do que a integração BPM-SOA, pois a primeira traz mais vantagens e menos problemas do que a segunda, embora a segunda tenha apresentado um percentual menor de desvantagens, conforme visto no capítulo anterior. Analisando-se a margem percentual entre os indicadores levantados, verificamos a superioridade da integração UML-SOA dentro do contexto dos cenários obtidos.

De fato, relacionando os resultados com as hipóteses declaradas no primeiro capítulo, obteve-se o seguinte: as hipóteses H1 e H4 foram confirmadas, enquanto as hipóteses H2, H3 e H5 foram refutadas.

A implementação da metodologia de integração das ferramentas BPM e UML à SOA é uma realidade em algumas empresas. Apesar da escassez de pesquisas em relação às implementações de integração BPM-SOA e UML-SOA, é evidente que o seu uso nessas organizações pode trazer, se bem aplicadas, melhores resultados para a administração da empresa. Com essa adoção, tais organizações podem minimizar a ocorrência de erros e otimizar tempo e recursos. Apesar das vantagens, há necessidade de decisões e mudanças organizacionais, culturais e comportamentais que dependem do gestor e do comprometimento de todos os colaboradores.

É importante destacar que o estudo bibliográfico apresentou mais trabalhos relacionados à integração BPM-SOA do que UML-SOA, trazendo, em termos quantitativos, mais indicadores de integração relacionados a vantagens, desvantagens e problemas da integração.

A principal contribuição deste estudo foi trazer uma análise das integrações que aponta, de forma mais clara, as vantagens, desvantagens e problemas encontrados nas organizações pois, em relação a esses aspectos, a literatura verificada não apresenta, de forma plena e satisfatória, uma análise comparativa dessas integrações em um único trabalho. Outra contribuição está nos resultados comprovados através dos cenários analisados, os quais proporcionam aos interessados por esse assunto qual a melhor integração capaz de trazer benefícios como eficácia e eficiência.

Para tornar esse trabalho possível, foi necessário fazer um levantamento bibliográfico sobre o assunto abordado. Dessa forma, a criação de cenários que representem a realidade no contexto das empresas que adotam a integração são apontadas como solução, além de uma avaliação crítica.

Além disso, a utilização de cenários permitiu a consolidação e o compartilhamento da informação a respeito do domínio de vantagens, desvantagens e problemas referentes ao processo de integração das ferramentas de modelagem com a arquitetura orientada a serviços, trazendo, assim, um diagnóstico distinto entre BPM-SOA e UML-SOA.

O trabalho resultante desta dissertação visa mostrar que, de fato, existem integrações e que as mesmas podem e devem ser ainda melhor estudadas para possível aprimoramento futuro, mas, para isso, as empresas precisam estar bem estruturadas e seus processos bem definidos, bem como as suas atividades padronizadas de acordo com critérios estabelecidos em todo o trabalho.

5.1 Limitações da Pesquisa

Uma das limitações desta pesquisa foi a grande quantidade de trabalhos obtidos através de alguns descritores e ser, portanto, numericamente impraticável. Isso levou-nos à necessidade de diversas tentativas de descritores na intenção de reduzir os resultados de busca para o número possível de ser analisado. Por isso, não se utilizou o mesmo padrão na base Google Scholar. Além disso, verificamos a restrição na base Springerlink em relação à disponibilidade da maioria dos trabalhos. Outra limitação evidente deste trabalho está relacionada ao fato de não se tratar de um estudo de caso específico de uma empresa, e sim, de um conjunto de estudos de caso nos diversos trabalhos levantados, sendo em empresas de grande ou médio porte, pública ou privada. Dessa forma, temos um estudo genérico, mas com reais possibilidades de aplicação.

Podemos mencionar ainda que, na última revisão na base do Google Scholar, o trabalho *The Design and Implementation of Integration Platform for Logistics Information System Based on SOA-BPM*, não foi obtido na língua inglesa, mas em mandarim. Este não foi excluído por ser considerado relevante após a leitura do resumo em inglês. Assim, foi necessário utilizar a ferramenta do Google tradutor, a qual não apresenta confiabilidade nas traduções executadas.

Mencionamos ainda a escassez de trabalhos relacionados à integração como um fator preponderante, tendo mais estudos apresentados em BPM-SOA que UML-SOA.

5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

A convergência entre ferramentas de modelagem e arquitetura de serviços é uma área de gestão de processos que tem sido muito estudada nos últimos tempos, entretanto, ainda precisa ser melhor desenvolvida. A necessidade de ampliação dos estudos nessa área é imposta pelas dificuldades para a execução das integrações entre BPM-SOA e UML-SOA, embora haja viabilidade de execução das referidas integrações em cenários distintos, com linguagens adequadas da integração e orquestração e coreografia de serviços. Assim, propõem-se as seguintes

recomendações para trabalhos futuros, classificadas neste trabalho como questões da integração, linguagens de integração, orquestração e coreografia de serviços:

- Investigar como utilizar a modelagem de processos na ampliação da base de conhecimento da organização, pois, para integrar os processos juntamente com arquitetura, é preciso ter uma série de conhecimentos e habilidade técnica. Assim, sugere-se aprofundar o estudo sobre problemas das organizações no que se refere à integração dos processos, pois a falta de compreensão holística acarreta dificuldades como a falta de patrocínio da alta administração, processos de negócio mal definidos, implementações e normas imaturas e pouco interoperáveis, pouca flexibilidade e agilidade em relação às mudanças nos processos das organizações.
- Analisar melhor alguns aspectos em relação à orquestração e à coreografia, sabendo que BPM-SOA está relacionada à orquestração e UML-SOA tanto à orquestração como à coreografia, pois processos já bem definidos não precisam de orquestração. Além disso, a orquestração necessita de um processo mestre para coordenar processos definidos. Nesse sentido, a coreografia tem características diferentes, pois não pode receber entrada de dados, além de ter maior tempo de execução. Vale ressaltar que ambas são independentes e, para que se tenha um bom andamento dos serviços, é preciso ter coreografia ou orquestração. Entretanto, é preciso considerar que UML-SOA está relacionada à coreografia porque os processos são automatizados e bem definidos, com tecnologias complexas e, para orquestração, não cabem tecnologias complexas. Além disso, coreografia descreve os protocolos importantes de comunicação global entre os serviços no contexto de SOA, por isso, não testar coreografia poderá acarretar problemas.
- É necessário ainda aprofundar as investigações sobre as questões referentes a falhas de comunicação, no gerenciamento do desempenho dos processos, na falta de medições financeiras, na falta de priorização na melhoria, na falta de alinhamento dos processos à estratégia competitiva da organização, e de definição clara dos responsáveis pelos processos. É possível enriquecer e refinar a integração diante essas ocorrências com mais conhecimento, detalhando melhor, visando torná-las ainda mais representativas para uma boa gestão.
- Aplicar e avaliar a integração de processos em outras empresas, sugerindo que sejam feitas avaliações em outros setores de serviços, como administrativo, financeiro, bancário, seguros, a fim de se avaliar a aplicabilidade das integrações também nesses segmentos. É necessário, entretanto, considerar as dificuldades apresentadas na literatura: possível privação de desenvolvimento da própria habilidade e conhecimento da organização; dificuldades de equilíbrio entre desempenho e reutilização e no processo de preparação de

testes distribuídos; dificuldades de achar um processo dentro de um conjunto de processos; gerenciar diferentes versões; garantir consistência quando várias pessoas trabalham no mesmo processo.

- É fundamental considerar alguns problemas verificados entre UML, BPM e SOA para possíveis aprofundamentos em pesquisas: são três iniciativas distintas e fornecem distintas formas de abstrações. Quanto à integração entre BPM e SOA, esta gera uma série de protocolos e ferramentas, mas nem todas são compatíveis com essa integração; difícil especificação de um bom nível de granularidade de serviço ao atingir a flexibilidade entre BPM e SOA. Entre UML e SOA também não há total viabilidade de aplicações; cada processo de negócio precisa ter um serviço correspondente atribuído, que se comunique com outros com baixo acoplamento; o uso de serviços web restrito à modelagem de processos, passando para a camada SOA, produz um contexto de processo de negócio que se perde para descoberta de novos serviços; problemas de conectividade entre sistemas podem limitar a aplicabilidade e adoção de SOA; há grande quantidade de *softwares* heterogêneos; necessidade de padronizar termos técnicos referentes à integração; há maiores dificuldades para pequenas e médias empresas em razão do alto custo de implantação; possível desenvolvimento de uma aplicação ou modelo que possa trazer soluções referentes às integrações mencionadas.
- Investigar a utilização de uma ferramenta que ofereça, na integração dos processos, orquestração e coreografia relacionadas a serviços. Isso leva a organização a maior eficiência, pois o usuário desperdiçaria menor tempo na troca de dados e não haveria redundância desses dados.
- Durante a realização da pesquisa, em alguns estudos de caso, foi identificado que tanto UML quanto BPM possuem linguagens específicas para comunicação com SOA, mas, no que concerne à integração, possuem limitações como: lacunas semânticas; falta de elementos sintáticos e incoerência linguística para modelagens orientadas a serviços. Como as modelagens existentes para SOA não fornecem linguagem nativa para construção de modelos, surgiram linguagens como SoaML, BPMN, BPEL, OWL-S, WS-CDL (*Web Service Choreography Description Language*) e Let's Dance e cada uma possui suas dificuldades na integração.
- BPMN, Let's Dance (BROCKE; ROSEMANN, 2013) e WS-CDL são linguagens de coreografia que não preenchem todos os requisitos de integração devido a níveis de abstração, imprecisão semântica, padronização e é importante que sejam mais aprofundadas as investigações nessa área.

- Em relação a BPEL, alguns pontos são essenciais: é difícil de ler e necessita de protocolo manipulador, gerador de respostas, controlador de processos e gerenciador de sessões para uma devida orquestração; depende do uso de XML puro ou XML Schema para descrever serviços; a OWL-S precisa de tempo e esforço para chegar na fase de maturidade. Portanto, seria interessante desenvolver ou aprimorar uma melhor maneira de obter essa orquestração.
- Em relação à SoaML, é bastante nova e, em grande parte, não é bem aplicada na prática, não fornecendo qualquer orientação normativa em relação à conformidade, qualidade de serviço, confiabilidade na entrega das mensagens, protocolos de nível de serviços e outros para a especificação do comportamento SOA, como coreografia e orquestração de serviços. Por ser um assunto extenso e em contínuo progresso, é interessante explorar e detalhar essa linguagem.
- Comprovar qual integração é melhor para empresas de pequeno, médio e grande porte, inclusive sob o ponto de vista tecnológico, pois uma boa justificativa seria que a melhor integração vai depender das características da empresa. Dessa forma, poderemos obter parâmetros mais seguros para a implementação das integrações.

Neste trabalho foram investigados diversos aspectos relacionados às integrações entre BPM-SOA e UML-SOA a fim de se comprovar qual a melhor integração. Verificou-se que, diante de cenários diversos e muitas variáveis envolvidas, a melhor escolha é individual para cada organização, tendo em vista as necessidades particulares e específicas de cada uma delas. Assim, não se pode apontar BPM-SOA ou UML-SOA como a mais adequada integração, pois esse apontamento só poderá ser feito mediante um estudo detalhado e individualizado sobre a organização.

REFERÊNCIAS

AIER, Stephan; SCHÖNHERR, Marten. Evaluating Integration Architectures – A Scenario-Based Evaluation of Integration Technologies. **Lecture Notes in Computer Science**, [s.l.], p.2-14, 2006. Springer Science + Business Media. http://dx.doi.org/10.1007/11681885_2.

AMSDEN, Jim. Modelagem com o SoaML, a Linguagem de Modelagem de Arquitetura Orientada a Serviços: Parte 1. Identificação do Serviço, 2010. Disponível em: <<http://www.ibm.com/developerworks/br/rational/library/09/modelingwithsoaml-1/>>. Acesso em: 16 mai. 2014.

AN, Min. J.; LEE, Hong. C.; JIN, Hye. J. Design of the material control system based on service oriented architecture, Control, Automation and Systems, 2007. ICCAS '07. International Conference on, Seoul, 2007, pp. 978-983. Doi: 10.1109/ICCAS.2007.4407056.

ANTAQ. Planejamento & Gestão. 2011. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/Portal_Planejamento_Estrategico/PlanejamentoGestao_Indicadores_de_desempenho.asp>. Acesso em: 27 dez. 2015.

ARMISTEAD, Colin; MACHIN, Simon. Implications of business process management for operations management. **Int Jrnal Of Op & Prod Mnagemnt**, [s.l.], v. 17, n. 9, p.886-898, set. 1997. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579710171217>.

Augusto, Florence; Ribeiro, Jorge; and Gomes, Rui, "Service-Oriented Architecture Adoption In A Portuguese Company: A case Study" (2009). MCIS 2009 Proceedings. Paper 48. <http://aisel.aisnet.org/mcis2009/48>.

AVELLAR, José. C. M.; DUARTE, Cláudia. M. **Serviços Web**, 2015. Disponível em: <<http://www.avellareduarte.com.br/contextos/servicos-web/>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

BAI, Haoping et al. An Optimized Design of Service Orchestration, Pervasive Computing and Applications, 2008. ICPCA 2008. Third International Conference on, Alexandria, 2008, pp. 980-984. Doi: 10.1109/ICPCA.2008.4783753.

BALDAM, Roque; SILVA, Humberto. P.; VALLE, Rogério. Gerenciamento de Processos de Negócios. BPM – BUSINESS PROCESS MANAGEMENT. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.

BEZERRA, Eduardo. Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML - 3ª Edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

BEZERRA, Roque. O. Proposta de catálogo eletrônico de processos de negócio baseados em UBL para composição de aplicações SOA. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, Florianópolis, 2011. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95798> >. Acesso em: 27 jul. 2015.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. UML: Guia do Usuário. Editora Campus. 2000.

BPMI. Business Process Management Initiative. Retrieved May18, 2007. Disponível em: <<http://www.bpmi.org>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

BPMN. Business Process Modeling Notation (BPMN) Information. OMG, 2007. Disponível em: <<http://www.bpmn.org>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

BROCKE, J. V; ROSEMAN, M. Manual de BPM. Gestão de Processos de Negócio. P. Alegre, Bookman, 2013.

BUARQUE, S. Metodologias e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais, TD 939, IPEA, Brasília, 2003.

CHOWDHURY, Md. F. A. Comparative Analysis of EA Frameworks and Effectiveness of Service Oriented Architecture in Enterprise Architecture, 2011. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/mdfachowdhury/effectiveness-of-service-oriented-architecture-in-enterprise-architecture-fazlul>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

COSSI, Luís. F. A gestão de desempenho dos processos e os indicadores estratégicos. 2006. Disponível em: <<http://thebpmexperience.wordpress.com/2006/02/07/a-gestao-de-desempenho-dos-processos-e-os-indicadores-estrategicos/>>. Acesso em: 09 jul. 2015.

CURTIS, Bill; KELLNER, Marc. L.; OVER, Jim. Process modeling. **Communications Of The Acm**, [s.l.], v. 35, n. 9, p.75-90, 1 set. 1992. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/130994.130998>.

DAVENPORT, T. **Reengenharia de processos**. S. Paulo, Campus, 1994.

DE SORDI, J. O. **Gestão por processos: uma abordagem da moderna administração**. São Paulo: Saraiva, 2005.

DETORO, I.; McCABE, T. **How to Stay Flexible and Elude Fads**. Quality Progress, v. 30, n. 3, p. 55-60, 1997.

DIAS, F. **As principais dificuldades para implementar Gestão por Processos**. Disponível em: < <http://blog.iprocess.com.br/2014/08/as-principais-dificuldades-para-implementar-gestao-por-processos/>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

DUARTE, D. **UML: Diagrama de Atividades**. 2012. Disponível em: <<http://www.purainfo.com.br/artigos/uml-diagrama-de-atividades/>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

EPING. **Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico**. Documento de Referência, versão 3, 2007. Disponível em: <http://eping.governoeletronico.gov.br/>. Acesso em: 27 jul. 2015.

ERL, T. **Principles of Service Design**. Boston: Prentice Hall, 2008.

_____. **SOA: Princípios de design de serviços**. Prentice Hall Brasil, 2009.

ELVESAETER, B.; BERRE, A.J.; SADOVYKH, A. “**Specifying services using the service oriented architecture modeling language (SoaML) – a baseline for specification of cloud-based services**”. In: Proceedings of the 1st International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER’11), pp. 276-285. SciTePress, 2011.

Furlan, J. D. **Modelagem de Objetos através da UML- the Unified Modeling Language**. São Paulo: Makron Books, 1998.

FRONCKOWIAK, J. **SOA Best Practices and Design Patterns**. 2008. Disponível em: <http://i.zdnet.com/whitepapers/Oracle_SOA_US_EN_WP_BestPractices.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2015.

GONÇALVES, J. E. L. **As empresas são grandes coleções de processos**. RAE - Revista de Administração de Empresas. n.1. v.40. Jan./Mar. 2000.

GROFFE, R. J. **Modelagem de Sistemas Através da UML: uma Visão Geral**. 2014. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/modelagem-de-sistemas-atraves-de-uml-uma-visao-geral/27913>. Acesso em: 06 set. 2015.

GROUP, G. (s.d). **SOA**. Disponível em: <<http://iprocess.com.br/soa/>>. Acesso em: 06 set. 2015.

HENTRICH, Carsten; ZDUN, Uwe. A Pattern Language for Process Execution and Integration Design in Service-Oriented Architectures. **Transactions On Pattern Languages Of Programming I**, [s.l.], p.136-191, 2009. Springer Science + Business Media. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-10832-7_6.

HOISL, Bernhard; SOBERNIG, Stefan; STREMBECK, Mark. Modeling and enforcing secure object flows in process-driven SOAs: an integrated model-driven approach. **Softw Syst Model**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.513-548, 5 out. 2012. Springer Science + Business Media. <http://dx.doi.org/10.1007/s10270-012-0263-y>.

IBRAHIM, Mamdouh; HOLLEY, Kerrie; JOSUTTIS, Nicolai. M.; Michelson, Brenda; THOMAS, Dave; VADOSS, John. The future of SOA: what worked, what didn't, and where is it going from here? In *Companion to the 22nd ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming systems and applications companion (OOPSLA '07)*. ACM, New York, NY, USA, 1034-1038, 2007. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1297846.1297975>

IBM. **Arquitetura de Referência SOA**. 2014. <<http://image.slidesharecdn.com/marco2014iib90overviewport-140326125710-phpapp02/95/marco-2014-iib90overviewport-2638.jpg?cb=1395838709>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

IM-UFRJ. **Reta: Uma curva muito especial**. s.d. Disponível em: <<http://www.im.ufrj.br/dmm/projeto/projetoc/precalculo/sala/conteudo/capitulos/cap41.html>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

JESTON, J.; NELIS, J. **BPM Implementations: Does One Approach Fit All?** BP Trends, 2006.

KAMOUN, Faouzi. A roadmap towards the convergence of business process management and service oriented architecture. **Ubiquity**, [s.l.], v. 2007, n. , p.1-1, 1 abr. 2007. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/1241854.1247273>.

KAVIS, M. **Top 10 Reasons Why People are Making SOA Fail**. 2008. Disponível em: <<http://www.cio.com/article/2434865/service-oriented-architecture/top-10-reasons-why-people-are-making-soa-fail.html>>. Acesso em: 06 mai. 2015.

KLEIN, V. **O que é arquitetura orientada a serviços (SOA)**. 2010. Disponível em: <<https://vitoralbertoklein.wordpress.com/2010/02/20/o-que-e-arquitetura-orientada-a-servicos-soa/>>. Acesso em: 01 mai. 2015.

KONTOGIANNIS, K.; LEWIS, G. A.; SMITH, D. B. *A Research Agenda for Service-Oriented Architecture (SOA): Maintenance and Evolution of Service-Oriented Systems*. CMU/SEI-2010-TN-003. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. 2010. <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9285>

KREGER, H. **Web Services Conceptual Architecture (WSCA 1.0)**, 2001. Disponível em: http://www.cs.uoi.gr/~pitoura/courses/ds04_gr/webt.pdf. Acesso em: 21 abr. 2015.

LEMOS, H. D. **Encapsulamento, Polimorfismo, Herança em Java**. 2009. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/space/hailton-david-lemos>. Acesso em: 08 set. 2015. <http://www.devmedia.com.br/encapsulamento-polimorfismo-heranca-em-java/12991>. Acesso em: 08 set. 2015.

LÓPEZ-CAMPOS, Mónica A.; MÁRQUEZ, Adolfo Crespo; FERNÁNDEZ, Juan F. Gómez. Modelling using UML and BPMN the integration of open reliability, maintenance and condition monitoring management systems: An application in an electric transformer system. **Computers In Industry**, [s.l.], v. 64, n. 5, p.524-542, jun. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2013.02.010>.

LUTHRIA, Haresh; RABHI, Fethi. Organizational Constraints to Realizing Business Value from Service Oriented Architectures: An Empirical Study of Financial Service Institutions. **Lecture Notes In Computer Science**, [s.l.], p.256-270, 2008. Springer Science + Business Media. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-89652-4_21.

MACHADO, J. C. **Um estudo sobre o desenvolvimento orientado a serviços**. Dissertação de Mestrado - PUC,RJ, Rio de Janeiro, 2004.

MACORATTI, J. C. **UML - Principais diagramas da linguagem**. s.d. Disponível em: http://www.macoratti.net/net_uml3.htm. Acesso em: 08 set. 2015.

MARANHÃO, M.; MACIEIRA, M. E. B. **O processo nosso de cada dia: Modelagem de processos de trabalho**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2004.

MARÉCHAUX, J. L. **Combining Service-Oriented Architecture and Event-Driven Architecture using an Enterprise Service Bus**. 2006. Disponível em: <http://www.immagic.com/eLibrary/ARCHIVES/GENERAL/IBM/I060328M.pdf> >. Acesso em: 07 mai. 2015.

MARZULLO, F. **SOA na prática**. Novatec, 2009.

MAYER, P.; KOCH, N.; SCHRÖDER, A.; KNAPP, A. “**The UML4SOA profile**”. Disponível em: <http://www.uml4soa.eu/wp-content/uploads/uml4soa.pdf>. 2010. Acesso em: 05 mai. 2015.

MICROSOFT. **SOA in the Real World**. 2007. Disponível em: <http://www.hub2b.com.br/Connect/integracao-de-dados-com-soa-arquitetura-orientada-servicos/>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

_____. **Perguntas Frequentes sobre SOA (Arquitetura Orientada a Serviços)**. 2012. Disponível em: <https://www.microsoft.com/brasil/servidores/soa/about/faq.aspx> >. Acesso em: 05 mai. 2015.

MOTA, A.; VALENTE, H.; NAVEGA, I.; PACHECO, P.; SILVA, T.; PACHECO, J. **UML 2.0 - Unified Modeling Language 2.0**, Porto, 2001.

MUEHLEN, M.; HO, D. T. **Risk Management in the BPM Lifecycle**. Springer, Berlin, 2006.

OASIS, R. **Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0**. 2006. Disponível em: <<http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19679/soa-rm-cs.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

OMG. **OCL 2.0 Specification**. 2005. Disponível em < <http://doc.omg.org/formal/06-05-01.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

OMG. **Unified Modeling Language: diagram interchange**. 2005. Disponível < <https://staff.info.unamur.be/ven/CIS/OMG/UML/diagram%20interchange.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

_____. **Unified Modeling Language: UML Superstructure Specification, v2.0**. 2005. Disponível em: < <http://doc.omg.org/formal/2005-07-04.pdf> >. Acesso em: 20 mai. 2015.

_____. **Unified Modeling Language: infrastructure**. 2006. Disponível < <http://doc.omg.org/formal/2005-07-05.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2015.

OMG. **Service oriented architecture Modeling Language (SoaML) - Specification for the UML Profile and Metamodel for Services (UPMS)**. Disponível em: <http://www.omg.org/spec/SoaML/1.0/Beta2/PDF/>. Acesso em: 20 mai. 2015.

ORTIZ, G.; HERNANDEZ, J. Toward UML Profiles for Web Services and their Extra-Functional Properties, *2006 IEEE International Conference on Web Services (ICWS'06)*, Chicago, IL, 2006, pp. 889-892. doi: 10.1109/ICWS.2006.130

PAIM, Rafael et al. Structuring a process management center of excellence. In *Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing (SAC '09)*. ACM, New York, NY, USA, 281-282. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1529282.1529342>.

PORTER, Michael. E. **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. New York: Free Press, 1985.

PRESTES, M. L. M. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à academia** – 4.ed-São Paulo: Rêspel, 2011.

RECKER, Jan et al. **Business Process Modeling- A Comparative Analysis**. Journal of the Association of Information Systems, VI. 10 Issue 04, pp. 333-363, abril 2009.

REED. P. **The Unified Modeling Language Takes**. DBMS, California, v.11, n.8, p.46-48, 1998.

SANTOS, R. P. C.; CAMEIRA, R. F.; CLEMENTE, A. A.; CLEMENTE, R. G. **Engenharia de Processos de Negócios: Aplicações e Metodologias**. Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR10_1133.pdf>. Acesso em: 08 set. 2015.

SANTOS, R. **SOA Fundamentos**. 2009. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/Ridlo/soa-fundamentos>>. Acesso em: 10 set. 2015.

SHEN, Jun et al. Analysis of business process integration in Web service context. **Future Generation Computer Systems**, [s.l.], v. 23, n. 3, p.283-294, mar. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2006.05.007>.

SILVA, E. **SOA - Arquitetura Orientada a Serviços: Conceitos e Aplicações**. 2012. Disponível em: < <http://www.edilms.eti.br/uploads/file/infrasft/unid05-is-soa.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

SILVA, Ricardo. P. **UML2 em Modelagem Orientada a Objetos**. Florianópolis: VisualBooks, 2007.

SIMÕES, M. **O império dos processos**. **Informática Hoje**. São Paulo, Edição 586, p. 8-13, Maio, 2006.

SIQUEIRA, B. R. **Introdução a Arquitetura orientada a serviços (SOA) - Revista Engenharia de Software Magazine 56**. 2013. Disponível em: < <http://www.devmedia.com.br/introducao-a-arquitetura-orientada-a-servicos-soa-revista-engenharia-de-software-magazine-56/27260>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

SLOMIC, I. **Agent-based Extensions for the UML Profile for Service-Oriented Architectures (UPMS-A)**. 1 bl. 129 p. Ill. Oslo: I, 2008. Disponível em: <https://www.duo.uio.no/handle/10852/9953>. Acesso em: 05 mai. 2015.

SOANES, Michael. Process Design Strategies to Address Breadth and Depth Complexity. **Business Process Management Workshops**, [s.l.], p.25-34, 2006. Springer Science + Business Media. http://dx.doi.org/10.1007/11837862_4.

SOMMERVILLE, Ian. **Software Engineering**. 8.ed. Pearson Addison Wesley, 2007.

SOUZA, Alexandre. P.; RABELO, Ricardo. J. A Model for Dynamic Services Discovery over Largely Distributed Providers Based on QoS and Business Processes Contexts, 2011 IEEE World Congress on Services, Washington, DC, 2011, pp. 347-354. doi: 10.1109/SERVICES.2011.63

_____. An Approach for a More Agile BPM-SOA Integration Supported by Dynamic Services Discovery, 2010 14th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, Vitoria, 2010, pp. 186-195. doi: 10.1109/EDOCW.2010.42

STEFANESCU, Alin; WIECZOREK, Sebastian; KIRSHIN, Andrei. MBT4Chor: A Model-Based Testing Approach for Service Choreographies. **Lecture Notes In Computer Science**, [s.l.], p.313-324, 2009. Springer Science + Business Media. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02674-4_23.

STREET, Julie; GOMAA, Hassan. Software Architectural Reuse Issues in Service-Oriented Architectures, Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual, Waikoloa, HI, 2008, pp. 316-316. doi: 10.1109/HICSS.2008.406

TI INSIDE ONLINE. **Segurança é ponto crítico em SOA e serviços web**. 2008. Disponível em: <<http://convergecom.com.br/tiinside/10/11/2008/seguranca-e-ponto-critico-em-soa-e-servicos-web-aponta-pesquisa/>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

TODORAN, Irina; HUSSAIN, Zuheb; GOMOV, Niina. SOA Integration Modeling: An Evaluation of How SoaML Completes UML Modeling, 2011 IEEE 15th International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, Helsinki, 2011, pp. 57-66. doi: 10.1109/EDOCW.2011.48

VALLE, R. **Um século de razão na fábrica:** o encontro entre as racionalidades técnica e comunicativa na “Sociedade do Conhecimento” e da “Globalização”. No prelo. Iniciativas de Melhoria de seus processos de negócios em 2006.

WESKE, Mathias. **Business Process Management Concepts, Languages, Architecture.** Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

WIJAYANTO, Arie.W; SUHARDI. Service oriented architecture design using SOMA for optimizing public satisfaction in government agency: Case study: BPN - National Land Authority of Indonesia, *ICT For Smart Society (ICISS), 2014 International Conference on*, Bandung, 2014, pp. 49-55. doi: 10.1109/ICTSS.2014.7013150

WILCOX, Pauline. A; GURĂU, Călin. Business modelling with UML: the implementation of CRM systems for online retailing. **Journal Of Retailing And Consumer Services**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.181-191, maio 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0969-6989\(03\)00004-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0969-6989(03)00004-3).

WOLFERT, J.; VERDOUW C.N.; VERLOOP, C.M.; BEULENS, A.J.M. **Organizing information integration in agri-food—A method based on a service-oriented architecture and living lab approach** Computers and Electronics in Agriculture. Volume 70, Issue 2, March 2010, Pages 389–405.

WORD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C): **Web Service Glossary**. Version 20040211. 2002. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/ws-gloss>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

ZHANG, Liang et al. SOA-BPM-Based Architecture for Intelligent Power Dispatching System, 2010 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, Chengdu, 2010, pp. 1-4. doi: 10.1109/APPEEC.2010.5448783

ZHENHUA, Wen et al. SOA — BPM based information system for promoting agility of third party logistics," *2009 IEEE International Conference on Automation and Logistics*, Shenyang, 2009, pp. 248-252. doi: 10.1109/ICAL.2009.5262920

ZI-YUN, D.; XIAO-FENG, Y.; YU-LIN, C. **The Design and Implementation of Integration Platform for Logistics Information System Based on SOA-BPM.** Hunan Modern Logistics Occupation Technical College, Changsha 410131, 2010, China.