



UM MODELO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO PARA ANÁLISE DE SIMILARIDADE E UNIFICAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Rodrigo Costa dos Santos

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2014

UM MODELO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO PARA ANÁLISE DE
SIMILARIDADE E UNIFICAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Rodrigo Costa dos Santos

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Examinada por:

Prof^o. Geraldo Bonorino Xexéo, D.Sc.

Prof^o. Jano Moreira de Souza, Ph.D.

Prof^o. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti, Ph.D.

Prof^a. Fernanda Araujo Baião Amorim, D.Sc.

Prof^a. Flávia Maria Santoro, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

FEVEREIRO DE 2014

Santos, Rodrigo Costa dos

Um Modelo de Apoio à Tomada de Decisão para Análise de Similaridade e Unificação de Processos de Negócio/ Rodrigo Costa dos Santos. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014.

XIII, 122 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo.

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 96-107.

1. Similaridade entre Processos de Negócio. 2. Unificação de Processos de Negócio. 3. Apoio à Tomada de Decisão. I. Xexéo, Geraldo Bonorino. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

Agradecimentos

À minha querida esposa Flávia pela paciência, apoio e por me iluminar em mais essa etapa da minha vida.

À minha linda filha de 4 aninhos, Júlia, pela paciência e por aceitar por algumas vezes, não poder dar atenção as suas brincadeiras para me concentrar e me dedicar aos estudos relacionados à tese.

Aos meus pais, Antônio e Marli, pela dedicação e amor que investiram na minha caminhada.

Ao meu orientador Geraldo Xexéo, por todos os conhecimentos transmitidos, pelo incentivo e por estar sempre à disposição para ajudar e tirar dúvidas.

Aos professores e funcionários do PESC/COPPE/UFRJ, por tudo que aprendi nesse período que estudei aqui.

Ao grupo de pesquisa INTPRO, pelo apoio no desenvolvimento do artefato computacional.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

UM MODELO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO PARA ANÁLISE DE SIMILARIDADE E UNIFICAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Rodrigo Costa dos Santos

Fevereiro/2014

Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Este trabalho apresenta um modelo para apoio à tomada de decisão na comparação e unificação de processos de negócio, baseado na notação EPC (*Event-driven Process Chain*). Esse modelo tem aplicação em diversos contextos, como na aquisição e fusão de empresas ou em reestruturações, para se definir o melhor processo resultante entre duas áreas, na adequação a regulamentações, para se medir o nível de conformidade, ou ainda na implantação de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), para identificar o nível de alinhamento da empresa com os processos padrão da ferramenta com objetivo de reduzir customizações, tempo e custos de projeto. Para isso, foram propostas métricas de similaridade, textuais e estruturais, bem como um modelo conceitual sobre processo de negócio que ajudou a enriquecer o entendimento sobre os processos corporativos. Além disso, uma implementação computacional, denominada INTPRO, foi desenvolvida para validar o modelo conceitual e foi testada sobre processos reais de uma empresa de energia com apoio de um especialista da área de processos de negócio. O INTPRO foi comparado ainda com um *framework* existente e apresentou resultados melhores em todos os testes realizados.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

A MODEL TO SUPPORT DECISION MAKING FOR ANALYSIS OF SIMILARITY
AND UNIFICATION OF BUSINESS PROCESSES

Rodrigo Costa dos Santos

February/2014

Advisor: Geraldo Bonorino Xexéo

Department: Computer Science and Engineering

This thesis presents a model to support decision making in the comparison and unification of business processes, based on event-driven process chain (EPC) notation. This model can be used in various contexts, such as in the acquisition and merging of companies, or in restructurings, in order to define the best resultant processes between two areas, whether that be in the adaptation to regulations to measure the level of compliance, or in the implementation of an Enterprise Resource Planning (ERP) system to identify the company's degree of alignment with the standard processes of the tool, in this case, the objective is to reduce customizations, time, and project costs. For this, was proposed textual and structural similarity metrics, as well as a conceptual model for business processes, which support to improve understanding of corporate processes. Besides this, a computational experiment, called INTPRO, was developed to validate the conceptual model, and with the help of a business process specialist it was tested on the real processes of an energy company. The INTPRO was also compared with an existing framework and it showed improved results in all the tests conducted.

Sumário

CAPÍTULO 1 – Introdução	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos do Trabalho	3
1.3. Justificativa	4
1.4. Metodologia de Pesquisa	5
1.5. Contribuição e Originalidade	6
1.6. Organização do Trabalho	7
CAPÍTULO 2 – Revisão da Literatura	8
2.1. Processo e Processo de Negócio	8
2.2. Modelagem de Processo de Negócio (BPM)	9
2.3. Notação EPC (Event-driven Process Chain)	16
2.4. Linguística Computacional	22
2.4.1. POS Tagger	23
2.4.2. Thesaurus Eletrônico para o Português do Brasil	24
CAPÍTULO 3 – Trabalhos Relacionados à Similaridade e Unificação de Processos	25
3.1. Revisão das Métricas de Similaridade entre Processos de Negócio	28
CAPÍTULO 4 – Proposta	44
4.1. Modelo Conceitual sobre Processos de Negócio	44
4.1.1. Pacote “Notação EPC”	46
4.1.2. Pacote “Enriquecimento”	47
4.2. Modelo Proposto	49
4.2.1. Etapa 1 - Entrada	50
4.2.2. Etapa 2 - Reconhecimento	50
4.2.3. Etapa 3 - Enriquecimento	50
4.2.4. Etapa 4 - Processamento	51
4.2.4.1. Métricas de Similaridade Utilizadas	51
4.2.4.1.1. Similaridade Sintática (Sim_{sin})	53
4.2.4.1.2. Similaridade Semântica (Sim_{sem})	54
4.2.4.1.3. Similaridade Tipológica (Sim_{tip})	56
4.2.4.1.4. Similaridade Atributiva (Sim_{atr})	56
4.2.4.1.5. Similaridade Posicional (Sim_{pos})	57
4.2.4.1.6. Similaridade Contextual (Sim_{con})	58

4.2.4.1.7. <i>Similaridade Contextual do Processo (Sim_{cop})</i>	59
4.2.4.2. <i>Unificação de processos (Merge Union)</i>	60
4.2.5. <i>Etapa 5 – Interação</i>	66
CAPÍTULO 5 – Implementação e Experimento	67
CAPÍTULO 6 – Estudo de Caso.....	76
CAPÍTULO 7 – Conclusão.....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
Anexo I – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,5).....	108
Anexo II – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,6).....	109
Anexo III – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,7).....	110
Anexo IV – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 2 (com limiar=0,5).....	111
Anexo V – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 2 (com limiar=0,6).....	112
Anexo VII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,5).....	114
Anexo VIII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,6).....	115
Anexo IX – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,7).....	116
Anexo X – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 1 (com limiar=0,5)	117
Anexo XI – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 2 (com limiar=0,5)	118
Anexo XII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 3 (com limiar=0,5)	119
Anexo XIII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Completo 1 (com limiar=0,5)	120
Anexo XIV – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Completo 2 (com limiar=0,5)	121

Anexo XV – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Completo 3 (com limiar=0,5)	122
--	-----

Lista de Figuras

Figura 1 - Notação IDEF0	11
Figura 2 - Notação IDEF3	12
Figura 3 - Diagrama de Atividade da UML	12
Figura 4 - Notação BPMN.....	13
Figura 5 - Cadeia de Valor em Processos.....	16
Figura 6- Exemplo de processo mapeado na notação EPC	19
Figura 7 - Equivalência de modelagem em EPC - sequenciamento das funções	20
Figura 8 - Possibilidades de <i>join</i> e <i>split</i> em EPC.....	20
Figura 9 - Gráfico com a dispersão dos artigos por ano de publicação.....	30
Figura 10 - Notações utilizadas nos artigos analisados	34
Figura 11 - Tipos de grafos apresentados nos artigos analisados.....	35
Figura 12 - Mapeamento das citações	37
Figura 13 - Consolidação das métricas utilizadas nos artigos analisados	38
Figura 14 - Modelo Conceitual sobre Processos de Negócio	45
Figura 15 - visão de alto nível do modelo	45
Figura 16 - Modelo para Análise de Similaridade e Unificação de Processos de Negócio	49
Figura 17 - Métricas de Similaridade utilizadas.....	53
Figura 18 - Exemplo da notação EPML	68
Figura 19- Apresentação do processo EPC pelo INTPRO	69
Figura 20 - Tela do INTPRO para enriquecimento dos elementos do EPC	71
Figura 21 - Trecho de código do enriquecimento dos dados no arquivo XML.....	71
Figura 22 - Apresentação do processo EPC enriquecido pelo INTPRO (arquivo ITP) .	72
Figura 23 - Tela de alerta sobre o contexto dos dois processos	72
Figura 24 - Tela INTPRO com a matriz de equivalências entre as funções dos dois processos EPC	74
Figura 25 - Tela de configuração de parâmetros do INTPRO.....	74
Figura 26 - Tela do INTPRO com o processo unificado (<i>merge union</i>)	75
Figura 27 - Pesos atribuídos para cada métrica de similaridade.....	77
Figura 28 - Processo de aquisição com pregão eletrônico.....	78

Figura 29 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco textual	82
Figura 30 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco estrutural	85
Figura 31 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco completo	86
Figura 32- Processo manutenção das diretrizes de segurança da informação	87
Figura 33 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco textual	90
Figura 34 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco estrutural	92
Figura 35- Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco completo	92

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparativo entre as notações de modelagem de processos de negócio	15
Tabela 2 - Resumo dos principais objetos do EPC.....	18
Tabela 3 - Configurações possíveis para uso dos conectores em EPC.....	21
Tabela 4 - Resumo da consulta às bases científicas	29
Tabela 5 - Análise dos artigos pertinentes ao tema da tese	30
Tabela 6 - Motivação dos artigos analisados.....	33
Tabela 7 - Artigos que foram citados	36
Tabela 8 - Regra para unificação dos atributos do enriquecimento EPC	66
Tabela 9 - Árvore da sintaxe dos elementos EPML	70
Tabela 10 - Degradações sucessivas realizadas sobre o processo de aquisição	79
Tabela 11 – Funções mapeadas para o processo de aquisição no bloco textual.....	81
Tabela 12 - Técnicas de redesenho que afetam a estrutura do processo	83
Tabela 13 - Processos de aquisição resultantes para testes no bloco estrutural	84
Tabela 14 - Funções mapeadas para o processo de aquisição no bloco estrutural	84
Tabela 15 - Funções mapeadas para o processo de aquisição no bloco completo	86
Tabela 16- Degradações sucessivas realizadas sobre o processo de diretrizes	88
Tabela 17 - Funções mapeadas para o processo de diretrizes no bloco textual	89
Tabela 18 - Funções mapeadas para o processo de diretrizes no bloco estrutural	90
Tabela 19 - Processos de diretrizes resultantes para testes no bloco estrutural.....	91
Tabela 20 - Funções mapeadas para o processo de diretrizes no bloco completo.....	92

Lista de Nomenclaturas

Termo	Descrição
AML	<i>ARIS Markup Language</i>
BPM	<i>Business Process Modeling Modeling</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
EPC	<i>Event-driven Process Chain</i>
EPML	<i>EPC Markup Language</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
HMM	<i>Hidden Markov Models</i>
INTPRO	Experimento Computacional - Inteligência em Processos
ProM	<i>Process Mining Framewok</i>
SPE	Sociedade de Propósito Específico
TeP	<i>Electronic Thesaurus for Brazilian Portuguese</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

CAPÍTULO 1 – Introdução

1.1. Motivação

O mercado mundial está cada vez mais competitivo. Os efeitos da globalização e a escassez de recursos financeiros, materiais e humanos são fatores que deixam as empresas em posição de desafio constante.

Com a concorrência cada vez mais acirrada, as empresas são obrigadas a atingir desempenhos melhores a todo o momento para sobreviver, especialmente no que se refere às variáveis como qualidade, custo e tempo (VILLELA, 2000).

Sendo assim, as empresas necessitam de ferramentas de planejamento, gestão e controle para se manterem competitivas. Mecanismos como reestruturações e ações voltadas para mudança organizacional são constantemente aplicados no intuito de buscar mais eficiência nos seus processos de negócio.

Logo, conhecer seus processos internos, suas interseções e atributos passou a ser uma obrigação das empresas que querem melhorar e se manterem competitivas. Os processos e as atividades são os meios pelos quais a empresa possui para agregar valor aos produtos e serviços por ela prestados.

Mapear seus processos de negócio é o ponto de partida para entender como a empresa opera. A partir daí, pode-se fazer um estudo para identificar em que ponto o processo pode ser melhorado. O redesenho de processos de negócio é uma das técnicas utilizadas para agregar uma solução de melhoria ao processo de negócio analisado.

Outra situação em que conhecer os processos de negócio é fundamental é no caso de aquisições e fusões de empresas. É cada vez mais comum a aparição na mídia de notícias sobre fusões de grandes corporações, aquisições de empresas por grupos maiores, reestruturações, constituições de holdings, participações em consórcios, e especialmente no Brasil, a constituição de sociedades de propósito específico (SPE), criada pela Lei Complementar nº 128 de 19 de dezembro de 2008 (BRASIL, 2008).

Nesse caso, uma rápida adaptação dos processos de negócio dessas companhias é apontada como um fator crítico de sucesso para sua reorganização, uniformização e otimização das atividades. Em alguns casos de fusão, é fundamental comparar os

processos das duas empresas envolvidas para tomada de decisão de qual processo de negócio resultante prevalecerá na nova empresa constituída.

Outra motivação para essa tese foi o caso real de uma grande empresa brasileira de energia. Esta empresa é uma *Holding* que possui mais de quinze empresas subsidiárias espalhadas por todo país, além de alguns negócios na América Latina, nos ramos de geração, transmissão e distribuição de energia.

O cenário identificado foi que não há uma uniformização entre os Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (do termo originalmente criado em inglês - *Enterprise Resource Planning* - ERP) dessas empresas, existindo empresas que não possuem um sistema integrado de gestão e empresas que possuem. Além disso, dentre as que possuem, estes são de fabricantes diversos. Isso constitui um problema, uma vez que dificulta uma integração de informações estratégicas da companhia, como financeiras, de suprimentos, de recursos humanos, entre outras.

Neste contexto, a diretoria executiva da empresa de energia, sabendo que a implantação de um sistema ERP de mesmo fabricante em todas as empresas integradas com o ERP da *Holding* é fator relevante na busca da maximização da eficiência das organizações, seja por facilitarem a integração de processos de negócio, seja por permitirem a melhoria de controles e redução de custos, determinou um estudo no sentido de padronizar e implantar solução ERP em todas as empresas.

Porém, sabe-se que é preciso modelar os processos empresariais antes da implantação da solução de automação. Para que estes esforços venham lograr êxito e possibilitar o alcance dos objetivos estabelecidos pela empresa de energia, fez-se necessário empreender estudos e pesquisas adicionais para possibilitar tomada de decisões em relação à implementação dos processos de negócio das empresas de energia com os processos estabelecidos em um sistema ERP.

Nesse sentido, ao longo do desenvolvimento dessa tese, percebeu-se um alinhamento dos estudos sobre similaridade de processos de negócio com o problema dessa empresa de energia e, motivado pelos estudos já realizados, surgiu um projeto de pesquisa e desenvolvimento dentro da COPPE/UFRJ que consistiu na criação de um modelo de comparação de processos de negócio correlatos da empresa com os do ERP da *Holding*, em vista a verificar o grau de integração ou de customização necessário para cada uma.

As métricas de similaridades propostas pela tese, bem como a forma de unificação de processos de negócio, foram utilizadas para subsidiar as pesquisas de parte desse projeto que contou ainda com o desenvolvido um artefato computacional, experimental, para apoio a tomada de decisão na similaridade e unificação dos processos baseado no modelo proposto.

1.2. Objetivos do Trabalho

O objetivo do trabalho é realizar uma revisão da literatura sobre o tema similaridade em processos de negócio e das métricas de similaridade existentes, apresentar um modelo de apoio à tomada de decisão para comparação e unificação de processos de negócio correlatos, ou seja, processos que atendam a um mesmo objetivo de negócio, levando em conta suas particularidades e possibilitando uma análise a fim de se obter um resultado mais adequado para empresa (SUN, KUMAR e YEN, 2006; LA ROSA *et al.*, 2010).

Outro objetivo é o de realizar a unificação (*merge*) dos processos, respeitando suas restrições e apoiando a tomada de decisão no sentido de qual seria o melhor desenho para o processo unificado.

O modelo de unificação dos processos se dará através da medida de similaridade entre eles (EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS, 2007; DIJKMAN, DUMAS e GARCÍA-BANUELOS, 2009a), além da aplicação de linguística computacional (PEDERSEN, PATWARDHAN e MICHELIZZI, 2004). Serão ainda apresentadas duas formas de prover a unificação dos processos de negócio, uma equivalente à união dos dois processos (LA ROSA *et al.*, 2010), em que todos os comportamentos são mantidos, e outra unificação personalizada, em que o usuário, especialista em processos de negócio, poderá decidir de que forma serão mapeadas as atividades similares dos processos de negócio, além de fazer outras escolhas, como optar em manter ou não determinada atividade no processo resultante (GOTTSCHALK, AALST e JANSEN-VULLERS, 2008).

A proposta se baseia na notação EPC (*Event-driven Process Chain*) (SCHEER, 2000; DAVIS e BRABÄNDER, 2007) por ser a notação mais utilizada nos sistemas

integrados de gestão ERP (*Enterprise Resource Planning*) pelas empresas no mundo, segundo o GARTNER (2013), que realizou pesquisa em abril de 2013, sobre seguimento de vendas de ERP em todo mundo durante o ano de 2012.

Além disso, a notação EPC se mostrou ser a mais completa e consistente, segundo os critérios de avaliação de LIN, YANG e PAI (2002) apresentados no capítulo 2 desta tese.

1.3. Justificativa

A unificação de processos de negócio é uma tarefa complexa e exige um conhecimento especializado tanto de modelagem em processos, quanto no negócio envolvido. Para identificação de similaridade entre atividades de um processo com outro, é necessária a percepção e interpretação humana, que é um processo lento e sujeito a falhas.

Sendo assim, a proposta de tese possibilita a comparação de processos de negócio correlatos de forma automatizada, e por consequência, mais rápida e confiável.

Além disso, encontrar a melhor forma de unificar um processo de negócio pode levar algum tempo. Essa análise precisa de diversas interações entre especialistas em processos com os donos dos processos afetados.

Segundo BALDAM *et al.* (2007), o dono do processo é o responsável pelo alinhamento do processo à estratégia da organização, estabelecendo metas e resultados esperados e analisando riscos envolvidos. Segundo LEITE *et al.* (2013) o dono do processo é a pessoa que conheça sistemicamente como funciona o processo, sendo assim, o principal envolvido no mapeamento, além de ajudar a desenvolver indicadores para acompanhar e mensurar se tudo está acontecendo conforme foi definido.

Logo, o modelo proposto auxilia à tomada de decisão e a unificação de processos, tornando a avaliação mais ágil, uma vez que o modelo proposto permite fazer avaliações sob diferentes aspectos de maneira rápida, construir cenários de avaliação, além de subsidiar os donos dos processos analisados tomarem a decisão mais acertada na escolha do novo processo resultante.

1.4. Metodologia de Pesquisa

Para realizar esse trabalho, o primeiro passo consiste em efetuar uma revisão da literatura sobre o tema similaridade em processos de negócio em busca de identificar as métricas de similaridade existentes e classificá-las em categorias.

Essa parte da pesquisa pode ser considerada do tipo qualitativa e exploratória, pois apresenta característica essencialmente descritiva e o pesquisador procura conhecer e interpretar a realidade, sem nela interferir, estando este interessado em descobrir e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los (RUDIO, 2001).

Além disso, segundo COOPER e SCHINDLER (2003), os estudos exploratórios geram estruturas com o objetivo de descobrir novas tarefas de pesquisa em áreas pouco exploradas.

O segundo passo consiste em desenvolver e apresentar um modelo de apoio à tomada de decisão para comparação e unificação de processos de negócio que atendam a um mesmo objetivo de negócio. Nessa etapa são propostas as métricas de similaridade entre processos de negócio e apresentadas suas formalizações e cálculos. É apresentada ainda a forma de realizar a unificação dos dois processos similares em um. A implementação de um sistema computacional também é desenvolvida para validar o modelo apresentado.

Essa parte da pesquisa é considerada quantitativa, pois se baseia na medida (normalmente numérica) e na forma de apresentar e comparar resultados. Permite fazer mensuração e comparação de resultados e apresenta uso intensivo de técnicas estatísticas (RUDIO, 2001).

Os métodos qualitativos e quantitativos não são excludentes e podem ser utilizados de modo complementar. Segundo NEVES (1996), combinar essas técnicas traz vantagens, pois enriquece a visão do pesquisador quanto ao contexto em que a pesquisa é realizada.

Por fim, a pesquisa se conclui com um estudo de caso, aplicando o modelo proposto em uma situação real, comparando dois processos de negócio de uma empresa. Segundo GIL (1996, p.54) o estudo de caso é aplicado para “explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos”.

1.5. Contribuição e Originalidade

As principais contribuições teóricas foram a revisão da literatura das métricas de similaridade entre de processos de negócio em três categorias (textual, estrutural e transacional); a construção de um metamodelo conceitual sobre processo de negócio que apresentou o enriquecimento dos elementos dos processos, baseado na observação do mundo real no contexto organizacional estudado; e a proposição de novas métricas de similaridade: posicional e atributiva, para comparação de processo. Outra contribuição foi o aprimoramento das métricas semântica e contextual, já existentes na literatura.

A possibilidade de unificar processos de negócio baseado em um modelo de tomada de decisão e combinar técnicas de análise de processos de diferentes origens (sintática, semântica e estrutural) também constitui uma contribuição importante dessa tese.

As contribuições no contexto da implementação da ferramenta computacional foram a implantação de um modelo de tomada de decisão interativo, em que o usuário pode intervir no modelo, escolhendo as métricas de similaridade, definindo os pesos para cada uma delas, enriquecendo as funções dos processos e indicando sua concordância às equivalências dos elementos.

As inovações apresentadas nesta tese permitem criar um amplo e completo mecanismo para unificação de processos de negócio, combinando técnicas e métricas que são por diversos autores.

1.6. Organização do Trabalho

Além do capítulo introdutório, este trabalho contém mais seis capítulos. O capítulo 2 faz a revisão da literatura discutida nessa tese, incluindo a descrição da notação EPC em detalhes. O capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados à similaridade e unificação de processos de negócio. No Capítulo 4 é apresentada a proposta para tese e um modelo conceitual sobre processos de negócio, além das métricas de similaridade utilizadas e o algoritmo de unificação. O capítulo 5 descreve o a implementação do modelo por meio de desenvolvimento de um artefato computacional. No capítulo 6 é apresentada a validação e resultados alcançados por meio de aplicação de um estudo de caso com processos reais da empresa de energia. Por fim, o capítulo 7 apresenta as conclusões e indicações de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – Revisão da Literatura

Este capítulo trata dos principais conceitos fundamentais que são abordados nessa tese. Primeiro é apresentado o conceito de processo e de processo de negócio, posteriormente da modelagem de processos de negócio (BPM), a notação EPC em detalhes e por fim noções de linguística computacional.

2.1. Processo e Processo de Negócio

Um processo pode ser definido como um conjunto de tarefas coordenadas conduzidas por pessoas, por equipamentos ou por ambos para atingir um objetivo de negócio. DAVENPORT (1993, p.7) define processo como “uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim e *inputs* e *outputs* claramente identificados, ou seja, uma estrutura para ação”.

HARRINGTON (1993; 1997) define processo como qualquer atividade que receba uma entrada (*input*), agrega-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo e os processos fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos.

Mais tarde, RUMMLER e BRACHE (1995) estenderam a definição de Davenport afirmando que a orientação por processos permeia as unidades funcionais das empresas, trazendo uma visão horizontal. Passou então ser necessário identificar e aperfeiçoar as interfaces funcionais.

KAPLAN e NORTON (1997) ratificam essa visão quando afirmam que as organizações modernas operam com processos de negócio interfuncionais e enfatizam a melhoria contínua dos produtos e processos, visando garantir o sucesso organizacional.

GONÇALVES (2000, p.8) afirma que “todo trabalho importante realizado nas empresas faz parte de algum processo. Não existe um produto ou um serviço oferecido por uma empresa sem um processo empresarial”.

Com o passar do tempo, o processo ganhou uma qualificação e passou a ser tratado na literatura como processo de negócio. Na verdade, o processo de negócio nada

mais é do que o processo no contexto organizacional, que utiliza recursos da organização e gera valor para companhia.

Sendo assim, um processo ou processo de negócio é composto de entradas, saídas, atividades executadas de forma ordenada e que guardam uma relação lógica entre si e consomem recursos. O processo tem sempre um objetivo e é estruturado para fornecer produtos ou serviços ao seu cliente.

Segundo conceitos instituídos na Plataforma ARIS, ferramenta de gerenciamento de processos de negócio desenvolvida pela IDS Scheer, um processo é um conjunto de atividades e eventos estruturados de forma a retratar o fluxo de informações e o funcionamento da organização (DAVIS e BRABANDER, 2007).

Segundo a OMG (*Object Management Group*), organização internacional que aprova padrões abertos para aplicações orientadas a objetos, qualquer trabalho realizado dentro de uma organização é considerado uma atividade (OMG, 2009). Para OMG (2009) um processo é um conjunto de atividades controladas e em sequência.

Nesse contexto, todo trabalho realizado em uma organização pode ser considerado uma tarefa, que é o menor elemento na modelagem de um processo. Portanto, identificar e gerir os processos de negócio passou a ser uma preocupação, uma vez que não existe um produto ou um serviço oferecido por uma empresa sem que passe por um processo de negócio.

2.2. Modelagem de Processo de Negócio (BPM)¹

A Modelagem de Processos de Negócio consiste na técnica de representar, de forma abstrata, como o processo acontece no mundo real, compreendendo características intrínsecas ao processo, como os recursos, controles, papéis e responsabilidades, entre outras.

VERNADAT (1996) enumera como objetivos da modelagem de processos: melhor entendimento de como a empresa trabalha; proporcionar uma representação

¹ A sigla BPM é empregada nessa tese para representar “*Business Process Modeling*”, mas também pode ser encontrada na literatura para representar “*Business Process Management*” ou Gerenciamento de Processos de Negócio que possui outro significado.

uniforme dos processos de negócio de toda corporação; suportar novos projetos das unidades organizacionais da empresa; e possibilitar um controle e monitoramento das operações da empresa.

No contexto de melhoria em processos, pode-se dizer que a modelagem de processos pode ser feita em duas grandes etapas: modelagem do estado atual do processo (*As-Is*) e otimização e modelagem do estado desejado do processo (*To-Be*) (BALDAM *et al.*, 2007).

Mapear a organização como ela é (*As-Is*) permite identificar possíveis problemas no processo, que só então, uma vez resolvidos ou mitigados pode-se modelar como o processo deverá ser (*To-Be*). Segundo PIDD (1998), faz sentido modelar o processo atual para descobrir quais são os componentes essenciais e sensíveis em que as melhorias farão diferença.

O mapeamento de processos é uma ferramenta de gestão e de comunicação que permite melhorar os processos existentes na empresa ou ainda implantar uma estrutura nova voltada para processos. Na visão de HUNT (1996), sua implementação permite redução de custos no desenvolvimento de produtos e serviços, a redução nas falhas de integração entre sistemas e melhora do desempenho da organização.

Existem inúmeras técnicas para o mapeamento e reorganização de processos de negócio. Segundo BOON (2010) são mais de dezenas de notações e técnicas existentes para modelagem de processos.

Dentre as notações mais utilizadas e citadas na literatura destacam-se a IDEF (MAYER, PAINTER e WITTE, 1994), Diagrama de Atividade da UML (RUMBAUGH, JACOBSON e BOOCH, 1999), EPC (SHEER, 2000) e BPMN (OMG, 2009).

A notação IDEF (*Integrated Definition*) foi desenvolvida na década de 70 pela força aérea americana. Ela foi concebida para mostrar o fluxo de informações dentro dos processos. O IDEF possui dezesseis modelos, cada um com um objetivo específico, porém, para mapeamento de processo de negócio destacam-se o IDEF0 - *Function Modeling* – e o IDEF3 – *Process Description Capture*.

O IDEF0 é utilizado para modelar decisões, ações e atividades de uma organização (MAYER, PAINTER e WITTE, 1994) e é composto por uma série hierárquica de diagramas, descrevendo funções e suas interfaces no contexto de um sistema (XEXÉO, 2007).

O IDEF0 foi derivado de outra linguagem gráfica, chamada SADT (*Structured Analysis and Design Technique*) e é composto por caixas, que podem representar uma empresa, processo ou atividade e por setas, que representam os fluxos de informação (XEXÉO, 2007; VALLE e OLIVEIRA, 2009) conforme representado na figura 1.

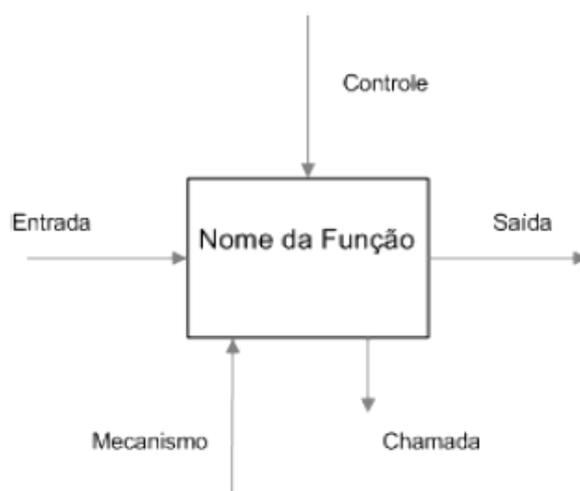


Figura 1 - Notação IDEF0

Segundo RYAN e HEAVEY (2006), o IDEF3 permite a captura e representação com elementos gráficos, tanto para a transição de estados em um sistema, como para a representação das atividades associadas com cada estado de transição. Uma das características do IDEF3 é o fato de os eventos ou atividades serem descritos na verdadeira ordem na qual estes ocorrem, levando em consideração as precedências temporais (LEAL, ALMEIDA e MONTEVECHI, 2008).

O principal símbolo do IDEF3 é a unidade de comportamento UOB (*Unit of Behavior*), representado por um retângulo. Além disso, o IDEF3 também faz uso de lógica booleana para representar o aspecto temporal através “junções”. Um exemplo desse diagrama pode ser visto na figura 2.

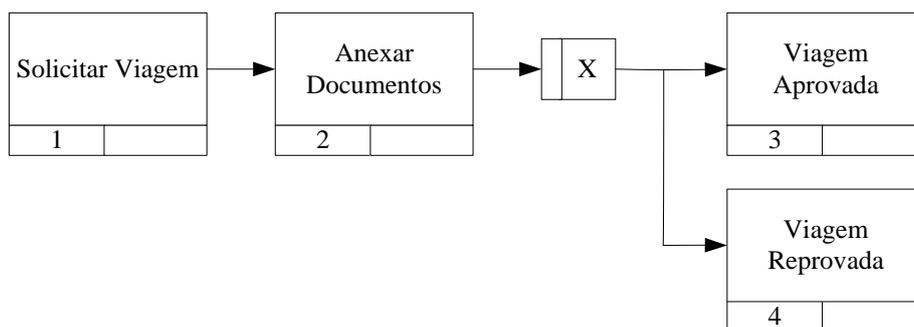


Figura 2 - Notação IDEF3

Embora as notações IDEF0 e IDEF3 tenham sido bastante utilizadas, com o surgimento de novas notações elas caíram em desuso.

Segundo o padrão da UML 2.0 (RUMBAUGH, JACOBSON e BOOCH, 1999), modelar uma atividade significa modelar a sequência e a condição em que esses comportamentos ocorrem. O diagrama utilizado na UML para esse fim é o Diagrama de Atividade. Um Diagrama de Atividade (DA) da UML nada mais é do que um grafo composto de nós e arestas direcionadas (XEXÉO, 2007), conforme figura 3.

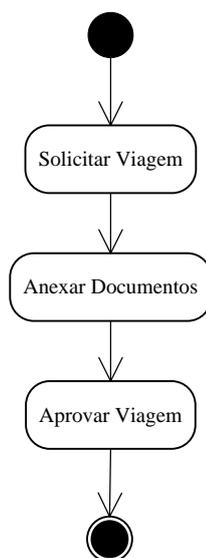


Figura 3 - Diagrama de Atividade da UML

O Diagrama de Atividade pode ser usado para mapear processos de negócio, mas como ele não foi concebido especificamente para esse fim, ele apresenta algumas deficiências e não se apresenta com uma ferramenta adequada para tal.

O EPC (*Event-Driven Process Chain*) é uma notação de processo de negócio pertencente à arquitetura ARIS (*Architecture of Integrated Information Systems*) e

possui grande aceitação, principalmente associada à implantação de sistemas EPR (XEXÉO, 2007).

A amplitude de representação do EPC é bastante grande, possibilitando a modelagem integrada de diversos aspectos do processo de negócio, tais como estrutura organizacional, árvore de objetivos, sistemas de informação, entre outras. A notação EPC será mais bem detalhada na seção 2.3.

A notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) é um padrão de notação para modelagem de processos de negócio mantida pela OMG (OMG, 2009). O principal objetivo do BPMN é prover uma notação compreensível e inteligível por todos os envolvidos, desde os analistas de negócio até o gestor do processo.

Para o BPMN, processo é uma atividade realizada por uma empresa e composta por uma série de etapas e controles que permitem o fluxo de informações.

O BPMN fornece uma notação para expressar os processos de negócio em um único diagrama de processo de negócio, denominado BPD (*Business Process Diagram*). Um exemplo de notação BPMN pode ser visto na figura 4.

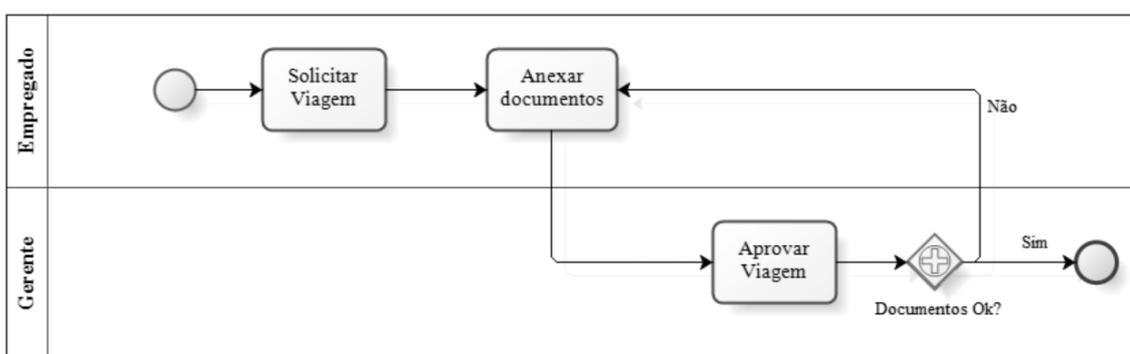


Figura 4 - Notação BPMN

Por ser uma notação gráfica essencialmente gráfica, a integração do BPMN em outras ferramentas depende da sua representação textual, portanto, a integração é apenas parcialmente entendida (VALLE e OLIVEIRA, 2009).

Embora existam várias notações para mapear processos de negócio, conforme apresentado, cada uma possui uma característica mais marcante. LUO e TUNG (1999) elaboraram uma classificação de técnicas para modelagem de processos de acordo com seu objetivo, constituída de três categorias: Comunicação, Análise e Controle. Segundo

os autores, as técnicas da categoria comunicação facilitam o entendimento do processo de negócio quando modelado. Essas técnicas buscam simplicidade e clareza na modelagem. As técnicas que primam pela análise, buscam identificar a efetividade do processo, permitindo gerar representações alternativas, simulação de comportamento em processo e medidas de desempenho. Para as técnicas focadas no controle, a modelagem permite realizar gerenciamento e monitoramento, permite representar os relacionamentos com o negócio, além de permitir simular processo de auditoria.

Mais tarde, LIN, YANG e PAI (2002) expandiram esse conceito e apresentam uma seleção de notações BPM, identificando características essenciais para definir um processo de negócio. Depois de analisar algumas notações de modelagem, incluindo o IDEF0, IDEF3 e UML, os autores propuseram um resumo baseado nas seis perspectivas: funcional, comportamental, organizacional, informacional, verificação e validação e procedimento de modelagem.

A perspectiva funcional representa a capacidade dos agentes do processo em realizar tarefas relacionadas com outros agentes. A comportamental diz respeito ao suporte a alguns elementos de negócio como regras, ações, controle, entre outros. A informacional diz respeito ao suporte a elementos de informações como mensagens, arquivos, entre outros, enquanto os organizacionais a elementos de recursos, locais, áreas, etc. As perspectivas verificação e validação e procedimento de modelagem dizem respeito à existência desses recursos na modelagem do processo.

PEREIRA *et al.* (2009) ampliaram o estudo de LIN, YANG e PAI (2002) e incluíram a classificação das notações EPC e BPMN sob a mesma ótica das seis perspectivas. O resumo dessa classificação pode se visto na tabela 1. Pode-se concluir que a notação EPC mostra-se como uma notação mais completa e consistente, segundo os critérios de avaliação de LIN, YANG e PAI (2002).

Para uma organização escolher a notação de modelagem de processo mais adequada, é preciso se definir a hierarquia dos processos que se quer adotar. Geralmente essa hierarquia começa na visão geral de processos até chegar ao nível mais detalhado. Alguns autores dividem a hierarquia de processos em macroprocessos, processos principais, processos ou subprocessos e atividades (DAVIS e WECKLER, 1996; HARRINGTON, 1997).

Tabela 1 – Comparativo entre as notações de modelagem de processos de negócio

Notação	Funcional	Comportamental	Informacional	Organizacional	Verificação Validação	Procedimento Modelagem
IDEF0	●	○	×	×	×	×
IDEF3	×	●	×	○	×	×
DA/UML	●	○	●	●	×	●
BPMN	●	⊖	○	●	⊖	●
EPC	⊖	⊖	●	⊖	●	●

Legenda: × Não Suporta / ○ Suporta Fracamente / ⊖ Suporta / ● Suporta Fortemente

Esta hierarquia de processos pode ser interpretada da seguinte forma:

- **Macroprocessos:** nível mais alto de representação dentro da organização.
- **Processos Principais:** são subdivisões dos macroprocessos. É o primeiro nível de representação dos processos que permite visualizar o conjunto de ações do processo.
- **Processos:** são subdivisões dos processos principais. É um nível de detalhamento que possibilita compreender em maior detalhe as ações a serem realizadas.
- **Atividades:** unidades de trabalho, não mais passíveis de decomposição.

Fazendo um paralelo da hierarquia de processos apresentada com a cadeia de valor introduzida por PORTER (1989) pode-se chegar a um modelo que mapeia os processos estratégicos da companhia.

A cadeia de valor de PORTER (1989) representa o conjunto de atividades desempenhadas por uma organização desde as relações com os fornecedores e ciclos de produção até à fase da distribuição final. Essa abordagem permite decompor uma organização nas suas atividades de relevância estratégica e de apoio, ou seja, aquelas atividades que o cliente efetivamente percebe valor e aquelas em que ele não percebe.

Nesse sentido, a cadeia de valor é decomposta de forma hierárquica em macroprocessos até chegar ao nível de atividade, baseado no conceito de “análise Top-Down”, que permite descrever os processos empresariais em distintos níveis de abstração. Desta forma, é possível associar e combinar a visão abstrata da empresa, desde o nível da sua macro visão, até a descrição detalhada das atividades. A figura 5 apresenta uma proposta de cadeia de valor em processos.

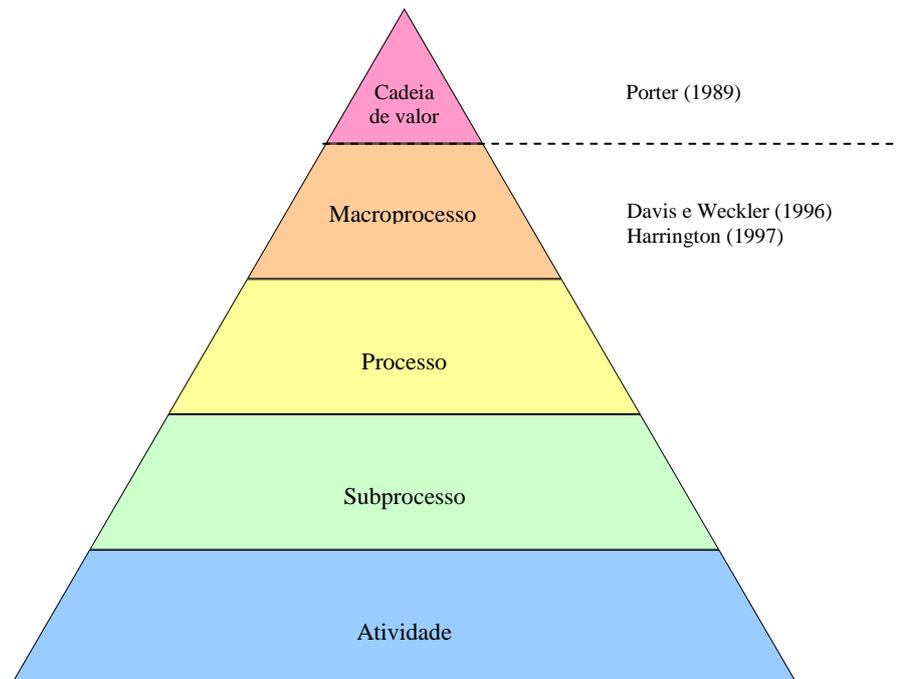


Figura 5 - Cadeia de Valor em Processos

PEREIRA *et al.* (2009) realizaram uma vasta pesquisa bibliográfica acerca do tema modelagem de processos de negócio (BPM) e, dentre as notações estudadas, destacam como sendo as mais utilizadas a *Business Process Modelling Notation* (BPMN) e a *Event-driven Processes Chain* (EPC).

2.3. Notação EPC (*Event-driven Process Chain*)

O EPC (*Event-driven Process Chain*) ou Cadeia de Processos Dirigida por Evento é uma notação para modelar processos de negócio. O EPC é parte simplificada do método ARIS usada para modelagem de processo (SOFTWARE AG, 2012). Nessa

notação, um processo é modelado segundo fluxo de eventos e funções (SCHEER, 2000; XEXÉO, 2007).

Basicamente o EPC possui quatro tipos de objetos: evento, função, conectores e arcos.

Segundo DAVIS e BRABÄNDER (2007), uma função representa uma atividade ou tarefa executada em um processo de negócio. Uma função pode ser realizada por uma pessoa ou um sistema de informação. Uma função possui entradas (informação ou material), saídas (informações processadas ou um produto), pode consumir recursos e ocorrem no tempo.

Uma função geralmente é descrita utilizando a regra <verbo no infinitivo> + <objeto direto>, como por exemplo, “solicitar viagem”, “cadastrar nota fiscal”, “enviar proposta de venda”.

Um evento representa a mudança de estado, antes ou depois da execução de uma função. Eventos podem ocorrer fruto da ação das pessoas, do resultado de um processamento de um sistema de informação ou em função da passagem do tempo (LEOPOLD *et al.*, 2013).

Um evento geralmente é descrito utilizando a regra <Sujeito> + <Verbo na voz passiva> OU <Substantivo> + <Adjetivo>, como por exemplo, “viagem aprovada”, “nota fiscal cadastrada”, “proposta viável”, “viagem necessária”, “trinta dias após viagem aprovada”.

Os conectores são utilizados para criar *joins* (junções) e *splits* (divisores) em processos de negócio e podem ser de três tipos: E, OU e XOR (ou exclusivo). Um *join* é utilizado para unir dois ou mais ramos do processo de negócio em apenas um ramo. O *split* é utilizado para dividir um ramo do processo de negócio em dois ou mais ramos.

Funções são ativadas ou acionadas por um ou mais eventos e podem criar um ou mais eventos (DAVIS E BRABÄNDER, 2007).

Por fim, a ligação entre os objetos é feita através dos arcos ou fluxos e é representada por uma linha, tracejada ou não, com uma seta na ponta. Na notação tradicional do EPC não é permitido ter um arco conectando duas funções ou dois

eventos. Um arco conecta eventos com funções, funções com eventos, funções e eventos com conectores e vice-versa, além de ser possível ligar também conector com conector.

A tabela 2 sintetiza os objetos da notação EPC com a descrição de cada um dos objetos.

Tabela 2 - Resumo dos principais objetos do EPC

Objeto	Notação	Descrição
Função		Representa normalmente uma tarefa tangível ou uma ação inteligente, que toma decisões ou processa informações. Funções geralmente agregam valor ao negócio e necessitam de tempo para serem executadas. <u>Nomenclatura:</u> <verbo no infinitivo> <objeto direto>
Evento		Representa uma situação ou estado, que é pré-condição ou pós-condição de uma função. Como representa um marco, não consome tempo. <u>Nomenclatura:</u> <Sujeito> <Verbo na voz passiva> OU <Substantivo> <Adjetivo>
Conector “E”		Representa operador lógico “E”. Quando forma um <i>split</i> , indica que todos os caminhos precisam ser percorridos, em outras palavras, que todos os eventos destino devem ocorrer. Quando forma um <i>join</i> , indica que todos os caminhos foram percorridos antes que o processo seguinte possa ser iniciado, em outras palavras, que todos os eventos de origem devem ocorrer.
Conector “OU”		Representa o operador lógico “E/Ou”. Quando forma um <i>split</i> , indica que pelo menos um dos caminhos precisa ser executado, em outras palavras, no mínimo um dos eventos destino deve ocorrer. Quando forma um <i>join</i> , indica que pelo menos um dos caminhos executados é suficiente para iniciar o processo seguinte, em outras palavras, no mínimo um dos eventos de origem deve ocorrer.
Conector “XOR”		Representa operador lógico “OU Exclusivo”. Quando forma um <i>split</i> , indica que apenas um dos caminhos precisa ser percorrido, em outras palavras, apenas um dos eventos destino deve ocorrer.

		Quando forma um <i>join</i> , indica que apenas um dos caminhos executados é suficiente para iniciar o processo seguinte, em outras palavras, apenas um dos eventos de origem deve ocorrer.
Arco ou Aresta	→	Um arco descreve uma relação lógica ou temporal entre funções e eventos. Pode haver conectores entre os arcos e funções e eventos.

Segundo AALST (1999), um processo na notação EPC pode ser descrito formalmente como sendo um conjunto de cinco elementos (E, F, C, T, A) , onde:

- E é um conjunto finito de eventos;
- F é um conjunto finito de funções;
- C é um conjunto finito de conectores;
- $T \in C \rightarrow \{\wedge, \text{XOR}, \vee\}$ é a função que mapeia os tipos de conectores.
- $A \subseteq (E \times F) \cup (F \times E) \cup (E \times C) \cup (C \times E) \cup (F \times C) \cup (C \times F) \cup (C \times C)$ é o conjunto de arcos.

Um exemplo simples de um processo mapeado na notação EPC é apresentado na figura 6.

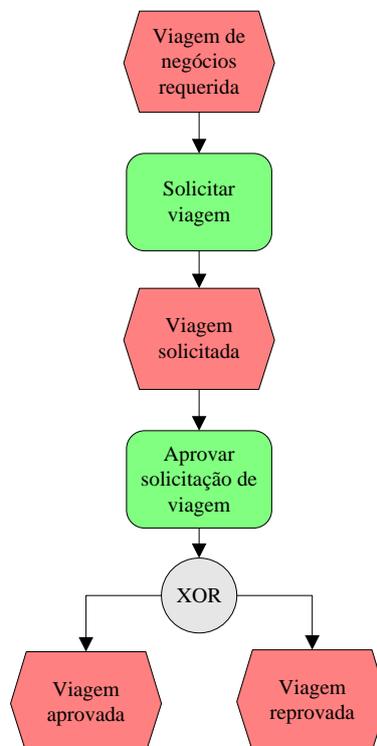


Figura 6- Exemplo de processo mapeado na notação EPC

Há outras regras que a notação EPC deve satisfazer e que merecem ser destacadas, por exemplo, deve haver pelo menos um evento de início e um evento final.

Em uma extensão da versão original do EPC é permitido que uma sequência de funções dentro de um processo não tenha evento entre elas (XEXÉIO, 2007). Logo, os diagramas da figura 7 podem ser usados como equivalentes.

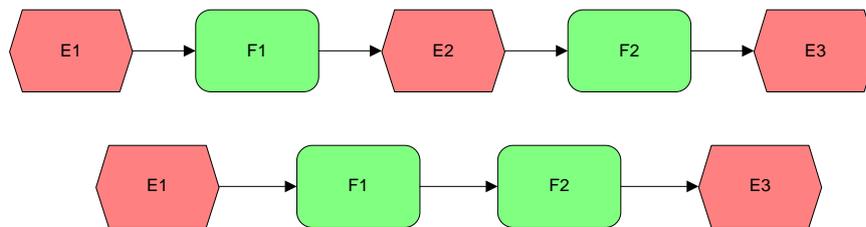


Figura 7 - Equivalência de modelagem em EPC - sequenciamento das funções

Com relação aos conectores, algumas regras devem ser observadas. Não é permitido utilizar um conector simultaneamente para fazer um *join* e *split*, conforme demonstrado na figura 8.

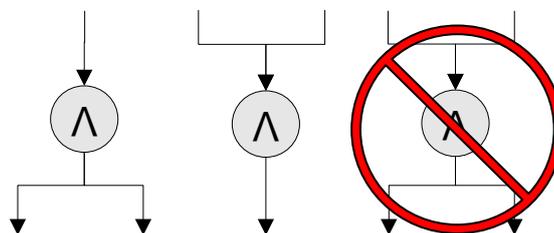
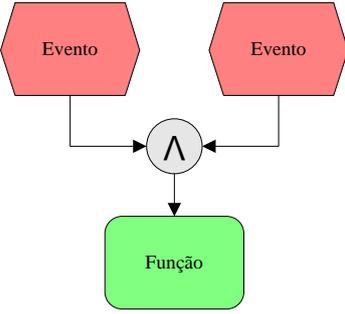
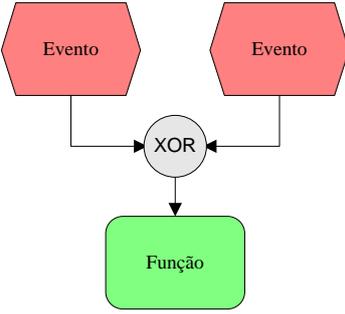
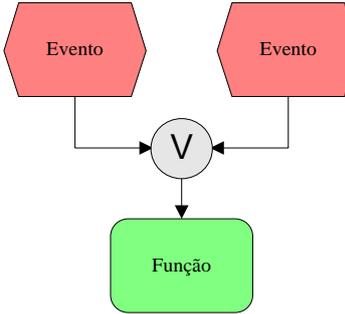
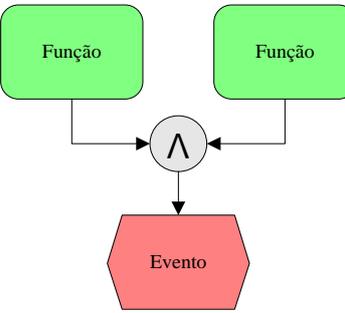
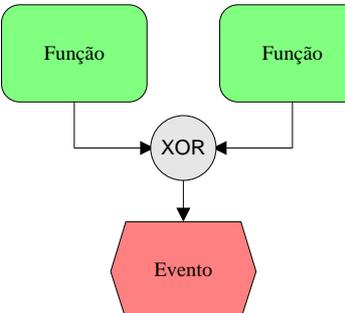
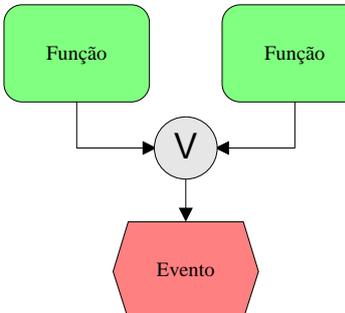
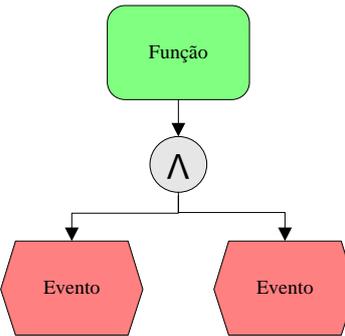
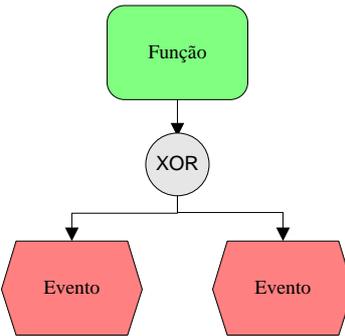
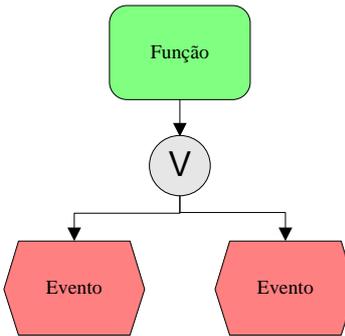
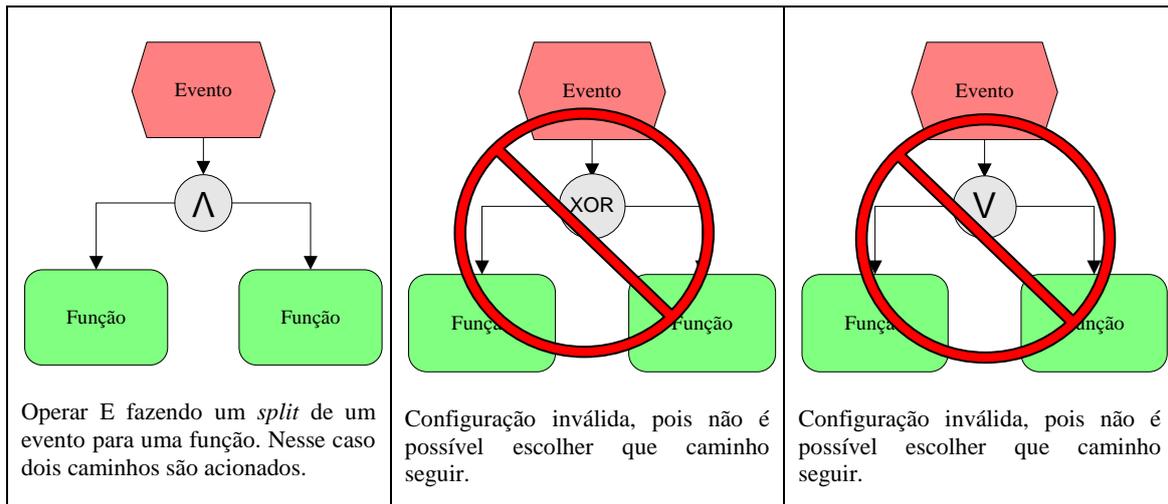


Figura 8 - Possibilidades de *join* e *split* em EPC

Outra regra importante é que nem o conector “XOR” nem o “OU” podem fazer um *split* para duas funções, pelo fato de não ser possível determinar qual caminho seguir. Para facilitar o entendimento de todas essas regras, foi criada a tabela 3 representando as possibilidades do uso de conectores e quais combinações são permitidas e quais são proibidas.

Tabela 3 - Configurações possíveis para uso dos conectores em EPC

 <p>Operar E fazendo um <i>join</i> de dois eventos para uma função. Nesse caso os dois eventos são requeridos.</p>	 <p>Operar XOR fazendo um <i>join</i> de dois eventos para uma função. Nesse caso um evento é requerido, mas não os dois.</p>	 <p>Operar OU fazendo um <i>join</i> de dois eventos para uma função. Nesse caso qualquer combinação de eventos é possível ativar a função.</p>
 <p>Operar E fazendo um <i>join</i> de duas funções para um evento. Nesse caso os dois caminhos são atravessados simultaneamente.</p>	 <p>Operar XOR fazendo um <i>join</i> de duas funções para um evento. Nesse caso os dois caminhos são atravessados simultaneamente.</p>	 <p>Operar OU fazendo um <i>join</i> de duas funções para um evento. Nesse caso os dois caminhos são atravessados simultaneamente.</p>
 <p>Operar E fazendo um <i>split</i> de uma função para um evento. Nesse caso os dois caminhos são acionados.</p>	 <p>Operar XOR fazendo um <i>split</i> de uma função para um evento. Nesse caso ocorre uma decisão, somente um evento é acionado.</p>	 <p>Operar OU fazendo um <i>split</i> de uma função para um evento. Nesse caso qualquer combinação pode ser acionada.</p>



A principal ferramenta utilizada para mapear processos utilizando a notação EPC é a *ARIS Toolset*, desenvolvida originalmente pela empresa IDS Scheer e hoje adquirida pela Software AG (SOFTWARE AG, 2012). Além dessa, existe a *ARIS Express* desenvolvida pela mesma empresa que é a versão *freeware* da ferramenta principal. Existem outras ferramentas no mercado que também mapeiam processos em EPC. Além da ARIS, as que mais se destacam são *Business Process Visual ARCHITECT* da empresa *Visual Paradigm*, *Semtalk* da empresa *Semtation GmbH* e *ARPO* da empresa *KLUG Solutions*. Essas ferramentas permitem modelar processos EPC, realizar verificações de consistência nas construções dos processos que por ventura venham a ferir a notação original, além de acrescentar informações adicionais aos modelos, como tempo e custo de execução das tarefas, quem as realiza, entre outras informações (KLUG, 2012; SOFTWARE AG, 2012).

Existe outra categoria de ferramenta que permite apenas desenhar o modelo em EPC, como é o caso do *Visio* da *Microsoft*.

2.4. Linguística Computacional

A linguística computacional é a área de conhecimento que estuda as relações entre a linguística e a computação (OTHERO e MENUZZI, 2005). Segundo VIEIRA e LIMA (2001, p.1), a linguística computacional pode ser entendida como “a área de conhecimento que explora as relações entre linguística e informática, tornando possível

a construção de sistemas com capacidade de reconhecer e produzir informação apresentada em linguagem natural”.

2.4.1. POS Tagger

Uma das técnicas da linguística computacional se refere ao reconhecimento das categorias gramaticais das palavras em uma frase. Os sistemas que realizam esta tarefa são denominados rotuladores ou etiquetadores de categorias gramaticais classificadas em partes do discurso (*part-of-speech*) ou simplesmente *POS taggers*.

O etiquetador gramatical é um sistema responsável por identificar, em uma sentença, para cada um dos itens lexicais, a categoria a que este item pertence. Por exemplo, para cada palavra, o analisador deverá decidir qual a categoria correta, de acordo com a posição que a palavra ocupa na frase e com o relacionamento com as outras palavras na frase (VIEIRA e LIMA, 2001).

Entre as categorias identificadas pelo *POS taggers*, encontram-se os substantivos, verbos, adjetivos, preposições, advérbios, numerais, entre outros. Um exemplo da etiquetagem morfológica (*POS tagging*) que associa a cada palavra de um texto uma etiqueta contendo sua classe gramatical para frase “Solicitar o Pedido Emergencial de Compras” é apresentada da seguinte forma:

solicitar_V, o_ART, pedido_N, emergencial_ADJ, de_PREP, compras_N

Onde:

ADJ - ADJetivo

ART - ARTigo

N - Nome (substantivos comuns)

PREP - Preposição

V - Verbo

2.4.2. Thesaurus Eletrônico para o Português do Brasil

A palavra *thesaurus*, de origem greco-latina, era usada para definir um dicionário de uma língua. Ao passar do tempo, o termo *thesaurus* foi ampliado como instrumento lexicográfico mais extenso, ou seja, passou a considerar e representar outras relações linguísticas.

Segundo ROGET, ROGET e ROGET (1952) o *thesaurus* é uma “coleção de palavras e frases ordenadas não classificadas em ordem alfabética, como se encontra em um dicionário comum, mas de acordo com as ideias que representam”.

O termo *thesaurus*, ou simplesmente *tesauro*, passou a ser utilizado na Ciência da Computação principalmente no processo de busca e recuperação da informação, como ferramenta capaz de transpor conceitos e suas relações, tais como sinônimos e estruturas sintáticas (DODEBEI, 2002), surgindo então os *thesaurus* eletrônicos.

Para o português do Brasil, foi desenvolvido um *thesaurus* eletrônico, denominado TeP – *Electronic Thesaurus for Brazilian Portuguese* – um dicionário eletrônico de sinônimos e antônimos para o português do Brasil, que hoje se encontra na versão 2.0 (DIAS-DA-SILVA *et al.*, 2000; MAZIERO *et al.*, 2008).

No *thesaurus* eletrônico TeP 2.0, o recurso que retorna os sinônimos de uma palavra é denominado *synset*, isto é, um conjunto de sinônimos ou quase-sinônimos (em inglês: *synonym set*) (DIAS-DA-SILVA e MORAES, 2003).

O *synset* é um conjunto de unidades lexicais de uma mesma categoria sintática que podem ser intercambiáveis em um determinado contexto, por exemplo, para o adjetivo “enviado”, tem-se o *synset* extraído do TeP 2.0 para dado contexto igual a {**enviado**, encaminhado, expedido, mandado, remetido}.

CAPÍTULO 3 – Trabalhos Relacionados à Similaridade e Unificação de Processos

Essa seção apresenta os trabalhos relacionados ao estudo proposto, ou seja, sobre similaridade e unificação de processos de negócio.

SUN, KUMAR e YEN (2006) desenvolveram um método para realizar fusão entre processos de negócio. Os autores apresentam dois cenários para aplicação: fusão de empresas, quando, por exemplo, uma empresa de manufatura se funde com uma empresa de logística; e reengenharia empresarial, quando, por exemplo, um processo de produção se funde com o processo de vendas dentro da mesma empresa. Em ambos os casos o método de fusão se dá combinando os dois processos e gerando um terceiro, eliminando as tarefas redundantes, mas mantendo todas as tarefas necessárias ou fundamentais.

Na técnica de SUN, KUMAR e YEN (2006), os processos das duas empresas ou das duas unidades organizacionais devem ser conhecidos e complementares e, para que a junção aconteça, um ponto em comum deve ser estabelecido entre os dois processos.

MENDLING e SIMON (2006) propuseram um método para mapeamento de processos de negócio com foco na integração, ou seja, a partir de uma entrada com dois processos com visões diferentes. As relações semânticas entre os elementos desses processos são identificadas e o resultado é utilizado para calcular o modelo de processo integrado. Finalmente, a abordagem inclui ainda uma otimização do modelo usando as regras de redução ou simplificação.

Com uma visão um pouco mais abrangente, GOTTSCHALK, AALST e JANSEN-VULLERS (2008) demonstram um método para unificar dois processos mapeados em EPC em um único EPC, preservando todas as características possíveis do EPC original, ou seja, existe a preocupação que o EPC resultante desse processo contemple o comportamento possível existente em qualquer um dos modelos originais.

Logo, esse trabalho apresenta um algoritmo com objetivo de unir vários EPCs retratando processos diferentes que são executados da mesma forma, enquanto o

trabalho de MENDLING e SIMON (2006) se preocupa apenas em integrar processos com diferentes visões em um processo único.

LA ROSA *et al.* (2010) abordou a questão da união entre dois ou mais processos de negócio correlatos. Dados dois processos de negócio, o algoritmo proposto cria um terceiro processo que é a união dos modelos de processo de entrada, ou seja, o comportamento do processo resultante deve abranger os comportamentos dos modelos de entrada. Além disso, com essa técnica, é possível recriar o processo original derivado do processo unificado, uma vez que todas as características são preservadas. O processo unificado é gerado o mais compacto possível, a fim de reforçar a sua compreensão.

Para se realizar uma unificação entre processos de negócio, uma avaliação importante deve ser feita com antecedência sobre os processos, que é determinar a similaridade entre eles. Com essa avaliação é possível saber o quão diferente são os dois processos de entrada, e por consequência o quão difícil será unificá-los.

Vários trabalhos sobre similaridade entre processos de negócio foram escritos. EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007) apresentam uma abordagem (semi-) automática para detecção de sinônimos e homônimos entre os nomes dos elementos do processo de negócio. O grau de similaridade entre os processos de negócio é determinado pela correlação entre o número de sinônimos encontrados (positiva) com o número de homônimos encontrados (negativa). Os autores apresentam ainda três medidas de similaridade: sintática, linguística e estrutural.

No trabalho de EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007), a métrica sintática é obtida aplicando o método de distância de edição entre os rótulos (*labels*) dos objetos, proposto por LEVENSHTAIN (1966). A métrica linguística diz respeito à comparação com sinonímia com uso do *Wordnet*, e por fim, a métrica estrutural que leva em conta a similaridade entre os atributos dos objetos.

Para realizar os cálculos e correlações linguísticas, foi utilizada a ferramenta *Wordnet*, que é uma base de dados de conhecimento linguístico do Inglês, contendo, além do significado das palavras, seus contextos, sinônimos, homônimos, entre outros atributos (FELLBAUM, 1998).

O tema similaridade já foi amplamente discutido para outras estruturas dentro do campo da computação. Um exemplo é a trabalho de SOUZA (1986) que fez uma pesquisa sobre integração de esquemas. Souza criou uma ferramenta para comparar os esquemas e identificar conflitos que são resolvidos através de mapeamentos, denominados modelos canônicos. Nesse trabalho, os aspectos considerados de comparação de esquemas foram obtidos através de funções de similaridade entre as classes. Mais tarde, DURAN (1999) estendeu o modelo de SOUZA (1986) utilizando lógica difusa para comparar classes baseada no comportamento. Diversas formas de comparação e similaridades para classes de esquemas lógicos foram propostas nesse trabalho.

DONGEN, DIJKMAN e MENDLING (2008) criaram uma abordagem diferente para medir o grau de similaridade entre processos de negócio. Esta abordagem tem por base o modelo de vetor de informação utilizado no campo da Busca a Recuperação da Informação (BRI). Uma representação abstrata do comportamento do processo é apurada e transformada nesses vetores e depois comparadas.

Na linha de busca por processos semelhantes, DIJKMAN, DUMAS e GARCÍA-BANUELOS (2009a) escreveram um trabalho para buscar em um repositório de processos um que se assemelhasse com o processo dado. Os autores incluíram três tipos de análise para compor a similaridade: textual, estrutural e comportamental.

DIJKMAN, DUMAS e GARCÍA-BANUELOS (2009a) propuseram métricas de similaridade para busca e recuperação de processos em uma base de dados. As três métricas são: textual, estrutural e comportamental. A textual compreende a similaridade sintática e linguística, apresentadas por EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007). A estrutural refere-se à topologia do grafo gerado pelo processo e a comportamental se baseia na forma de execução do processo.

A similaridade textual toma como base a comparação dos rótulos (*labels*) que aparecem nos processos (nome de tarefa e eventos), usando métricas de similaridade sintática ou semântica, ou uma combinação de ambas. A similaridade estrutural investiga a topologia dos processos visto como gráficos, e também faz uso da similaridade textual. Por fim, a similaridade comportamental, que verificar a semântica de execução do processo.

Em um trabalho com escopo mais abrangente, voltado para busca de processos, AWAD, POLYVYANYI e WESKE (2008) propuseram uma abordagem automatizada para consulta de um processo de negócio em um repositório de modelos, baseado na relevância estrutural e semântica. Semelhante à pesquisa na Internet, o usuário formula uma consulta e como resultado recebe uma lista de modelos de processos ordenados por relevância para aquela consulta.

SANTOS *et al.* (2013) desenvolveram um *framework* para busca por processos de negócio na internet, com base em termos chave passados pelo usuário. O modelo propunha identificar páginas na web que pudessem descrever processos de negócio específicos.

A abordagem de identificação de processos de negócio desenvolvida por SANTOS *et al.* (2013) visa realizar uma análise para identificar semelhança entre um documento web e uma descrição do processo de negócio. Tais análises são divididas em três grupos: Semântica, Contextual e Clusterização. Cada análise retorna um valor entre 0 e 1 que representa a relevância do documento para descrever um processo de negócio, em que 0, significa que não é relevante; e 1, significa relevância total. Finalmente, os três valores são consolidados em uma única métrica, através de uma média ponderada com pesos.

3.1. Revisão das Métricas de Similaridade entre Processos de Negócio

Com objetivo de identificar métricas de similaridade entre processos de negócio, foram consultadas três bases indexadas de artigos científicos: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore* e *ISI Web of Knowledge*, denominadas, a partir de agora, respectivamente por ACM, IEEE e ISI. A busca, para cada base, foi feita utilizando os mesmos parâmetros, com os termos “*business process*” e “*similarity*”, para os campos título (*title*) e resumo (*abstract*) sem restrição inicial de ano da publicação até o ano de 2012. A consulta foi realizada em fevereiro de 2013.

A quantidade de artigos retornados em cada consulta foi de 23 artigos para ACM, 42 para IEEE e 27 para o ISI, totalizando 92 artigos encontrados. Do total dos artigos retornados (92), dois estavam repetidos, ou seja, apareciam em mais de uma

base. Uma vez suprimidas as redundâncias, o resultado foi de **90** artigos únicos, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Resumo da consulta às bases científicas

Base	Quantidade	Eliminando os artigos repetidos	Artigos considerados relevantes	% de artigos relevantes
ACM DL	23	21	10	48%
IEEE Xplore	42	42	14	33%
ISI WK	27	27	11	41%
Total	92	90	35	-

Todos os noventa artigos foram analisados com objetivo de verificar a relevância deles para a pesquisa desta tese, ou seja, se o artigo trazia alguma contribuição para a questão de similaridade e unificação entre processos de negócio. Para isso, foram lidos os resumos, propostas de métricas, os resultados e conclusões de todos os noventa artigos.

Após essa análise, apenas 35 artigos realmente traziam alguma contribuição para o tema similaridade de processos de negócio, constituindo, assim, a base teórica para essa pesquisa. A lista de todos os 35 artigos está na tabela 5.

Como primeira análise, pode-se destacar a dispersão dos 35 artigos ao longo dos anos de publicação. Esse resultado pode ser visualizado através do gráfico da figura 9.

Uma vez que a busca não teve restrição inicial de tempo, o resulta da figura 9 mostra que o assunto é atual, tendo seu primeiro artigo pertinente publicado em 2004 e ganhando força a partir do ano de 2007.

Pode-se constatar ainda que alguns artigos eram bem semelhantes entre si, do mesmo autor ou do mesmo grupo de autores. Os trabalhos apresentavam pequenas alterações, publicados em revistas diferentes ou em bases diferentes. São eles (GAO, ZHANG e JIANG, (2007) e GAO e ZHANG (2008; 2009)), JUNG, BAE e LIU (2008 e 2009), (AWAD, POLYVYANYEY e WESKE (2008) e SAKR e AWAD (2010)), (ZHA *et al.* (2009; 2010)), (YAN, DIJKMAN e GREFEN (2010; 2012)) e (MAHMOD e RADZI (2010) e MAHMOD e CHIEW (2010)).

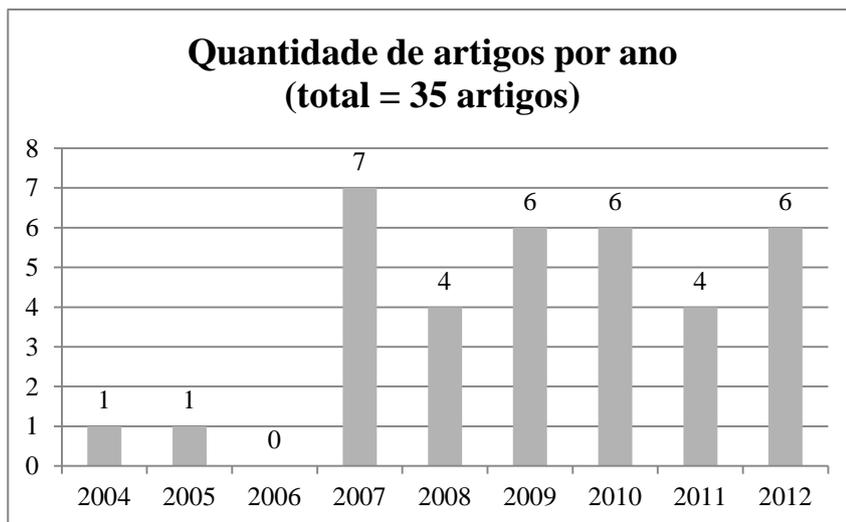


Figura 9 - Gráfico com a dispersão dos artigos por ano de publicação

Todos os 35 artigos foram lidos na íntegra e foram extraídas informações necessárias para realização da pesquisa conforme abaixo:

- a) **objetivo / motivação** – qual era a motivação do autor ao explorar o tema similaridade entre processos de negócio.
- b) **tipo de notação de processo** – qual foi o tipo de notação de processo de negócio utilizado no trabalho.
- c) **métricas de similaridade** – quais foram as métricas apresentadas.
- d) **base de processos para validação** – identifica se houve ou não validação no artigo e, caso positivo, qual foi a base de dados de processos de negócio utilizada.

Todas essas informações estão detalhadas na tabela 5.

Tabela 5 - Análise dos artigos pertinentes ao tema da tese

#	Referência	Objetivo / Motivação	Tipo de notação de processo	Métricas de similaridade	Base de processos para validação
1	GROSSMANN, SCHREFL e STUMPNER (2004)	Promover integração entre processos de negócio	Diagrama de atividade (UML)	Igualdade entre os <i>labels</i> dos elementos.	Não houve validação
2	SOFFER, GOLANY e DORI (2005)	Detectar deficiências entre o processo do ERP e as necessidades de negócio	<i>Object-Process Diagram</i> (OPD)	Igualdade entre os <i>labels</i> dos elementos.	Não houve validação
3	KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007)	Detectar variantes de processos e facilitar o redesenho de processos	Redes de Petri	Semântica (baseado em sinonímia). Não considera a estrutura.	Não houve validação

4	EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007)	Comparar dois processos de negócio	Redes de Petri	Sintática, semântica (baseado em sinonímia)	Não houve validação
5	LU e SADIQ (2007)	Buscar por processo mais similar em um repositório	Grafo	Estrutural (transições entre atividades)	Não houve validação
6	MINOR, TARTAKOVSKI e BERGMANN (2007)	Buscar por processo mais similar em um repositório	Grafo	Distância de edição estrutural	Conjunto de processos de uma empresa avaliada
7	NEJATI <i>et al.</i> (2007)	Buscar e unificar diagramas de máquina de estado	Diagram de máquina de estado (UML)	Sintática, semântica (baseado em sinonímia) e dependências entre os estados (UML)	Validação com diagramas de uma empresa real
8	GAO, ZHANG e JIANG (2007)	Detectar deficiências entre o processo do ERP e as necessidades de negócio	EPC	Sintática, semântica (baseado em sinonímia)	Validação com processos fictícios
9	BAE <i>et al.</i> (2007)	Comparar dois processos de negócio	Grafo	Dependência entre processos, compara os pares de fluxos entre atividades (matriz)	Processos gerados por uma ferramenta randômica
10	LI, REICHERT e WOMBACHER (2008)	Comparar dois processos de negócio	Grafo	Distância de edição estrutural	Não houve validação
11	GAO e ZHANG (2008)	Detectar deficiências entre o processo do ERP e as necessidades de negócio	EPC	Sintática, semântica (baseado em sinonímia)	Validação com processos fictícios
12	JUNG, BAE e LIU (2008)	Comparar dois processos de negócio	Grafo	Coseno do vetor de transições e técnica de clusterização	Validação com processos fictícios
13	AWAD, POLYVYANYI e WESKE (2008)	Buscar por processo mais similar em um repositório	BPMN	semântica (baseado em sinonímia).	Validação com processos fictícios
14	ZHA <i>et al.</i> (2009)	Comparar dois processos de negócio	Redes de Petri	Estrutural, TAR – relações de transições adjacentes.	Validação com diagramas de uma empresa real
15	DIJKMAN <i>et al.</i> (2009b)	Comparar dois processos de negócio	Grafo	Sintático e estrutural (Edit-distance)	Validação com processos fictícios
16	GAO e ZHANG (2009)	Detectar deficiências entre o processo do ERP e as necessidades de negócio	EPC	Sintática, semântica (baseado em sinonímia)	Validação com processos fictícios
17	ZHU e PUNG (2009)	Buscar por processo mais similar em um repositório	Grafo	estrutural (Edit-distance)	Não houve validação
18	ANDREWS WOHLFAHRT e WURZINGER (2009)	Apresentar graficamente a unificação de processos	Grafo	Compara os pares de fluxos entre atividades (matriz)	Não houve validação

19	JUNG, BAE e LIU (2009)	Comparar dois processos de negócio	Grafo	Coseno do vetor de transições e técnica de clusterização	Validação com processos fictícios
20	SAKR e AWAD (2010)	Buscar por processo mais similar em um repositório	BPMN	semântica (baseado em sinonímia)	Validação com processos fictícios
21	YAN, DIJKMAN e GREFEN (2010)	Buscar por processo mais similar em um repositório	BPMN convertido para grafo	Sintático e semântica (baseado em sinonímia) estrutural (Distância de edição)	Conjunto de processos fictícios
22	MAHMUD e RADZI (2010)	Buscar por processo mais similar em um repositório	Redes de Petri	Estrutural (número de elementos em comum)	Não houve validação
23	GERTH <i>et al.</i> (2010)	Identificar fragmentos de processos semelhantes	BPMN convertido para Process tree	Estrutural (número de elementos em comum)	Não houve validação
24	MAHMUD e CHIEW (2010)	Buscar por processo mais similar em um repositório	Redes de Petri	Estrutural (número de elementos em comum)	Não houve validação. Apenas exemplos.
25	ZHA <i>et al.</i> (2010)	Comparar dois processos de negócio	Redes de Petri	Estrutural, TAR – relações de transições adjacentes.	Validação com diagramas de uma empresa real
26	LI (2011)	Inferir similaridade entre processos de negócio através de análise de Logs	Grafo	Mineração de eventos de Log	Não houve validação
27	WEIDLICH <i>et al.</i> (2011)	Identificar consistências em workflows	Redes de Petri	Mineração de eventos de Log	604 processos ERP SAP
28	DIJKMAN <i>et al.</i> (2011a)	Identificar oportunidades de refatoração de processos	Grafo	Sintático (Edit-distance)	Validação com processos do ERP
29	DIJKMAN <i>et al.</i> (2011b)	Buscar por processo mais similar em um repositório	Grafo	Sintática, semântica, atributiva, tipo, contextual e distância de edição estrutural	604 processos ERP SAP
30	WANG <i>et al.</i> (2012)	Comparar duas técnicas de similaridade	Grafo	TAR e Contexto (similaridade entre entradas e saídas do nó)	Validação com processos do ERP
31	CAO <i>et al.</i> (2012)	Buscar por processo mais similar em um repositório	Grafo	Distância de edição estrutural	Conjunto de processos fictícios
32	BRANCO <i>et al.</i> (2012)	Buscar por processo mais similar em um repositório	BPMN convertido em árvore estruturada de processos (PST)	Sintático	Validação com diagramas de uma empresa real

33	NIEMANN <i>et al.</i> (2012)	Identificar fragmentos de processos semelhantes	Grafo	Sintático, semântico (sinônimo) e técnicas de Clusterização	604 processos ERP SAP
34	YAN, DIJKMAN e GREFEN (2012)	Buscar por processo mais similar em um repositório	BPMN convertido para grafo	Sintático (Edit-distance) semântica (baseado em sinonímia) e distância de edição estrutural	Conjunto de processos fictícios
35	DIJKMAN, ROSA e REIJERS (2012)	Apresentar técnicas de similaridade	-	semântica (baseado em sinonímia) e distância de edição estrutural	-

Com base nas informações da tabela 5, foi possível identificar algumas constatações importantes. A primeira delas foi com relação à motivação do assunto similaridade, resumida e apresentada na tabela 6.

As duas principais motivações de pesquisa nesta área são: (1) o desenvolvimento de algoritmos e métricas de similaridade para dado um processo de negócio de entrada, buscar o mais semelhante em um repositório de processos; e (2) o desenvolvimento de métricas de similaridade que, dado dois processos de negócio distintos, identificar sua semelhança, tipicamente em uma escala de 0 a 1. Essas duas motivações juntas foram explicitadas em 20 dos 35 artigos relevantes pesquisados.

Tabela 6 - Motivação dos artigos analisados

Objetivo / Motivação do artigo	Quantidade
Buscar por processo mais similar em um repositório	12
Comparar dois processos de negócio	8
Detectar deficiências entre o processo do ERP e as necessidades de negócio	4
Identificar fragmentos de processos semelhantes	2
Apresentar técnicas de similaridade	1
Comparar duas técnicas de similaridade	1
Detectar variantes de processos e facilitar o redesenho de processos	1
Apresentar graficamente a unificação de processos	1
Identificar oportunidades de refatoração de processos	1
Promover integração entre processos de negócio	1
Inferir similaridade entre processos de negócio através de análise de Logs	1
Identificar consistências em workflows	1
Buscar e unificar diagramas de máquina de estado	1

Outra motivação que também se destacou foi a de utilizar a similaridade entre processos de negócio para identificar a falta de alinhamento entre os processos reais da companhia e aqueles que foram implementados em sistemas ERP. Nesse sentido, pode-

se identificar se o ERP foi implantado e customizado de forma mais otimizada para companhia (SOFFER, GOLANY e DORI, 2005; GAO, ZHANG e JIANG, 2007; GAO e ZHANG, 2008; GAO e ZHANG, 2009).

Uma possível aplicação também foi apresentada por ZHA *et al.* (2010) e DIJKMAN *et al.* (2011b) de utilizar a similaridade entre processos de negócio para identificar os modelos comuns ou semelhantes no contexto de aquisições e fusões de empresas ou grandes empresas com várias filiais espalhadas geograficamente. Com essa ferramenta, analistas de processo poderiam identificar processos comuns ou semelhantes entre as empresas e/ou filiais a fim de analisar suas sobreposições e redundâncias, além de identificar áreas que poderiam ser consolidadas.

No trabalho de LI, REICHERT e WOMBACHER (2008) é destacada a possibilidade de minimizar os esforços para transformar um processo em outro com o objetivo de apoiar projetos de redesenho de processos de negócio.

Outra constatação, foi com relação aos tipos de notação de processo utilizados nos artigos pesquisados, destacam-se as notações de redes de Petri, EPC e BPMN, conforme gráfico da figura 10.

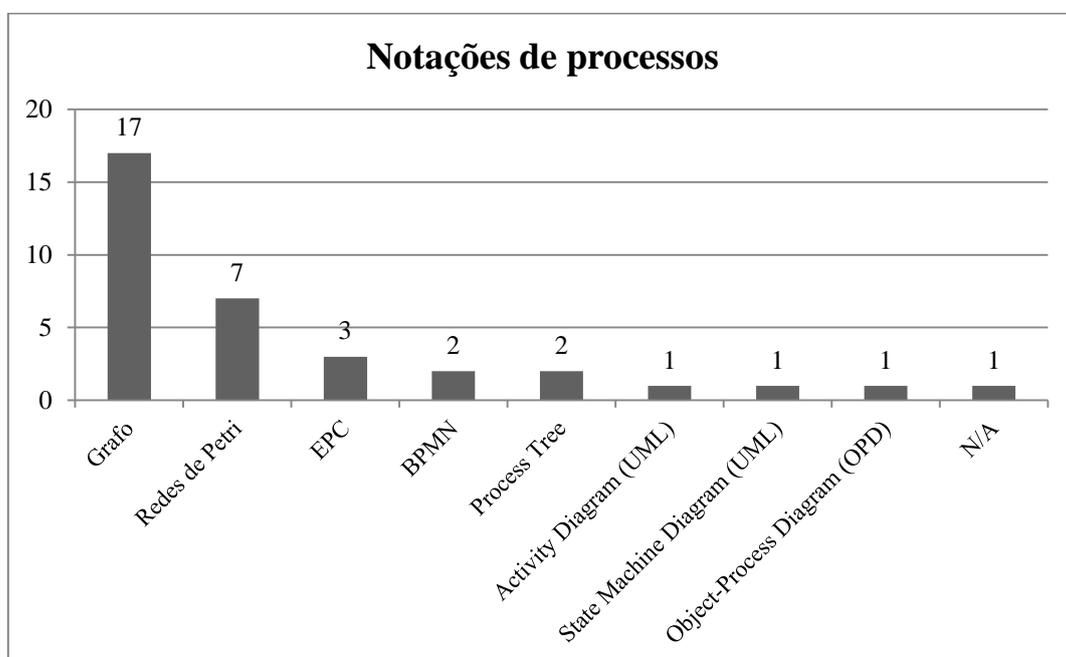


Figura 10 - Notações utilizadas nos artigos analisados

Porém, para realizar os cálculos de similaridade, comparações estruturais entre os processos e as unificações, os autores transformavam esses processos para uma notação mais simples, denominada, na maioria das vezes, por “grafo”, muitas delas com definições dos próprios autores. As notações como EPC e BPMN são bastante completas e possuem várias simbologias de representação, porém, para se tratar a similaridade, o mais importante são as tarefas, suas disposições estruturais e seus relacionamentos.

As definições de grafos mais simples contêm apenas dois elementos (BAE *et al.*, 2007; JUNG, BAE e LIU; 2008 e 2009; e ZHU e PUNG, 2009): tarefas (*task*) e arestas (*edge*) que representam as conexões entre as tarefas, conforme representação gráfica apresentada figura 11.(a). Algumas outras incluem um conjunto de rótulos (*labels*) (YAN, DIJKMAN e GREFEN, 2010; DIJKMAN *et al.* 2009b; LI, 2011), conforme figura 11.(b). Por fim, as demais definições apresentam quatro elementos: atividades, arestas, os rótulos e o tipo da aresta e do evento (*type*) (DIJKMAN *et al.*, 2011b; NIEMANN *et al.*, 2012; CAO *et al.*, 2012), semelhante ao padrão EPC, conforme figura 11.(c). Importante ressaltar que essa evolução de agregar mais informações às representações dos modelos de processo foi crescente ao passar dos anos.

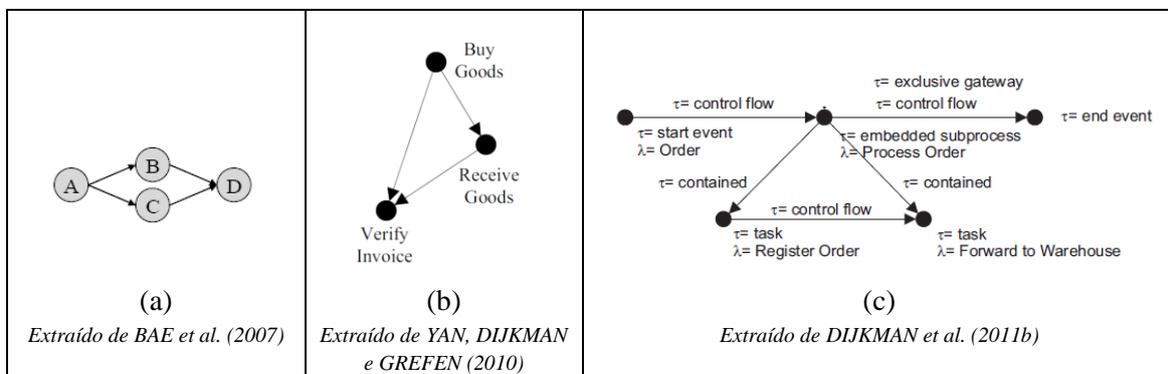


Figura 11 - Tipos de grafos apresentados nos artigos analisados

Com objetivo de verificar a influência de um trabalho sobre os demais, foi realizada uma correlação das citações entre os 35 artigos relevantes. Para isso, foi feito um mapeamento das citações entre esses os 35 artigos. O resultado obtido foi que 22 artigos citaram pelo menos um dos demais artigos; 17 artigos foram citados pelo menos uma vez, sendo 10 citados mais de uma vez e 7 citados uma única vez, conforme tabela 7. Por fim, do total, apenas 6 artigos não citaram e nem foram citados pelos outros.

Isso demonstra um forte acoplamento do tema entre os artigos pesquisados, pois retirando os 6 artigos que não citaram e nem foram citados, restaram 29, ou seja, 83% do total, e desse montante cada um, ou citou, ou foi citado pelo menos uma vez.

Tabela 7 - Artigos que foram citados

Quantidade de vezes que foi citado	# artigo
14 vezes	4
8 vezes	10
7 vezes	5
6 vezes	29
5 vezes	6
4 vezes	15
2 vezes	2, 7, 21 e 25
1 vez	3, 8, 9, 13, 18, 23 e 28

Com intuito de apresentar essa correlação de citação entre os artigos, foi elaborado um gráfico do tipo *Fruchterman-Reingold* com uso da ferramenta *Network Workbench*², em que cada nó representa um artigo, seu o tamanho e cor correspondem ao número de vezes que o artigo é citado. O resultado pode ser visualizado no gráfico da figura 12.

Analisando o gráfico da figura 12, pode-se perceber que nas extremidades residem os artigos que só citam outros artigos (nó de menor tamanho) e não foram citados. Mais ao centro, residem os artigos que são citados e que também podem citar outros. Pode-se deprender dessa avaliação que os 12 artigos que só citam, são conhecidos como os trabalhos “influenciados”, ou seja, tomam conhecimento de outros trabalhos e podem estender o conhecimento ou criar novos desdobramentos da teoria já apresentada.

Enquanto isso, com relação aos 17 artigos mais ao centro, estes podem ser considerados trabalhos “influenciadores”, pois deles emanaram alguma teoria que foi avaliada, considerada válida e ampliada por outros autores. Dentre os artigos influenciadores destacam-se os escritos por EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007), LU e SADIQ (2007), LI, REICHERT e WOMBACHER (2008), MINOR,

² Disponível para download em: <http://nwb.cns.iu.edu/>

TARTAKOVSKI e BERGMANN (2007) e DIJKMAN *et al.* (2011b) que, na ordem, formam os cinco artigos mais citados, conforme tabela 7.

Avaliando a ordem cronológica de citação, pode-se perceber que três artigos de EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007), LU e SADIQ (2007) e MINOR, TARTAKOVSKI e BERGMANN (2007), publicados em 2007, são os pioneiros no tema similaridade de processos de negócio, pois além de serem uns dos primeiros trabalhos, continuaram influenciando outros estudos ao longo do tempo. Por outro lado, cabe destacar o artigo de DIJKMAN *et al.* (2011b) que, embora publicado mais recentemente, em 2011, colecionou 6 citações entre 2011 e 2012.

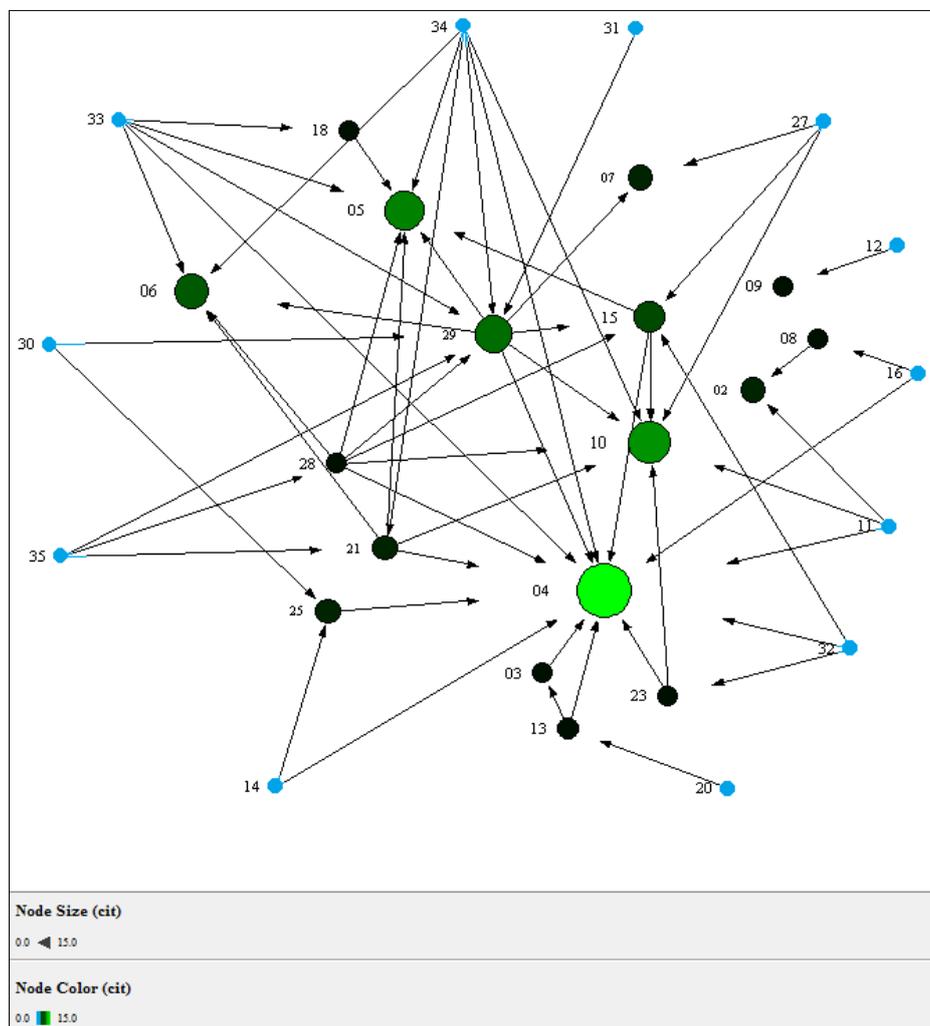


Figura 12 - Mapeamento das citações

O ponto mais importante dessa revisão da bibliografia foi a identificação das métricas de similaridade de processos de negócio utilizadas e apresentadas nos artigos. Todas as métricas foram cuidadosamente estudadas e organizadas seguindo uma

nomenclatura única, mesmo que no artigo original tenha outra denominação, o ponto fundamental para organização foi a forma de realizar o cálculo de similaridade e a equação apresentada. Sendo assim, essas métricas de similaridade podem ser divididas em três grandes grupos: (i) **textual**, baseada na comparação dos rótulos (*labels*) das tarefas par-a-par; (ii) **estrutural**, baseada na comparação da estrutura do grafo e do processo com um todo; e (iii) **transacional**, baseada na análise de *traces* e *logs* de sistemas.

Cada um dos três grupos apresentados é composto de uma ou várias métricas diferentes, abordadas pelos autores dos artigos. Cada trabalho pesquisado pode ter apresentado uma combinação de métricas, que foram analisadas e classificadas. As métricas foram sumarizadas e apresentadas na figura 13.

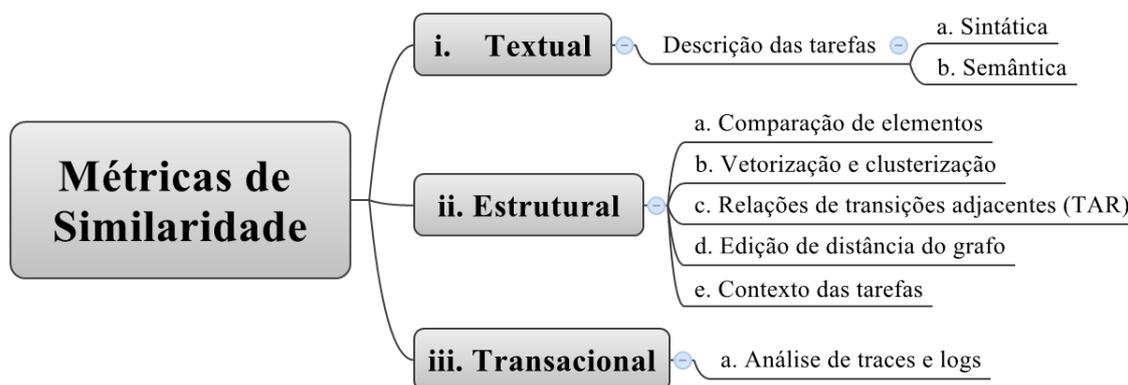


Figura 13 - Consolidação das métricas utilizadas nos artigos analisados

i. Textual

As métricas textuais têm como objetivo comparar os rótulos (*labels*) das tarefas dos processos de negócio. Essas métricas podem ser divididas em sintática e semântica.

a) Sintática

A métrica sintática foi aplicada em 12 dos 35 artigos pesquisados (NEJATI *et al.*, (2007); EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007); GAO, ZHANG e JIANG (2007); GAO e ZHANG (2008); DIJKMAN *et al.* (2009b); GAO e ZHANG (2009); YAN, DIJKMAN e GREFEN (2010); DIJKMAN *et al.* (2011a); DIJKMAN *et al.* (2011b); NIEMANN *et al.* (2012); YAN, DIJKMAN e GREFEN (2012); BRANCO *et al.* (2012); BRANCO *et al.* (2012)). O tipo de cálculo mais utilizado, presente em 9 dos

12 artigos, foi a distância de edição proposta por LEVENSHTTEIN (1966). A técnica de distância de edição mede a diferença entre as duas sequências de caracteres. A distância de edição de Levenshtein entre duas palavras é igual ao número mínimo de edições necessárias para transformar uma palavra na outra, através de operações de inserção, deleção ou substituição de um único caractere. A distância Levenshtein pode ser determinada pelo custo de calcular as operações de modificação entre duas *strings*.

Por exemplo, a distância de edição entre as palavras "*contrato*" e "*contratação*" é igual a quatro, porque uma substituição e três inserções são necessárias para transformar "*contrato*" em "*contratação*".

No trabalho de NIEMANN *et al.* (2012) foi utilizado o coeficiente de similaridade de Jaccard (JACCARD, 1901) como uma alternativa para comparar os rótulos das tarefas. O coeficiente de Jaccard mede similaridade entre os conjuntos de termos das duas *strings* e é definido como o tamanho da intersecção dividida pelo tamanho da união da amostra.

Usando o exemplo de "*enviar pedido de compras*" e "*enviar pedido de reembolso*", na aplicação do coeficiente de similaridade de Jaccard têm-se cinco palavras diferentes como união e duas palavras como intersecção, logo é atribuído um valor de similaridade $(2/5) = 0,4$. Por outro lado, caso se aplique a eliminação de *stop words*, técnica utilizada na busca e recuperação da informação (BAEZA-YATES e RIBEIRO-NETO, 1999), o resultado seria de $(2/4) = 0,5$, pois o termo “de” seria descartado da análise.

Além dessas duas métricas já apresentadas, em NEJATI *et al.* (2007) e BRANCO *et al.* (2012) foi utilizado o cálculo de similaridade por n-gram. Um n-gram é uma sequência de n letras ou palavras, onde n é o índice. Os n-grams com n=1, n=2 e n=3 são chamados de monograma, bigrama e trigrama, respectivamente. Esta técnica consiste em examinar cada n-gram de uma palavra de entrada e pesquisar em uma tabela de n-grams válidos (KONDRAK, 2005). NEJATI *et al.* (2007) utilizaram um algoritmo de similaridade com trigramas e BRANCO *et al.* (2012) com bigramas.

b) Semântica

A métrica textual semântica foi utilizada em 13 dos 35 artigos pesquisados (KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007); EHRIG, KOSCHMIDER e OBERWEIS (2007); NEJATI *et al.* (2007); GAO, ZHANG e JIANG (2007); GAO e ZHANG (2008); AWAD, POLYVYANYY e WESKE (2008); GAO e ZHANG (2009); SAKR e AWAD (2010); YAN, DIJKMAN e GREFEN (2010); DIJKMAN *et al.* (2011b); NIEMANN *et al.* (2012); YAN, DIJKMAN e GREFEN (2012); DIJKMAN, ROSA e REIJERS (2012)). Foi unânime a utilização do uso da comparação de sinonímia, com uso do *Wordnet*, que é uma base de dados de conhecimento linguístico do Inglês, contendo, além do significado das palavras, seus contextos, sinônimos, homônimos, entre outros atributos (FELLBAUM, 1998).

ii. Estrutural

As métricas estruturais têm como objetivo comparar a estrutura do processo, confrontando os elementos dos grafos, seus tipos, entradas e saídas, contudo, sem levar em consideração os rótulos das tarefas. Vários trabalhos nomeiam ou descrevem as atividades de forma genérica, como, por exemplo, “A” ou “B”, e usam isso para comparação da atividade como idêntica ou não, ou seja, 0 ou 1. Sendo assim, somente a estrutura do grafo é levada em consideração nas métricas estruturais.

a) Comparação de elementos

Nos trabalhos de LU e SADIQ (2007), MAHMOD e RADZI (2010) GERTH *et al.* (2010) e MAHMOD e CHIEW (2010), a métrica de similaridade desenvolvida consiste em comparar os elementos que compõem o processo. Nos trabalhos de LU e SADIQ (2007), MAHMOD e RADZI (2010) e MAHMOD e CHIEW (2010) a semelhança estrutural é calculada com base na similaridade e dissimilaridade dos elementos estruturais entre as formas possíveis que se pode percorrer o processo. No trabalho de GERTH *et al.* (2010) a equivalência entre os fragmentos de modelos de processos é calculada com base na comparação dos tipos dos elementos, somado a comparação das tarefas e em sua ordem de execução.

b) Vetorização e Clusterização

Os autores JUNG, BAE e LIU (2008; 2009) e NIEMANN *et al.* (2012) apresentam a métrica de similaridade que consiste em comparar os processos utilizando técnicas de vetorização e clusterização.

A vetorização é apresentada em JUNG, BAE e LIU (2008; 2009). Os autores utilizam dois tipos de modelos vetoriais para expressar a estrutura de um processo de negócio: um para as atividades e outro para as transições. Os vetores são usados para calcular a coocorrência de atividades e suas dependências em dois processos. O coeficiente cosseno é adotado para medir a similaridade entre dois modelos de processos. O maior valor de cosseno entre os dois vetores têm elementos mais comuns com valores mais elevados.

No trabalho de NIEMANN *et al.* (2012), após aplicação de uma métrica semântica entre os termos, o autor aplicou uma técnica de clusterização entre fragmentos do processo. A informação sobre a similaridade estrutural e a sua associação com os fragmentos permitem criar uma comparação par-a-par dos processos.

c) Relações de transições adjacentes (TAR)

Nos dois trabalhos de ZHA *et al.* (2009; 2010) foram introduzidos um conhecimento conhecido como TAR (*transition adjacency relations*) ou relações de transições adjacentes. O conjunto de TAR descreve ordens de transição que aparecem em todas as sequências possíveis dentro do processo (um diretamente seguido pelo outro). Feito isso é possível montar uma matriz com todas as transições entre tarefas do processo e comparar com a matriz do outro processo. Com o conceito do TAR é possível gerar um métrica de medida de distância entre dois processos. WANG *et al.* (2012) também exploraram o conceito do TAR e geraram algumas experiências sobre essa métrica.

d) Distância de edição do grafo

A métrica de distância de edição do grafo foi a métrica estrutural mais utilizada entre os artigos pesquisados (MINOR, TARTAKOVSKI e BERGMANN (2007); BAE

et al. (2007); LI, REICHERT e WOMBACHER (2008); DIJKMAN *et al.* (2009b; 2011b); ZHU e PUNG (2009); ANDREWS WOHLFAHRT e WURZINGER (2009); YAN, DIJKMAN e GREFEN (2010; 2012); CAO *et al.* (2012); DIJKMAN, ROSA e REIJERS (2012)), 11 dos 35 artigos a citaram. A ideia da distância de edição do grafo é a mesma utilizada na textual sintática, ou seja, a distância de edição de Levenshtein (LEVENSHTEIN, 1966), sendo que ao invés de caracteres, as operações de inserção, deleção ou substituição são realizadas sobre os nós do grafo (tarefas).

A desvantagem dessa métrica é que a maioria dos trabalhos pressupõe a similaridade das tarefas de forma nítida (sim ou não), através de letras ou identificações genéricas. Apenas DIJKMAN *et al.* (2009b; 2011b) e YAN, DIJKMAN e GREFEN (2010; 2012) utilizaram uma combinação entre métricas textuais e estruturais.

e) Contexto das tarefas

Os trabalhos de NEJATI *et al.* (2007), DIJKMAN *et al.* (2011b) e WANG *et al.* (2012) definiram uma métrica para determinar a similaridade contextual entre elementos de um modelo de processo de negócio. Para aplicar a métrica contextual é preciso estabelecer a equivalência entre elementos em seus contextos de entrada e a equivalência entre os elementos do seu contexto de saída.

Essa métrica calcula um grau de similaridade para cada par dos estados ou tarefas agregando os graus de similaridade entre os vizinhos imediatos. Entende-se por vizinhos, os estados e tarefas sucessores e predecessores. O algoritmo de similaridade entre os vizinhos pode variar, de acordo com a pesquisa.

Segundo WANG *et al.* (2012, p.212) “a semelhança entre dois nós não depende somente deles próprios, mas também do contexto deles”.

iii. Transacional

a) Análise de Traces e Logs

Esta forma de analisar a similaridade é bastante específica e consiste na observação dos registros que representam execuções de transições, como os registrados por sistemas de informação e também conhecidos por *Log*.

Os trabalhos de LI (2011) e WEIDLICH *et al.* (2011) apresentam essa técnica. Primeiro, há uma definição formal de *logs* de eventos de um sistema, depois, as tarefas e os eventos podem ser extraídos dessa execução.

CAPÍTULO 4 – Proposta

A proposta desse trabalho é criar um modelo aplicado para apoio à tomada de decisão para unificação de processos de negócio, a partir de dois processos de negócio correlatos, baseado na notação EPC.

A notação EPC foi escolhida para aplicação nessa tese, pois além de ser uma notação prática e representativa, ela é a notação nativa para projetos que envolvem a implementação do sistema integrado de gestão ERP (*Enterprise Resource Planning*) mais utilizada ao redor do mundo, segundo o GARTNER (2013).

Além disso, a notação EPC se mostrou ser a mais completa e consistente, segundo os critérios de avaliação de LIN, YANG e PAI (2002) apresentados no capítulo 2 desta tese.

Um modelo conceitual sobre processo de negócio é apresentado na seção 4.1. O modelo de apoio à tomada de decisão para unificação de processos e as propostas de métricas a serem utilizadas são apresentados na seção 4.2.

4.1. Modelo Conceitual sobre Processos de Negócio

Para melhor entendimento dos processos de negócio com relação a sua notação e suas relações, foi gerado um modelo que representa estes elementos e suas interconexões relevantes. Mais especificamente a notação EPC foi detalhada nesse metamodelo, bem como o enriquecimento conceitual dos seus elementos. O modelo está apresentado na figura 14.

Para o estudo da notação EPC, foi analisado o trabalho de SANTOS JR. e ALMEIDA (2008) que fizeram uma escavação partir do documento de definição do arquivo AML (*ARIS Markup Language*), arquivo XML utilizada pelo sistema ARIS *toolset* para serializar os modelos e objetos definidos no método ARIS.

Mais tarde, SANTOS JR., ALMEIDA e GUIZZARDI (2009) elaboraram um metamodelo específico para os elementos da notação EPC e suas relações. Esse metamodelo apresentado pelos autores foi utilizado como base para construção do

modelo apresentado nessa tese, sendo adicionados alguns atributos nas classes “evento” e “função” e especializações na classe “conector”.

Não obstante, é importante ressaltar que o modelo apresentado nesta seção é utilizado como referência conceitual sobre o estudo de processos de negócio. Dessa forma, o modelo é uma visão mais abrangente e de mais alto nível dos assuntos abordados no decorrer deste trabalho, embora não represente a vasta relação de elementos que existem sobre processos, mas dá uma visão geral dos conceitos relevantes para tratar as questões de similaridade e unificação de processos.

O modelo é constituído de dois pacotes: notação EPC e enriquecimento. Para melhor entendimento, na sequência é feita uma explicação de cada pacote.

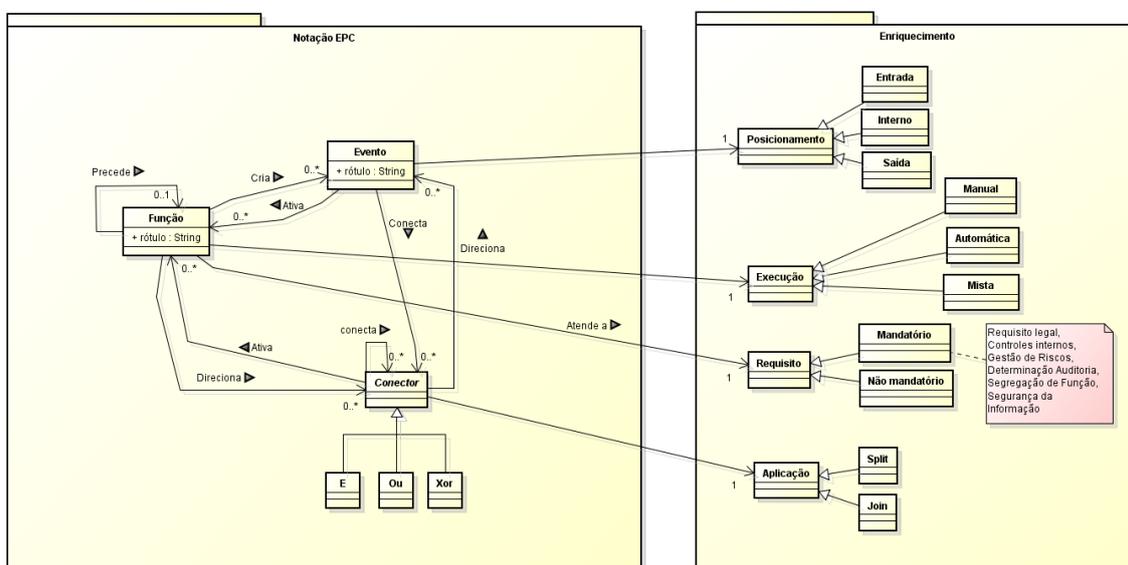


Figura 14 - Modelo Conceitual sobre Processos de Negócio

Com o intuito de facilitar a descrição e a leitura, a Figura 15 apresenta a visão de alto nível desse modelo, sendo que o detalhamento desses pacotes será feito nas próximas subseções.

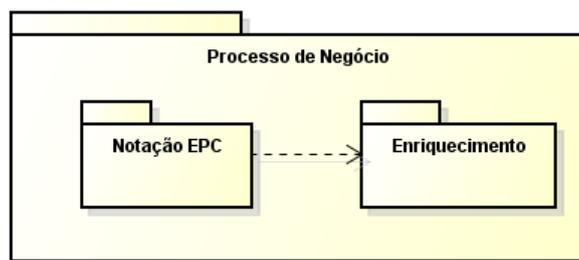


Figura 15 - visão de alto nível do modelo

4.1.1. Pacote “Notação EPC”

Este pacote representa os conceitos por trás da notação EPC subdividida pelos seus elementos. Os elementos representados neste pacote são a função, evento e conector (E, Ou e Xor).

Conforme descrito na seção 2.3, segundo DAVIS e BRABÄNDER (2007), uma função representa uma atividade ou tarefa executada em um processo de negócio. Uma função cria um evento, ou seja, ao fim de sua execução é gerado um ou mais eventos como resultado da sua conclusão, isso explica o relacionamento “Cria” entre as classes Função e Evento. Por sua vez, uma função pode ser ativada por um evento, ou seja, o início da execução daquela função é desencadeado pela ocorrência de um ou mais eventos, por isso o relacionamento “Ativa” entre as classes Evento e Função.

A função também pode ser precedida por outra função, conforme exceção da notação apresentada na figura 7, isso explica o autorrelacionamento “Precede” na classe Função. Uma função pode ser ativada por um conector, como pré-condição para sua execução, conforme relacionamento “Ativa” entre Conector e Função. Uma função pode também conduzir o fluxo do processo para um conector, ao invés de criar diretamente um evento, esse caso é representado pelo relacionamento “Direciona” entre as classes “Função” e “Conector”.

Um evento representa a mudança de estado, antes ou depois da execução de uma função. O evento pode ser criado por uma função, conforme representado pelo relacionamento “Cria” entre as classes Função e Evento, e também pode estar ligado a um conector, conforme relacionamento “Conecta” entre Evento e Conector.

O conector, por sua vez, pode ser de três tipos: e, ou e xor, por isso existe a especialização em três classes herdadas da classe “Conector”. O conector ativa funções e direciona eventos, conforme já demonstrado. Um conector pode ainda ser precedido por outro conector para especificar regras comportamentais do processo de negócio mais complexas, em que conectores se ligam a outros conectores (SANTOS JR., ALMEIDA e GUIZZARDI, 2009), isso explica o autorrelacionamento “conecta” na classe “Conector”.

Toda essa lógica é representada no modelo conceitual sobre processos de negócio da figura 14.

4.1.2. Pacote “Enriquecimento”

Este pacote apresenta características dos três elementos chave da notação EPC: função, evento e conector, identificadas a partir da literatura que descreve a notação EPC (DAVIS e BRABÄNDER, 2007).

Para o elemento “evento” da notação EPC, foi criada a classe que diz respeito ao posicionamento do evento dentro do processo de negócio. Segundo DAVIS e BRABÄNDER (2007), um evento pode ser de entrada, quando dá início ao processo, pode ser interno, quando é gerado dentro do processo, e pode ser de saída, quando termina ou conclui um processo.

Sendo assim, os eventos de entrada possuem somente arestas de saída, os eventos de saída possuem somente arestas de entrada, enquanto os eventos internos, por sua vez, possuem, obrigatoriamente, arestas de entrada e saída ao mesmo tempo.

O elemento “função” pode ser enriquecido por duas classes: quanto a forma de execução e quanto ao tipo do requisito de negócio que ele atende. Quanto ao tipo de execução de uma função, ela pode ser manual, quando executada pelo homem. Pode ser automática, quando executada puramente pela máquina ou por um sistema de informação (*software*). Por fim, a execução pode ainda ser mista, ou seja, executada parte pelo homem e parte por um dispositivo automático, máquina ou sistema. Essa classificação também foi extraída de DAVIS e BRABÄNDER (2007) que descreve em detalhes a notação EPC.

Com relação ao requisito, pode-se depreender que uma função, dentre de um processo, atende a um requisito de negócio. Esse requisito de negócio, por sua vez, pode ser mandatório ou não mandatório dentro da organização.

Existem diversos trabalhos na literatura que investigam o alinhamento estratégico da companhia com os requisitos em processos de negócio (GREGOR, HART e MARTIN, 2007; CUENCA, BOZA e ORTIZ, 2010; ULLAH e LAI, 2011;

LEDERER *et al.*, 2013). Esses trabalhos propõem uma abordagem “*top down*” e orientada a processos como uma solução para manter o alinhamento dos processos ao plano estratégico da companhia. Com base nessa abordagem, é possível, então, estabelecer uma relação entre o que é ou não estratégico para companhia e, por consequência, o que é obrigatório para a sobrevivência da organização.

Sendo assim, o enriquecimento proposto para requisito é uma simplificação dessa abordagem e mapeia se uma função atende um requisito mandatório ou não mandatório e foi identificado como importante para tomada de decisão no conceito de unificação de processos de negócio.

Uma função atende a um requisito de negócio mandatório quando a atividade é de execução obrigatória para atender, por exemplo, a um requisito legal, um controle interno, uma determinação de auditoria, mitigação de um risco, segregação de função ou segurança da informação (GHOSE e KOLIADIS 2007; ITGI, 2006), ou mesmo para cumprir regras internas impostas pela companhia (LI *et al.*, 2010), ou seja, no contexto da unificação dos processos, essa é uma função que deve permanecer no processo unificado, uma vez que é mandatória, independente da vontade do especialista em processos ou mesmo do dono do processo.

Por outro lado, quando a função foi criada para atender a um requisito de negócio não mandatório, o dono do processo pode arbitrar pela sua execução ou não dentro do processo. Sendo assim, há uma liberdade de decisão em manter ou não a função no processo unificado.

Deste modo, conhecer o requisito que deu origem a função é de suma importância para decidir, no momento da unificação dos dois processos, quais funções podem ser alteradas ou até mesmo descartadas no processo resultante. Uma função mandatória que atende a uma legislação, por exemplo, não poderia ser excluída do processo de negócio unificado.

Finalmente, com relação ao elemento “conector” tem-se uma classe denominada aplicação. Um conector pode ser aplicado realizando um *split* ou um *join*. Um *join* une dois ou mais ramos de um processo de negócio, já o *split* divide um ramo do processo de negócio em dois ou mais ramos. Essa classificação também foi extraída da própria notação EPC (DAVIS e BRABÄNDER, 2007).

4.2. Modelo Proposto

Para atender o objetivo dessa tese, foi proposto um modelo que recebe como entrada dois processos de negócio para serem analisados e unificados. Para se realizar a análise pretendida, parte-se do princípio que esses processos já estejam na notação EPC, estejam escritos na língua portuguesa e que atendam ao mesmo objetivo de negócio, ou seja, sejam, por exemplo, dois processos de “solicitação compras” ou, por exemplo, dois processos de “controle de estoque”.

Após a carga dos dois processos apresentados pelo usuário, o modelo deve considerar um módulo capaz de decompor os processos em suas unidades menores, como função, evento e conectores, conforme descrito no modelo conceitual sobre processos de negócio, além de identificar a descrição e a ordem de cada um deles. Essa etapa é importante, pois serve de insumo para todas as outras etapas.

Sendo assim, O modelo proposto é composto por cinco etapas, conforme demonstrado na figura 16. Essas etapas devem acontecer na sequência e a saída de uma etapa serve de insumo para entrada da etapa subsequente.

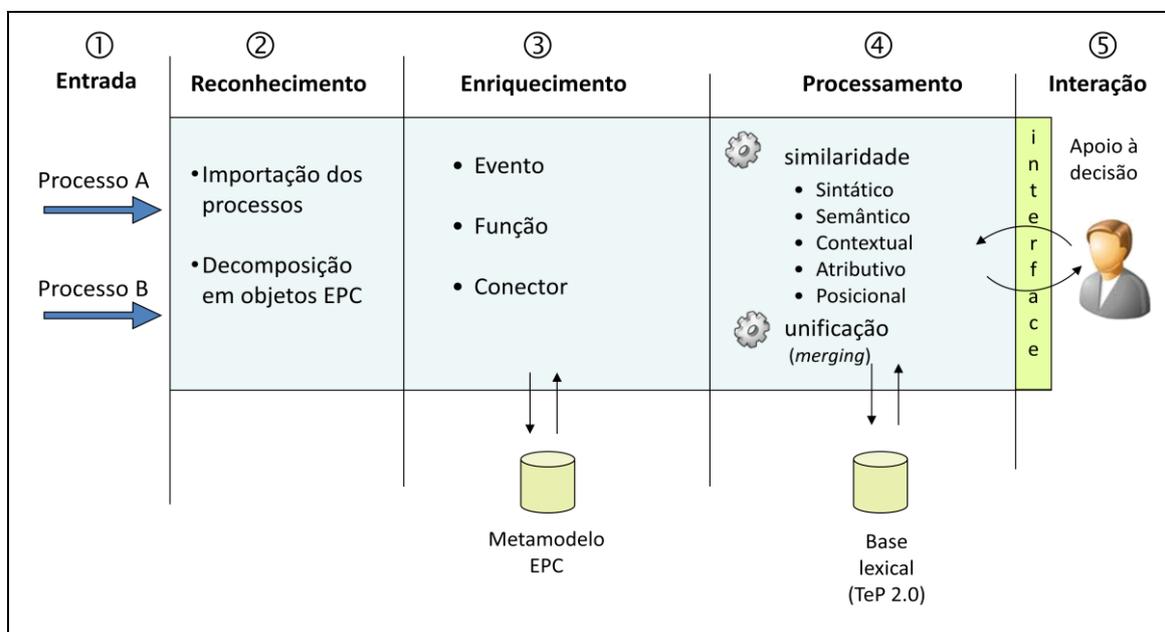


Figura 16 - Modelo para Análise de Similaridade e Unificação de Processos de Negócio

4.2.1. Etapa 1 - Entrada

O modelo recebe como entrada dois processos de negócio (processo A e processo B) na notação EPC e descrito em português.

4.2.2. Etapa 2 - Reconhecimento

A etapa de reconhecimento é constituída de dois passos:

- **Importação** – capturar e ler os dados do processo do ambiente externo.
- **Decomposição** – identificar e decompor o processo em elementos da notação EPC.

4.2.3. Etapa 3 - Enriquecimento

Essa etapa consiste em enriquecer a compreensão dos processos que foram capturados na etapa anterior, proporcionando uma visão ampliada e detalhada sobre o processo, agregando elementos semânticos que os tornem mais próximos da leitura do mundo real, conforme elementos do modelo conceitual sobre processos de negócio EPC descrito na seção 4.1.

O enriquecimento consiste em classificar os eventos do ponto de vista do seu posicionamento (entrada, interno e saída), as funções sob a forma de execução (manual, automática e mista) e quanto ao requisito (mandatório e não mandatório) e os conectores sob sua aplicação (*split* e *join*).

O enriquecimento dos eventos e conectores é feito de forma automática, pois essa semântica é representada na notação do processo EPC.

Por outro lado, o enriquecimento da função deve ser feito com ajuda do usuário especialista, através da interface de tomada de decisão ou com informações contidas no mapeamento do processo de negócio.

4.2.4. Etapa 4 - Processamento

Essa etapa consiste em realizar os cálculos de similaridade e unificação através dos parâmetros fornecidos pelo usuário especialista, proporcionando a ele a tomada de decisão.

A etapa de processamento realiza os cálculos de dois tipos:

- **Similaridade** – realiza os cálculos de similaridade entre os elementos dos dois processos de negócio. É capaz de apresentar também as diferenças entre os dois processos de negócio.
- **Unificação (*Merging*)** – realizada a unificação entre os dois processos de negócio dando com resultado um processo de negócio unificado. Esse processo pode receber parâmetros do usuário.

As métricas de similaridades utilizadas bem como o formalismo dos cálculos realizados encontram-se nas seções subsequentes.

4.2.4.1. Métricas de Similaridade Utilizadas

As métricas de similaridade utilizadas na tese foram selecionadas como base as métricas apresentadas no capítulo 3, na figura 13. Os tipos de métricas apresentadas na revisão da literatura são divididas em três blocos: Textual, Estrutural e Transacional. Com base nessa classificação, para essa tese, foram escolhidas as métricas textuais e estruturais. As métricas transacionais não fazem sentido nesse trabalho, uma vez que são específicas para identificar processos de negócio através de análise e mineração de logs de sistemas, o que não é o foco desta pesquisa, que pressupõe analisar dois processos já mapeados e conhecidos pela organização.

Além disso, cabe destacar que as métricas de similaridade podem ser aplicadas individualmente entre os elementos de mesmo tipo de um processo, ou seja, aplicadas entre funções e entre os eventos de um EPC, ou podem ainda ser aplicadas sobre o processo como um todo.

Quando se fala em similaridade entre elementos do EPC, fala-se de uma comparação par-a-par, comparando objeto por objeto, gerando assim uma matriz de comparação. Não se pode assumir que duas funções da notação EPC, por exemplo, só são iguais quando se tem seus rótulos (*labels*) iguais, pois existem outras variáveis a serem avaliadas.

Sendo assim, para similaridade entre os elementos do EPC, são propostas seis métricas, divididas em métricas aplicadas aos elementos e ao processo, e de dois tipos: textual e estrutural, conforme demonstrado na figura 17. As métricas textuais propostas são duas: sintática e semântica e guardam relação direta respectivamente com as métricas (i.a) e (i.b), apresentadas na figura 13 da revisão da literatura. Cabe destacar que a métrica sintática é aplicada nessa tese da mesma forma que foi apresentada pelos autores na revisão da literatura, porém, a métrica semântica sofreu uma melhoria no seu cálculo, conforme demonstrado na seção seguinte.

As métricas estruturais propostas para a comparação entre os elementos são quatro: tipológica, atributiva, contextual e posicional. As métricas tipológica e atributiva guardam relação com a (ii.a) e a métrica contextual com as métricas (ii.c) e (ii.e) apresentadas na revisão da literatura. A métrica posicional é uma métrica nova no contexto de similaridade entre processos de negócio e surgiu de uma necessidade identificada durante o experimento deste trabalho, constituindo assim uma contribuição original, o mesmo ocorre para métrica atributiva, pois ambas, do jeito que foram propostas, não foram encontradas na revisão da literatura.

A métrica tipológica, por ser muito simples, é aplicada da mesma forma que encontrada na literatura. A métrica contextual sofreu uma melhoria no cálculo uma vez que utiliza da métrica semântica na sua composição.

A similaridade entre processos como um todo também deve ser levada em consideração. Sendo assim, foi proposta uma similaridade do tipo estrutural que foi denominada contextual do processo. Inicialmente essa métrica teve como base a métrica (ii.c), porém foi construída baseada na métrica contextual (ii.e) e compara as entradas e saídas do processo, de forma semelhante a similaridade contextual entre objetos.

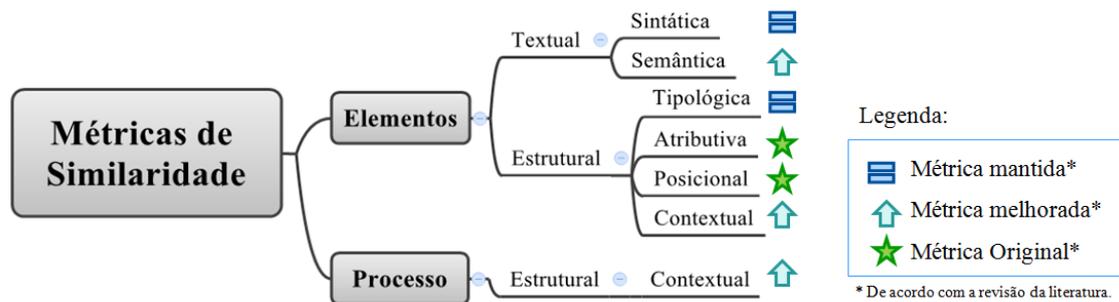


Figura 17 - Métricas de Similaridade utilizadas

4.2.4.1.1. Similaridade Sintática (Sim_{sin})

Essa similaridade é calculada através do método de distância de edição entre os rótulos dos objetos por meio do número de operações atômicas necessárias para transformar uma *string* na outra (LEVENSHTEIN, 1966). Essas operações são: remoção de um caractere, inclusão de um caractere ou a substituição de um caractere por outro. Por exemplo, a distância de edição (*de*) entre os rótulos “*enviar pedido para setor de compra*” e “*enviar pedido para repartição de compra*” é de 8 (oito), pois foi preciso fazer 3 (três) substituições e 5 (cinco) remoções de caracteres para transformar uma *string* na outra.

DIJKMAN *et al.* (2011b) criaram a equação 1 para medir a similaridade sintática entre duas strings que retorna um valor entre 0 e 1. Quando o resultado for 1 significa que a *string* é igual a outra (similaridade total), quando for 0, a string é totalmente diferente da outra (similaridade nula). As duas strings que são comparadas são representadas pelas variáveis s_1 e s_2 e o símbolo $|s_1|$ significa a quantidade de caracteres que a *string* possui.

$$Sim_{sin}(s_1, s_2) = 1 - \left(\frac{de(s_1, s_2)}{\max(|s_1|, |s_2|)} \right) \quad (1)$$

Logo, a similaridade sintática entre “*enviar pedido para setor de compra*” e “*enviar pedido para repartição de compra*” é igual a $(1 - (8/39)) = 0,795$.

Utilizar somente essa métrica não é suficiente, tendo em vista que só leva em conta o método estatístico e pode gerar os chamados “falsos positivos”, como, por exemplo, comparar os rótulos “*ratificar pedido de compra*” e “*retificar pedido de*

compra” gera um grau de similaridade muito alto (0,962), porém, sabe-se que semanticamente elas não significam a mesma coisa.

Porém, essa métrica não pode ser descartada e pode ser muito útil no cômputo geral, ainda mais na aplicação dada a esta tese que pressupõe semelhança semântica prévia entre os dois processos de negócio analisados.

4.2.4.1.2. Similaridade Semântica (Sim_{sem})

Essa similaridade é calculada através da comparação de sinonímia dos termos dos rótulos dos dois objetos, seguindo algumas etapas:

- Etapa 1: Normalização dos rótulos – consiste na eliminação de espaços duplos, caracteres especiais, termos de um só caractere, exceto as vogais “a”, “e” e “o”, pois têm um significado semântico (artigos) e também a conversão de todos os caracteres para minúsculo.
- Etapa 2: Rotulação dos termos – consiste na rotulação semântica (*POS Tagging*) das sentenças presentes nos *labels* dos elementos. As classes gramaticais identificadas pelo rotulador são: verbo, substantivo, adjetivo, advérbio, numeral, artigo, preposição, conjunção, interjeição e pronome.
- Etapa 3: Eliminação de classes gramaticais – consiste em eliminar os termos cuja classe gramatical não é significativa para análise de processos de negócio. Sabe-se que os rótulos das funções e eventos seguem um padrão rígido de formação, conforme descrito no capítulo 2, por isso, a avaliação das classes gramaticais relevantes é facilitada. Além disso, foi analisado um repositório de processos de negócio da empresa de energia em conjunto com um especialista que identificou as classes: verbo, substantivo, adjetivo, advérbio e numeral como relevantes e as classes: artigo, preposição, conjunção, interjeição e pronome como não relevantes para a avaliação. Sendo assim, os termos das classes não relevantes são eliminados das sentenças dos rótulos.
- Etapa 4: Busca dos termos sinônimos – para cada um dos termos resultantes, exceto numeral, é feito uma busca dos seus sinônimos na

base lexical para língua portuguesa TeP 2.0. Para cada termo são extraídos todos os conjuntos de sinônimos, denominados *synsets*, considerando sua classe gramatical. Sendo assim, palavras homônimas não são avaliadas como sinônimas.

- Etapa 5: Aplicação dos cálculos de similaridade – o cálculo é realizado conforme equação 2, porém, os termos são separados pela sua classe gramatical e são comparados entre si. Desta forma, os verbos são comparados com verbos, substantivos com substantivos e assim por diante, e ao final, o total é a soma de todos os resultados por classe gramatical.

Levando em consideração que as variáveis r_1 e r_2 representem os dois rótulos a serem comparados, a função $w(r)$ como sendo aquela que separa a *string* r em um conjunto de palavras e $s(w_1, w_2)$ como sendo a função que compara duas palavras e determina se elas são sinônimas, retornando 0, quando não há sinonímia entre si e o valor 1, quando há sinonímia.

Considere-se agora que $R_1 = w(r_1)$, $R_2 = w(r_2)$, o conjunto $A = (R_1 - R_2)$, o conjunto $B = (R_2 - R_1)$, pi seja o peso atribuído para as palavras idênticas e ps o peso atribuído para as palavras sinônimas, obtém-se a equação 2 para similaridade semântica.

$$Sim_{sem}(r_1, r_2) = \frac{pi \cdot |R_1 \cap R_2| + ps \cdot \left(\sum_{i=1}^{|A|} \sum_{j=1}^{|B|} s(A(i), B(j)) \right)}{|R_1 \cap R_2| + (|A| \cdot |B|)} \quad (2)$$

Para essa tese, assume-se os valores dos pesos de $pi = 1$ e $ps = 0,75$ baseado no trabalho de DIJKMAN *et al.* (2011b) que compararam manualmente 210 pares de rótulos (*labels*) de funções do EPC extraídas do modelo de referência do ERP SAP. Após testar diversas combinações de pesos, esses foram os valores que apresentaram os resultados mais satisfatórios.

Sendo assim, considerando os rótulos “*enviar pedido para setor de compra*” e “*enviar pedido para repartição de compra*”, e analisando nesse exemplo somente os verbos e substantivos têm-se que $R_1 = [“enviar”, “pedido”, “setor”, “compra”]$, $R_2 = [“enviar”, “pedido”, “repartição”, “compra”]$, $R_1 \cap R_2 = [“enviar”, “pedido”,$

“compra”], $A = [“setor”]$, $B = [“repartição”]$. Considerando que “setor” é sinônimo de “repartição”, logo o resultado $= (1 \cdot 3 + 0,75 \cdot (1)) / (3 + (1 \cdot 1)) = 3,75/4 \approx 0,938$.

4.2.4.1.3. Similaridade Tipológica (Sim_{tip})

Essa similaridade talvez seja a mais simples delas. Cabe verificar se os elementos são do mesmo tipo, ou seja, função, evento e conector [e, ou, xor], retornando 1, se forem do mesmo tipo, e 0, se forem de tipos diferentes. Considerando que a função $typ()$ retorna o tipo do elemento, a equação 3 representa o cálculo dessa métrica.

$$Sim_{tip}(e_1, e_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } typ(e_1) = typ(e_2) \\ 0 & \text{if } typ(e_1) \neq typ(e_2) \end{cases} \quad (3)$$

Essa similaridade não deve ser utilizada separadamente, mas é extremamente útil para que as demais métricas possam ser utilizadas e a comparação seja feita entre elementos do mesmo tipo.

4.2.4.1.4. Similaridade Atributiva (Sim_{atr})

Essa similaridade é calculada comparando as características enriquecidas dos elementos EPC. Para esse trabalho, essas características são fortemente especificadas no modelo conceitual de processos de negócio e são ou identificadas automaticamente ou enriquecidas pelo usuário especialista. Isso torna a métrica simples, pois basta realizar a comparação entre os valores do enriquecimento.

Sendo assim, considera-se que A representa o conjunto do par atributo/valor do elemento e a função $\alpha: A \rightarrow P(A)$ que retorna esses pares atributo/valor, e_1 e e_2 como sendo os dois elementos do EPC que serão comparados, $\alpha_1 = \alpha(e_1)$ e $\alpha_2 = \alpha(e_2)$, e f_{dec} como sendo um fator de decréscimo a ser aplicado no caso de um atributo ser diferente entre os elementos EPC, chega-se a equação 4.

$$Sim_{atr}(e_1, e_2) = 1 - \left(\sum_n^1 \theta(\alpha_1, \alpha_2) \cdot f_{dec} \right) \quad (4)$$

$$\text{onde } \theta(\alpha_1, \alpha_2) = \begin{cases} 0 & \text{if } \alpha_1 = \alpha_2 \\ 1 & \text{if } \alpha_1 \neq \alpha_2 \end{cases}$$

O fator de decréscimo pode ser utilizado para dosar o peso que a similaridade exercerá sobre o modelo. Sabendo que o modelo conceitual de processos de negócio apresenta dois enriquecimentos para o elemento função e um para o evento, neste último, aplicando um $f_{dec} = 0,25$, tem-se que os valores possíveis para essa similaridade são 0,75 (caso os atributos sejam diferentes) e 1 (caso os atributos sejam iguais). Nesse mesmo exemplo o valor máximo para f_{dec} é 1, que resultaria em uma similaridade igual a 0 ou 1.

Para o exemplo do elemento função, que possui dois atributos, se aplicado um $f_{dec} = 0,15$, tem-se três valores possíveis: 0,7 (quando os dois atributos são diferentes), 0,85 (quando apenas um atributo é igual) e 1 (quando os dois atributos são iguais).

4.2.4.1.5. Similaridade Posicional (Sim_{pos})

Essa similaridade é proposta pelo autor dessa tese e surgiu por uma necessidade real encontrada durante os testes com processos reais na empresa de energia. Durante os testes, dois processos foram comparados, um deles apresentava duas atividades com o mesmo rótulo, do mesmo tipo e com mesmo contexto, porém, em posições diferentes no processo, uma no início e a outra no final do processo. O outro processo possuía somente uma tarefa com o mesmo rótulo, desta forma, houve um empate de valores de similaridade total, ou seja, de equivalência. Nesse caso, ocorreu um impasse na escolha da equivalência ótima.

WEIDLICH *et al.* (2013) propuseram uma abordagem de similaridade posicional baseada na teoria do modelo baseado em passagem (*passage-based models*) (LIU e CROFT, 2002) apresentando uma abordagem para comparar rótulos textuais correspondente, tratando um problema do ponto de vista da busca e recuperação da informação (BRI). WEIDLICH *et al.* (2013) utilizaram modelagem probabilística da linguística considerando as atividades como sendo trechos de um documento.

Contudo, a proposta aqui não considera a análise textual e leva em consideração apenas os aspectos estruturais. Assim, foi introduzida a similaridade posicional, como uma medida adicional para análise de similaridade, que é calculada comparando a posição absoluta do elemento dentro da sequência de objetos do processo EPC sobre a

altura total do grafo, encontrando assim sua posição relativa. Logo, nenhuma função, mesmo que tivesse o mesmo rótulo, tipo e com mesmo contexto, teria um valor posicional igual.

Nessa métrica, o processo é visto como uma árvore, e seus elementos (eventos, funções e conectores) são vistos como seus nós. Foi utilizado o algoritmo de busca em largura (*Breadth First Search*) (JUNGNICKEL, 2013), que visita os nós da árvore e permite numeração sequencial (ou dos níveis) simples.

Por fim, a métrica de similaridade encontra uma relação entre as duas posições relativas (altura do grafo) entre os elementos que se quer comparar. Toma-se por base dois processos p_1 e p_2 , a função $pa(e_1)$ como sendo a posição do elemento e_1 dentro do processo p_1 e $pa(e_2)$ como sendo a posição do elemento e_2 dentro do processo p_2 . As expressões $|p_1|$ e $|p_2|$ representam a altura total de cada processo. Para contabilizar a quantidade de elementos, consideram-se os eventos, funções e conectores. Logo, a equação 5 representa a similaridade posicional entre dois elementos.

$$Sim_{pos}(e_1, e_2) = 1 - \left| \left(\frac{pa(e_1)}{|p_1|} \right) - \left(\frac{pa(e_2)}{|p_2|} \right) \right| \quad (5)$$

4.2.4.1.6. Similaridade Contextual (Sim_{con})

Duas das métricas definidas anteriormente (atributiva e tipológica) focavam na similaridade entre os dois elementos do modelo de processo. A similaridade contextual também leva em consideração os elementos do modelo que antecedem e sucedem uma função EPC.

Essa medida de similaridade é especialmente útil para modelos EPCs, porque as funções EPCs são geralmente precedidas e sucedidas por eventos. Assim, ao comparar duas funções, o contexto que as cercam é levado em conta.

A medida que analisa os objetos de entrada (*input*) é denominada contexto de entrada e a que analisa os objetos de saída (*output*) é chamada de contexto de saída.

Segundo DIJKMAN *et al.* (2011b), para calcular esse tipo de similaridade, deve-se encontrar uma equivalência entre os elementos de entrada e de saída da função, além disso, é necessário utilizar outra métrica de similaridade já apresentada nessa tese para chegar ao resultado da similaridade entre o conjunto de eventos de entrada e o conjunto de eventos de saída.

Logo, para uma função f_1 em um processo e a função f_2 de outro processo, levantam-se quais são os eventos de entrada e saída da função. Supondo que dois contextos de entrada $c_1^{entr}(f_1) = \{e_1, \dots, e_n\}$ e $c_2^{entr}(f_2) = \{e_1, \dots, e_n\}$ e dois contextos de saída $c_1^{saida}(f_1) = \{e_1, \dots, e_n\}$ e $c_2^{saida}(f_2) = \{e_1, \dots, e_n\}$ e tomando por base a escolha da medida de similaridade semântica, calculam-se as equivalências entre os dois contextos de entrada (c_1^{entr} e c_2^{entr}) e saída (c_1^{saida} e c_2^{saida}) representados, respectivamente, pelos conjuntos Eq^{entr} e Eq^{saida} . As cardinalidades (quantidades de elementos) dos conjuntos de equivalências, tanto a de entrada quanto a de saída, são divididas por duas vezes a raiz quadrada da cardinalidade dos conjuntos de eventos de cada processo. Logo, a similaridade contextual entre duas funções é dada pela equação 6.

$$Sim_{con}(f_1, f_2) = \frac{|Eq^{entr}|}{2 \cdot \sqrt{|c_1^{entr}|} \cdot \sqrt{|c_2^{entr}|}} + \frac{|Eq^{saida}|}{2 \cdot \sqrt{|c_1^{saida}|} \cdot \sqrt{|c_2^{saida}|}} \quad (6)$$

4.2.4.1.7. Similaridade Contextual do Processo (Sim_{cop})

Essa métrica avalia os dois processos como um todo e verifica se eles apresentam contextos semelhantes no que se refere às entradas e saídas, ou seja, se os processos recebem insumos parecidos e geram resultados parecidos.

Segundo o modelo conceitual sobre processos de negócio, um evento pode ser de entrada, interno ou de saída. Um evento de entrada ou conjunto de eventos de entrada é o que inicia um processo e o evento de saída é o evento ou o conjunto de eventos que finaliza o processo, ou seja, o resultado da execução de um processo.

Tomando por base dois processos correlatos p_1 e p_2 que possuem conjuntos de eventos de entrada e_{e1} e e_{e2} e conjunto de eventos de saída e_{s1} e e_{s2} , caso os eventos de entrada desses dois processos sejam semelhantes e os eventos de saída também sejam semelhantes, não importa a quantidade de eventos internos que cada processo possua, pode-se concluir que os processos possuem contextos semelhantes.

Usando a medida de similaridade contextual entre objetos e a medida semântica de similaridade entre os rótulos dos eventos, chega-se a equação 7.

$$Sim_{com}(p_1, p_2) = \frac{|Eq^{entr}|}{2 \cdot \sqrt{|e_{e1}^{entr}|} \cdot \sqrt{|e_{e2}^{entr}|}} + \frac{|Eq^{saida}|}{2 \cdot \sqrt{|e_{s1}^{result}|} \cdot \sqrt{|e_{s2}^{result}|}} \quad (7)$$

4.2.4.2. Unificação de processos (Merge Union)

A unificação de dois processos de negócio (*merge union*) é utilizada nessa tese com uma das ferramentas de apoio à tomada de decisão. O usuário especialista, ao comparar dois processos correlatos, pode visualizar um novo processo resultante, fruto da união entre os modelos.

Existem vários trabalhos que falam sobre a unificação de processos de negócio. Os mais significativos e que apresentam algoritmos para realizar essa unificação são os de MENDLING e SIMON (2006), GOTTSCHALK, AALST e JANSEN-VULLERS (2008), DONGEN, DIJKMAN e MENDLING (2008) e LA ROSA, DUMAS e DIJKMAN (2010).

Antes de apresentar os passos para realizar a unificação dos processos de negócio, é necessário apresentar duas definições: da **equivalência** e da **sequência** entre eventos e funções do EPC.

A **equivalência** determina que dois elementos do mesmo tipo (eventos ou funções) possuem um grau de similaridade mínimo aceitável entre si. Esse grau mínimo de similaridade é chamado de **limiar**. Uma vez atendida essa condição, pode-se dizer que os dois elementos são **equivalentes** (*Eq*).

Tomam-se por base dois processos $EPC_A = (E_A, F_A, C_A, T_A, A_A)$ e $EPC_B = (E_B, F_B, C_B, T_B, A_B)$ e uma relação binária $Eq \subseteq (E \times E) \cup (F \times F)$.

- Se $((e_A \in E_A) \wedge (e_B \in E_B))$ apresentam um grau de similaridade mínimo aceitável entre si, tem-se que $(e_A, e_B) \in Eq$.
- Se $((f_A \in F_A) \wedge (f_B \in F_B))$ apresentam um grau de similaridade mínimo aceitável entre si, tem-se que $(f_A, f_B) \in Eq$.

No trabalho de MENDLING e SIMON (2006) essa questão da equivalência não foi estabelecida. No experimento realizado pelos autores, foram apresentados dois processos EPC e indicados previamente quais elementos eram equivalentes.

Contudo, para o presente trabalho, são utilizadas as medidas de similaridade entre elementos, descritas no item 4.2.4.1, para determinar a equivalência entre eles.

Para se determinar a equivalência (Eq), é preciso primeiro determinar se os elementos são do mesmo tipo, e para isso, é utilizada a similaridade tipológica, ou seja, $Sim_{tip}=1$. Em seguida, deve-se aplicar a equação 8 de média ponderada entre as similaridades, que também pode ser denominada de equação da similaridade total (Sim_{total}). Nessa equação as variáveis p_{sin} , p_{sem} , p_{atr} , p_{pos} e p_{con} representam os pesos utilizados para cada similaridade.

$$Sim_{total} = \frac{p_{sin} \cdot Sim_{sin} + p_{sem} \cdot Sim_{sem} + p_{atr} \cdot Sim_{atr} + p_{pos} \cdot Sim_{pos} + p_{con} \cdot Sim_{con}}{p_{sin} + p_{sem} + p_{atr} + p_{pos} + p_{con}} \quad (8)$$

A **equivalência** será determinada a partir do valor da similaridade total (Sim_{total}) e para isso se aplica a comparação com um valor fixo pré-estabelecido, denominado **limiar**, que define a partir de que valor de similaridade os dois elementos podem ser considerados equivalentes. Os elementos serão equivalentes quando a $Sim_{total} \geq limiar$.

Com relação ao processo de unificação (*merge*) entre dois processos, é importante observar que, a equivalência entre dois elementos apenas determina um estado de elegibilidade dos dois elementos se unificarem, ou se fundirem, no momento da geração do processo unificado resultante. Contudo, a escolha dos dois elementos que

efetivamente se unificarão, dependerá ainda de uma análise global de similaridade entre todos os elementos dos dois processos. Logo, os elementos equivalentes são apenas candidatos a serem unificados.

Dependendo dos elementos dos processos analisados e do valor definido para o limiar, podem acontecer três situações de equivalência entre os elementos: não possuir um elemento equivalente no outro processo; possuir somente um caso de equivalência; ou possuir mais de um caso de equivalência.

No primeiro caso, de não possuir equivalência, esse elemento será mantido no processo unificado. Nos demais casos, de um elemento de um processo possuir uma ou mais equivalências deve-se existir uma forma de determinar qual equivalência é a mais adequada para fundir os dois elementos no processo unificado.

Para isso, conforme DONGEN, DIJKMAN e MENDLING (2008), define-se o conceito de um mapeamento de **equivalência ótima** (Eq^{opt}), isto é, o cenário de mapeamento escolhido é aquele cuja soma das similaridades dos elementos equivalentes é maior do que a soma das similaridades entre todos os outros mapeamentos de equivalência possíveis.

Entretanto, os próprios autores DONGEN, DIJKMAN e MENDLING (2008) citam que um mapeamento de equivalência ótima pode ser calculado utilizando técnicas de programação linear (*Linear Programming*) com objetivo de maximizar a função-objetivo, que compreende na soma das similaridades dos elementos mapeados (LANCHTERMACHER, 2004) e é desta forma que é feito o mapeamento e a escolha da **equivalência ótima** (Eq^{opt}).

A **sequência** consiste em identificar dois elementos (evento x função ou função x evento) que são sucedidos um pelo outro (Seq).

Tomam-se por base dois processos $EPC_A = (E_A, F_A, C_A, T_A, A_A)$ e $EPC_B = (E_B, F_B, C_B, T_B, A_B)$ e uma relação binária $Seq \subseteq (E \times F) \cup (F \times E)$.

- Se $(e_A \in E_A)$ for sempre sucedido por $(f_B \in F_B)$, tem-se $(e_A, f_B) \in Seq$.
- Se $(f_A \in F_A)$ for sempre sucedido por $(e_B \in E_B)$, tem-se $(f_A, e_B) \in Seq$.

Uma vez descobertos os elementos **equivalentes** e **sequenciais**, aplica-se a unificação dos dois processos seguindo os seis passos abaixo:

Passo 1: Os elementos do EPC_A e EPC_B são combinados em um único diagrama conforme abaixo:

$$\begin{aligned} E_i &:= E_A \cup E_B \\ F_i &:= F_A \cup F_B \\ C_i &:= C_A \cup C_B \\ T_i &:= T_A \cup T_B \\ A_i &:= A_A \cup A_B \end{aligned}$$

Passo 2: Cada par de eventos que pertence à equivalência ótima $(e_a, e_b) \in Eq^{otm}$ é unificado em um só evento. O elemento x_a representa o elemento predecessor de e_a e x_b representa o elemento predecessor de e_b . Já o elemento y_a representa o elemento sucessor de e_a e y_b representa o elemento sucessor de e_b . Os arcos de entrada e de saída são sincronizados com ajuda de dois novos conectores c_{split} e c_{join} , conforme os passos abaixo:

$$\begin{aligned} E_i &:= E_i \setminus \{e_b\} \\ C_i &:= C_i \cup \{c_{split}, c_{join}\} \\ T_i &:= T_i \cup \{(c_{split}, and), (c_{join}, and)\} \\ A_i &:= A_i \setminus \{(x_a, e_a), (x_b, e_b), (e_a, y_a), (e_b, y_b)\} \cup \\ &\quad \{(x_a, c_{join}), (x_b, c_{join}), (c_{join}, e_a), (e_a, c_{join}), (c_{split}, y_a), (c_{split}, y_b)\} \end{aligned}$$

Passo 3: Cada par de funções que pertence à equivalência ótima $(f_a, f_b) \in Eq^{otm}$ é unificado em uma só função. O elemento x_a representa o elemento predecessor de f_a e x_b representa o elemento predecessor de f_b . Já o elemento y_a representa o elemento sucessor de f_a e y_b representa o elemento sucessor de f_b . Os arcos de entrada e de saída são sincronizados com ajuda de dois novos conectores c_{split} e c_{join} , conforme os passos abaixo:

$$\begin{aligned} F_i &:= F_i \setminus \{f_b\} \\ C_i &:= C_i \cup \{c_{split}, c_{join}\} \\ T_i &:= T_i \cup \{(c_{split}, and), (c_{join}, and)\} \end{aligned}$$

$$A_i := A_i \setminus \{(x_a, f_a), (x_b, f_b), (f_a, y_a), (f_b, y_b)\} \cup \\ \{(x_a, c_{join}), (x_b, c_{join}), (c_{join}, f_a), (f_a, c_{join}), (c_{split}, y_a), (c_{split}, y_b)\}$$

Passo 4: Para cada par de evento e função sequenciais $(e_A, f_B) \in Seq$ são inseridos dois novos conectores C_{split} e C_{join} , além de um arco a partir do novo C_{split} antes do evento até o novo C_{join} depois da função, para deixar explícito o fluxo de dados:

$$C_i := C_i \cup \{c_{split}, c_{join}\} \\ T_i := T_i \cup \{(c_{split}, and), (c_{join}, and)\} \\ A_i := A_i \setminus \{(e_a, y_a), (x_b, f_b)\} \cup \\ \{(e_a, c_{split}), (c_{split}, y_a), (c_{split}, c_{join}), (c_{join}, f_b), (x_b, c_{join})\}$$

Passo 5: Para cada par de função e evento sequenciais $(f_A, e_B) \in Seq$ são inseridos dois novos conectores C_{split} e C_{join} , além de um arco a partir do novo C_{split} antes da função até o novo C_{join} depois do evento, para deixar explícito o fluxo de dados:

$$C_i := C_i \cup \{c_{split}, c_{join}\} \\ T_i := T_i \cup \{(c_{split}, and), (c_{join}, and)\} \\ A_i := A_i \setminus \{(f_a, y_a), (x_b, e_b)\} \cup \\ \{(f_a, c_{split}), (c_{split}, y_a), (c_{split}, c_{join}), (c_{join}, e_b), (x_b, c_{join})\}$$

Passo 6: Com a aplicação dos passos anteriores, é possível que haja um excesso de conectores no processo resultante. Para isso, pode-se aplicar uma regra de redução de conectores sem afetar os fluxos do processo.

- Caso exista um fluxo $(c_a, p_a, \dots, p_n, c_b)$ com $P = \{p_a, \dots, p_n\} \in (E \cup F \cup C)$ e $(c_a, c_b) \in A$, então $A := A \setminus \{(c_a, c_b)\}$
- Caso $c \in C \wedge |c \bullet| = |\bullet c| = 1$, então $A := A \setminus \{(x, c), (c, y)\} \cup \{(x, y)\}$ e $C := C \setminus \{c\}$.

A primeira regra elimina arcos redundantes entre dois conectores que representam um fluxo entre esses conectores. A segunda regra elimina conectores que tenham apenas uma entrada e um arco de saída.

Por fim, depois de todos os cálculos realizados, duas regras foram criadas para resolver a questão do rótulo resultante no elemento do processo unificado e os atributos do enriquecimento resultantes.

A primeira regra criada foi com relação ao rótulo da função e do evento resultante. Essa não é uma decisão trivial, pois os dois elementos podem ser similares, mas podem apresentar rótulos diferentes. No tocante às funções, considera-se inicialmente uma comparação entre os valores do atributo requisito, e posteriormente uma comparação entre o comprimento dos rótulos. No caso de ambas as funções serem mandatórias, prevalece a descrição de maior comprimento. Quando apenas uma das funções é mandatória, sua descrição é a que prevalece. Se nenhuma das funções é mandatória, a descrição utilizada para a função unificada será aquela com o maior comprimento. Quanto aos eventos, é realizada comparação apenas entre o comprimento das descrições. Nesse caso, a descrição com o maior comprimento será utilizada no evento unificado.

A segunda regra foi como determinar a fusão de dois elementos com enriquecimentos diferentes. Para isso, foi criada uma tabela de associação entre os atributos do enriquecimento de duas funções similares e qual atributo prevalece no processo resultante. Caso as duas funções forem de execução manual, prevalece manual, se as duas forem automáticas, prevalece automática, caso contrário, o atributo resultante é de execução mista, conforme tabela 8.

Com relação ao atributo requisito, a regra é parecida, se forem iguais, permanece o mesmo valor de atributo, porém, se forem diferentes, ou seja, não mandatório e mandatório, ou vice-versa, o atributo resultante é mandatório, pois em um dos processos essa função exerce um papel importante e obrigatório e deverá ser mantida desta forma no processo unificado.

Tabela 8 - Regra para unificação dos atributos do enriquecimento EPC

Atributo 1	Atributo 2	Atributo resultante
Execução		
Manual	Manual	Manual
Automática	Automática	Automática
Mista	Mista	Mista
Manual	Mista	Mista
Manual	Automática	Mista
Mista	Automática	Mista
Requisito		
Não mandatório	Não mandatório	Não mandatório
Mandatório	Mandatório	Mandatório
Não mandatório	Mandatório	Não mandatório

4.2.5. Etapa 5 – Interação

Esta etapa consiste na interação do usuário especialista com todo o modelo, através de uma interface computacional. Nessa etapa o usuário pode selecionar as métricas de similaridade e definir o peso para cada métrica, enriquecer o processo EPC com as informações do modelo conceitual em processos de negócio e verificar como ficou o processo unificado. O resultado apresentado nessa etapa auxilia na tomada de decisão do usuário, uma vez que ele pode interagir com o modelo proposto.

CAPÍTULO 5 – Implementação e Experimento

A fim de validar o modelo proposto por esta tese, foi desenvolvido um experimento computacional que implementa os cálculos das métricas de similaridade, realiza a unificação dos processos de negócio e apresenta o resultado graficamente. Esse experimento recebeu o nome de INTPRO, um acrônimo para Inteligência em Processos.

Como base do desenvolvimento, foi utilizado o framework ProM³ (*Process Mining*) que é um software de código aberto desenvolvido pela comunidade científica de uma universidade na Holanda e tem como objetivo apoiar a mineração de processos de negócio, concentrando as mais recentes e avançadas técnicas e algoritmos da área (BARBORKA *et al.*, 2006).

O ProM é uma estrutura extensível que suporta uma grande variedade de técnicas de tratamento de processos de negócio na forma de *plug-ins*. Ele pode ser executado em qualquer plataforma, pois ele é implementado em Java, e pode ser baixado gratuitamente. Seus mantenedores mantém uma rede de cooperação com pesquisadores e desenvolvedores de universidades em todo mundo para contribuir com novos *plug-ins* que são incorporados ao ProM e ficam disponíveis para *download*.

O ProM utilizado foi o da versão 5.2, pois esta versão apresenta um *plug-in* de comparação de processos EPC, semelhante ao tema dessa pesquisa, e que pode ser comparado com o presente experimento. Atualmente, já existem mais de 170 *plug-ins* disponíveis, apoiando diversas linguagens de modelagem de processos (PROM, 2013), tais como:

- Redes de Petri (PNML, TPN)
- EPCs / EPKs (EPML)
- BPMN (XPDL)
- Entre outras

Para realizar a importação e leitura do processo EPC é utilizada a linguagem de interoperabilidade XML (*Extensible Markup Language*) para identificar cada objeto da notação EPC. Para isso, foi escolhido o padrão EPML (*EPC Markup Language*) proposto por MENDLING e NÜTTGENS (2004; 2005). Essa linguagem foi

³ <http://www.processmining.org/>

desenvolvida levando em consideração outros esforços de padronização e diretrizes com base no XML. Um exemplo da notação EPML tendo como base um processo mapeado em EPC pode ser visto na figura 18.

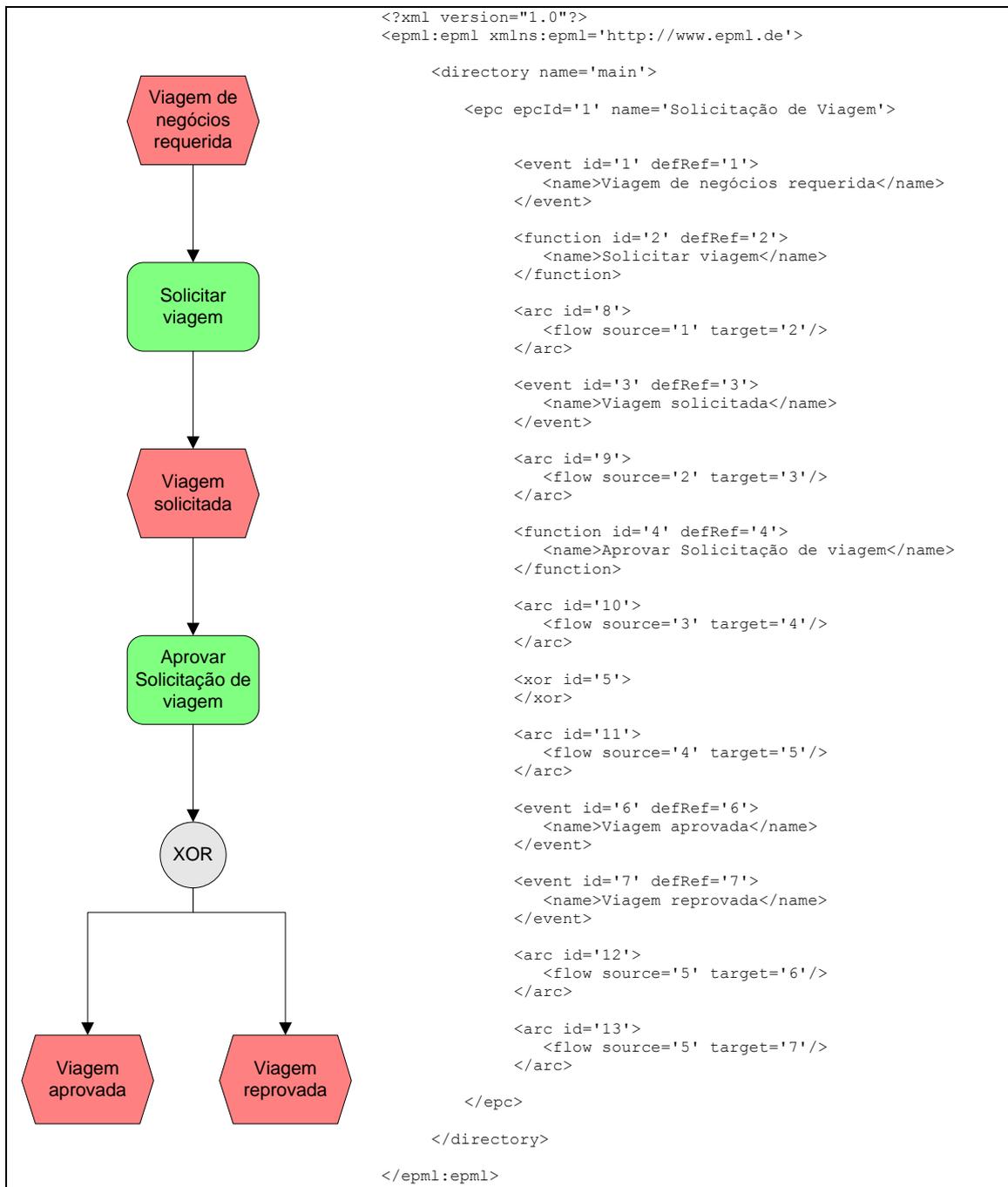


Figura 18 - Exemplo da notação EPML

Além do padrão EPML, o INTPRO consegue importar processos EPC no formato VDX (arquivo XML gerado pelo *software* Visio da *Microsoft*) e AML (arquivo de processo gerado pelo *software* ARIS da *Software AG*), conforme apresentado na figura 19.

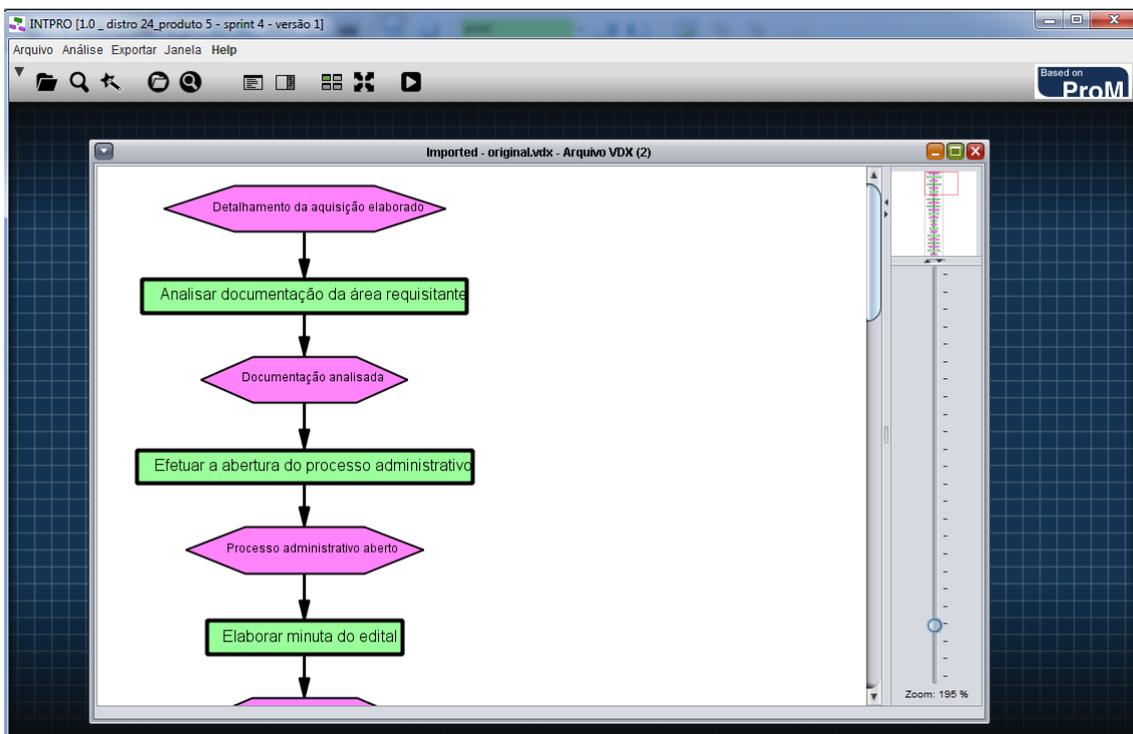


Figura 19- Apresentação do processo EPC pelo INTPRO

A etapa de decomposição dos modelos de processos em objetos passa ser uma tarefa mais fácil com o uso do EPML. Conforme árvore da sintaxe dos elementos apresentada na tabela 9, os elementos presentes no modelo conceitual de processos de negócio apresentados nessa tese são os que representam o evento (*event*), função (*function*) e conectores (*and*, *or* e *xor*).

Outra decisão importante foi o idioma a ser utilizada para fazer as análises. Uma vez que os processos de negócio dessa empresa de energia estavam modelados em português, a aplicação de técnicas para processamento e comparação da língua portuguesa foi o foco dessa pesquisa.

Nesse sentido, foram utilizadas as ferramentas já existentes para processamento do português do Brasil, com o que é o caso do TeP 2.0, e outras foram desenvolvidas, quando necessário, como foi o caso do *POS Tagger*.

Com relação ao enriquecimento dos elementos, conforme apresentado no modelo conceitual sobre processos de negócio, para os eventos e conectores, o enriquecimento é realizado automaticamente pelo sistema INTPRO, enquanto o enriquecimento das funções (execução e requisito) é feito manualmente com ajuda do

usuário especialista, que realiza o enriquecimento selecionando os atributos corretos para cada função do processo EPC via sistema INTPRO, conforme apresentado na tela do sistema na figura 20.

Tabela 9 - Árvore da sintaxe dos elementos EPML

<pre> epml documentation? toolInfo? graphicsDefault? fill? (color, image, gradient-color, gradient-rotation) line? (shape, width, color, style) font? (family, style, weight, size, decoration, color, verticalAlign, horizontalAlign, rotation) coordinates (xOrigin, yOrigin) definitions? definition* (defId) name description attributeTypes? attributeType* (typeId) description directory (name) directory* (name) ... epc* (epcId, name) attribute* (typeRef, value) event* (id, defRef) ... function* (id, defRef) name description? graphics? position? (x, y, width, height) fill? (color, image, gradient-color, gradient-rotation) line? (shape, width, color, style) font? (family, style, weight, size, decoration, color, verticalAlign, horizontalAlign, rotation) syntaxInfo? (implicitType) toProcess? (linkToEpcId) attribute* (typeRef, value) processInterface* (id, defRef) ... and* ... or* ... xor* ... arc* ... application* ... participant* ... dataField* ... relation* ... </pre>
--

O enriquecimento é feito uma única vez, embora possam ser alterados em cada interação, pois todas essas informações são persistidas em arquivo XML, desenvolvido especialmente para essa pesquisa, estendido do padrão EPML e denominado para o experimento como arquivos na extensão ITP. Os arquivos ITP são lidos pelo INTPRO.

Além dos elementos apresentados na árvore de sintaxe constante na tabela 9, a sintaxe dos arquivos ITP conta com a inclusão de elemento responsável pela representação do enriquecimento das funções do modelo, denominado *itpAttr*. Os elementos *itpAttr* possuem, por regra, elementos que representam as escolhas realizadas pelo usuário especialista e que devem ser persistidas. Esse papel é desempenhado pelos elementos *exec* (representando as escolhas quanto à execução da função) e *req*

(retratando as escolhas sobre requisitos). O elemento *relation*, previsto na EPML para associar funções a elementos não relacionados ao controle de fluxo (*participant*, *application*, *dataField*), é o responsável por manter a associação entre os elementos *itpAttr* e as respectivas funções.

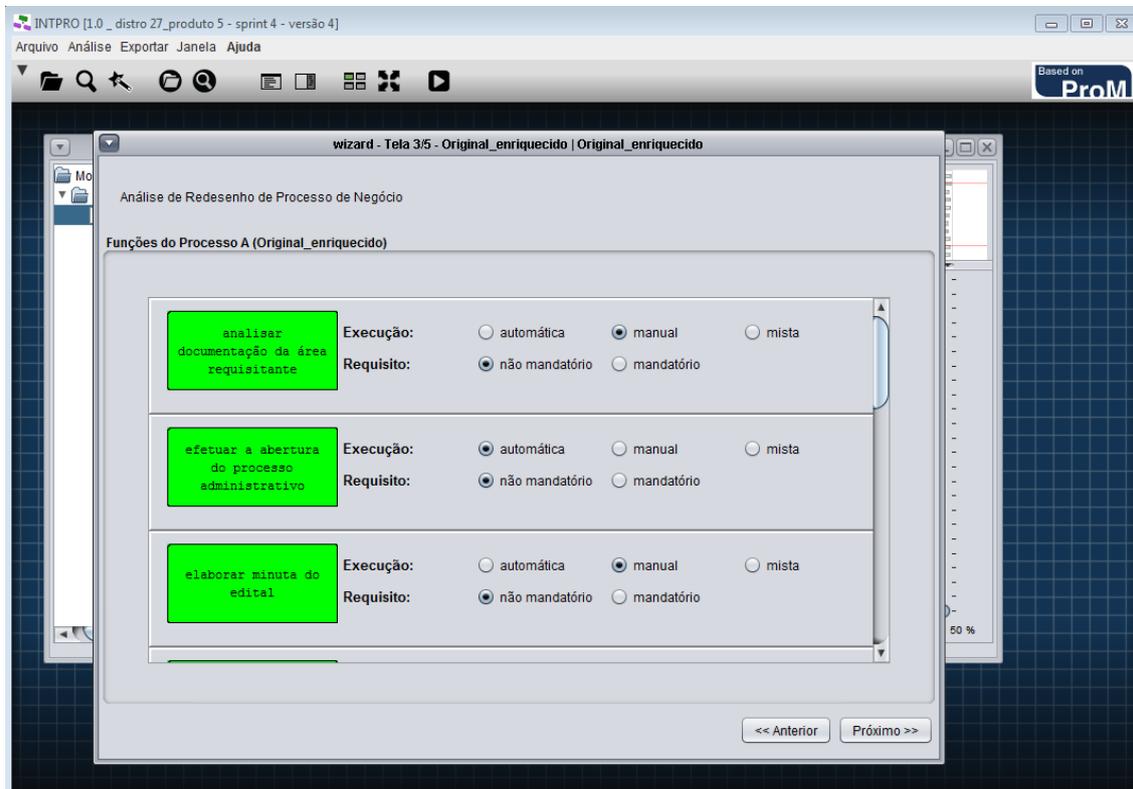


Figura 20 - Tela do INTPRO para enriquecimento dos elementos do EPC

O trecho de código reproduzido na figura 21 mostra um elemento *itpAttr* com os elementos internos *exec* e *req*, além o elemento *relation* que associa o *itpAttr* com o atributo *id* de valor 26 à uma função de *id* igual a 20. O *id* do objeto *itpAttr* é igual a 27.

```

<itpAttr id='26'>
    <exec>AUTOMATICO</exec>
    <req>MANDATORIO</req>
</itpAttr>
<relation from='26' to='20' id='27'></relation>

```

Figura 21 - Trecho de código do enriquecimento dos dados no arquivo XML

Um arquivo ITP é apresentado pelo INTPRO conforme a tela do sistema demonstrada pela figura 22.

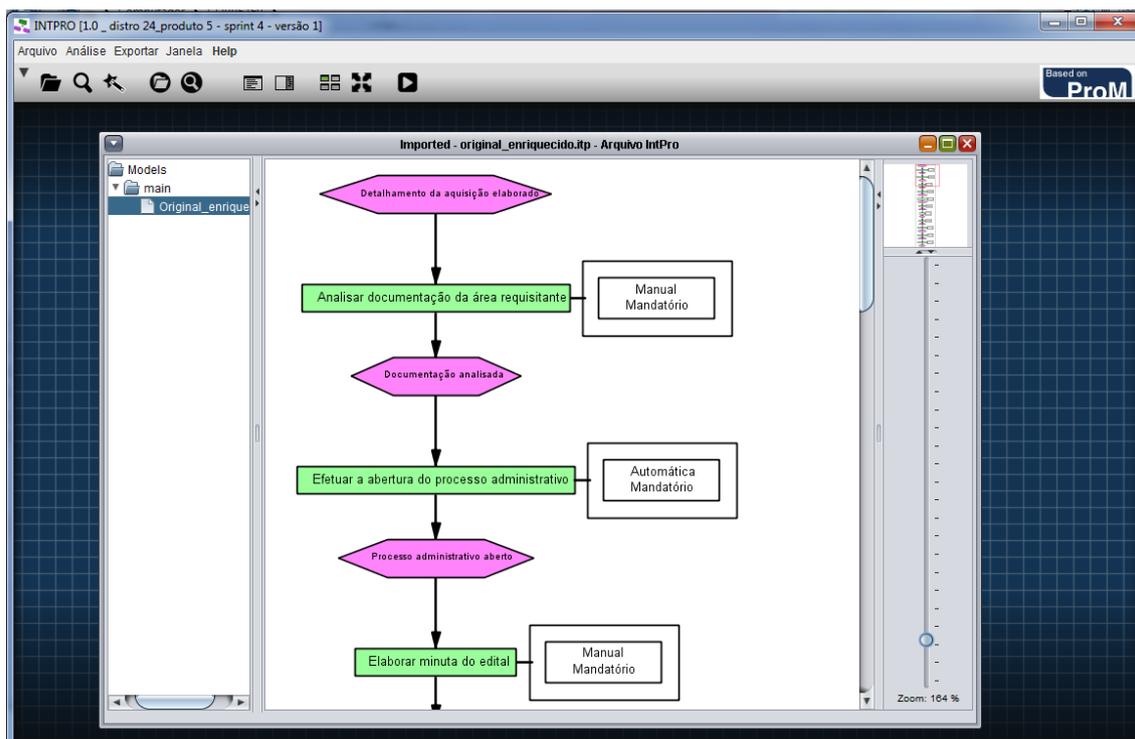


Figura 22 - Apresentação do processo EPC enriquecido pelo INTPRO (arquivo ITP)

A métrica contextual do processo, conforme descrita em 4.2.4.1.7, é utilizada na ferramenta no início da execução do *plug-in* de similaridade e identifica os contextos de entrada e saída dos dois processos, sendo possível medir a similaridade entre seus contextos. Nesse momento o sistema emite um alerta ao usuário, mas não impede que ele continue a execução, conforme figura 23.

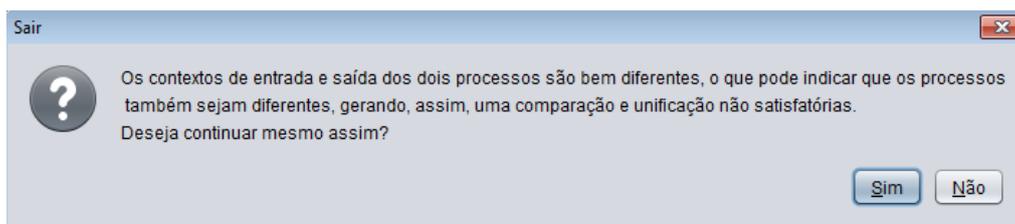


Figura 23 - Tela de alerta sobre o contexto dos dois processos

Para aplicação da métrica semântica, descrita em 4.2.4.1.2, que prevê a comparação dos rótulos (*labels*) de duas funções ou de dois eventos, foi necessário implementar um *POS tagging*, utilizando um algoritmo HMM (*Hidden Markov Model*), ou Modelos Ocultos de Markov, do *Lingpipe*⁴ para realizar o aprendizado de máquina sobre o corpus CETENFolha (Corpus de Extratos de Textos Eletrônicos NILC/Folha

⁴ Biblioteca Java para processamento de texto usando linguística computacional. Disponível em: <http://alias-i.com/lingpipe/>

de São Paulo) que reúne as 365 edições do jornal no ano de 1994, com um total de 25 milhões de palavras (ZACCARA, 2012).

As demais métricas e cálculos de similaridade foram realizadas com aplicação direta das equações apresentadas na tese, da mesma forma que foi a implementação do algoritmo da unificação (*merge union*) e apresentação do processo unificado.

A matriz de comparação é gerada pelo sistema INTPRO que apresenta os cálculos na tela para facilitar a identificação e análise. São exibidas quatro tabelas que contêm os resultados das comparações realizadas, tanto pelo ProM quanto pelo INTPRO, entre as funções e entre os eventos de ambos os processos analisados. As células apresentam os valores calculados para cada uma das métricas utilizadas nas comparações entre os elementos. As células que representam os pares constantes do mapeamento de equivalência ótima (Eq^{opt}), como apresentado no capítulo 4, têm o fundo colorido na cor verde. As células que representam pares de elementos equivalentes (cuja similaridade total é igual ou superior ao valor determinado como limiar), mas não constam do mapeamento de equivalência ótima, têm o fundo colorido na cor azul, conforme tela apresentada na figura 24.

O cálculo para se determinar a equivalência ótima foi implementado com o uso da biblioteca *LpSolve*⁵ que apresenta um conjunto de rotinas para trabalhar com programação linear.

Cabe ressaltar que a implementação original do ProM não realiza um mapeamento entre os eventos, mas realiza a unificação de eventos com a mesmo *label*. Sendo assim, as células que representam os pares de eventos com o mesmo rótulo têm o fundo verde, na tabela que representa a matriz de comparação entre eventos do ProM.

⁵ LpSolve é uma API que pode ser chamado a partir de praticamente qualquer linguagem de programação para resolver problemas de Programação Linear. Disponível em: <http://lpsolve.sourceforge.net/>

	examinar papéis de dá...	efetivar a abertura do...	preparar minuta do p...	examinar minuta do p...	examinar minuta do p...	preparar versão final ...	divulgar papel
analisar documenta...	Sintática = 0,62 Semântica = 0,69 Atributiva = 1,00 Posicional = 1,00 Contextual = 1,00 Total = 0,86	Sintática = 0,28 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,91 Contextual = 0,00 Total = 0,29	Sintática = 0,26 Semântica = 0,00 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,30	Sintática = 0,40 Semântica = 0,11 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,73 Contextual = 0,00 Total = 0,34	Sintática = 0,40 Semântica = 0,11 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,64 Contextual = 0,00 Total = 0,32	Sintática = 0,21 Semântica = 0,00 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,55 Contextual = 0,00 Total = 0,25	Sintática = 0,14 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,70 Posicional = 0,45 Contextual = 0,00 Total = 0,19
efetuar a abertura d...	Sintática = 0,29 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,91 Contextual = 0,00 Total = 0,29	Sintática = 0,82 Semântica = 0,69 Atributiva = 1,00 Posicional = 1,00 Contextual = 1,00 Total = 0,89	Sintática = 0,27 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,91 Contextual = 0,00 Total = 0,29	Sintática = 0,31 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,28	Sintática = 0,31 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,73 Contextual = 0,00 Total = 0,27	Sintática = 0,24 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,84 Contextual = 0,00 Total = 0,25	Sintática = 0,13 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,70 Posicional = 0,55 Contextual = 0,00 Total = 0,20
elaborar minuta do ...	Sintática = 0,36 Semântica = 0,00 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,31	Sintática = 0,35 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,91 Contextual = 0,00 Total = 0,30	Sintática = 0,60 Semântica = 0,58 Atributiva = 1,00 Posicional = 1,00 Contextual = 1,00 Total = 0,82	Sintática = 0,46 Semântica = 0,25 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,91 Contextual = 0,00 Total = 0,41	Sintática = 0,50 Semântica = 0,25 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,40	Sintática = 0,33 Semântica = 0,13 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,73 Contextual = 0,00 Total = 0,33	Sintática = 0,24 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,70 Posicional = 0,64 Contextual = 0,00 Total = 0,23
analisar minuta do ...	Sintática = 0,38 Semântica = 0,11 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,73 Contextual = 0,00 Total = 0,33	Sintática = 0,28 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,28	Sintática = 0,38 Semântica = 0,25 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,91 Contextual = 0,00 Total = 0,40	Sintática = 0,78 Semântica = 0,69 Atributiva = 1,00 Posicional = 1,00 Contextual = 1,00 Total = 0,88	Sintática = 0,63 Semântica = 0,44 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,91 Contextual = 0,50 Total = 0,63	Sintática = 0,28 Semântica = 0,00 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,30	Sintática = 0,15 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,70 Posicional = 0,73 Contextual = 0,00 Total = 0,23
analisar minuta do ...	Sintática = 0,38 Semântica = 0,11 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,64 Contextual = 0,00 Total = 0,32	Sintática = 0,30 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,85 Posicional = 0,73 Contextual = 0,00 Total = 0,27	Sintática = 0,38 Semântica = 0,25 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,39	Sintática = 0,62 Semântica = 0,44 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,91 Contextual = 0,50 Total = 0,63	Sintática = 0,77 Semântica = 0,69 Atributiva = 1,00 Posicional = 1,00 Contextual = 1,00 Total = 0,88	Sintática = 0,28 Semântica = 0,00 Atributiva = 1,00 Posicional = 0,91 Contextual = 0,50 Total = 0,46	Sintática = 0,15 Semântica = 0,00 Atributiva = 0,70 Posicional = 0,82 Contextual = 0,00 Total = 0,24

Figura 24 - Tela INTPRO com a matriz de equivalências entre as funções dos dois processos EPC

A equivalência só é determinada quando o valor de similaridade total entre os elementos atinge um mínimo, denominado limiar, que foi ajustado para esse exemplo para 0,5 (meio ponto). Qualquer valor abaixo disso é interpretado como elementos não equivalentes e, deste modo, sem confiança para se determinar similaridade e realizar a unificação. Todos esses pesos e valores podem ser configurados na ferramenta INTPRO, a cada execução, conforme tela apresentada na figura 25.

Configurações (4)

Cálculo de Similaridade

- Sintática Peso: 1
- Semântica Peso: 2
- Atributiva Peso: 1
- Posicional Peso: 1
- Contextual Peso: 2
- Limiar de Mapeamento: 0,5

Similaridade Semântica

- Peso palavra idêntica: 1,0
- Peso palavra sinônima: 0,75

Similaridade Atributiva

- Decréscimo do atributo diferente para função: 0,15
- Decréscimo do atributo diferente para evento: 0,25

Restaurar Default Cancelar Próximo >>

Figura 25 - Tela de configuração de parâmetros do INTPRO

Por fim, o processo EPC resultante da unificação é apresentado pelo INTPRO, conforme demonstrado pela figura 26.

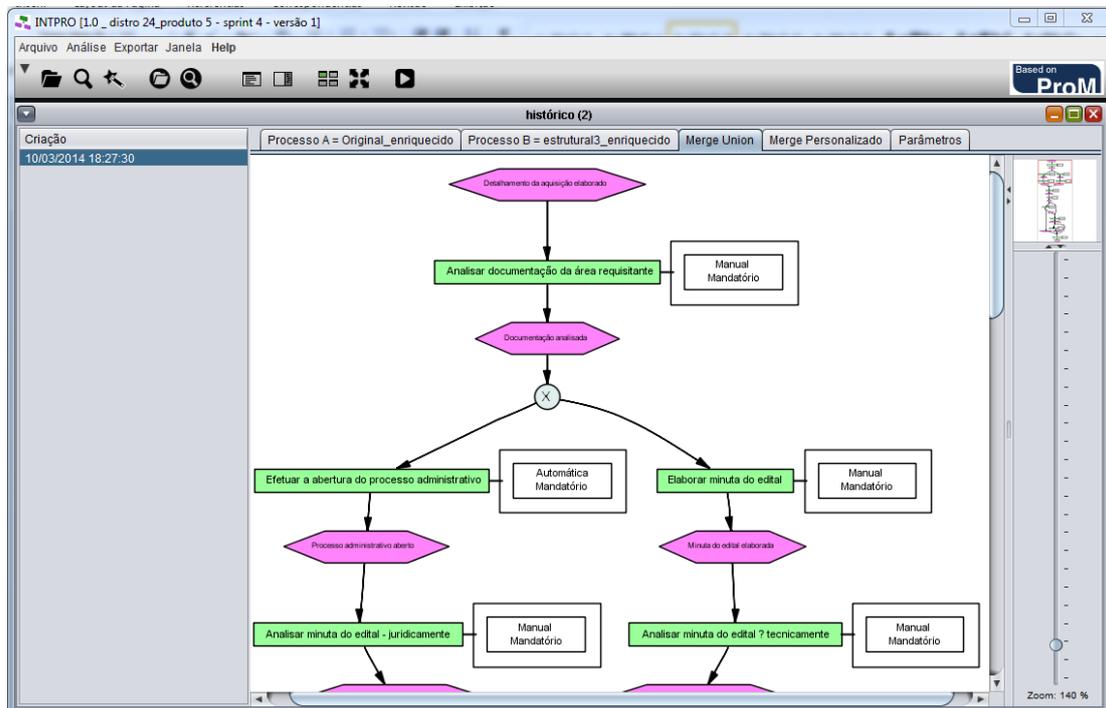


Figura 26 - Tela do INTPRO com o processo unificado (*merge union*)

CAPÍTULO 6 – Estudo de Caso

Para validação do modelo proposto no capítulo 4 e da implementação computacional descrita no capítulo 5, foi realizado um estudo de caso descrito nesse capítulo. Foram selecionados dois processos de negócio reais da empresa de energia, o primeiro, denominado “aquisição com pregão eletrônico”, da área de compras e outro, denominado “manutenção das diretrizes de segurança da informação”, da área de Tecnologia da Informação (TI).

O processo de aquisição com pregão eletrônico está demonstrado na figura 28, ele possui 12 eventos e 11 funções, este processo não possui conectores. Já o processo de manutenção das diretrizes de segurança da informação, apresentado na figura 32, possui 15 eventos, 7 funções, 6 conectores e duas tomadas de decisão com retorno para reexecução de tarefas. Os processos foram enriquecidos com ajuda de um profissional da empresa de energia especialista em processos de negócio, conforme modelo conceitual sobre processos de negócio apresentado nessa tese.

Para realizar a comparação, a fim de validar o modelo proposto, foi utilizada a abordagem apresentada por SOUZA (1986) e SOUZA *et al.* (2010) que prevê a comparação do processo de negócio com cópias dele mesmo, porém com ligeiras alterações, de forma controlada e cumulativa. Nesse caso, as alterações sucessivas foram aplicadas de modo a medir a sensibilidade do modelo para capturar mudanças de três tipos: textual, estrutural e depois das duas combinadas.

Além disso, os testes foram aplicados da mesma forma utilizando o sistema INTPRO – proposto pela tese – e o sistema ProM, com a finalidade de avaliar o resultado alcançado entre os dois modelos para o cálculo de similaridade. O ProM implementa internamente cálculos de similaridade sintática, semântica e contextual.

Ponto importante a se destacar foi o cálculo da **equivalência** entre os elementos funções e eventos. A equivalência entre esses elementos é calculada baseada na equação 8 e por uma comparação par-a-par entre os elementos (funções ou eventos) de cada um dos processos, que gera uma matriz de comparação. Os pesos aplicados nesse estudo de caso foram determinados por meio da escolha da métrica mais significativa de cada bloco (textual e estrutural) aplicando peso dois e para demais métricas peso um. O

critério para escolha da métrica mais significativa foi que esta também deveria estar presente nos cálculos do *plug-in* original do ProM para não criar um viés na hora da validação e comparação entre os dois modelos.

Sendo assim, a métrica semântica, do bloco textual, e a contextual, do bloco estrutural, foram as escolhidas para atribuição do peso dois, conforme figura 27.

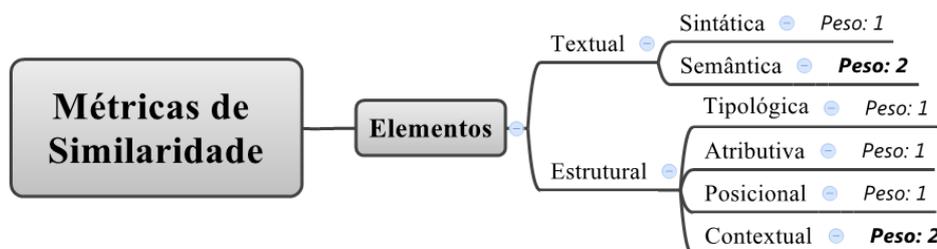


Figura 27 - Pesos atribuídos para cada métrica de similaridade

Cabe ressaltar ainda que o objetivo é analisar apenas as comparações de similaridade entre as funções mapeadas com equivalência ótima, depois de aplicados todos os cálculos de similaridade, uma vez que a comparação entre os eventos já é contemplada na métrica de similaridade contextual que leve em conta os contextos de entrada e saída de uma função, ou seja, seus eventos de entrada e saída.

Outro ponto importante é o teste de três valores de limiar (0,5, 0,6 e 0,7) para avaliar o valor mais adequado para o modelo, uma vez que na revisão da literatura observou-se que não há um consenso entre os autores estudados sobre esse valor.



Figura 28 - Processo de aquisição com pregão eletrônico

O primeiro bloco de comparações, denominado bloco textual, visa medir a sensibilidade dos dois modelos em identificar mudanças sintática e semântica. Nesse

caso, foram feitas apenas alterações nos rótulos (*labels*) das funções e eventos do processo, gerando três novos processos derivados do original da seguinte forma:

1. Textual 1: alteração do verbo do rótulo de cada função para um verbo sinônimo, existente na base lexical do TeP 2.0 e alteração de um termo do rótulo de cada evento por um sinônimo, quando possível, existente na base lexical do TeP 2.0.
2. Textual 2: Textual 1 + alteração de um termo do rótulo de cada função por um termo não sinônimo.
3. Textual 3: Textual 2 + alteração de todos os termos restantes do rótulo de cada função por termos não sinônimos.

O resumo dos rótulos dos eventos e funções, após aplicação das regras acima, é apresentado na tabela 10. Importante ressaltar que o rótulo de uma função ou evento, depois das degradações sucessivas desse estudo de caso, pode parecer bastante diferente da original, porém o intuito do teste é demonstrar como os processos são mapeados na vida real, podendo descrever a mesma ação de inúmeras formas diferentes, utilizando sinônimos ou deslocando termos no texto e, ainda assim, representar o mesmo processo de negócio na prática.

Tabela 10 - Degradações sucessivas realizadas sobre o processo de aquisição

Original	Textual 1	Textual 2	Textual 3
Detalhamento da aquisição elaborado	Detalhamento da compra elaborado	Detalhamento da compra elaborado	Detalhamento da compra elaborado
Analisar documentação da área requisitante	Examinar documentação da área requisitante	Examinar papéis da área requisitante	Examinar papéis da unidade requerente
Documentação analisada	Documentação analisada	Documentação analisada	Documentação analisada
Efetuar a abertura do processo administrativo	Efetivar a abertura do processo administrativo	Efetivar a abertura do papel administrativo	Efetivar a criação do papel adm
Processo administrativo aberto	Processo administrativo começado	Processo administrativo começado	Processo administrativo começado

Elaborar minuta do edital	Preparar minuta do edital	Preparar minuta do papel	Preparar croqui do papel
Minuta do edital elaborada	Rascunho do edital elaborada	Rascunho do edital elaborada	Rascunho do edital elaborada
Analisar minuta do edital – tecnicamente	Examinar minuta do edital – tecnicamente	Examinar minuta do papel – tecnicamente	Examinar croqui do papel – pelo técnico
Minuta do edital analisada tecnicamente	Rascunho do edital analisada tecnicamente	Rascunho do edital analisada tecnicamente	Rascunho do edital analisada tecnicamente
Analisar minuta do edital - juridicamente	Examinar minuta do edital - juridicamente	Examinar minuta do papel - juridicamente	Examinar croqui do papel - pelo jurídico
Minuta do edital analisada juridicamente	Rascunho do edital analisada juridicamente	Rascunho do edital analisada juridicamente	Rascunho do edital analisada juridicamente
Elaborar versão final do edital	Preparar versão final do edital	Preparar versão final do papel	Preparar croqui acabado do papel
Versão final do edital elaborado	Versão final do edital aprimorado	Versão final do edital aprimorado	Versão final do edital aprimorado
Publicar edital	Divulgar edital	Divulgar papel	Divulgar papel
Edital publicado	Edital publicado	Edital publicado	Edital publicado
Realizar sessão pública	Efetuar sessão pública	Efetuar ação pública	Efetuar ação geral
Sessão pública realizada	Sessão pública realizada	Sessão pública realizada	Sessão pública realizada

Realizar a adjudicação da licitação	Efetuar a adjudicação da licitação	Efetuar a adjudicação da compra	Efetuar a verificação da compra
Adjudicação da licitação realizada	Rematação da licitação realizada	Rematação da licitação realizada	Rematação da licitação realizada
Preparar a homologação do processo	Elaborar a homologação do processo	Elaborar a homologação do papel	Elaborar a verificação do papel
Homologação do processo preparada	Homologação do pleito preparada	Homologação do pleito preparada	Homologação do pleito preparada
Assinar a homologação do processo	Firmar a homologação do processo	Firmar a homologação do papel	Firmar a verificação do papel
Processo homologado	Pleito homologado	Pleito homologado	Pleito homologado
Legenda: Sinônimo Não Sinônimo			

Depois disso, o processo original foi comparado com cada um dos três, através do INTPRO e do ProM. Foram testados ainda valores de limiar iguais a 0,5, 0,6 e 0,7. O resultado do mapeamento para as funções está apresentado nos anexos I até IX, e um resumo das funções mapeadas com equivalência ótima está representado na tabela 11.

Tabela 11 – Funções mapeadas para o processo de aquisição no bloco textual

Limiar	Textual 1		Textual 2		Textual 3	
	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM
0,5	11	11	11	10	11	3
0,6	11	11	11	9	11	0
0,7	11	9	11	5	1	0

A comparação do processo de aquisição original com o processo “Textual 1” gerou um mapeamento completo de todas as 11 funções, no INTPRO, para os três valores de limiar testados. Para o ProM, foram mapeadas todas as 11 funções, utilizando os valores 0,5 e 0,6, porém, para o limiar 0,7 o ProM conseguiu mapear 9 funções. Isso mostra um alto índice de mapeamento dos dois modelos, embora o ProM não tenha

conseguido chegar à totalidade, contudo as mudanças realizadas no processo “Textual 1” foram pequenas, permitindo uma eficácia grande nos cálculos de similaridade.

A comparação com o processo “Textual 2” teve uma eficácia máxima para o INTPRO, que mapeou as 11 funções para os três valores de limiar. O ProM conseguiu mapear 10 funções como equivalência máxima para os limiares = 0,5, 9 funções para o limiar = 0,6 e para o valor de limiar = 0,7, teve um desempenho reduzido, mapeando apenas 5 funções.

Por fim, na comparação com o processo “Textual 3”, o INTPRO conseguiu mapear as 11 funções para valores de limiar iguais 0,5 e 0,6 e mapeou somente 1 função para valor de limiar igual a 0,7. Por outro lado, ProM mapeou apenas 3 funções no limiar = 0,5, e nenhuma função para os limiares = 0,6 e 0,7.

A degradação sofrida pelo processo “Textual 3” foi bastante alta, a ponto de alterar todos os termos dos rótulos das funções, por isso o valor baixo de mapeamento entre eles. Porém, o INTPRO teve um bom desempenho frente ao ProM, conseguindo mapear as 11 funções até o limiar 0,6.

O desempenho dos mapeamentos das funções similares pode ser observado nos gráficos da figura 29.

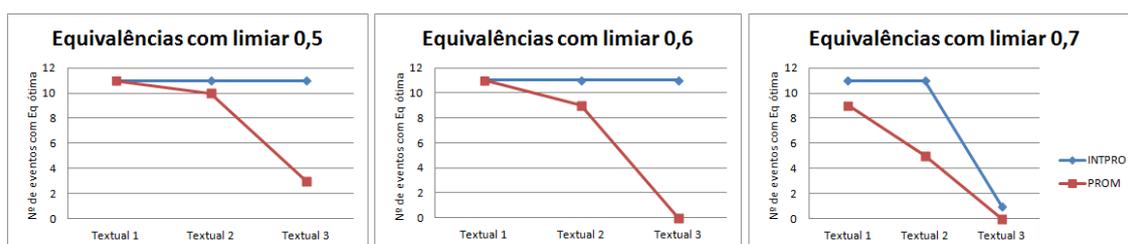


Figura 29 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco textual

O segundo bloco de comparações, denominado bloco estrutural, visa medir a sensibilidade dos dois modelos para identificar mudanças estruturais. Nesse caso, foram feitas apenas alterações na ordenação e exclusões de funções e eventos. As alterações foram escolhidas baseadas no trabalho de REIJERS e MANSAR (2005) que apresentaram uma extensa revisão da literatura e identificaram vinte e nove melhores práticas em redesenho de processos de negócio. Os mesmos autores, MANSAR e REIJERS (2007), mais tarde, identificaram as dez mais utilizadas e citadas na literatura e realizaram uma pesquisa para medir o percentual de uso dessas melhores práticas de

redesenho de processos em empresas reais. Desta lista, na ordem das mais utilizadas, destacam-se três técnicas que refletem diretamente a alteração estrutural do processo de negócio, conforme tabela 12, são elas: resequenciamento, paralelismo e eliminação de tarefa.

Tabela 12 - Técnicas de redesenho que afetam a estrutura do processo

Técnica	Significado
Resequenciamento	Move tarefas para lugares mais adequados no processo
Paralelismo	Move tarefas para que possam ser executadas em paralelo
Eliminação de tarefa	Elimina tarefas desnecessárias de um processo de negócio

Nesse caso, foram feitas apenas alterações estruturais do processo “aquisição”, movendo funções e eventos de posição, ou excluindo algumas, gerando três novos processos derivados do original da seguinte forma:

1. Estrutural 1: foram resequenciadas dois blocos de funções no processo de negócio, acarretando também na movimentação dos seus eventos subsequentes.
2. Estrutural 2: Estrutural 1 + paralelização de duas funções do processo, utilizando o conector “e” para gerar a obrigatoriedade da execução das duas funções. O evento resultante foi transformado em um só.
3. Estrutural 3: Estrutural 2 + eliminação de uma função do processo e de seu evento subsequente.

A escolha das funções afetadas pelas alterações propostas foi feita com ajuda do especialista da empresa de energia de modo a não ferir nenhuma regra de formação do processo EPC. Os processos resultantes dessas alterações estruturais podem ser observados na tabela 13.

Depois disso, o processo original foi comparado com cada um dos três, através do INTPRO e do ProM. Foram testados ainda valores de limiar iguais a 0,5, 0,6 e 0,7. O resultado do mapeamento para as funções para o limiar = 0,5 está apresentado nos anexos X ao XII, e um resumo dos elementos mapeados com equivalência ótima está representado na tabela 14.

Tabela 13 - Processos de aquisição resultantes para testes no bloco estrutural

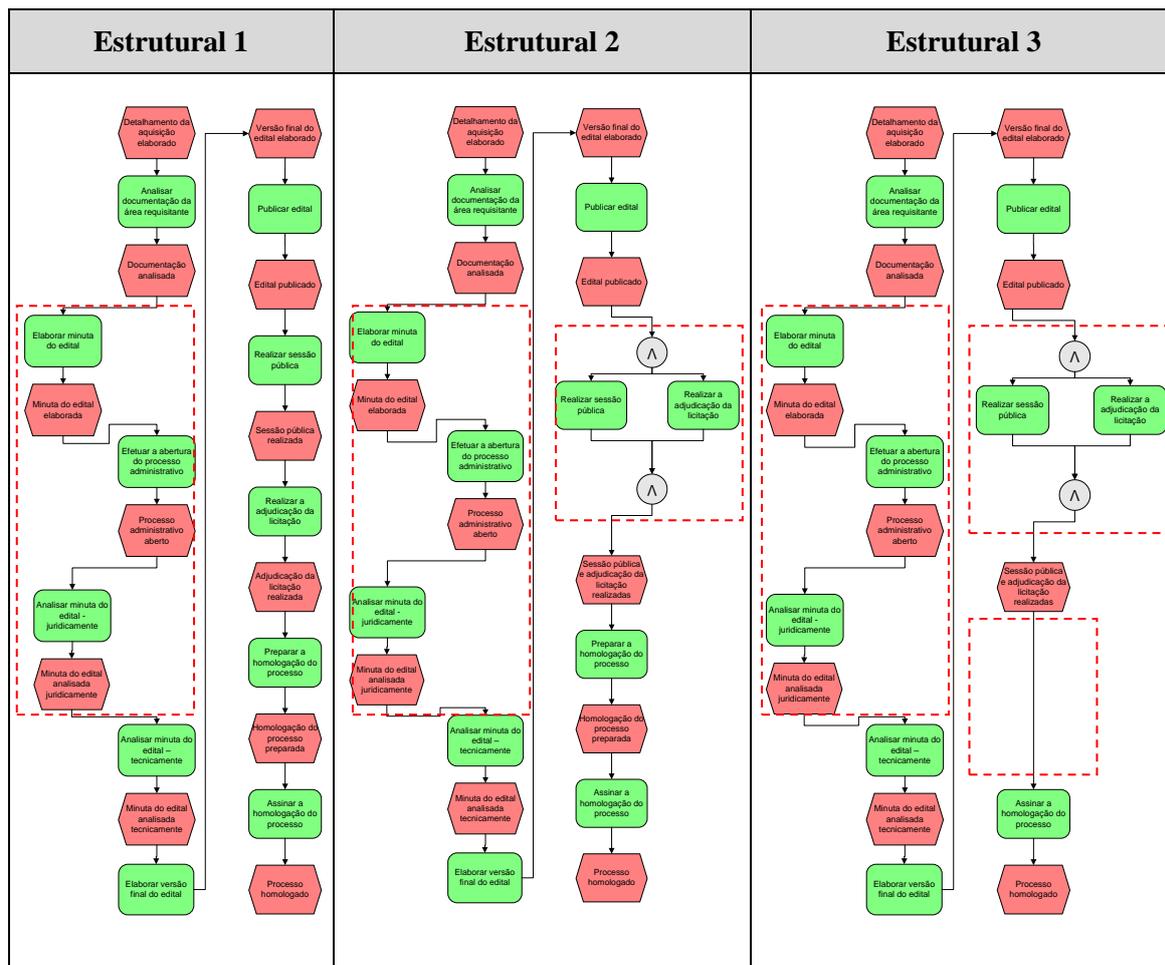


Tabela 14 - Funções mapeadas para o processo de aquisição no bloco estrutural

	Estrutural 1		Estrutural 2		Estrutural 3	
Limiar	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM
0,5	11	11	11	11	10	10
0,6	11	11	11	11	10	10
0,7	11	11	11	11	10	10

A comparação do processo de aquisição original com o Estrutural 1 e 2, gerou mapeamento máximo das 11 funções, tanto no INTPRO quanto para o ProM. Na comparação com o estrutural 3, foram mapeadas 10 funções, que representa, nesse caso, a totalidade das funções, pois uma função foi excluída do processo “Estrutural 3”.

Esse resultado demonstrou grande eficácia dos dois modelos com relação a alterações estruturais no processo. Porém, cabe ressaltar que o alto grau de mapeamento com equivalência ótima se deu pelo fato dos rótulos não terem sofrido alteração e pelas

métricas sintática e semântica conseguirem suprir a diferença do posicionamento das funções entre os dois processos.

O desempenho dos mapeamentos das funções similares pode ser observado nos gráficos da figura 30.

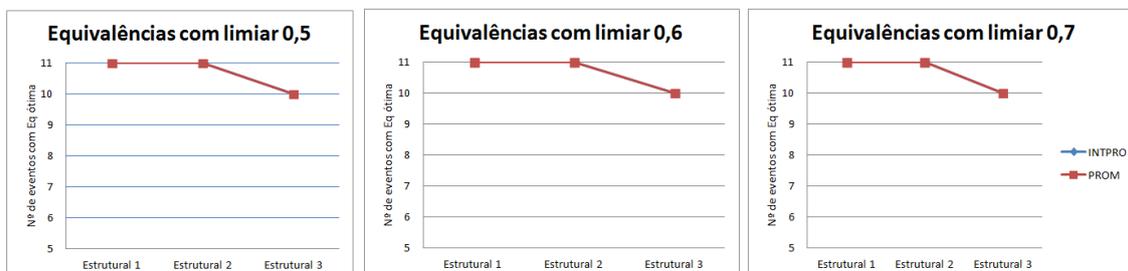


Figura 30 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco estrutural

O terceiro bloco de comparações, denominado bloco completo, visa medir a sensibilidade dos dois modelos para identificar mudanças sintática, semântica e estrutural ao mesmo tempo. Nesse caso foram gerados três novos processos, mesclando os processos anteriores já utilizados nos testes de sensibilidade sintática, semântica e estrutural. Do bloco estrutural, foi escolhido apenas o processo estrutural 3, pois foi o que sofreu mais alterações e continuou com mapeamento máximo das funções. As combinações geradas foram:

1. Completo 1 = Textual 1 + Estrutural 3.
2. Completo 2 = Textual 2 + Estrutural 3.
3. Completo 3 = Textual 3 + Estrutural 3.

Mais uma vez, o processo original foi comparado com cada um dos três processos do bloco completo, através do INTPRO e do ProM. Foram testados ainda valores de limiar iguais a 0,5, 0,6 e 0,7. O resultado do mapeamento para as funções para o limiar = 0,5 está apresentado nos anexos XIII até XV, e um resumo dos elementos mapeados com equivalência ótima está representado na tabela 15.

A comparação do processo de aquisição original com o “Completo 1” gerou mapeamento máximo das 10 funções no INTPRO para os limiares 0,5 e 0,6 e 8 funções para o limiar 0,7. No ProM, o resultado foi o mapeamento de 9 funções para o limiar = 0,5, 8 funções para limiar = 0,6 e 2 funções para o limiar igual a 0,7.

Tabela 15 - Funções mapeadas para o processo de aquisição no bloco completo

	Completo 1		Completo 2		Completo 3	
Limiar	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM
0,5	10	9	10	5	8	1
0,6	10	8	9	1	4	0
0,7	8	2	5	1	1	0

A comparação com o processo “Completo 2” resultou em um mapeamento máximo das 10 funções no INTPRO para o limiar 0,5, 9 funções para o limiar = 0,6 e 5 funções para 0,7. No ProM, o resultado foi o mapeamento de 5 funções para o limiar = 0,5 e apenas 1 função para os limiares 0,6 e 0,7.

Por fim, a comparação com o processo “Completo 3” gerou um mapeamento de 8 funções no INTPRO para o limiar 0,5, 4 funções para o limiar 0,6 e apenas 1 função para 0,7. No ProM, o resultado foi uma função mapeada para o limiar 0,5 e nenhuma função mapeada para os demais valores de limiar.

O desempenho dos mapeamentos das funções similares pode ser observado nos gráficos da figura 31.

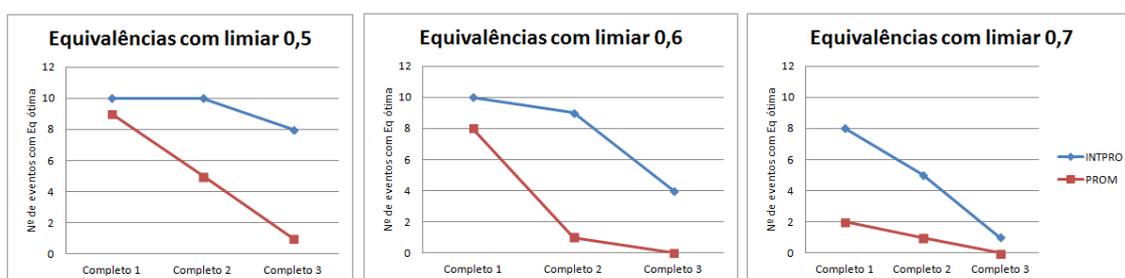


Figura 31 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco completo

Dando prosseguimento aos testes, foi realizada a mesma sequência de testes para o processo “manutenção das diretrizes de segurança da informação”, apresentado na figura 32.

Para o bloco textual, foram gerados os processos derivados Textual 1, 2 e 3, seguindo as mesmas regras apresentadas nesse capítulo. O resumo dos rótulos dos eventos e funções, após aplicação das regras, é apresentado na tabela 16.

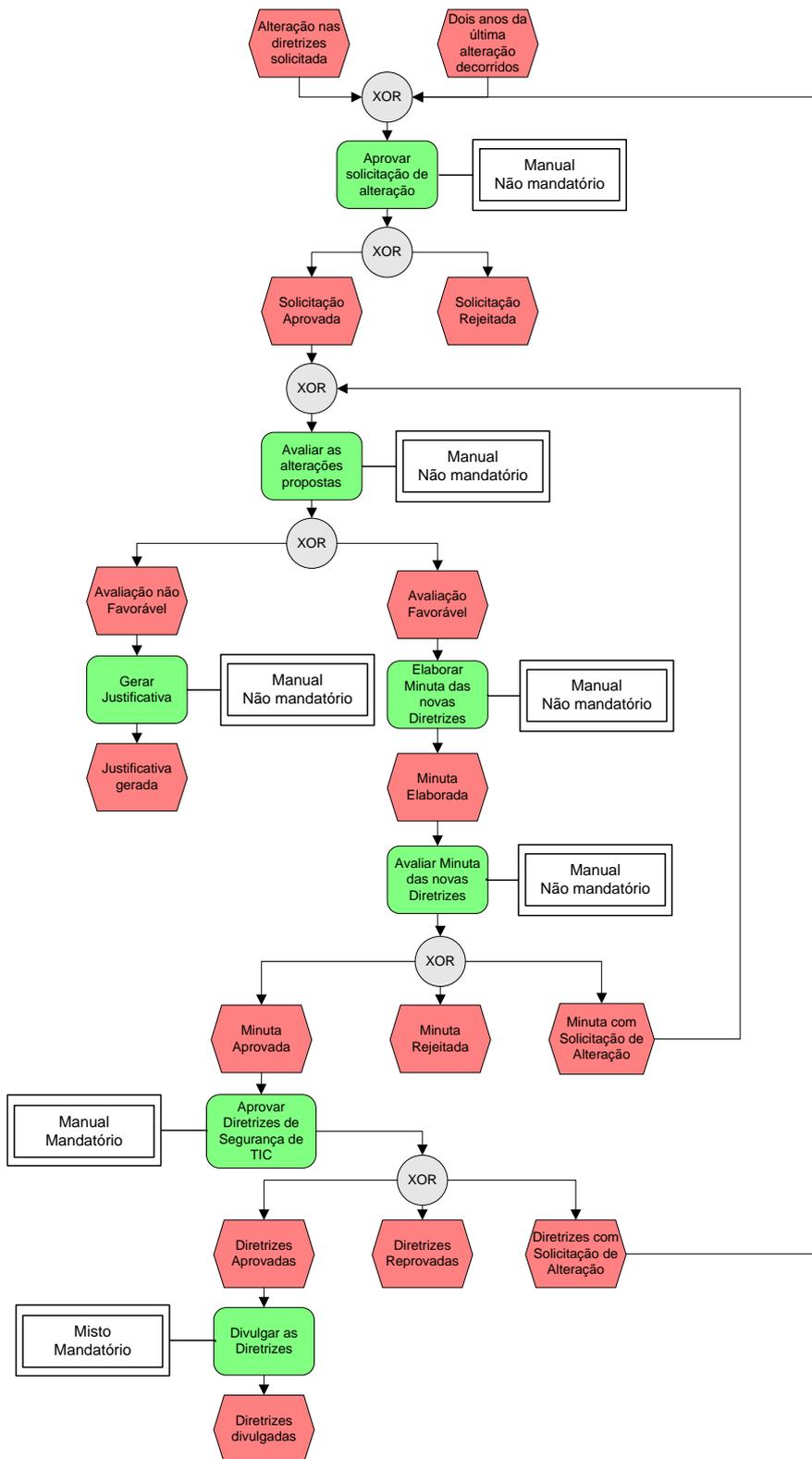


Figura 32- Processo manutenção das diretrizes de segurança da informação

Tabela 16- Degradações sucessivas realizadas sobre o processo de diretrizes

Original	Textual 1	Textual 2	Textual 3
Alteração nas diretrizes solicitada	Mudanças nas diretrizes solicitada	Mudanças nas diretrizes solicitada	Mudanças nas diretrizes solicitada
Dois anos da última alteração decorridos	Dois anos da última alteração decorridos	Dois anos da última alteração decorridos	Dois anos da última alteração decorridos
Aprovar solicitação de alteração	Autorizar solicitação de alteração	Autorizar requisito de alteração	Autorizar requisito de informação
Solicitação aprovada	Requisição aprovada	Requisição aprovada	Requisição aprovada
Solicitação rejeitada	Requisição rejeitada	Requisição rejeitada	Requisição rejeitada
Avaliar as alterações propostas	Estimar as alterações propostas	Estimar as alterações realizadas	Estimar as respostas realizadas
Avaliação não favorável	Exame não favorável	Exame não favorável	Exame não favorável
Gerar justificativa	Produzir justificativa	Produzir resposta	Produzir resposta
Justificativa gerada	Justificativa gerada	Justificativa gerada	Justificativa gerada
Avaliação favorável	Avaliação favorável	Avaliação favorável	Avaliação favorável
Elaborar Minuta das novas Diretrizes	Preparar Minuta das novas Diretrizes	Preparar Minuta das novas regras	Preparar croqui das boas regras
Minuta elaborada	Minuta elaborada	Minuta elaborada	Minuta elaborada
Avaliar Minuta das novas Diretrizes	Estimar Minuta das novas Diretrizes	Estimar Minuta das novas regras	Estimar croqui das boas regras

Minuta aprovada	Minuta aprovada	Minuta aprovada	Minuta aprovada
Minuta rejeitada	Minuta rejeitada	Minuta rejeitada	Minuta rejeitada
Minuta com Solicitação de alteração	Minuta com Solicitação de alteração	Minuta com Solicitação de alteração	Minuta com Solicitação de alteração
Aprovar Diretrizes de Segurança de TIC	Autorizar Diretrizes de Segurança de TIC	Autorizar regras de Segurança de TIC	Autorizar regras de governança de TIC
Diretrizes aprovadas	Diretrizes aprovadas	Diretrizes aprovadas	Diretrizes aprovadas
Diretrizes reprovadas	Diretrizes reprovadas	Diretrizes reprovadas	Diretrizes reprovadas
Diretrizes com Solicitação de Alteração	Diretrizes com Solicitação de mudança	Diretrizes com Solicitação de mudança	Diretrizes com Solicitação de mudança
Divulgar as Diretrizes	Publicar as Diretrizes	Publicar as regras	Publicar as regras
Diretrizes divulgadas	Diretrizes divulgadas	Diretrizes divulgadas	Diretrizes divulgadas
Legenda: Sinônimo Não Sinônimo			

Da mesma forma que o processo de aquisição, o processo original de manutenção das diretrizes foi comparado com outros três através do INTPRO e do ProM. No bloco textual, as funções mapeadas com equivalência ótima estão representadas na tabela 17.

Tabela 17 - Funções mapeadas para o processo de diretrizes no bloco textual

Limiar	Textual 1		Textual 2		Textual 3	
	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM
0,5	7	7	7	5	7	4
0,6	7	7	7	5	7	1
0,7	7	7	7	4	2	1

O resultado foi bem parecido com o bloco textual do processo de aquisição. A comparação com o processo “Textual 1” gerou mapeamento total para INTPRO e para o ProM. Para o “Textual 2”, o INTPRO teve mapeamento total, enquanto o ProM mapeou 5 funções para os limiares 0,5 e 0,6 e 4 funções para o limiar 0,7. Para o processo textual 3, o INTPRO mapeou todas as 7 funções para os limiares 0,5 e 0,6 e duas para o limiar 0,7. O ProM mapeou 4 funções para limiar 0,5, e apenas uma função para os limiares 0,6 e 0,7.

O desempenho dos mapeamentos das funções similares para o processo manutenção das diretrizes no bloco textual pode ser observado nos gráficos da figura 33.

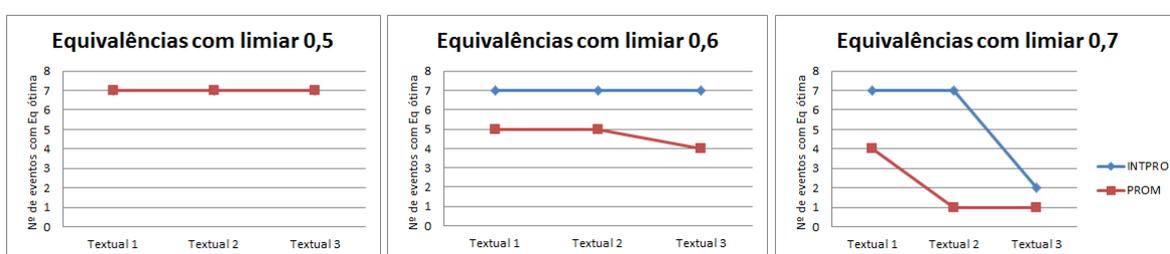


Figura 33 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco textual

O bloco estrutural foi testado comparando com três processos derivados do original, seguindo mesma regra aplicada para o processo de aquisição. Os processos resultantes dessas alterações estruturais podem ser observados na tabela 19.

O resultado do bloco estrutural do processo de manutenção das diretrizes gerou mapeamento máximo para todos os processos comparados, para todos os valores de limiar, tanto para o INTPRO quanto para o ProM, conforme tabela 18. Cabe ressaltar que o mapeamento de 6 funções equivalentes com o processo “Estrutural 3” deve-se ao fato desse ter tido uma função excluída e por isso o mapeamento foi máximo.

Tabela 18 - Funções mapeadas para o processo de diretrizes no bloco estrutural

Limiar	Estrutural 1		Estrutural 2		Estrutural 3	
	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM
0,5	7	7	7	7	6	6
0,6	7	7	7	7	6	6
0,7	7	7	7	7	6	6

Tabela 19 - Processos de diretrizes resultantes para testes no bloco estrutural



O desempenho dos mapeamentos das funções similares para o processo manutenção das diretrizes no bloco estrutural está representado nos gráficos da figura 34.

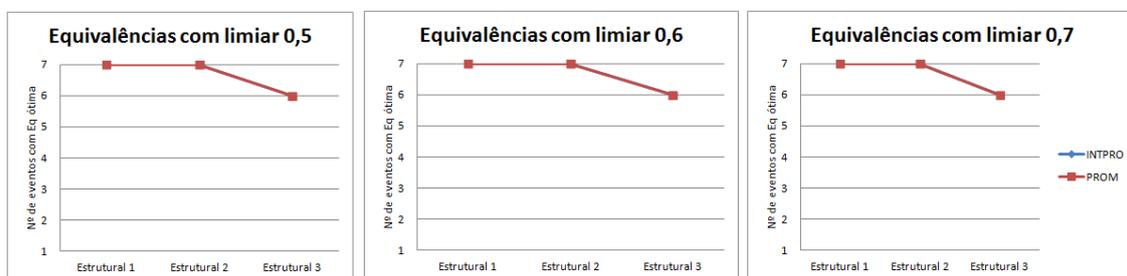


Figura 34 - Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco estrutural

O bloco de comparações completo, mais uma vez realizado da mesma forma, mesclando o Textual 1, 2 e 3 com o “Estrutural 3”, gerou o resultado representado na tabela 20.

Tabela 20 - Funções mapeadas para o processo de diretrizes no bloco completo

Limiar	Completo 1		Completo 2		Completo 3	
	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM	INTPRO	ProM
0,5	7	7	7	5	7	2
0,6	7	7	7	1	4	1
0,7	7	2	5	1	2	1

O desempenho dos mapeamentos das funções similares para o processo manutenção das diretrizes no bloco estrutural está representado nos gráficos da figura 35.



Figura 35- Gráficos de funções mapeadas com equivalência ótima para o bloco completo

CAPÍTULO 7 – Conclusão

A presente tese teve por objetivo desenvolver um modelo aplicado para apoio à tomada de decisão para comparação de processos de negócio, baseado na notação EPC.

O modelo permitiu ainda fazer a unificação (*merge*) dos dois processos, respeitando suas restrições, apoiando a tomada de decisão no sentido de qual seria o melhor desenho para o processo unificado.

Foi realizada uma ampla revisão da literatura em busca de trabalhos que abordassem o tema e que apresentassem métricas de similaridade entre processos de negócio. O resultado das métricas encontradas foi apresentado organizado em três categorias: textual, estrutural e transacional. Cada categoria, com suas métricas específicas.

Seguindo esta linha, o modelo proposto pela tese ampliou as métricas e propôs melhorias nos cálculos de algumas delas, como, por exemplo, a métrica semântica que considerou palavras similares com uso da base lexical TeP 2.0 para o português. Além da introdução de novas métricas, como a posicional, que ajudou a acrescentar uma variável importante no cálculo da similaridade total que não tinha sido abordado por outro autor.

Além disso, um modelo conceitual sobre processos de negócio foi desenvolvido para ajudar a mapear características importantes sobre os elementos do EPC que facilitam o entendimento do processo realizado na empresa, por exemplo, como uma função é executada ou qual requisito influenciou na sua criação. Essa etapa recebeu o nome de enriquecimento dos dados, uma vez que essas características, que não constam na notação do EPC padrão, agregaram valor ao processo de comparação e tomada de decisão.

Para testar o modelo teórico, foi desenvolvido um artefato computacional, desenvolvido na linguagem Java, chamado INTPRO, que demonstrou que o modelo funciona e apresentou resultados compatíveis para tomada de decisão da empresa de energia.

Deste modo, foi realizado um estudo de caso para validação, com ajuda de um especialista em processos de negócio, com objetivo de analisar dois processos reais da empresa de energia. Adicionalmente foi possível comparar as métricas de similaridade do INTPRO com as do ProM que era o *framework* até então existente e amplamente conhecido para realizar essa tarefa.

Finalmente, os testes foram realizados utilizando a técnica de degradação sucessiva, que consiste em realizar algumas alterações controladas no processo original e depois compará-los entre si. Além disso, foi fundamental isolar os testes em blocos, para medir a sensibilidade dos dois modelos em identificar mudanças de naturezas distintas. Primeiro, comparando em bloco textual e estrutural e depois juntando os dois. O INTPRO apresentou resultados melhores do que o ProM em todos os casos testados.

O conjunto de métricas de similaridade proposto foi suficiente para identificar elementos semelhantes ao processo EPC, uma vez que o usuário especialista confirmou que todas as indicações sugeridas pelos cálculos realizados estavam corretas, independente do cenário testado.

O modelo se mostrou eficaz e possível de ser utilizado em diversos contextos de aplicação, como no caso de aquisição e fusão de empresas ou em reestruturações internas, com objetivo de definir o melhor processo resultante entre duas áreas afins.

As principais contribuições teóricas desta tese foram a revisão da literatura das métricas de similaridade entre processos de negócio em três categorias (textual, estrutural e transacional), o metamodelo conceitual sobre processo de negócio que apresentou o enriquecimento dos elementos dos processos, baseado na observação do mundo real no contexto empresarial estudado e a introdução de novas métricas de similaridade: posicional e atributiva, para comparação de processo. Outra contribuição foi o aprimoramento das métricas semântica e contextual, já existentes.

As contribuições no contexto da implementação da ferramenta computacional foram a implantação de um modelo de tomada de decisão interativo, em que o usuário pôde intervir no modelo, escolhendo as métricas de similaridade, definindo o peso para cada uma delas, enriquecendo as funções dos processos, indicando sua concordância às equivalências dos elementos. Além disso, a ferramenta foi capaz de persistir todo histórico de execução e interação com a ferramenta através de arquivo para intercâmbio

de informações entre empresas. Através desse arquivo, o usuário especialista pôde reproduzir toda análise realizada anteriormente, incrementá-la, e se for o caso, gerar novo arquivo de histórico.

Trabalhos futuros podem ser realizados para ampliar essa pesquisa, aplicando o modelo apresentado em situações específicas ou ainda na proposta de novas métricas de similaridade contemplando novos elementos da notação do EPC estendido, como os documentos de entrada e saída, sistema de informação utilizado nas atividades e até mesmo as pessoas envolvidas.

Adicionalmente, no campo da unificação de processos de negócio, pode-se implementar ainda uma comparação n-ária, ou seja, comparar três ou mais processos de uma só vez, ao invés de comparar somente aos pares.

Por fim, melhorias na métrica semântica podem ser desenvolvidas incluindo a análise de novas relações morfológicas, como a antonímia, hiperonímia e hiponímia, além de um estudo e uso de uma ontologia específica com vocabulário de negócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALST, W. M. P. V. D. **Formalization and verification of event-driven process chains**. In: Proceedings of Information & Software Technology. p.639-650, 1999.

ANDERSEN, B., **Business process improvement toolbox**, Milwaukee,Wisc., ASQ, 1999.

ANDREWS, K.; WOHLFAHRT, M.; WURZINGER, G. **Visual Graph Comparison**. In Proc. 13th International Conference Information Visualisation, p.62-67, 2009.

AWAD, A.; POLYVYANYYY, A.; WESKE, M. **Semantic Querying of Business Process Models**. In: Proceedings of EDOC, p. 85-94, 2008.

AWAD, A.; POLYVYANYYY, A.; WESKE, M. **Semantic Querying of Business Process Models**. In: Proc. EDOC - Enterprise Distributed Object Computing Conference, p.85-94, 2008.

BAE, J.; LIU, L.; CAVERLEE, J.; ZHANG, L.; BAE, H. **Development of Distance Measures for Process Mining, Discovery and Integration**. In: International Journal of Web Services Research, p.1-17, 2007.

BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. **Modern Information Retrieval**. Boston: Addison-Wesley. 1999.

BALDAM, ROQUEMAR; VALLE R.; PEREIRA H.; HILST S.; ABREU M.; SOBRAL V. **BPM, Gerenciamento de Processos de Negócios**. São Paulo: Editora Érica, 2007.

BARBORKA, P.; HELM, L.; KÖLDORFER, G.; MENDLING, J.; NEUMANN, G. **Integration of EPC-related Tools with ProM**. In: Proc. of the 5th GI Workshop on Event-Driven Process Chains (EPK), 2006.

BOON, O. C. **Business Process Modeling Tools, Techniques and Methodologies – An Industry Applied Needs and Perspective**. Disponível em <http://java.sg/>. June 28, 2010.

BRANCO, M. C.; TROYA, J.; CZARNECKI, K.; KÜSTER, J. M.; VÖLZER, H. **Matching Business Process Workflows across Abstraction Levels.** In Proc. MoDELS - Lecture Notes in Computer Science, p.626-641, 2012.

BRASIL. Lei Complementar nº 128 de 10 de dezembro de 2008.

CAO, B.; YIN, J.; DENG, S.; WANG, D.; WU, Z. **Graph-based workflow recommendation: on improving business process modeling.** In: Proc. of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing, p.1527-1531, 2012.

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração.** 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CUENCA, L.; BOZA, A.; ORTIZ, A. **Enterprise Engineer ing Approach for Business and IS/IT Strategic Alignment.** In: 8th International Conference of Modeling and Simulation - MOSIM'10, Hammamet -Tunisia: Research Centre on Production Management and Engineering (CIGIP), 2010.

DAVENPORT, Thomas. **Process Innovation: Reengineering work through information technology.** Harvard Business School Press, Boston. 1993.

DAVIS, Margareth R.; WECKLER, David. **A practical guide to organization design.** New York, Crisp Publications, 388p, 1996.

DAVIS, Rob; BRABÄNDER, Eric. **ARIS Design Platform – Getting Started with BPM.** Springer, 2007.

DIAS-DA-SILVA, B.C.; MORAES, H.R. **A construção de um thesaurus eletrônico para o português do Brasil.** ALFA, Vol. 47, N. 2, p. 101-115, 2003.

DIAS-DA-SILVA, B.C.; MORAES, H.R.; OLIVEIRA, M.F.; HASEGAWA, R.; AMORIM, D.A.; PASCHOALINO, C.; NASCIMENTO, A.C. **Construção de um thesaurus eletrônico para o português do Brasil.** In: Processamento Computacional do Português Escrito e Falado (PROPOR), Vol. 4, p. 1-10, 2000.

DIJKMAN, R., DUMAS, M.; GARCÍA-BANUELOS, L. **Graph matching algorithms for business process model similarity search.** In Proceedings of BPM. LNCS, vol. 5701. Springer, 2009a.

DIJKMAN, R. M.; DUMAS, M.; GARCÍA-BAÑUELOS, L.; KÄÄRIK, R. **Aligning Business Process Models**. In: Proc. EDOC - Enterprise Distributed Object Computing Conference, p.45-53, 2009b.

DIJKMAN R. M.; GFELLER, B.; KÜSTER, J. M. VÖLZER, H. **Identifying refactoring opportunities in process model repositories**. In: Information & Software Technology, p.937-948, 2011a.

DIJKMAN, R. M.; DUMAS, M.; DONGEN, B. F. V.; KÄÄRIK, R.; MENDLING, J. **Similarity of business process models: Metrics and evaluation**. In: Inf. Syst., p.498-516, 2011b.

DIJKMAN, R. M.; ROSA, M. L.; REIJERS, H. A. **Managing large collections of business process models - Current techniques and challenges**. In: Computers in Industry, p.91-97, 2012.

DODEBEI, V. L. D. L. M. **Tesauro: linguagem de representação da memória documentária**. Niterói: Intertexto; Rio de Janeiro, 2002.

DONGEN, B. F. V.; DIJKMAN, R.M.; MENDLING, J. **Measuring Similarity between Business Process Models**. In: Proceedings of CAiSE, P. 450-464, 2008.

DURAN, Márcio Luiz Ferreira. **Comparação Difusa de Classes baseada no Comportamento**. Dissertação de Mestrado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

EHRIG, M., KOSCHMIDER, A.; OBERWEIS, A. **Measuring similarity between semantic business process models**. In: Roddick, J.F., Hinze, A. (eds.) Proceedings of the Fourth Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM 2007), p. 71–80. 2007.

EHRIG, M.; KOSCHMIDER, A.; OBERWEIS, A. **Measuring Similarity between Semantic Business Process Models**. In: Proc. Fourth Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling, APCCM, p.71-80, 2007.

FELLBAUM, C. **WordNet: An electronic lexical database**, MIT Press, 1998.

GAO, J.; ZHANG, L. **Detecting Gaps between ERP Software and Organizational Needs: A Semantic Similarity Based Approach.** In: Proc. Semantic Computing and Systems, p.21-26, 2008.

GAO, J.; ZHANG, L. **On Measuring Semantic Similarity of Business Process Models.** In: Proc. IESA - Interoperability for Enterprise Software and Applications, p.289-293, 2009.

GAO, J.; ZHANG, L.; JIANG W. **Procuring Requirements for ERP Software Based on Semantic Similarity.** In: Proc. ICSC, p.61-70, 2007.

GARTNER. **Market Share Snapshot: ERP Software, Worldwide, 2013.** Publication Number: G00249092, disponível em: <http://www.gartner.com> \ Date: 29 April 2013.

GERTH, C.; LUCKEY, M.; KÜSTER, J. M.; ENGELS, G. **Detection of Semantically Equivalent Fragments for Business Process Model Change Management.** In: Proc. IEEE SCC, p.57-64, 2010.

GHOSE, A.; KOLIADIS, G. Auditing Business Process Compliance. In: Service-Oriented Computing – ICSOC 2007 – Proceedings, p.169-180, Vienna, Austria, September, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GONÇALVES, José E. L. **As empresas são grandes coleções de processos.** R.A.E. – Revista de Administração de Empresas – FGV, São Paulo, v.40, n.1, p. 6-19, Jan/Mar 2000.

GOTTSCHALK, F.; AALST, W.M.P.V.D.; JANSEN-VULLERS, M.H. **Merging Event-Driven Process Chains.** In: Proceedings of OTM Conferences. p.418-426, 2008.

GREGOR, S.; HART, D.; MARTIN, N. **Enterprise architectures: enablers of business strategy and IS/IT alignment in government.** In: Information Technology & People, 20, 2, p. 96-120, 2007.

GROSSMANN, G.; SCHREFL, M.; STUMPTNER, M. **Classification of Business Process Correspondences and Associated Integration Operators**. In: Proc. ER (Workshops), Lecture Notes in Computer Science Volume 3289, p. 653-666, Springer, 2004.

HARRINGTON, H. J. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo, Makron Books, 1993.

HARRINGTON, H. J. **Business process improvement workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement**. New York, McGraw-Hill, 1997.

HUNT, V. Daniel. **Process mapping: how to reengineer your business processes**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

ITGI. **IT Control Objectives for Sarbanes-Oxley 2nd Edition**. EUA, IT Governance Institute, 2006.

JACCARD, P. **Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura**. In: Bulletin del la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 37, p. 547-579, 1901.

JUNG, J.; BAE, J.; LIU, L. **Hierarchical Business Process Clustering**. In: Proc. IEEE SCC Services Computing, p.613-616, 2008.

JUNG, J.; BAE, J.; LIU, L. **Hierarchical Clustering of Business Process Models**. In: International Journal of Innovative Computing, Information and Control ICIC International Vol. 5, 2009.

JUNGNICKEL, D. **Graphs, Networks and Algorithms - Algorithms and Computation in Mathematics**. Fourth Edition, Springer, 2013.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KLUG. **Manual de Capacitação em Mapeamento de Processos**. Disponível em: <http://www.klugsolutions.com/>. Acesso em: 14 de out. 2012.

KONDRAK, Grzegorz. **N-Gram Similarity and Distance**. In: SPIRE 2005. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 115–126, 2005.

KOSCHMIDER, A.; OBERWEIS, A. **How to detect semantic business process model variants?** In: Proceedings of the ACM symposium on Applied computing. SAC, p.1263-1264, 2007.

LANCHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões**. Rio de Janeiro, 2004.

LA ROSA, M. DUMAS, M. UBA, R.; DIJKMAN, R. **Merging Business Process Models**. In Proceedings of the 18th International Conference on Cooperative Information Systems, LNCS Vol. 6426, p. 96-113, Springer, 2010.

LEAL, F.; ALMEIDA, D. A.; MONTEVECHI, J. A. B. **Uma Proposta de Técnica de Modelagem Conceitual para a Simulação através de elementos do IDEF**. In: Anais do XL Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, João Pessoa, PB, 2008.

LEDERER, M.; SCHOTT, P.; HUBER, S.; KURZ, M. **Strategic Business Process Analysis: A Procedure Model to Align Business Strategy with Business Process Analysis Methods**. In: Communications in Computer and Information Science Volume 360, p. 247-263, 2013.

LEITE, K. N.; SILVA, A. T.; ROSA, A. T.; PIRES, J. S. D. B. **O Processo de Desenvolvimento e Implantação da Gestão por Processo na Área de Comércio Exterior em uma Cooperativa Agroindustrial**. In: XIII Congresso Internacional de Custos, Portugal, 2013.

LEOPOLD, H.; EID-SABBAGH, R-H.; MENDLING, J.; AZEVEDO, L. G.; BAIÃO, F. A. **Detection of Naming Convention Violations in Process Models for Different Languages**. In: Decision Support Systems (DSS), p. 310–325, 2013.

LEVENSHTAIN, V. I. **Binary codes capable of correcting deletions, insertions and reversals**. In: Soviet Physics-Doklady 10, p. 707-710, 1966.

LI, C.; REICHERT, M.; WOMBACHER, A. **On Measuring Process Model Similarity Based on High-Level Change Operations.** In: Proc. ER, Lecture Notes in Computer Science, Volume 5231, p.248-264, 2008.

LI, J.; WANG, H. J.; ZHANG, Z.; ZHAO, J. L. **A policy-based process mining framework: mining business policy texts for discovering process models.** In: Information Systems and e-Business Management, Volume 8, Number 2, p. 169-188, March, 2010.

LI, Y. **Discovery of role-based organization structure model in BPMS.** In: Proc. FSKD, p.2022-2025, 2011.

LIN F. R.; YANG M. C.; PAI Y. H. **A generic structure for business process modeling.** In: Business Process Management Journal; Vol.8, N°1, p. 19–41, 2002.

LIU, X.; CROFT, W. B. **Passage retrieval based on language models.** In: 22nd International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), p. 375-382, 2002.

LU, R.; SADIQ, S. W. **On the Discovery of Preferred Work Practice Through Business Process Variants.** In: Proc. Lecture Notes in Computer Science Volume 4801, p. 165-180, 2007.

LUO, Wenhong.; TUNG, Y Alex. **A framework for selecting business process modeling methods.** In: Industrial Management and Data Systems. 1999.

MAHMOD, N. M. B.; RADZI, S. B. A. **An approach to analyse similarity of business process variants.** In Proc. Progress in Informatics and Computing (PIC), p.640-644, 2010.

MAHMOD, N. M.; CHIEW, W. Y. **Structural similarity of business process variants.** In: Proc. Open Systems - ICOS, p.17-22, 2010.

MANSAR, S. L; REIJERS, H. A. **Best practices in business process redesign: use and impact.** In: Business Process Management Journal. Vol.13, N°2, pp. 193–210, 2007.

MAYER, R. J.; PAINTER, M. K.; WITTE, P. S. **IDEF Family of Methods for Concurrent Engineering and Business Re-engineering Applications**. Knowledge Based Systems Inc., USA, 1994.

MAZIERO, E. G.; PARDO, T. A. S.; DI FELIPPO, A.; DIAS-DA-SILVA, B. C. **A Base de Dados Lexical e a Interface Web do TeP 2.0 - Thesaurus Eletrônico para o Português do Brasil**. In: VI Workshop em Tecnologia da Informação e da Linguagem Humana (TIL), p. 390-392, 2008.

MENDLING, J.; NÜTTGENS, M. **XML-based Reference Modelling: Foundations of an EPC Markup Language**. In: J. Becker, P. Delfmann, eds.: Proc. of the 8th GI Workshop Referenzmodellierung 2004 at MKWI 2004, Essen Germany, p. 51-72, March 2004.

MENDLING, J.; NÜTTGENS, M. **EPC Markup Language (EPML) - An XML-Based Interchange Format for Event-Driven Process Chains (EPC)**. Technical Report JM-2005-03-10. Vienna University of Economics and Business Administration, 2005.

MENDLING, J.; SIMON, C. **Business Process Design by View Integration**. In: Proceedings of Business Process Management Workshops, p. 55-64, 2006.

MINOR, M.; TARTAKOVSKI, A.; BERGMANN, R. **Representation and Structure-Based Similarity Assessment for Agile Workflows**. In: Proc. Lecture Notes in Computer Science Volume 4626, ICCBR, p. 224-238, 2007.

NEJATI, S. SABETZADEH, M.; CHECHIK, M.; EASTERBROOK, S. **Matching and Merging of Statecharts Specifications**. In: Proc. Software Engineering, ICSE, p. 54-64, 2007.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades**. Cadernos de Pesquisas em Administração, v. 1, n. 3, 1996.

NIEMANN, M.; SIEBENHAAR, M.; SCHULTE, S.; STEINMETZ, R. **Comparison and retrieval of process models using related cluster pairs**. In: Computers in Industry, p.168-180, 2012.

- OMG, **Business Process Modeling Notation** (BPMN), versão 1.2. 2009.
- OTHERO, Gabriel de Ávila & MENUZZI, Sérgio de Moura. **Linguística computacional: teoria e prática**. São Paulo, Parábola Editorial, 2005.
- PEDERSEN, T.; PATWARDHAN, S.; MICHELIZZI, J. **WordNet: Similarity – Measuring the Relatedness of Concepts**. In Proc. of AAAI, pages 1024.1025. AAAI, 2004.
- PEREIRA, Raquel T.; LORENZONI, Luciano L.; BARROS, João Paulo S.; RESENDO, Leandro C.; DUBKE, Alessandra F. **Técnicas Recentes para a Modelagem de Processos: Recomendações Gerais**. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENENGEPE, Salvador, BA, 06 a 09 de outubro de 2009.
- PIDD, Michael. **Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva – Criando e Sustentando um Desempenho Superior**. Editora Campus. 1989.
- PROM. **Process Mining**. Disponível em: <http://www.processmining.org/>. Acesso em: 11 de Nov. de 2013.
- REIJERS, H. A.; MANSAR, S. L. **Best practices in business process redesign: an overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics**. In: The International Journal of Management Science, Omega, Vol. 33 No. 4, pp. 283-306, 2005.
- ROGET, P. M.; ROGET, J. L.; ROGET, S. R. **Roget's Thesaurus of English Words and Phrases**. Longmans, Green & Company, London, 1952.
- RUDIO, F. V. **Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica**. 29. ed. São Paulo: Vozes, 2001.
- RUMBAUGH, J., JACOBSON, I., AND BOOCH, G. **The unified modeling language reference manual Reading**. Mass: Addison-Wesley, 1999.

RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P. **Improving Performance: How to manage the white space on the organizational chart**. Jossey-Bass, San Francisco 1995.

RYAN, J.; HEAVEY, C. **Process modeling for simulation**. Computers in Industry, v.57, p. 437–450, 2006.

SAKR, S.; AWAD, A. **A framework for querying graph-based business process models**. In: Proc. Lecture Notes in Computer Science, p.1297-1300, 2010.

SANTOS, Rodrigo C.; XEXÉO, Geraldo B.; DUARTE, F.; NASCIMENTO, P.; ÁGUAS, R. **ProcessSearch: a Framework to Search for Business Processes on the Web**. In: Proceeding of the 19th Brazilian symposium on Multimedia and the web. ACM New York, NY, USA, p. 237-240. 2013.

SANTOS JR., P. S., ALMEIDA, J. P. A. **Escavando as Linguagens de Modelagem Organizacional e Modelagem de Processos de Negócio do ARIS Method**. In: Workshop em Gerência de Processos de Negócio (WBPM), 2008.

SANTOS JR., P. S., ALMEIDA, J. P. A., GUIZZARDI, G. **Uma interpretação para os elementos de EPCs com base em uma ontologia de fundamentação**. In: 3rd Workshop on Business Process Modeling Management (WBPM), 15th Brazilian Symposium on Multimedia Systems and the Web (WebMedia), Fortaleza, Brazil, 2009.

SCHEER, A.W. **ARIS Business Process Modelling**, Springer, 2000.

SOFFER, B.; GOLANY, B.; DORI, D. **Aligning an ERP system with enterprise requirements: An object-process based approach**. In: presented at Computers in Industry, p. 639-662, 2005.

SOFTWARE AG. **ARIS Method**. ARIS Version 7.2, Service Release 3. Disponível em: <http://documentation.softwareag.com/aris/platform.htm/>. Acesso em: 20 de Nov. 2012.

SOUZA, Jano M. **Software Tools for Conceptual Schema Integration**. Tese D.Sc. School of Information System, University of East Anglia, England, 1986.

SOUZA, J. F.; MELO, R. N.; OLIVEIRA, J.; SOUZA, J. M. **Uma abordagem estrutural para calcular similaridade entre conceitos de ontologias.** Revista de Informática Teórica e Aplicada (Impresso), v. 17, p. 249-269, 2010.

SUN, S.; KUMAR, A.; YEN, J. **Merging workflows: A new perspective on connecting business Processes.** *Decision Support Systems*, Volume 42, Issue 2, November 2006.

ULLAH, AZMAT; LAI, RICHARD. **Modeling Business Goal for Business/IT Alignment Using Requirements Engineering.** In: Journal of Computer Information Systems; Vol. 51 Issue 3, 2011.

VALLE, Rogério. OLIVEIRA, Saulo B. **Análise e Modelagem de Processos de Negócio: foco na notação BPMN.** 1ª. Ed. Editora Atlas. São Paulo, 2009.

VERNADAT, F. B. **Enterprise Modelling and Integration: Principles and Applications.** London: Chapman & Hall, 1996.

VIEIRA, R.; LIMA, V. L. S. **Linguística computacional: princípios e aplicações.** In: IX Escola de Informática da SBC-Sul. Luciana Nedel (Ed.) Passo Fundo, Maringá, São José. SBC-Sul, 2001.

VILLELA, C. da S. S. **Mapeamento de Processos como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional.** Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

WANG, J.; TAN, S.; WEN, L.; WONG, R. K.; GUO, Q. **An empirical evaluation of process mining algorithms based on structural and behavioral similarities.** In: Proc. of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing, p.211-213, 2012.

WEIDLICH M.; POLYVYANYYY, A.; MENDLING, J.; WESKE, M. **Causal Behavioural Profiles - Efficient Computation, Applications, and Evaluation.** In: Fundam. Inform., p.399-435, 2011.

WEIDLICH M.; SHEETRIT, E.; BRANCO, M. C.; GAL, A. **Matching Business Process Models Using Positional Passage-based Language Models.** In: Proceedings

of the 32nd International Conference on Conceptual Modeling (ER'13), Hong Kong, China, November 11-13. LNCS 8217, p. 130-137, Springer, 2013.

XEXÉO, Geraldo B. **Modelagem de Sistemas de Informação: Da análise de requisitos ao modelo de interface**. Disponível em:<http://wiki.xexeo.org/tiki-download_file.php?fileId=188>, 2007.

YAN, Z.; DIJKMAN, R. M.; GREFEN, P. **Fast Business Process Similarity Search with Feature-Based Similarity Estimation**. In: Proc. OTM Conferences (1), p.60-77, 2010.

YAN, Z.; DIJKMAN, R. M.; GREFEN, P. W. P. J. **Fast business process similarity search**. In: Distributed and Parallel Databases, p.105-144, 2012.

ZACCARA, Rodrigo C. C. **Anotação e classificação automática de entidades nomeadas em notícias esportivas em Português Brasileiro**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Matemática e Estatística da USP. São Paulo, 2012.

ZHA, H.; WANG, J.; WEN, L.; WANG, C. **A label-free similarity measure between workflow nets**. In: Proc. APSCC - Services Computing Conference, p.463-469, 2009.

ZHA, H.; WANG, J.; WEN, L.; WANG, C.; SUN, J. **A workflow net similarity measure based on transition adjacency relations**. In: presented at Computers in Industry, p.463-471, 2010.

ZHU, J.; PUNG, H. K. **Process Matching: A Structural Approach for Business Process Search**. In: Proc. COMPUTATIONWORLD, Future Computing, Service Computation, Cognitive, Adaptive, Content, Patterns, p.227-232, 2009.

Anexo I – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,5)

INTPRO	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,5)										
	examinar documentação da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar sessão pública	efetuar a adjudicação da licitação	elaborar a homologação do processo	firmar a homologação do processo
analisar documentação da área requisitante	0,9685	0,2917	0,3040	0,3318	0,3154	0,2582	0,1955	0,2254	0,2080	0,2165	0,2001
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2894	0,9759	0,2989	0,2764	0,2634	0,2568	0,2065	0,3022	0,2662	0,2794	0,2696
elaborar minuta do edital	0,3108	0,2979	0,9476	0,4906	0,4795	0,4455	0,3376	0,2608	0,2326	0,3150	0,2175
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3318	0,2787	0,4834	0,9679	0,7192	0,3597	0,3075	0,2659	0,2386	0,2435	0,2269
analisar minuta do edital juridicamente	0,3154	0,2657	0,4722	0,7192	0,9675	0,5167	0,3213	0,2797	0,2453	0,2537	0,2371
elaborar versão final do edital	0,2650	0,2558	0,4409	0,3669	0,5240	0,9591	0,3428	0,3150	0,2673	0,3402	0,2476
publicar edital	0,1955	0,2059	0,3433	0,3110	0,3249	0,3474	0,9071	0,2558	0,2719	0,2207	0,2043
realizar sessão pública	0,2322	0,2741	0,2608	0,2731	0,2870	0,3150	0,2609	0,9451	0,3469	0,2934	0,2735
realizar a adjudicação da licitação	0,2148	0,2405	0,2353	0,2458	0,2526	0,2702	0,2669	0,3498	0,9558	0,3084	0,2914
preparar a homologação do processo	0,2130	0,2815	0,3150	0,2399	0,2501	0,3402	0,2207	0,2934	0,3059	0,9552	0,5809
assinar a homologação do processo	0,2069	0,2685	0,2208	0,2341	0,2444	0,2511	0,2126	0,2771	0,2929	0,5809	0,9545

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,5)										
	examinar documentação da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar sessão pública	efetuar a adjudicação da licitação	elaborar a homologação do processo	firmar a homologação do processo
analisar documentação da área requisitante	0,9010	0,0565	0,0619	0,0762	0,0714	0,0524	0,0429	0,0429	0,1467	0,0667	0,0619
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0533	0,8913	0,0667	0,0533	0,0533	0,0622	0,0400	0,1622	0,1933	0,1667	0,1711
elaborar minuta do edital	0,0714	0,0652	0,8267	0,2650	0,3077	0,2032	0,2053	0,0560	0,0647	0,2216	0,0500
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0762	0,0565	0,2550	0,9000	0,5100	0,1400	0,1250	0,0450	0,0550	0,0500	0,0450
analisar minuta do edital juridicamente	0,0714	0,0565	0,2974	0,5100	0,8795	0,3615	0,1462	0,0462	0,0462	0,0462	0,0410
elaborar versão final do edital	0,0619	0,0609	0,1968	0,1500	0,3718	0,8677	0,1581	0,0774	0,0588	0,1824	0,0375
publicar edital	0,0429	0,0391	0,2133	0,1300	0,1513	0,1645	0,7200	0,0364	0,0471	0,0235	0,0188
realizar sessão pública	0,0524	0,0478	0,0560	0,0550	0,0564	0,0774	0,0435	0,8232	0,0588	0,0471	0,0375
realizar a adjudicação da licitação	0,1562	0,0739	0,0686	0,0650	0,0564	0,0629	0,0400	0,0629	0,8714	0,0800	0,0743
preparar a homologação do processo	0,0619	0,1696	0,2216	0,0450	0,0410	0,1824	0,0235	0,0471	0,0765	0,8373	0,4314
assinar a homologação do processo	0,0714	0,1696	0,0545	0,0550	0,0513	0,0424	0,0303	0,0424	0,0765	0,4314	0,8364

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo II – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,6)

INTPRO	examinar documentação da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar sessão pública	efetuar a adjudicação da licitação	elaborar a homologação do processo	firmar a homologação do processo
analisar documentação da área requisitante	0,9685	0,2917	0,3040	0,3318	0,3154	0,2582	0,1955	0,2254	0,2080	0,2165	0,2001
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2894	0,9759	0,2989	0,2764	0,2634	0,2568	0,2065	0,3022	0,2662	0,2794	0,2696
elaborar minuta do edital	0,3108	0,2979	0,9476	0,4906	0,4795	0,4455	0,3376	0,2608	0,2326	0,3150	0,2175
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3318	0,2787	0,4834	0,9679	0,7192	0,3597	0,3075	0,2659	0,2386	0,2435	0,2269
analisar minuta do edital juridicamente	0,3154	0,2657	0,4722	0,7192	0,9675	0,5167	0,3213	0,2797	0,2453	0,2537	0,2371
elaborar versão final do edital	0,2650	0,2558	0,4409	0,3669	0,5240	0,9591	0,3428	0,3150	0,2673	0,3402	0,2476
publicar edital	0,1955	0,2059	0,3433	0,3110	0,3249	0,3474	0,9071	0,2558	0,2719	0,2207	0,2043
realizar sessão pública	0,2322	0,2741	0,2608	0,2731	0,2870	0,3150	0,2609	0,9451	0,3469	0,2934	0,2735
realizar a adjudicação da licitação	0,2148	0,2405	0,2353	0,2458	0,2526	0,2702	0,2669	0,3498	0,9558	0,3084	0,2914
preparar a homologação do processo	0,2130	0,2815	0,3150	0,2399	0,2501	0,3402	0,2207	0,2934	0,3059	0,9552	0,5809
assinar a homologação do processo	0,2069	0,2685	0,2208	0,2341	0,2444	0,2511	0,2126	0,2771	0,2929	0,5809	0,9545

Limiar=0,6

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	examinar documentação da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar sessão pública	efetuar a adjudicação da licitação	elaborar a homologação do processo	firmar a homologação do processo
analisar documentação da área requisitante	0,9010	0,0565	0,0619	0,0762	0,0714	0,0524	0,0429	0,0429	0,1467	0,0667	0,0619
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0533	0,8913	0,0667	0,0533	0,0533	0,0622	0,0400	0,1622	0,1933	0,1667	0,1711
elaborar minuta do edital	0,0714	0,0652	0,8267	0,2650	0,3077	0,2032	0,2053	0,0560	0,0647	0,2216	0,0500
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0762	0,0565	0,2550	0,9000	0,3100	0,1400	0,1250	0,0450	0,0550	0,0500	0,0450
analisar minuta do edital juridicamente	0,0714	0,0565	0,2974	0,3100	0,8795	0,1615	0,1462	0,0462	0,0462	0,0462	0,0410
elaborar versão final do edital	0,0619	0,0609	0,1968	0,1500	0,1718	0,8677	0,1581	0,0774	0,0588	0,1824	0,0375
publicar edital	0,0429	0,0391	0,2133	0,1300	0,1513	0,1645	0,7200	0,0364	0,0471	0,0235	0,0188
realizar sessão pública	0,0524	0,0478	0,0560	0,0550	0,0564	0,0774	0,0435	0,8232	0,0588	0,0471	0,0375
realizar a adjudicação da licitação	0,1562	0,0739	0,0686	0,0650	0,0564	0,0629	0,0400	0,0629	0,8714	0,0800	0,0743
preparar a homologação do processo	0,0619	0,1696	0,2216	0,0450	0,0410	0,1824	0,0235	0,0471	0,0765	0,8373	0,4314
assinar a homologação do processo	0,0714	0,1696	0,0545	0,0550	0,0513	0,0424	0,0303	0,0424	0,0765	0,4314	0,6364

Limiar=0,6

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo III – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,7)

INTPRO	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,7)											
	examinar documentação da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar sessão pública	efetuar a adjudicação da licitação	elaborar a homologação do processo	firmar a homologação do processo	
analisar documentação da área requisitante	0,9685	0,2917	0,3040	0,3318	0,3154	0,2582	0,1955	0,2254	0,2080	0,2165	0,2001	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2894	0,8331	0,2989	0,2764	0,2634	0,2568	0,2065	0,3022	0,2662	0,2794	0,2696	
elaborar minuta do edital	0,3108	0,2979	0,8048	0,4906	0,4795	0,4455	0,3376	0,2608	0,2326	0,3150	0,2175	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3318	0,2787	0,4834	0,9679	0,5763	0,3597	0,3075	0,2659	0,2386	0,2435	0,2269	
analisar minuta do edital juridicamente	0,3154	0,2657	0,4722	0,5763	0,9675	0,3738	0,3213	0,2797	0,2453	0,2537	0,2371	
elaborar versão final do edital	0,2650	0,2558	0,4409	0,3669	0,3812	0,9591	0,3428	0,3150	0,2673	0,3402	0,2476	
publicar edital	0,1955	0,2059	0,3433	0,3110	0,3249	0,3474	0,9071	0,2558	0,2719	0,2207	0,2043	
realizar sessão pública	0,2322	0,2741	0,2608	0,2731	0,2870	0,3150	0,2609	0,9451	0,3469	0,2934	0,2735	
realizar a adjudicação da licitação	0,2148	0,2405	0,2353	0,2458	0,2526	0,2702	0,2669	0,3498	0,9558	0,3084	0,2914	
preparar a homologação do processo	0,2130	0,2815	0,3150	0,2399	0,2501	0,3402	0,2207	0,2934	0,3059	0,9552	0,5809	
assinar a homologação do processo	0,2069	0,2685	0,2208	0,2341	0,2444	0,2511	0,2126	0,2771	0,2929	0,5809	0,9545	

Limiar=0,7

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 1 (com limiar=0,7)											
	examinar documentação da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar sessão pública	efetuar a adjudicação da licitação	elaborar a homologação do processo	firmar a homologação do processo	
analisar documentação da área requisitante	0,9010	0,0565	0,0619	0,0762	0,0714	0,0524	0,0429	0,0429	0,1467	0,0667	0,0619	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0533	0,8913	0,0667	0,0533	0,0533	0,0622	0,0400	0,1622	0,1933	0,1667	0,1711	
elaborar minuta do edital	0,0714	0,0652	0,6267	0,2650	0,3077	0,2032	0,2053	0,0560	0,0647	0,2216	0,0500	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0762	0,0565	0,2550	0,7000	0,3100	0,1400	0,1250	0,0450	0,0550	0,0500	0,0450	
analisar minuta do edital juridicamente	0,0714	0,0565	0,2974	0,3100	0,8795	0,1615	0,1462	0,0462	0,0462	0,0462	0,0410	
elaborar versão final do edital	0,0619	0,0609	0,1968	0,1500	0,1718	0,8677	0,1581	0,0774	0,0588	0,1824	0,0375	
publicar edital	0,0429	0,0391	0,2133	0,1300	0,1513	0,1645	0,7200	0,0364	0,0471	0,0235	0,0188	
realizar sessão pública	0,0524	0,0478	0,0560	0,0550	0,0564	0,0774	0,0435	0,8232	0,0588	0,0471	0,0375	
realizar a adjudicação da licitação	0,1562	0,0739	0,0686	0,0650	0,0564	0,0629	0,0400	0,0629	0,8714	0,0800	0,0743	
preparar a homologação do processo	0,0619	0,1696	0,2216	0,0450	0,0410	0,1824	0,0235	0,0471	0,0765	0,8373	0,4314	
assinar a homologação do processo	0,0714	0,1696	0,0545	0,0550	0,0513	0,0424	0,0303	0,0424	0,0765	0,4314	0,6364	

Limiar=0,7

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo IV – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 2 (com limiar=0,5)

INTPRO	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 2 (com limiar=0,5)										
	examinar papéis da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	examinar minuta do edital juridicamente	preparar versão final do edital	divulgar papel	efetuar ação pública	efetuar a adjudicação da compra	elaborar a homologação do papel	firmar a homologação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,8563	0,2912	0,2972	0,3352	0,3222	0,2514	0,1853	0,2288	0,2012	0,2130	0,1967
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2926	0,8853	0,2894	0,2828	0,2698	0,2473	0,1970	0,3558	0,2599	0,1985	0,1855
elaborar minuta do edital	0,3113	0,3011	0,8238	0,4101	0,4026	0,3301	0,2252	0,2608	0,2232	0,3211	0,2212
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3309	0,2782	0,3977	0,8786	0,6299	0,2990	0,2253	0,2695	0,2386	0,2471	0,2305
analisar minuta do edital juridicamente	0,3193	0,2685	0,3861	0,6285	0,8777	0,4559	0,2389	0,2834	0,2490	0,2574	0,2408
elaborar versão final do edital	0,2644	0,2555	0,3286	0,3037	0,4607	0,8646	0,2575	0,3058	0,2576	0,3459	0,2576
publicar edital	0,2006	0,2078	0,2326	0,2295	0,2470	0,2680	0,7167	0,2513	0,2614	0,2315	0,2155
realizar sessão pública	0,2305	0,2765	0,2505	0,2777	0,2919	0,3121	0,2609	0,8251	0,3371	0,2920	0,2714
realizar a adjudicação da licitação	0,2080	0,2441	0,2272	0,2396	0,2499	0,2621	0,2587	0,3579	0,8279	0,3084	0,2914
preparar a homologação do processo	0,1887	0,2003	0,3234	0,2371	0,2509	0,3486	0,2291	0,3553	0,3101	0,8347	0,4604
assinar a homologação do processo	0,1836	0,1873	0,2294	0,2314	0,2454	0,2597	0,2212	0,3393	0,2946	0,4589	0,8333

Limiar=0,5

Legenda:	Equivalência
	Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 2 (com limiar=0,5)										
	examinar papéis da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do edital	examinar minuta do edital tecnicamente	examinar minuta do edital juridicamente	preparar versão final do edital	divulgar papel	efetuar ação pública	efetuar a adjudicação da compra	elaborar a homologação do papel	firmar a homologação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,7638	0,0558	0,0524	0,0810	0,0810	0,0429	0,0286	0,0476	0,1371	0,0619	0,0571
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0578	0,7644	0,0533	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1622	0,1844	0,0533	0,0533
elaborar minuta do edital	0,0722	0,0698	0,6533	0,1723	0,2000	0,0667	0,0480	0,0560	0,0516	0,2301	0,0552
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0750	0,0558	0,1550	0,7950	0,4050	0,0550	0,0300	0,0500	0,0550	0,0550	0,0500
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,0605	0,1769	0,4031	0,7538	0,2564	0,0308	0,0513	0,0513	0,0513	0,0462
elaborar versão final do edital	0,0611	0,0605	0,0645	0,0615	0,2632	0,7355	0,0387	0,0645	0,0452	0,1903	0,0516
publicar edital	0,0500	0,0419	0,0583	0,0359	0,0421	0,0533	0,4533	0,0300	0,0323	0,0387	0,0345
realizar sessão pública	0,0500	0,0512	0,0417	0,0615	0,0632	0,0733	0,0435	0,6551	0,0452	0,0452	0,0345
realizar a adjudicação da licitação	0,1467	0,0791	0,0571	0,0564	0,0526	0,0514	0,0286	0,0743	0,7257	0,0800	0,0743
preparar a homologação do processo	0,0278	0,0558	0,2333	0,0410	0,0421	0,1941	0,0353	0,0588	0,0824	0,6686	0,2627
assinar a homologação do processo	0,0389	0,0558	0,0667	0,0513	0,0526	0,0545	0,0424	0,0545	0,0788	0,2606	0,6667

Limiar=0,5

Legenda:	Equivalência
	Equivalência Ótima

Anexo V – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 2 (com limiar=0,6)

INTPRO	examinar papéis da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do papel	examinar minuta do papel	examinar minuta do papel tecnicamente	preparar versão final do papel	divulgar papel	efetuar ação pública	efetuar a adjudicação da compra	elaborar a homologação do papel	firmar a homologação do papel
	analisar documentação da área requisitante	0,8563	0,2912	0,2972	0,3352	0,3222	0,2514	0,1853	0,2288	0,2012	0,2130
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2926	0,8853	0,2894	0,2828	0,2698	0,2473	0,1970	0,3558	0,2599	0,1985	0,1855
elaborar minuta do edital	0,3113	0,3011	0,8238	0,4101	0,4026	0,3301	0,2252	0,2608	0,2232	0,3211	0,2212
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3309	0,2782	0,3977	0,8786	0,6299	0,2990	0,2253	0,2695	0,2386	0,2471	0,2305
analisar minuta do edital juridicamente	0,3193	0,2685	0,3861	0,6285	0,8777	0,4559	0,2389	0,2834	0,2490	0,2574	0,2408
elaborar versão final do edital	0,2644	0,2555	0,3286	0,3037	0,4607	0,8646	0,2575	0,3058	0,2576	0,3459	0,2576
publicar edital	0,2006	0,2078	0,2326	0,2295	0,2470	0,2680	0,7167	0,2513	0,2614	0,2315	0,2155
realizar sessão pública	0,2305	0,2765	0,2505	0,2777	0,2919	0,3121	0,2609	0,8251	0,3371	0,2920	0,2714
realizar a adjudicação da licitação	0,2080	0,2441	0,2272	0,2396	0,2499	0,2621	0,2587	0,3579	0,8279	0,3084	0,2914
preparar a homologação do processo	0,1887	0,2003	0,3234	0,2371	0,2509	0,3486	0,2291	0,3553	0,3101	0,8347	0,4604
assinar a homologação do processo	0,1836	0,1873	0,2294	0,2314	0,2454	0,2597	0,2212	0,3393	0,2946	0,4589	0,8333

Limiar=0,6

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	examinar papéis da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do papel	examinar minuta do papel	examinar minuta do papel tecnicamente	preparar versão final do papel	divulgar papel	efetuar ação pública	efetuar a adjudicação da compra	elaborar a homologação do papel	firmar a homologação do papel
	analisar documentação da área requisitante	0,7638	0,0558	0,0524	0,0810	0,0810	0,0429	0,0286	0,0476	0,1371	0,0619
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0578	0,7644	0,0533	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1622	0,1844	0,0533	0,0533
elaborar minuta do edital	0,0722	0,0698	0,6533	0,1723	0,2000	0,0667	0,0480	0,0560	0,0516	0,2301	0,0552
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0750	0,0558	0,1550	0,7950	0,2050	0,0550	0,0300	0,0500	0,0550	0,0550	0,0500
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,0605	0,1769	0,2031	0,7538	0,0564	0,0308	0,0513	0,0513	0,0513	0,0462
elaborar versão final do edital	0,0611	0,0605	0,0645	0,0615	0,0632	0,7355	0,0387	0,0645	0,0452	0,1903	0,0516
publicar edital	0,0500	0,0419	0,0583	0,0359	0,0421	0,0533	0,4533	0,0300	0,0323	0,0387	0,0345
realizar sessão pública	0,0500	0,0512	0,0417	0,0615	0,0632	0,0733	0,0435	0,6551	0,0452	0,0452	0,0345
realizar a adjudicação da licitação	0,1467	0,0791	0,0571	0,0564	0,0526	0,0514	0,0286	0,0743	0,7257	0,0800	0,0743
preparar a homologação do processo	0,0278	0,0558	0,2333	0,0410	0,0421	0,1941	0,0353	0,0588	0,0824	0,6686	0,2627
assinar a homologação do processo	0,0389	0,0558	0,0667	0,0513	0,0526	0,0545	0,0424	0,0545	0,0788	0,2606	0,4667

Limiar=0,6

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo VI – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 2 (com limiar=0,7)

INTPRO	Processo Aquisição vs. Textual 2										
	examinar papéis da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do papel	examinar minuta do papel tecnicamente	examinar minuta do papel juridicamente	preparar versão final do papel	divulgar papel	efetuar ação pública	efetuar a adjudicação da compra	elaborar a homologação do papel	firmar a homologação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,8563	0,2912	0,2972	0,3352	0,3222	0,2514	0,1853	0,2288	0,2012	0,2130	0,1967
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2926	0,7425	0,2894	0,2828	0,2698	0,2473	0,1970	0,3558	0,2599	0,1985	0,1855
elaborar minuta do edital	0,3113	0,3011	0,7001	0,4101	0,4026	0,3301	0,2252	0,2608	0,2232	0,3211	0,2212
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3309	0,2782	0,3977	0,8786	0,4870	0,2990	0,2253	0,2695	0,2386	0,2471	0,2305
analisar minuta do edital juridicamente	0,3193	0,2685	0,3861	0,4856	0,8777	0,3130	0,2389	0,2834	0,2490	0,2574	0,2408
elaborar versão final do edital	0,2644	0,2555	0,3286	0,3037	0,3178	0,8646	0,2575	0,3058	0,2576	0,3459	0,2576
publicar edital	0,2006	0,2078	0,2326	0,2295	0,2470	0,2680	0,7167	0,2513	0,2614	0,2315	0,2155
realizar sessão pública	0,2305	0,2765	0,2505	0,2777	0,2919	0,3121	0,2609	0,8251	0,3371	0,2920	0,2714
realizar a adjudicação da licitação	0,2080	0,2441	0,2272	0,2396	0,2499	0,2621	0,2587	0,3579	0,8279	0,3084	0,2914
preparar a homologação do processo	0,1887	0,2003	0,3234	0,2371	0,2509	0,3486	0,2291	0,3553	0,3101	0,8347	0,4604
assinar a homologação do processo	0,1836	0,1873	0,2294	0,2314	0,2454	0,2597	0,2212	0,3393	0,2946	0,4589	0,8333

Limiar=0,7

Legenda:	Equivalência
	Equivalência Ótima

ProM	Processo Aquisição vs. Textual 2										
	examinar papéis da área requisitante	efetivar a abertura do processo administrativo	preparar minuta do papel	examinar minuta do papel tecnicamente	examinar minuta do papel juridicamente	preparar versão final do papel	divulgar papel	efetuar ação pública	efetuar a adjudicação da compra	elaborar a homologação do papel	firmar a homologação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,7638	0,0558	0,0524	0,0810	0,0810	0,0429	0,0286	0,0476	0,1371	0,0619	0,0571
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0578	0,7644	0,0533	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1622	0,1844	0,0533	0,0533
elaborar minuta do edital	0,0722	0,0698	0,4533	0,1723	0,2000	0,0667	0,0480	0,0560	0,0516	0,2301	0,0552
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0750	0,0558	0,1550	0,5950	0,2050	0,0550	0,0300	0,0500	0,0550	0,0550	0,0500
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,0605	0,1769	0,2031	0,7538	0,0564	0,0308	0,0513	0,0513	0,0513	0,0462
elaborar versão final do edital	0,0611	0,0605	0,0645	0,0615	0,0632	0,7355	0,0387	0,0645	0,0452	0,1903	0,0516
publicar edital	0,0500	0,0419	0,0583	0,0359	0,0421	0,0533	0,4533	0,0300	0,0323	0,0387	0,0345
realizar sessão pública	0,0500	0,0512	0,0417	0,0615	0,0632	0,0733	0,0435	0,6551	0,0452	0,0452	0,0345
realizar a adjudicação da licitação	0,1467	0,0791	0,0571	0,0584	0,0526	0,0514	0,0286	0,0743	0,7257	0,0800	0,0743
preparar a homologação do processo	0,0278	0,0558	0,2333	0,0410	0,0421	0,1941	0,0353	0,0588	0,0824	0,6686	0,2627
assinar a homologação do processo	0,0389	0,0558	0,0667	0,0513	0,0526	0,0545	0,0424	0,0545	0,0788	0,2606	0,4667

Limiar=0,7

Legenda:	Equivalência
	Equivalência Ótima

Anexo VII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,5)

INTPRO	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,5)										
	examinar papéis da unidade requerente	efetivar a criação do papel adm	preparar croqui do papel	examinar croqui do papel	examinar croqui do papel pelo técnico	preparar croqui do papel pelo jurídico	divulgar papel	efetuar ação geral	efetuar a verificação da compra	elaborar a verificação do papel	firmar a verificação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,6560	0,3023	0,2904	0,3199	0,3035	0,2548	0,1853	0,2322	0,2012	0,2096	0,1933
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2799	0,6554	0,2862	0,2828	0,2698	0,2473	0,1970	0,3558	0,2599	0,1985	0,1887
elaborar minuta do edital	0,3022	0,2974	0,6657	0,3130	0,2990	0,3316	0,2252	0,2722	0,2232	0,3211	0,2212
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3307	0,2776	0,3049	0,6520	0,4926	0,2883	0,2253	0,2623	0,2351	0,2471	0,2305
analisar minuta do edital juridicamente	0,3155	0,2620	0,2927	0,4865	0,6485	0,4412	0,2389	0,2761	0,2453	0,2574	0,2408
elaborar versão final do edital	0,2633	0,2446	0,3378	0,3000	0,4584	0,6467	0,2575	0,3058	0,2668	0,3551	0,2715
publicar edital	0,1920	0,2102	0,2326	0,2295	0,2419	0,2611	0,7167	0,2616	0,2614	0,2362	0,2205
realizar sessão pública	0,2257	0,2707	0,2505	0,2741	0,2860	0,2910	0,2609	0,6863	0,3417	0,2966	0,2763
realizar a adjudicação da licitação	0,1951	0,2397	0,2272	0,2360	0,2481	0,2661	0,2587	0,3457	0,6837	0,3166	0,2995
preparar a homologação do processo	0,1959	0,2192	0,3192	0,2444	0,2529	0,3486	0,2291	0,3553	0,3101	0,6815	0,3358
assinar a homologação do processo	0,1906	0,2037	0,2251	0,2388	0,2471	0,2597	0,2212	0,3393	0,2946	0,3333	0,6792

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,5)										
	examinar papéis da unidade requerente	efetivar a criação do papel adm	preparar croqui do papel	examinar croqui do papel	examinar croqui do papel pelo técnico	preparar croqui do papel pelo jurídico	divulgar papel	efetuar ação geral	efetuar a verificação da compra	elaborar a verificação do papel	firmar a verificação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,5610	0,0714	0,0429	0,0524	0,0476	0,0476	0,0286	0,0524	0,1371	0,0571	0,0524
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0400	0,4800	0,0489	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1622	0,1844	0,0533	0,0578
elaborar minuta do edital	0,0595	0,0645	0,4720	0,0564	0,0550	0,0688	0,0480	0,0720	0,0516	0,2301	0,0552
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0800	0,0550	0,0450	0,5367	0,3317	0,0400	0,0300	0,0400	0,0500	0,0550	0,0500
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,0513	0,0462	0,2564	0,4650	0,2359	0,0308	0,0410	0,0462	0,0513	0,0462
elaborar versão final do edital	0,0595	0,0452	0,0774	0,0564	0,2600	0,4625	0,0387	0,0645	0,0581	0,2032	0,0710
publicar edital	0,0378	0,0452	0,0583	0,0359	0,0350	0,0438	0,4533	0,0444	0,0323	0,0452	0,0414
realizar sessão pública	0,0432	0,0581	0,0417	0,0564	0,0550	0,0438	0,0435	0,4609	0,0516	0,0516	0,0414
realizar a adjudicação da licitação	0,1286	0,0800	0,0571	0,0513	0,0500	0,0571	0,0286	0,0571	0,5971	0,0914	0,0857
preparar a homologação do processo	0,0378	0,0824	0,2275	0,0513	0,0450	0,1941	0,0353	0,0588	0,0824	0,4941	0,0882
assinar a homologação do processo	0,0486	0,0788	0,0606	0,0615	0,0550	0,0545	0,0424	0,0545	0,0788	0,0848	0,4909

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo VIII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,6)

INTPRO	Mapeamento de equivalência											
	examinar papéis da unidade requerente	elativar a criação do papel adm	preparar croqui do papel	examinar croqui do papel	examinar croqui do papel pelo técnico	preparar croqui do papel pelo jurídico	divulgar papel	efetuar ação geral	efetuar a verificação da compra	elaborar a verificação do papel	firmar a verificação do papel	
analisar documentação da área requisitante	0,6560	0,3023	0,2904	0,3199	0,3035	0,2548	0,1853	0,2322	0,2012	0,2096	0,1933	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2799	0,6554	0,2862	0,2828	0,2698	0,2473	0,1970	0,3558	0,2599	0,1985	0,1887	
elaborar minuta do edital	0,3022	0,2974	0,6657	0,3130	0,2990	0,3316	0,2252	0,2722	0,2232	0,3211	0,2212	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3307	0,2776	0,3049	0,6520	0,4926	0,2883	0,2253	0,2623	0,2351	0,2471	0,2305	
analisar minuta do edital juridicamente	0,3155	0,2620	0,2927	0,4865	0,6485	0,4412	0,2389	0,2761	0,2453	0,2574	0,2408	
elaborar versão final do edital	0,2633	0,2446	0,3378	0,3000	0,4584	0,6467	0,2575	0,3058	0,2668	0,3551	0,2715	
publicar edital	0,1920	0,2102	0,2326	0,2295	0,2419	0,2611	0,7167	0,2616	0,2614	0,2362	0,2205	
realizar sessão pública	0,2257	0,2707	0,2505	0,2741	0,2860	0,2910	0,2609	0,6863	0,3417	0,2966	0,2763	
realizar a adjudicação da licitação	0,1951	0,2397	0,2272	0,2360	0,2481	0,2661	0,2587	0,3457	0,6837	0,3166	0,2995	
preparar a homologação do processo	0,1959	0,2192	0,3192	0,2444	0,2529	0,3486	0,2291	0,3553	0,3101	0,6815	0,3358	
assinar a homologação do processo	0,1906	0,2037	0,2251	0,2388	0,2471	0,2597	0,2212	0,3393	0,2946	0,3333	0,6792	

Limiar=0,6

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência											
	examinar papéis da unidade requerente	elativar a criação do papel adm	preparar croqui do papel	examinar croqui do papel	examinar croqui do papel pelo técnico	preparar croqui do papel pelo jurídico	divulgar papel	efetuar ação geral	efetuar a verificação da compra	elaborar a verificação do papel	firmar a verificação do papel	
analisar documentação da área requisitante	0,5610	0,0714	0,0429	0,0524	0,0476	0,0476	0,0286	0,0524	0,1371	0,0571	0,0524	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0400	0,4800	0,0489	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1622	0,1844	0,0533	0,0578	
elaborar minuta do edital	0,0595	0,0645	0,4720	0,0564	0,0550	0,0688	0,0480	0,0720	0,0516	0,2301	0,0552	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0800	0,0550	0,0450	0,5367	0,1317	0,0400	0,0300	0,0400	0,0500	0,0550	0,0500	
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,0513	0,0462	0,0564	0,4650	0,0359	0,0308	0,0410	0,0462	0,0513	0,0462	
elaborar versão final do edital	0,0595	0,0452	0,0774	0,0564	0,0600	0,4625	0,0387	0,0645	0,0581	0,2032	0,0710	
publicar edital	0,0378	0,0452	0,0583	0,0359	0,0350	0,0438	0,4533	0,0444	0,0323	0,0452	0,0414	
realizar sessão pública	0,0432	0,0581	0,0417	0,0564	0,0550	0,0438	0,0435	0,4609	0,0516	0,0516	0,0414	
realizar a adjudicação da licitação	0,1286	0,0800	0,0571	0,0513	0,0500	0,0571	0,0286	0,0571	0,5971	0,0914	0,0857	
preparar a homologação do processo	0,0378	0,0824	0,2275	0,0513	0,0450	0,1941	0,0353	0,0588	0,0824	0,4941	0,0882	
assinar a homologação do processo	0,0486	0,0788	0,0606	0,0615	0,0550	0,0545	0,0424	0,0545	0,0788	0,0848	0,2909	

Limiar=0,6

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo IX – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Textual 3 (com limiar=0,7)

INTPRO	examinar papéis da unidade requerente	efetivar a criação do papel adm	Preparar croqui do papel	examinar croqui do papel	examinar croqui do papel pelo técnico	Preparar croqui do papel pelo jurídico	divulgar papel	efetuar ação geral	efetuar a verificação da compra	elaborar a verificação do papel	firmar a verificação do papel
	analisar documentação da área requisitante	0,6560	0,3023	0,2904	0,3199	0,3035	0,2548	0,1853	0,2322	0,2012	0,2096
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2799	0,5125	0,2862	0,2828	0,2698	0,2473	0,1970	0,3558	0,2599	0,1985	0,1887
elaborar minuta do edital	0,3022	0,2974	0,5229	0,3130	0,2990	0,3316	0,2252	0,2722	0,2232	0,3211	0,2212
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3307	0,2776	0,3049	0,6520	0,3498	0,2883	0,2253	0,2623	0,2351	0,2471	0,2305
analisar minuta do edital juridicamente	0,3155	0,2620	0,2927	0,3436	0,6485	0,2984	0,2389	0,2761	0,2453	0,2574	0,2408
elaborar versão final do edital	0,2633	0,2446	0,3378	0,3000	0,3156	0,6467	0,2575	0,3058	0,2668	0,3551	0,2715
publicar edital	0,1920	0,2102	0,2326	0,2295	0,2419	0,2611	0,7167	0,2616	0,2614	0,2362	0,2205
realizar sessão pública	0,2257	0,2707	0,2505	0,2741	0,2860	0,2910	0,2609	0,6863	0,3417	0,2966	0,2763
realizar a adjudicação da licitação	0,1951	0,2397	0,2272	0,2360	0,2481	0,2661	0,2587	0,3457	0,6837	0,3166	0,2995
preparar a homologação do processo	0,1959	0,2192	0,3192	0,2444	0,2529	0,3486	0,2291	0,3553	0,3101	0,6815	0,3358
assinar a homologação do processo	0,1906	0,2037	0,2251	0,2388	0,2471	0,2597	0,2212	0,3393	0,2946	0,3333	0,6792

Limiar=0,7

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	examinar papéis da unidade requerente	efetivar a criação do papel adm	Preparar croqui do papel	examinar croqui do papel	examinar croqui do papel pelo técnico	Preparar croqui do papel pelo jurídico	divulgar papel	efetuar ação geral	efetuar a verificação da compra	elaborar a verificação do papel	firmar a verificação do papel
	analisar documentação da área requisitante	0,5610	0,0714	0,0429	0,0524	0,0476	0,0476	0,0286	0,0524	0,1371	0,0571
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0400	0,4800	0,0489	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1622	0,1844	0,0533	0,0578
elaborar minuta do edital	0,0595	0,0645	0,2720	0,0564	0,0550	0,0688	0,0480	0,0720	0,0516	0,2301	0,0552
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0800	0,0550	0,0450	0,3367	0,1317	0,0400	0,0300	0,0400	0,0500	0,0550	0,0500
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,0513	0,0462	0,0564	0,4650	0,0359	0,0308	0,0410	0,0462	0,0513	0,0462
elaborar versão final do edital	0,0595	0,0452	0,0774	0,0564	0,0600	0,4625	0,0387	0,0645	0,0581	0,2032	0,0710
publicar edital	0,0378	0,0452	0,0583	0,0359	0,0350	0,0438	0,4533	0,0444	0,0323	0,0452	0,0414
realizar sessão pública	0,0432	0,0581	0,0417	0,0564	0,0550	0,0438	0,0435	0,4609	0,0516	0,0516	0,0414
realizar a adjudicação da licitação	0,1286	0,0800	0,0571	0,0513	0,0500	0,0571	0,0286	0,0571	0,5971	0,0914	0,0857
preparar a homologação do processo	0,0378	0,0824	0,2275	0,0513	0,0450	0,1941	0,0353	0,0588	0,0824	0,4941	0,0882
assinar a homologação do processo	0,0486	0,0788	0,0606	0,0615	0,0550	0,0545	0,0424	0,0545	0,0788	0,0848	0,2909

Limiar=0,7

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo X – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 1 (com limiar=0,5)

	INTPRO											
	analisar documentação da área requisitante	elaborar minuta do edital	efetuar a abertura do processo administrativo	analisar minuta do edital juridicamente	analisar minuta do edital – tecnicamente	elaborar versão final do edital	publicar edital	realizar sessão pública	realizar a adjudicação da licitação	preparar a homologação do processo	assinar a homologação do processo	
analisar documentação da área requisitante	1,0000	0,3203	0,2732	0,3522	0,3426	0,2616	0,1989	0,2356	0,2182	0,2130	0,2069	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2862	0,4516	0,8442	0,2732	0,2602	0,2536	0,2065	0,2749	0,2385	0,2794	0,2665	
elaborar minuta do edital	0,3074	0,8442	0,3087	0,7746	0,6169	0,4818	0,3433	0,2608	0,2353	0,2797	0,2165	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3556	0,6169	0,4291	0,7643	0,9834	0,5082	0,3146	0,2766	0,2494	0,2399	0,2341	
analisar minuta do edital juridicamente	0,3392	0,6057	0,4161	0,8442	0,9071	0,5203	0,3286	0,2907	0,2563	0,2501	0,2444	
elaborar versão final do edital	0,2616	0,4688	0,4095	0,3645	0,5192	1,0000	0,3474	0,3150	0,2702	0,3073	0,2511	
publicar edital	0,1989	0,3303	0,2195	0,3156	0,3276	0,3474	1,0000	0,2733	0,2750	0,2249	0,2082	
realizar sessão pública	0,2356	0,2478	0,2878	0,2777	0,2896	0,3150	0,2733	1,0000	0,3880	0,2934	0,2771	
realizar a adjudicação da licitação	0,2182	0,2224	0,2514	0,2433	0,2623	0,2702	0,2750	0,3880	1,0000	0,3084	0,2955	
preparar a homologação do processo	0,2130	0,2667	0,2924	0,2371	0,2529	0,3073	0,2249	0,2934	0,3084	1,0000	0,5809	
assinar a homologação do processo	0,2069	0,2035	0,2794	0,2314	0,2471	0,2511	0,2082	0,2771	0,2955	0,5809	1,0000	

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

	ProM											
	analisar documentação da área requisitante	elaborar minuta do edital	efetuar a abertura do processo administrativo	analisar minuta do edital juridicamente	analisar minuta do edital – tecnicamente	elaborar versão final do edital	publicar edital	realizar sessão pública	realizar a adjudicação da licitação	preparar a homologação do processo	assinar a homologação do processo	
analisar documentação da área requisitante	1,0000	0,0667	0,0489	0,1705	0,1752	0,0571	0,0476	0,0571	0,1610	0,0619	0,0714	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0489	0,2622	0,8000	0,0489	0,0489	0,0578	0,0400	0,0489	0,0711	0,1667	0,1667	
elaborar minuta do edital	0,0667	0,8000	0,0622	0,7026	0,4600	0,3290	0,2133	0,0560	0,0686	0,0588	0,0485	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,1752	0,4600	0,2489	0,8100	0,9150	0,3450	0,1350	0,0600	0,0700	0,0450	0,0550	
analisar minuta do edital juridicamente	0,1705	0,5026	0,2489	0,8000	0,8100	0,3667	0,1564	0,0615	0,0615	0,0410	0,0513	
elaborar versão final do edital	0,0571	0,3290	0,2578	0,1667	0,3450	1,0000	0,1645	0,0774	0,0629	0,0529	0,0424	
publicar edital	0,0476	0,2133	0,0400	0,1564	0,1350	0,1645	1,0000	0,0609	0,0514	0,0294	0,0242	
realizar sessão pública	0,0571	0,0560	0,0489	0,0615	0,0600	0,0774	0,0609	1,0000	0,1914	0,0471	0,0424	
realizar a adjudicação da licitação	0,1610	0,0686	0,0711	0,0615	0,0700	0,0629	0,0514	0,1914	1,0000	0,0800	0,0800	
preparar a homologação do processo	0,0619	0,0588	0,1667	0,0410	0,0450	0,0529	0,0294	0,0471	0,0800	1,0000	0,4314	
assinar a homologação do processo	0,0714	0,0485	0,1667	0,0513	0,0550	0,0424	0,0242	0,0424	0,0800	0,4314	1,0000	

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo XI – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 2 (com limiar=0,5)

INTPRO	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 2 (com limiar=0,5)											
	analisar documentação da área requisitante	elaborar minuta do edital	efetuar a abertura do processo administrativo	analisar minuta do edital tecnicamente	analisar minuta do edital juridicamente	elaborar versão final do edital	publicar edital	realizar a adjudicação da licitação	realizar sessão pública	preparar a homologação do processo	assinar a homologação do processo	
analisar documentação da área requisitante	1,0000	0,3203	0,2732	0,3522	0,3426	0,2616	0,1989	0,2247	0,2291	0,2130	0,2069	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2862	0,4516	0,8442	0,2732	0,2602	0,2536	0,2065	0,2449	0,2684	0,2794	0,2665	
elaborar minuta do edital	0,3074	0,8442	0,3087	0,7746	0,6169	0,4818	0,3433	0,2418	0,2543	0,2797	0,2165	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3556	0,6169	0,4291	0,7643	0,9834	0,5062	0,3146	0,2558	0,2701	0,2399	0,2341	
analisar minuta do edital juridicamente	0,3392	0,6057	0,4161	0,8442	0,9071	0,5203	0,3286	0,2628	0,2842	0,2501	0,2444	
elaborar versão final do edital	0,2616	0,4688	0,4095	0,3645	0,5192	1,0000	0,3474	0,2767	0,3085	0,3073	0,2511	
publicar edital	0,1989	0,3303	0,2195	0,3156	0,3276	0,3474	1,0000	0,2815	0,2669	0,2249	0,2082	
realizar sessão pública	0,2356	0,2478	0,2878	0,2777	0,2896	0,3150	0,2733	0,5374	0,8506	0,2934	0,2771	
realizar a adjudicação da licitação	0,2182	0,2224	0,2514	0,2433	0,2623	0,2702	0,2750	0,7078	0,3945	0,3084	0,2955	
preparar a homologação do processo	0,2130	0,2667	0,2924	0,2371	0,2529	0,3073	0,2249	0,3019	0,2998	0,8571	0,5809	
assinar a homologação do processo	0,2069	0,2035	0,2794	0,2314	0,2471	0,2511	0,2082	0,2890	0,2835	0,5809	1,0000	

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 2 (com limiar=0,5)											
	analisar documentação da área requisitante	elaborar minuta do edital	efetuar a abertura do processo administrativo	analisar minuta do edital tecnicamente	analisar minuta do edital juridicamente	elaborar versão final do edital	publicar edital	realizar a adjudicação da licitação	realizar sessão pública	preparar a homologação do processo	assinar a homologação do processo	
analisar documentação da área requisitante	1,0000	0,0667	0,0489	0,1705	0,1752	0,0571	0,0476	0,1610	0,0571	0,0619	0,0714	
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0489	0,2622	0,8000	0,0489	0,0489	0,0578	0,0400	0,0711	0,0489	0,1667	0,1667	
elaborar minuta do edital	0,0667	0,8000	0,0622	0,7026	0,4600	0,3290	0,2133	0,0686	0,0560	0,0588	0,0485	
analisar minuta do edital tecnicamente	0,1752	0,4600	0,2489	0,6100	0,9150	0,3450	0,1350	0,0700	0,0600	0,0450	0,0550	
analisar minuta do edital juridicamente	0,1705	0,5026	0,2489	0,8000	0,8100	0,3667	0,1564	0,0615	0,0615	0,0410	0,0513	
elaborar versão final do edital	0,0571	0,3290	0,2578	0,1667	0,3450	1,0000	0,1645	0,0629	0,0774	0,0529	0,0424	
publicar edital	0,0476	0,2133	0,0400	0,1564	0,1350	0,1645	1,0000	0,0514	0,0609	0,0294	0,0242	
realizar sessão pública	0,0571	0,0560	0,0489	0,0615	0,0600	0,0774	0,0609	0,3914	0,8000	0,0471	0,0424	
realizar a adjudicação da licitação	0,1610	0,0686	0,0711	0,0615	0,0700	0,0629	0,0514	0,8000	0,3914	0,0800	0,0800	
preparar a homologação do processo	0,0619	0,0588	0,1667	0,0410	0,0450	0,0529	0,0294	0,0800	0,0471	1,0000	0,4314	
assinar a homologação do processo	0,0714	0,0485	0,1667	0,0513	0,0550	0,0424	0,0242	0,0800	0,0424	0,4314	1,0000	

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo XII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 3 (com limiar=0,5)

INTPRO	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 3 (com limiar=0,5)									
	analisar documentação da área requisitante	elaborar minuta do edital	efetuar a abertura do processo administrativo	analisar minuta do edital tecnicamente	analisar minuta do edital juridicamente	elaborar versão final do edital	publicar edital	realizar a adjudicação da licitação	realizar sessão pública	assinar a homologação do processo
analisar documentação da área requisitante	0,9994	0,3184	0,2700	0,3476	0,3368	0,2545	0,1905	0,2143	0,2187	0,2075
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2869	0,4496	0,8409	0,2687	0,2544	0,2465	0,1981	0,2346	0,2580	0,2671
elaborar minuta do edital	0,3080	0,8461	0,3055	0,7700	0,6110	0,4746	0,3348	0,2314	0,2439	0,2171
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3562	0,6188	0,4323	0,7597	0,9776	0,4990	0,3062	0,2455	0,2597	0,2347
analisar minuta do edital juridicamente	0,3399	0,8077	0,4193	0,8487	0,9013	0,5132	0,3202	0,2524	0,2738	0,2451
elaborar versão final do edital	0,2622	0,4707	0,4127	0,3690	0,5250	0,9929	0,3389	0,2663	0,2982	0,2517
publicar edital	0,1996	0,3323	0,2227	0,3202	0,3334	0,3545	0,9916	0,2712	0,2565	0,2089
realizar sessão pública	0,2363	0,2497	0,2911	0,2823	0,2955	0,3222	0,2818	0,5270	0,8403	0,2777
realizar a adjudicação da licitação	0,2189	0,2243	0,2547	0,2479	0,2682	0,2774	0,2835	0,7104	0,3971	0,2961
preparar a homologação do processo	0,2137	0,2686	0,2957	0,2416	0,2588	0,3144	0,2333	0,3123	0,3102	0,5815
assinar a homologação do processo	0,2075	0,2054	0,2827	0,2360	0,2529	0,2582	0,2167	0,2994	0,2939	0,8565

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Estrutural 3 (com limiar=0,5)									
	analisar documentação da área requisitante	elaborar minuta do edital	efetuar a abertura do processo administrativo	analisar minuta do edital tecnicamente	analisar minuta do edital juridicamente	elaborar versão final do edital	publicar edital	realizar a adjudicação da licitação	realizar sessão pública	assinar a homologação do processo
analisar documentação da área requisitante	1,0000	0,0667	0,0489	0,1705	0,1752	0,0571	0,0476	0,1610	0,0571	0,0714
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0489	0,2622	0,8000	0,0489	0,0489	0,0578	0,0400	0,0711	0,0489	0,1667
elaborar minuta do edital	0,0667	0,8000	0,0622	0,7026	0,4600	0,3290	0,2133	0,0686	0,0560	0,0485
analisar minuta do edital tecnicamente	0,1752	0,4600	0,2489	0,6100	0,9150	0,3450	0,1350	0,0700	0,0600	0,0550
analisar minuta do edital juridicamente	0,1705	0,5026	0,2489	0,8000	0,8100	0,3667	0,1564	0,0615	0,0615	0,0513
elaborar versão final do edital	0,0571	0,3290	0,2578	0,1667	0,3450	1,0000	0,1645	0,0629	0,0774	0,0424
publicar edital	0,0476	0,2133	0,0400	0,1564	0,1350	0,1645	1,0000	0,0514	0,0609	0,0242
realizar sessão pública	0,0571	0,0560	0,0489	0,0615	0,0600	0,0774	0,0609	0,3914	0,8000	0,0424
realizar a adjudicação da licitação	0,1610	0,0686	0,0711	0,0615	0,0700	0,0629	0,0514	0,8000	0,3914	0,0800
preparar a homologação do processo	0,0619	0,0588	0,1667	0,0410	0,0450	0,0529	0,0294	0,0800	0,0471	0,8314
assinar a homologação do processo	0,0714	0,0485	0,1667	0,0513	0,0550	0,0424	0,0242	0,0800	0,0424	0,8000

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo XIII – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Completo 1 (com limiar=0,5)

	examinar documentação da área requisitante	preparar minuta do edital	efetivar a abertura do processo administrativo	examinar minuta do edital juridicamente	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar a adjudicação da licitação	efetuar sessão pública	firmar a homologação do processo
INTPRO										
analisar documentação da área requisitante	0,9679	0,3150	0,2754	0,3238	0,3130	0,2511	0,1871	0,2041	0,2085	0,2007
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2900	0,4528	0,8168	0,2719	0,2576	0,2496	0,1981	0,2623	0,2854	0,2703
elaborar minuta do edital	0,3114	0,7937	0,3076	0,6308	0,4718	0,4383	0,3291	0,2287	0,2439	0,2182
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3324	0,4724	0,4378	0,7276	0,8062	0,3526	0,2990	0,2347	0,2490	0,2276
analisar minuta do edital juridicamente	0,3160	0,4612	0,2819	0,8162	0,8692	0,5095	0,3128	0,2414	0,2628	0,2377
elaborar versão final do edital	0,2656	0,4298	0,2720	0,3727	0,5286	0,9520	0,3343	0,2634	0,2982	0,2482
publicar edital	0,1962	0,3323	0,2221	0,3165	0,3299	0,3545	0,8987	0,2680	0,2390	0,2050
realizar sessão pública	0,2329	0,2497	0,2903	0,2786	0,2919	0,3222	0,2694	0,4858	0,7854	0,2742
realizar a adjudicação da licitação	0,2155	0,2243	0,2567	0,2442	0,2646	0,2774	0,2753	0,6662	0,3589	0,2920
preparar a homologação do processo	0,2137	0,3039	0,2977	0,2416	0,2588	0,3474	0,2291	0,3098	0,3102	0,5815
assinar a homologação do processo	0,2075	0,2097	0,2848	0,2360	0,2529	0,2582	0,2210	0,2968	0,2939	0,8110

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

	examinar documentação da área requisitante	preparar minuta do edital	efetivar a abertura do processo administrativo	examinar minuta do edital juridicamente	examinar minuta do edital tecnicamente	preparar versão final do edital	divulgar edital	efetuar a adjudicação da licitação	efetuar sessão pública	firmar a homologação do processo
ProM										
analisar documentação da área requisitante	0,9010	0,0619	0,0565	0,0714	0,0762	0,0524	0,0429	0,1467	0,0429	0,0619
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0533	0,2667	0,6913	0,0533	0,0533	0,0622	0,0400	0,1933	0,1622	0,1711
elaborar minuta do edital	0,0714	0,6267	0,0652	0,5077	0,2650	0,2032	0,2053	0,0647	0,0560	0,0500
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0762	0,2550	0,2565	0,5100	0,7000	0,1400	0,1250	0,0550	0,0450	0,0450
analisar minuta do edital juridicamente	0,0714	0,2974	0,0565	0,6795	0,7100	0,3615	0,1462	0,0462	0,0462	0,0410
elaborar versão final do edital	0,0619	0,1968	0,0609	0,1718	0,3500	0,8677	0,1581	0,0588	0,0774	0,0375
publicar edital	0,0429	0,2133	0,0391	0,1513	0,1300	0,1645	0,7200	0,0471	0,0364	0,0188
realizar sessão pública	0,0524	0,0560	0,0478	0,0564	0,0550	0,0774	0,0435	0,2588	0,6232	0,0375
realizar a adjudicação da licitação	0,1562	0,0686	0,0739	0,0564	0,0650	0,0629	0,0400	0,4714	0,0629	0,0743
preparar a homologação do processo	0,0619	0,2216	0,1696	0,0410	0,0450	0,1824	0,0235	0,0765	0,0471	0,4314
assinar a homologação do processo	0,0714	0,0545	0,1696	0,0513	0,0550	0,0424	0,0303	0,0765	0,0424	0,6364

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

Anexo XIV – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Completo 2 (com limiar=0,5)

INTPRO	Mapeamento de equivalência									
	examinar papéis da área requisitante	preparar minuta do papel	efetivar a abertura do papel	examinar minuta do papel administrativo	examinar minuta do papel juridicamente	preparar versão final do papel	divulgar papel	efetuar a adjudicação da compra	efetuar ação pública	firmar a homologação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,8556	0,3082	0,2749	0,3306	0,3198	0,2442	0,1769	0,1973	0,2119	0,1973
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2932	0,4433	0,7262	0,2782	0,2639	0,2401	0,1885	0,2560	0,3389	0,1861
elaborar minuta do edital	0,3120	0,6699	0,3109	0,5539	0,3948	0,3229	0,2168	0,2193	0,2439	0,2219
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3316	0,3867	0,4373	0,6383	0,7097	0,2919	0,2169	0,2347	0,2526	0,2312
analisar minuta do edital juridicamente	0,3200	0,3751	0,2847	0,7264	0,7822	0,4487	0,2304	0,2451	0,2665	0,2414
elaborar versão final do edital	0,2651	0,3175	0,2718	0,3094	0,4600	0,8575	0,2491	0,2537	0,2889	0,2583
publicar edital	0,2013	0,2215	0,2241	0,2385	0,2498	0,2751	0,7082	0,2575	0,2344	0,2162
realizar sessão pública	0,2312	0,2395	0,2927	0,2834	0,2989	0,3193	0,2694	0,4761	0,6653	0,2720
realizar a adjudicação da licitação	0,2087	0,2161	0,2604	0,2415	0,2568	0,2692	0,2672	0,5383	0,3670	0,2920
preparar a homologação do processo	0,1893	0,3123	0,2165	0,2424	0,2537	0,3558	0,2375	0,3140	0,3722	0,4611
assinar a homologação do processo	0,1843	0,2184	0,2035	0,2369	0,2484	0,2669	0,2297	0,2985	0,3562	0,6898

Limiar=0,5

Legenda:	Equivalência
	Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência									
	examinar papéis da área requisitante	preparar minuta do papel	efetivar a abertura do papel	examinar minuta do papel administrativo	examinar minuta do papel juridicamente	preparar versão final do papel	divulgar papel	efetuar a adjudicação da compra	efetuar ação pública	firmar a homologação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,7638	0,0524	0,0558	0,0810	0,0857	0,0429	0,0286	0,1371	0,0476	0,0571
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0578	0,2533	0,5644	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1844	0,1622	0,0533
elaborar minuta do edital	0,0722	0,4533	0,0698	0,4000	0,1973	0,0667	0,0480	0,0516	0,0560	0,0552
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0750	0,1550	0,2558	0,4050	0,5050	0,0550	0,0300	0,0550	0,0500	0,0500
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,1769	0,0605	0,5538	0,6282	0,2564	0,0308	0,0513	0,0513	0,0462
elaborar versão final do edital	0,0611	0,0645	0,0605	0,0632	0,2541	0,7355	0,0387	0,0452	0,0645	0,0516
publicar edital	0,0500	0,0583	0,0419	0,0421	0,0378	0,0533	0,4533	0,0323	0,0300	0,0345
realizar sessão pública	0,0500	0,0417	0,0512	0,0632	0,0649	0,0733	0,0435	0,2452	0,4551	0,0345
realizar a adjudicação da licitação	0,1467	0,0571	0,0791	0,0526	0,0541	0,0514	0,0286	0,3257	0,0743	0,0743
preparar a homologação do processo	0,0278	0,2333	0,0558	0,0421	0,0378	0,1941	0,0353	0,0824	0,0588	0,2627
assinar a homologação do processo	0,0389	0,0667	0,0558	0,0526	0,0486	0,0545	0,0424	0,0788	0,0545	0,4667

Limiar=0,5

Legenda:	Equivalência
	Equivalência Ótima

Anexo XV – Mapeamento de equivalência entre as funções do processo Aquisição vs. Completo 3 (com limiar=0,5)

INTPRO	Mapeamento de equivalência									
	examinar papéis da unidade requerente	preparar croqui do papel	efetivar a abertura do papel adm	examinar croqui do papel pelo jurídico	examinar croqui do papel pelo técnico	preparar croqui acabado do papel	divulgar papel	efetuar a verificação da compra	efetuar ação geral	firmar a verificação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,6554	0,3014	0,2759	0,3153	0,3045	0,2476	0,1769	0,1973	0,2153	0,1939
efetuar a abertura do processo administrativo	0,2805	0,4401	0,5949	0,2782	0,2639	0,2401	0,1885	0,2560	0,3389	0,1893
elaborar minuta do edital	0,3029	0,5118	0,3101	0,4524	0,2964	0,3244	0,2168	0,2193	0,2553	0,2219
analisar minuta do edital tecnicamente	0,3313	0,2938	0,4295	0,4939	0,4904	0,2812	0,2169	0,2312	0,2455	0,2312
analisar minuta do edital juridicamente	0,3161	0,2817	0,2782	0,5020	0,6365	0,4341	0,2304	0,2414	0,2592	0,2414
elaborar versão final do edital	0,2639	0,3267	0,2643	0,3094	0,4639	0,6395	0,2491	0,2629	0,2889	0,2721
publicar edital	0,1926	0,2215	0,2299	0,2348	0,2498	0,2683	0,7082	0,2575	0,2447	0,2211
realizar sessão pública	0,2263	0,2395	0,2856	0,2797	0,2951	0,2981	0,2694	0,4807	0,5266	0,2770
realizar a adjudicação da licitação	0,1958	0,2161	0,2478	0,2377	0,2529	0,2733	0,2672	0,3941	0,3548	0,3002
preparar a homologação do processo	0,1965	0,3081	0,2228	0,2462	0,2614	0,3558	0,2375	0,3140	0,3722	0,3364
assinar a homologação do processo	0,1912	0,2141	0,2069	0,2407	0,2561	0,2669	0,2297	0,2985	0,3562	0,5357

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima

ProM	Mapeamento de equivalência									
	examinar papéis da unidade requerente	preparar croqui do papel	efetivar a abertura do papel adm	examinar croqui do papel pelo jurídico	examinar croqui do papel pelo técnico	preparar croqui acabado do papel	divulgar papel	efetuar a verificação da compra	efetuar ação geral	firmar a verificação do papel
analisar documentação da área requisitante	0,5610	0,0429	0,0571	0,0524	0,0571	0,0476	0,0286	0,1371	0,0524	0,0524
efetuar a abertura do processo administrativo	0,0400	0,2489	0,4156	0,0622	0,0622	0,0489	0,0267	0,1844	0,1622	0,0578
elaborar minuta do edital	0,0595	0,2720	0,0688	0,2579	0,0595	0,0688	0,0480	0,0516	0,0720	0,0552
analisar minuta do edital tecnicamente	0,0800	0,0450	0,2450	0,2550	0,2700	0,0400	0,0300	0,0500	0,0400	0,0500
analisar minuta do edital juridicamente	0,0769	0,0462	0,0513	0,2718	0,4564	0,2359	0,0308	0,0462	0,0410	0,0462
elaborar versão final do edital	0,0595	0,0774	0,0500	0,0632	0,2595	0,4625	0,0387	0,0581	0,0645	0,0710
publicar edital	0,0378	0,0583	0,0500	0,0368	0,0378	0,0438	0,4533	0,0323	0,0444	0,0414
realizar sessão pública	0,0432	0,0417	0,0563	0,0579	0,0595	0,0438	0,0435	0,2516	0,2609	0,0414
realizar a adjudicação da licitação	0,1286	0,0571	0,0686	0,0474	0,0486	0,0571	0,0286	0,1971	0,0571	0,0857
preparar a homologação do processo	0,0378	0,2275	0,0647	0,0474	0,0486	0,1941	0,0353	0,0824	0,0588	0,0882
assinar a homologação do processo	0,0486	0,0606	0,0606	0,0579	0,0595	0,0545	0,0424	0,0788	0,0545	0,2909

Limiar=0,5

Legenda: Equivalência
Equivalência Ótima