

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

JONAS BULEGON GASSEN

**Modelagem de processos de negócio:
rótulos e ontologias**

Tese apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de
Doutor em Ciência da Computação

Orientador: Prof. Dr. José Palazzo Moreira
de Oliveira
Co-orientador: Profa. Dra. Lucinéia Heloisa
Thom

Porto Alegre
novembro de 2014

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Gassen, Jonas Bulegon

Modelagem de processos de negócio: rótulos e ontologias / Jonas Bulegon Gassen. – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2014.

112 f.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR–RS, 2014. Orientador: José Palazzo Moreira de Oliveira; Coorientador: Lucinéia Heloisa Thom.

1. Modelos de processo. 2. Processo de modelagem de processos. 3. Rótulos de modelos de processo. 4. Ontologias. I. de Oliveira, José Palazzo Moreira. II. Thom, Lucinéia Heloisa. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Vladimir Pinheiro do Nascimento

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Luis da Cunha Lamb

Coordenador do PPGC: Prof. Luigi Carro

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

*“To the man who only has a hammer,
everything he encounters begins to look like a nail.”*

— ABRAHAM MASLOW

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma incentivaram e contribuíram para o desenvolvimento desta tese. Em especial agradeço,

aos meus Pais e minha família pelo incentivo constante aos estudos, bem como apoio incondicional;

ao Professor Giovani Rubert Librelotto, pelo incentivo à pós-graduação, quando eu, ao final da graduação, não sabia ao certo o caminho a seguir;

a Professora Renata Galante, que após minha banca de mestrado me apresentou ao Professor José Palazzo M. de Oliveira;

ao Professor Palazzo e a Professora Lucinéia H. Thom, pela confiança e suporte, bem como pelas discussões e sugestões durante o período de doutorado;

a Professora Amel Bouzeghoub, pela orientação durante meu período de sanduíche, em Paris;

ao Professor Jan Mendling, por me receber em seu grupo em Viena e pelas colaborações conseguintes;

aos membros da banca de defesa desta tese: Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui (PPGIE-UFRGS), Prof. Dr. Leandro Krug Wives (INF-UFRGS) e Prof. Dr. Ricardo Melo Bastos (PUCRS), por terem aceitado o convite.

a Martina, pela apoio e paciência, principalmente nas minhas ausências;

a todos os amigos, pelo apoio mesmo com a distância e as ausências nos últimos anos;

ao pessoal do laboratório na UFRGS, pelo bom humor e discussões construtivas;

à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro que permitiu minha dedicação ao doutorado. Bem como permitiu a realização do período sanduíche;

ao Instituto de Informática da UFRGS, pela infraestrutura disponibilizada; aos professores do PPGC pelos ensinamentos transmitidos e aos funcionários sempre dispostos.

Modelagem de processos de negócio: rótulos e ontologias

RESUMO

Modelos de processo são compostos de elementos gráficos e texto. Entretanto, as palavras utilizadas para nomear os elementos durante a modelagem de processos possuem potencial ambiguidade, o que pode resultar em problemas de qualidade do modelo de processo. Ontologias são bastante citadas na literatura como possível solução para tais problemas. Um dos principais aspectos discutidos nesta tese refere-se às palavras utilizadas para representar conceitos em rótulos de elementos de processo e porque ontologias podem contribuir para melhorar essa representação. Além disso, é apresentada uma análise sobre como especificações de requisitos podem influenciar, em alguns aspectos, os rótulos utilizados durante a modelagem de processos. A discussão acerca de ontologias neste contexto é conceitual. Ademais, um experimento foi realizado para analisar empiricamente o problema do vocabulário no contexto de modelos de processo. No experimento, a seleção de termos representados com diferentes níveis de explicitação, nas especificações de requisitos, é avaliada. Os resultados sugerem que o problema do vocabulário ocorre significativamente em modelos de processo. Além disso, diferentes níveis de explicitação afetam os rótulos criados, porém não são o suficiente para resolver o problema do vocabulário.

Em relação à ontologias, há uma carência de pesquisas demonstrando se esses artefatos aprimoram de fato a modelagem de processos ou os modelos de processo resultantes. Uma análise sobre estes aspectos é apresentada, a fim de verificar se as ontologias não acabam por trazer desvantagens, ex. aumentar a carga cognitiva ou causar interferência retroativa. Para tal, um protótipo de ferramenta de modelagem de processos com suporte de ontologias foi construído, o qual registra as ações dos usuários durante o projeto. O suporte utiliza uma abordagem proposta nesta tese. Um segundo experimento foi realizado utilizando tal protótipo. Os resultados sugerem que a abordagem proposta provê suporte de ontologias sem degradar a qualidade da modelagem de processos para os quesitos carga cognitiva, tempo consumido e interferência retroativa. Neste sentido, conclui-se que é possível utilizar ontologias para melhorar a modelagem de processos sem deteriorar a qualidade da modelagem, pelo menos para os aspectos verificados no experimento.

Palavras-chave: Modelos de processo, processo de modelagem de processos, rótulos de modelos de processo, ontologias.

Business process modeling: labels and ontologies

ABSTRACT

Process models are composed of graphical elements and words. However, words used to name elements during process design have potentially ambiguous meanings, which might result in quality problems. An artifact widely referred to address these problems is ontologies.

One of the main aspects discussed in the current thesis are related to words used to represent concepts in labels and why ontologies can improve this representation. Also, we analyze how the requirements specifications can influence the terms used during modeling. In this point, the discussion regarding ontologies is conceptual. We performed an experiment to analyze empirically the vocabulary problem in the context of process models. In the experiment the selection of terms represented with different levels of explicitness in requirements specifications is evaluated. Our findings suggest that the vocabulary problem occurs in process models. Also, different levels of explicitness affect the labels but are not sufficient to solve the vocabulary problem.

It is well known the use of ontologies, dictionaries, thesaurus and so on as a means to improve activity labels of process models, among other aspects. However, there is a lack of researches showing whether these artifacts indeed improve modeling or the resultant process models. In this paper we analyze ontology support regarding process modeling. Another main aspect of this thesis is to verify whether ontologies, while supporting modeling, do not generate drawbacks such as increasing modeler's cognitive load or creating retroactive interference.

To this end, a prototype created in this thesis, which provides ontology support for modeling and registers user actions was adapted. The ontology support follows a modeling approach proposed by us. The experiment findings suggest that the approach was able to provide ontology support without increase cognitive load and time consumption for the task. In this light, it is possible to improve process modeling with support of other artifacts without compromising the modeling task, at least for the aspects covered in the experiment.

Keywords: process models, process of process modeling, labels of process models, ontologies.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PMP	Processo de modelagem de processos
BPMN	<i>Business Process Modeling and Notation</i>
EPC	<i>Event-driven process chain</i>
MT	Memória de trabalho
IR	Interferência retroativa
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>
SW	Serviço Web

LISTA DE FIGURAS

2.1	Divisão de ontologias	18
2.2	Ciclo de vida de BPM	21
2.3	Categorias básicas de BPMN	22
2.4	Exemplo de modelo de processo	23
2.5	Modelo de Cowan	26
3.1	Tela principal do formulário	49
3.2	Barras de erro para o elemento sujeito	56
3.3	Barras de erro para o elemento sujeito	60
4.1	Modelo de amarração	68
4.2	Exemplo do modelo de amarração	69
4.3	Elementos visíveis da ontologia	70
4.4	Seleção de sujeitos	71
4.5	Edição de rótulos de atividades (verbo-objeto)	73
4.6	Apresentação de descrições e sinônimos	74
4.7	Criação de um modelo de processos com o protótipo	75
4.8	Modelo de processo utilizado no experimento de modelagem	84

LISTA DE TABELAS

3.1	Respostas iguais (em pares) para os elementos Sujeito, Verbo e Objeto	51
3.2	Exemplos de respostas para cada questão	52
3.3	Exemplos de respostas para cada questão (continuação)	53
3.4	Elemento é exatamente igual ao elemento escrito por outra pessoa. Elemento contém todo o elemento escrito por outra pessoa. Ambos de forma pareada.	55
3.5	Tabelas cruzadas e teste de McNemar para o elemento Sujeito	56
3.6	Tabelas Cruzadas e teste de McNemar para o elemento verbo	57
3.7	Frequências para o elemento Objeto	57
3.8	Distribuição de Zipf para elementos de rótulos de atividades	58
3.9	Teste T pareado para média do rótulo e elemento sujeito	59
3.10	Estatísticas descritivas para elementos verbo e objeto	60
4.1	Exemplos de relações em <i>functional syntax</i>	77
4.2	Comparação de rótulos de atividade criados	85
4.3	Tempo geral para modelagem e reconciliação	85
4.4	Contagem de ações	86
4.5	Tempo consumido pelas ações	87
4.6	Interações entre compreensões	88
4.7	Edição de rótulos de atividades	88
4.8	Esforço cognitivo geral (autoavaliação)	89
5.1	Exemplos de filtragem "relacionado a"	97

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Questão de pesquisa, objetivos e contribuições	15
1.2	Etapas de estudo e pesquisa	15
1.3	Estrutura do texto	16
2	FUNDAMENTAÇÃO	17
2.1	Ontologias	17
2.1.1	Linguagens para descrição de ontologias	19
2.1.2	Inferências sobre ontologias	19
2.2	Modelos de processo	20
2.3	Processo de modelagem de processos	24
2.4	Outros conceitos utilizados	24
2.4.1	Memória de trabalho limitada	24
2.4.2	Teoria da carga cognitiva	27
2.4.3	Golfos da execução e avaliação	28
2.4.4	Racionalidade limitada	28
2.4.5	Economia de atenção	29
2.4.6	Fenômeno de ancoragem e ajuste	29
2.4.7	Problema do vocabulário	30
2.5	Trabalhos relacionados de aspecto geral	31
2.5.1	Trabalhos relacionados sem ontologias	31
2.5.2	Trabalhos relacionados com ontologias	35
3	RÓTULOS DE MODELOS DE PROCESSO	39
3.1	Problemática de rótulos em geral	39
3.2	Problemática de rótulos em modelagem conceitual	40
3.3	Possível utilização de ontologias	42
3.4	Análise do problema do vocabulário	43
3.4.1	Hipóteses	43
3.4.2	Descrição do experimento realizado	45
3.4.3	Resultados	50
3.5	Conclusão do capítulo	62
4	MODELAGEM DE PROCESSOS SUPOSTADA POR ONTOLOGIAS	63
4.1	Possíveis problemas causados pela modelagem de processo com suporte de ontologias	63
4.1.1	Memória de trabalho limitada	63

4.1.2	Consumo de tempo	64
4.1.3	Espaço de alternativas	64
4.1.4	Carga cognitiva irrelevante	64
4.1.5	Problemas de precisão	65
4.1.6	Abrangência da assistência	65
4.2	Abordagem desenvolvida	65
4.2.1	Ideia base	66
4.2.2	Modelo de amarração de rótulos	66
4.2.3	Protótipo de ferramenta desenvolvido	70
4.2.4	Intuito do protótipo de ferramenta	75
4.2.5	Escopo das ontologias	76
4.3	Aspectos considerados pela abordagem apresentada nesta tese	76
4.3.1	Em relação a modelagem de processos	76
4.3.2	Em relação a ontologias	77
4.3.3	Em relação ao processo de modelagem de processos	78
4.4	Experimento	79
4.4.1	Hipóteses	79
4.4.2	Descrição do experimento	80
4.4.3	Resultados	85
4.4.4	Implicações	91
4.5	Conclusões do capítulo	92
5	CONCLUSÕES	93
5.1	Trabalhos futuros	96
5.2	Publicações	98
	REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

Modelagem de processos de negócios é uma das formas mais populares de modelagem conceitual (RECKER et al., 2010). Sua aplicação tanto na academia quanto em organizações comerciais é crescente (DAVIES et al., 2006), a fim de alinhar processos de negócios e objetivos organizacionais (WESKE, 2012) (PRIEGO-ROCHE et al., 2012). Os modelos de processo apresentam papel crucial na tomada de decisão relacionada a análises e projeto de sistemas corporativos orientados a processos (DREILING et al., 2008). Além disso, são fundamentais para documentação de processos de negócios executados em organizações (RECKER; DREILING, 2011). Com esse crescente interesse, grupos de especialistas em gerenciamento de processos de negócios (BPM), centros de competência e departamentos de consultoria têm surgido nas organizações (LEOPOLD et al., 2014). Entretanto, esta realidade não é geral, em muitos casos os modeladores são casuais (PINGGERA et al., 2010a) e sem treinamento suficiente (ROSEMANN, 2006).

Modelos conceituais são úteis para representar a intenção do modelador ou de um grupo de modeladores. O desenvolvimento de modelos consolida uma melhor comunicação entre os participantes. Melhoria e compreensão de processos também são aspectos essenciais de BPM (INDULSKA et al., 2009). Nos últimos anos, atenção crescente tem sido dada a fatores que podem melhorar a qualidade de modelos de processos de negócio, como apresentado por Mendling (2010) (2012) Recker (2011) ou Fettke (2012). É importante ressaltar que o interesse principal, porém não único, da corrente tese possui foco em pessoas. Descrições realizadas a partir de atividades de modelagem conceitual tem como foco seres humanos e não máquinas (MYLOPOULOS, 1992).

Uma linha de pesquisa bastante relevante para este trabalho é a relacionada aos rótulos de modelos de processos. A maioria das informações críticas sobre domínio são providas por texto (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010), neste sentido, os rótulos são muito importantes para permitir a compreensão desses modelos. Pesquisas apresentam o estilo mais adequado (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010) para rótulos de atividades e estratégias para aprimorá-los utilizando linguagens naturais (LEOPOLD; SMIRNOV; MENDLING, 2012) (LEOPOLD; SMIRNOV; MENDLING, 2011).

Porém, ainda existem algumas lacunas significativas na questão de rótulos de mo-

delos de processo. Nesta tese são discutidas questões que podem causar interpretação inadequada de palavras utilizadas por modeladores para representá-los, o que pode influenciar desde a modelagem até a interpretação do modelo; as qualidades pragmática e social são de especial interesse (KROGSTIE; SINDRE; JØRGENSEN, 2006). Qualidade pragmática refere-se a apresentação do modelo através de determinado objeto (diagrama em alguma linguagem ou notação). Qualidade social refere-se ao acordo dos significados enquanto grupo.

Fatores pessoais e de especificações de requisitos são analisados, os quais, neste caso, estão relacionados as palavras utilizadas na representação de processos. Para fatores pessoais, foi testada a relevância em relação ao problema do vocabulário. Para fatores da especificação, são investigados diferentes níveis de explicitação das palavras nas especificações de requisitos e a sua influência na modelagem. A fim de obter dados empíricos para maior validade da pesquisa, foi conduzido um experimento através de formulário online com o intuito de avaliar o comportamento dos usuários na criação de rótulos. O problema do vocabulário foi verificado para modelos de processo, sendo adicionado ao conjunto de adversidades conhecidas para rótulos em linguagem natural. Influências das especificações de requisitos, em alguns aspectos, também foram verificadas. Porém elas são insuficientes para evitar o problema do vocabulário, o qual pode afetar principalmente a compreensão e a recuperação de modelos, para reuso, por exemplo.

O problema pode ser relacionado a questões sociais e de intenção. Cabe salientar que é citada a intenção no sentido de propósito e não a intensão/extensão da filosofia da linguagem e semântica. A questão social se refere a compreensão da intenção da outra pessoa, o que resulta em acordos sobre significados. Alguns autores sugerem a utilização de dicionários, thesaurus, ontologias e outros artefatos para suporte à modelagem de processos. A fim de evitar problemas, como o do vocabulário, e adicionar outras funcionalidades à modelagem de processos. O corrente estudo se restringe a aplicação de ontologias, o mesmo visa analisar se ontologias como suporte para modelagem de processos de negócio é uma estratégia oportuna e adequada.

Pesquisas como as apresentadas em (THOMAS; FELLMANN, 2009; BARNICKEL; BÖTTCHER; PASCHKE, 2010; GAILLY; CASTELEYN; ALKHALDI, 2013; CHERFI; AYAD; COMYN-WATTIAU, 2013) propõem a utilização de ontologias para aprimorar modelos de processo. Entretanto, há uma discussão sobre melhoria da semântica dos modelos de processos, sem preocupações com a modelagem centrada em seres humanos. Outros aprimoramentos são sugeridos com a utilização de ontologias, tais como: interoperabilidade (LIN; DING, 2005), validação (SILEGA; LOUREIRO; NOGUERA, 2014), tradução (NORTON; CABRAL; NITZSCHE, 2009a), enriquecimento semântico (LIN; SØLVBERG, 2007), geração automática de workflows (TERNAI; TOROK, 2011), para ajudar com heterogeneidade semântica (LIN et al., 2006), integração (FAN; ZHANG; SUN, 2009), verificação (WEBER; HOFFMANN; MENDLING, 2010), configuração

(HUANG et al., 2013) e assim por diante. A abordagem mais comumente utilizada é a anotação semântica, na qual o modelo de processos é anotado com conceitos de ontologias.

Apesar das melhorias trazidas por ontologias, tais como as citadas acima, é necessário também analisar possíveis problemas que as mesmas podem vir a causar durante a modelagem de processos. Estas podem criar alguns efeitos que reduzem a qualidade do **Processo de Modelagem de Processos (PMP)**. A corrente tese analisa possíveis desvantagens causadas por artefatos, tais como ontologias, sugeridos para aprimorar modelagem de processos ou os modelos resultantes. São analisados fatores como tempo consumido, carga cognitiva (nível de utilização de recursos como: memória, raciocínio e atenção) e economia de atenção (diminuição do nível de atenção necessária durante a realização de tarefas). Esses fatores podem deteriorar a modelagem de processos, consequentemente deteriorando ou impossibilitando tal aplicação.

Além disso, esta tese apresenta uma abordagem para construção de rótulos com suporte de ontologias que busca melhorá-los e ao mesmo tempo evitar alguns aspectos dos problemas discutidos acima. Para verificá-los, é necessário um estudo referente às ações dos modeladores durante a construção dos modelos de processo. Recentes pesquisas têm focado no PMP (KOLB et al., 2014; SOFFER; KANER; WAND, 2012; RECKER; MENDLING; HAHN, 2013), o qual é investigado na corrente tese em relação ao suporte de ontologias. Pinggera (2012) apresenta um estratégia com base nas ações dos modeladores, para modelagem de processos, as quais são armazenadas durante a modelagem para posterior análise. Um protótipo de ferramenta foi construído para aplicar a abordagem apresentada nesta tese. Tal protótipo foi adaptado para utilizar a estratégia apresentada em (PINGGERA et al., 2012).

A fim de obter evidências empíricas, um experimento utilizando o protótipo foi realizado, com o intuito de analisar algumas ações de modeladores durante o PMP. Esta análise foi realizada sobre dados armazenadas pelo protótipo durante a modelagem de processos. O objetivo do experimento foi verificar, em alguns aspectos, se a adição do artefato de suporte (ontologia) causa degradação da modelagem. Neste caso, os resultados serão provavelmente diferentes para cada abordagem. A abordagem proposta nesta tese visa evitar tais problemas, resultado que foi verificado através do experimento mencionado.

Os modelos resultantes podem ser aplicados para execução com a utilização de serviços web. Neste ponto, a tese está associada a outros trabalhos desenvolvidos pelo grupo de Sistemas de Informação do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tais como (KAMBARA-SILVA et al., 2014), que busca executar os modelos de processo, selecionando, instanciando e executando serviços web adequados para cada atividade, os quais são selecionados com estratégia de comparação de similaridade e análise contextual do ambiente, a partir de uma representação abstrata. A abordagem desta tese pode ser utilizada para apoiar a fase de modelagem dos processos de negócios

que visam gerir situações de interesse no trabalho de Kambara-Silva (2014). Machado (2014) apresenta um framework para suporte de sistemas de assistência domiciliar proativos, o qual deve suportar a execução de composições de serviços apresentados em (KAMBARA-SILVA et al., 2014). Além disso, (THOM et al., 2012) discute uma arquitetura para a interação entre ontologias e modelos de processo. Neste caso, a corrente tese está relacionada ao último passo, melhoria de processos, da referida arquitetura.

1.1 Questão de pesquisa, objetivos e contribuições

O objetivo geral da tese se enquadra nas melhorias da modelagem de processos. Os objetivos específicos referem-se as melhorias de rótulos utilizados em processos e a utilização de ontologias como suporte para a sua modelagem. Esta tese tem por intuito analisar problemas relacionados a criação dos rótulos, conceitualmente e através de testes empíricos. A questão de pesquisa pode ser resumida da seguinte forma: a utilização de ontologias como suporte para modelagem de processos de negócio é uma estratégia oportuna (i) e adequada (ii)? A fim de responder tal questão, três pontos principais podem ser utilizados para apresentar os objetivos e contribuições.

- (i) O trabalho discute a utilização de rótulos de atividades em modelos de processo, apresentando problemas e possíveis soluções. Um experimento é realizado para verificar evidências empíricas sobre a relevância do problema do vocabulário aplicado a rótulos de modelos de processos. Tal problema apoia a utilização de ontologias como suporte para melhoria da modelagem de processos.
- (ii) Uma abordagem para modelagem de processos com suporte de ontologias é apresentada. A mesma visa aprimorar rótulos de atividades bem como evitar possíveis desvantagens causadas pelo suporte de ontologias na criação desses.
- (ii) Uma análise sobre a aplicação de ontologias na modelagem de processos é realizada. Possíveis problemas que podem ser ocasionados pela utilização de ontologias neste contexto também são discutidos e um experimento para verificá-los através de evidências empíricas foi realizado.

1.2 Etapas de estudo e pesquisa

O desenvolvimento da tese compreendeu as etapas descritas a seguir:

1. Estudo da literatura específica e marginal;
2. Construção de hipóteses gerais e específicas;
3. Construção da abordagem proposta e implementação do protótipo;
4. Elaboração de experimentos para verificação das hipóteses específicas;
5. Execução de experimentos e análise de resultados;

6. Escrita de artigos e da Tese;

1.3 Estrutura do texto

O texto é estruturado da seguinte maneira:

- O Capítulo 2 apresenta discussões de fundamentação conceitual, tratando os conceitos básicos utilizados no trabalho, bem como a problemática abordada, com uma visão geral. Também são introduzidos alguns conceitos referentes a psicologia, como teorias e efeitos utilizados na tese. Por fim, são apresentados trabalhos relacionados, sem aplicação de ontologias e com a aplicação de ontologias.
- O Capítulo 3 apresenta uma discussão acerca de problemas relativos a rótulos de atividade, relacionando-os a ontologias como uma possível solução. A seguir um experimento é realizado para obter evidências empíricas sobre o problema do vocabulário em modelos de processo.
- O Capítulo 4 discursa sobre possíveis desvantagens relacionadas a modelagem de processos com suporte de ontologias e apresenta a abordagem desenvolvida nesta Tese, a qual busca evitar tais desvantagens. Ainda, um experimento que trata de alguns aspectos relativos às desvantagens discutidas é demonstrado.
- Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões, descrevendo as contribuições da pesquisa, perspectivas de trabalhos futuros e publicações relacionadas a tese.

2 FUNDAMENTAÇÃO

Este capítulo tem por objetivo introduzir os conceitos utilizados na pesquisa. São apresentados os conceitos de ontologias e modelagem de processo, foco da tese. Além disso, são discutidos outros conceitos importantes, como algumas teorias e fenômenos da psicologia. Por fim, são apresentados trabalhos relacionados.

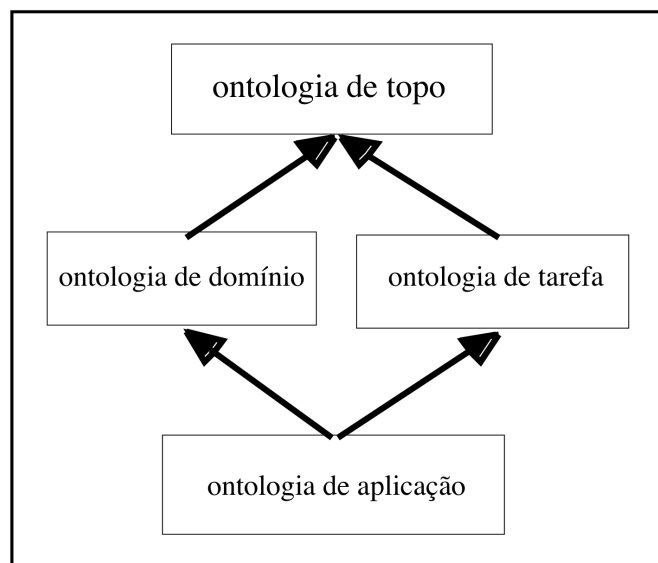
2.1 Ontologias

Uma das definições mais utilizadas na literatura apresenta ontologia como uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada (STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998). Neste contexto, conceituação refere-se a um modelo que descreve conceitos (ex. Autor, Artigo, Revisor, etc.) e relacionamentos entre eles (ex. Escreve, Submete, etc.) de algum domínio. O termo formal significa que o modelo possui lógica aplicada, o que permite evitar ambiguidades, também permite aplicar mecanismos de inferência e checar a consistência do modelo. Além disso, o termo compartilhada significa que o modelo é aceito por um grupo de pessoas, que há um conhecimento consensual. Ontologias possuem alguns construtos básicos (GRUBER, 1995; NOY; mcguinness, 2001), os quais são descritos a seguir.

- **Classes:** unidade básica de uma ontologia, definem conceitos como pessoa ou carro;
- **Indivíduos:** instâncias ou objetos de uma classe, como o indivíduo João que pertence à classe pessoa;
- **Atributos:** propriedades e/ou características que indivíduos e classes podem possuir, os quais diferenciam os indivíduos de uma classe, como a idade ou o sexo de uma pessoa;
- **Relacionamentos:** maneiras que classes e indivíduos podem se relacionar, como por exemplo, um aluno é orientado por um professor;
- **Axiomas:** sentenças que definem o que é verdade no domínio descrito, provêm base para o raciocínio.

Outros construtos mais complexos podem ser utilizados, dependendo da representação escolhida. Ademais, esses construtos não são absolutos, outras representações tais como (GUIZZARDI; WAGNER, 2010) são discutidas na literatura. Guarino (1998) divide ontologias em três níveis, (1) ontologias de topo, (2) ontologias de domínio e ontologias de tarefa, e (3) ontologias de aplicação. Esta divisão é representada pela Figura 2.1.

Figura 2.1: Divisão de ontologias



Fonte: Tradução livre de (GUARINO, 1998)

Na Figura 2.1, as flechas representam especialização. Uma descrição de cada um dos tipos é apresentada a seguir.

- **Ontologias de topo:** Descrevem conceitos gerais, como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação e assim por diante, os quais são independentes de um problema ou domínio em particular.
- **Ontologias de domínio e de tarefa:** Descrevem, respectivamente, o vocabulário relacionado a um domínio genérico (como medicina ou automóveis) ou uma tarefa genérica (como diagnóstico ou vendas), através da especialização dos conceitos apresentados na ontologia de topo.
- **Ontologias de aplicação:** Descrevem conceitos que dependem de um domínio em particular e de uma tarefa, sendo frequentemente especializadas a partir de ontologias do nível anterior. Esses conceitos frequentemente correspondem a papéis realizados por entidades de domínio ao executarem determinadas atividades.

O foco da tese, em relação aos rótulos de modelos de processo, refere-se às ontologias de aplicação. Entretanto as ontologias que representam uma organização podem utilizar quaisquer níveis desejados, desde que gerenciem a parte de aplicação para empregar a

abordagem proposta. Uma organização pode reutilizar, por exemplo, uma ontologia de topo que descreve conceitos gerais e descrever níveis mais específicos do negócio com suas próprias ontologias. Neste caso, as aplicações executadas pela mesma seriam descritas por esta ontologia. Por exemplo: uma empresa de vendas pela internet iria descrever os *stakeholders* envolvidos em seu processo de vendas, bem como as ações executadas e outros conceitos envolvidos, além das suas regras de negócio.

As próximas seções descrevem questões referentes à representação de ontologias, bem como a realização de raciocínio e inferências sobre as mesmas.

2.1.1 Linguagens para descrição de ontologias

Existem diversas formas de se representar ontologias, porém este trabalho não tem o intuito de discuti-las. Será utilizada a Web Ontology Language (OWL), uma recomendação W3C para Web Semântica (MCGUINNESS; HARMELEN, 2004). Isto ocorre devido a diversos fatores, como a necessidade de processamento da corrente pesquisa, a ampla utilização, ferramentas e APIs disponíveis e atualizadas, bem como boa documentação.

2.1.2 Inferências sobre ontologias

A fim de melhorar a expressividade das ontologias, podem ser utilizadas regras de inferência. Utilizando estas regras e métodos de raciocínio, os reasoners são capazes de inferir conclusões lógicas baseados em fatos ou proposições armazenadas no sistema. Uma inferência recebe como entrada uma parte do conhecimento do domínio em questão e gera uma saída, a qual é uma transformação desse conhecimento (JÚNIOR, 2003). Ou seja, a inferência possibilita derivar conclusões a partir de informações presentes na representação ontológica. Um exemplo simples, a partir do site da W3C¹, da utilização de alguns construtos apresentados anteriormente será descrito a seguir. O mesmo pode ser representado através da linguagem OWL. Primeiramente a terminologia:

- **Classes:** Pessoa, Avó, Mãe, Pai, Filho;
- **Relacionamento:** Filho tem mãe Mãe, do tipo funcional;
- **Relacionamento:** Pessoa é ancestral de Pessoa, do tipo transitivo;

Em seguida, as declarações:

- **Indivíduo:** Ana, do tipo Mãe (Subclasse de Pessoa);
- **Indivíduo:** Maria, do tipo Mãe (Subclasse de Pessoa);
- **Indivíduo:** Mariazinha, do tipo Mãe (Subclasse de Pessoa);
- **Indivíduo:** João do tipo Filho (Subclasse de Pessoa);
- **Relacionamento:** João tem mãe Maria
- **Relacionamento:** João tem mãe Mariazinha

¹<http://www.w3.org/TR/owl2-syntax/>

- **Relacionamento:** Maria é ancestral de João
- **Relacionamento:** Ana é ancestral de Maria

Com base nestes fatos, um software de raciocínio poderia inferir alguns novos fatos, não declarados explicitamente, por exemplo:

- Maria e Mariazinha seriam declaradas como mesmo indivíduo, visto que a propriedade tem mãe é funcional. Ou seja, João só pode ter uma Mãe;
- Mariazinha seria declarada como ancestral de João, porque ela é o mesmo indivíduo que Maria, que é ancestral de João;
- Ana seria declarada como ancestral de Mariazinha, pelo mesmo motivo anterior;
- Ana seria declarada como ancestral de João, pois a propriedade é ancestral de é transitiva. Ou seja, se Ana é ancestral de Maria e Maria é ancestral de João, logo, Ana é ancestral de João (transitividade);

No exemplo apresentado, as inferências são realizadas sem a utilização de regras. Os construtos puramente OWL permitem alguns tipos de inferências. Porém, alguns fatos não conseguem ser expressos utilizando apenas tais construtos. Regras SWRL (Semantic Web Rule Language) (HORROCKS et al., 2004) podem ser utilizadas neste contexto. Existem vários construtos para a definição de regras SWRL, os mesmos podem ser encontrados no site². Não são aplicadas regras de inferência diretamente na corrente tese, porém a sua utilização em trabalhos futuros fica disponível devido a utilização das ontologias OWL.

2.2 Modelos de processo

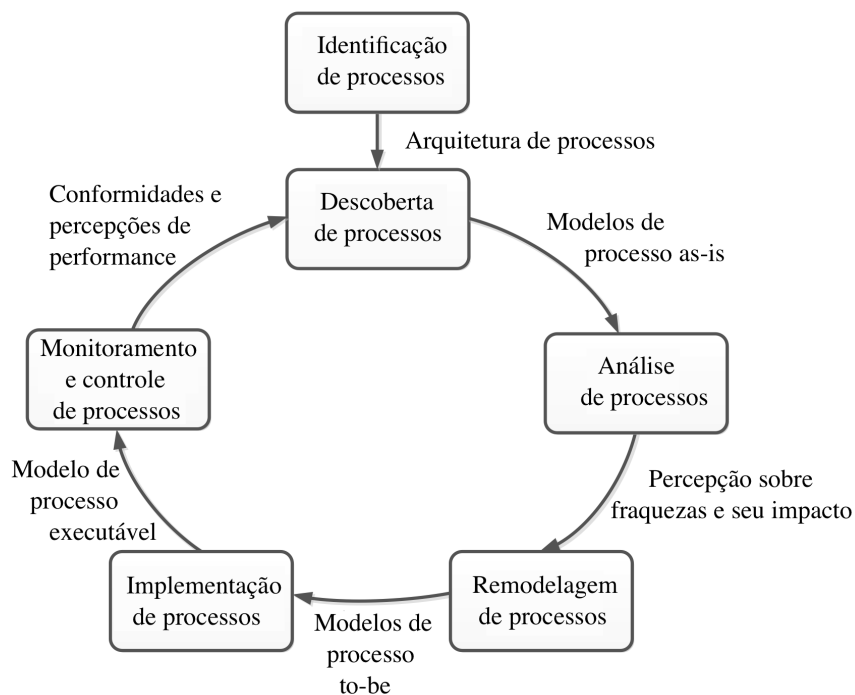
Gerenciamento de processos de negócios (em inglês, *Business Process Management - BPM*) é a arte e ciência de inspecionar como o trabalho é realizado em uma organização, garantir resultados consistentes e aproveitar oportunidades de aprimoramentos. Tais como, redução de custos, tempo de execução e diminuição erros (DUMAS et al., 2013). A Figura 2.2 apresenta o ciclo de vida segundo Dumas (2013).

A Figura 2.2 apresenta o ciclo de vida de BPM e permite verificar que modelos estão presentes em diferentes fases do mesmo. A corrente tese tem foco na modelagem de processos de negócios, que ocorre nas fases de “descoberta de processos” e “remodelagem de processos”. Além do processo de modelagem, os modelos resultantes são importantes para a tese.

Um processo de negócio consiste em um conjunto de atividades executadas de forma coordenada em um ambiente técnico e organizacional, realizando um objetivo de negócio (WESKE, 2012). Um *workflow* é a automatização de um processo de negócio, na qual, documentos, informações e/ou atividades são passados de um participante a outro,

²<http://www.w3.org/Submission/SWRL/#8>

Figura 2.2: Ciclo de vida de BPM



Fonte: Tradução livre de (DUMAS et al., 2013, p. 21)

a fim de que sejam tomadas ações de acordo com um conjunto de regras e procedimentos (WESKE, 2012). Pode-se dizer que um processo de negócio está mais próximo do nível intencional, dos objetivos da organização e um *workflow* está mais próximo do nível operacional, da execução.

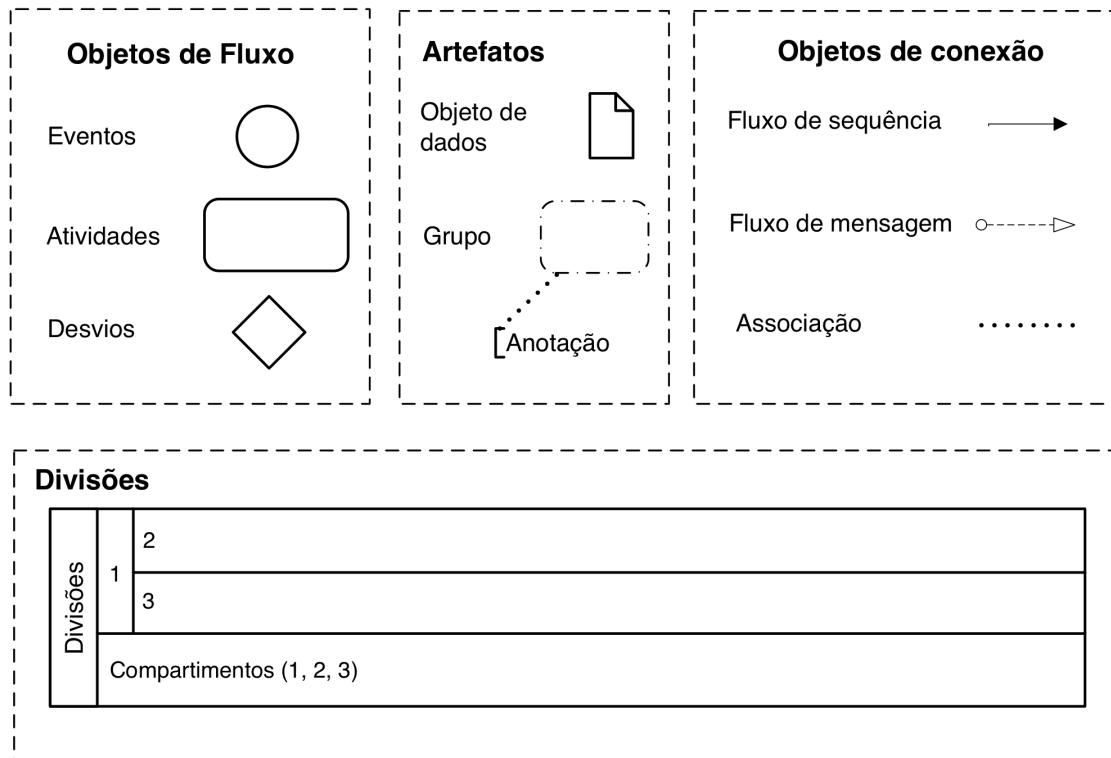
Um modelo de processo é a documentação de um processo de negócio, descrita através de uma notação ou linguagem. O mesmo pode ter caráter *to-be* ou *as-is*. *To-be* refere-se a conceituação de como o processo deve ser, a qual ocorre normalmente na fase de remodelagem. Porém, pode partir do zero, por exemplo, em empresas novas que ainda não possuem nenhum processo (DUMAS et al., 2013). *As-is* descreve um processo existente.

Para a representação de modelos de processo, na corrente tese, é utilizada a *Business Process Modeling and Notation (BPMN)*, a qual é um padrão desenvolvido sob a coordenação do *Object Management Group (OMG, 2009)*. Os elementos dos diagramas BPMN podem ser divididos em quatro categorias básicas (WESKE, 2012), apresentadas na Figura 2.3.

A Figura 2.3 apresenta as quatro categorias básicas de elementos, bem como o respectivo conjunto de elementos. Existem outros elementos, porém esses são considerados os principais. A corrente possui enfoque nos rótulos de atividades, da categoria de objetos de fluxo, e de divisões e compartimentos, da categoria divisões.

- **Atividades:** são unidades de trabalho realizadas em processos de negócios (WESKE,

Figura 2.3: Categorias básicas de BPMN



Fonte: Tradução livre de (WESKE, 2012, p. 209)

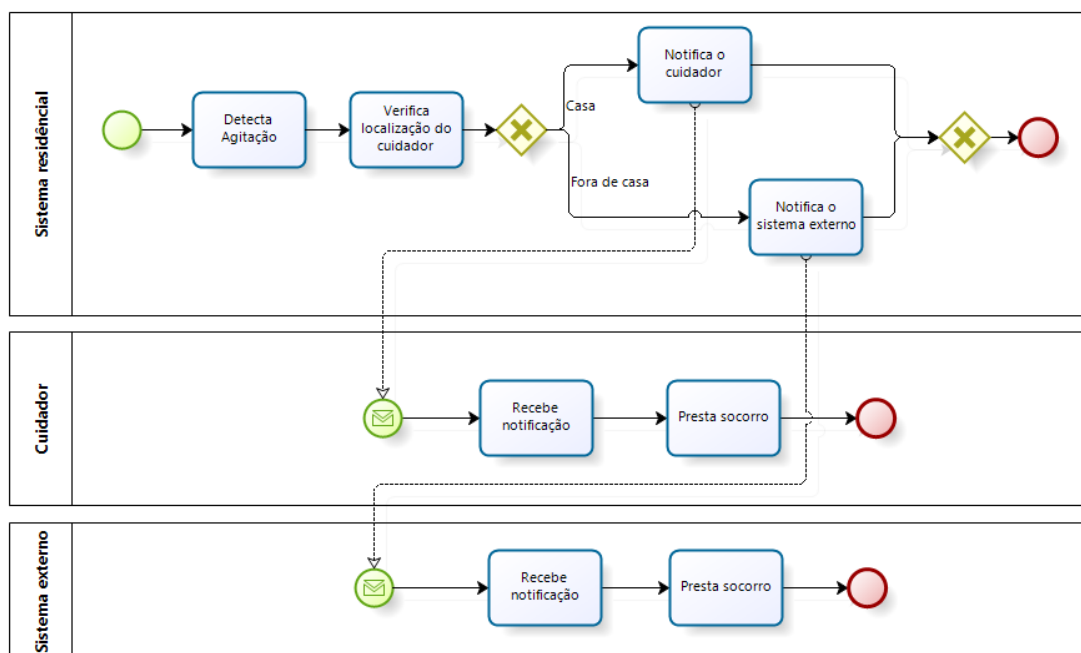
2012), as quais podem ser executadas manualmente ou com o suporte de um sistema de gerenciamento de processos. Atividades são chamadas de tarefas quando são simples, ou seja, envolvem em geral um passo (DUMAS et al., 2013). BPMN suporta atividades atômicas (tarefas) ou sub-processos, os quais são sequências de atividades (OMG, 2011).

- **Divisões:** uma divisão é a representação gráfica de um participante em uma colaboração, o qual pode ser algo específico como uma organização ou mais abstrato como um papel (ex. comprador ou vendedor) (OMG, 2011). Um **Compartimento** é uma partição de uma **Divisão** (OMG, 2011), por exemplo, um departamento de uma organização.

Para fins de exemplificação, um processo de assistência domiciliar pode ser considerado, o qual é constituído por três participantes: Sistema residencial, Cuidador e Sistema externo. O mesmo pode ser lido através dos seguintes passos:

- 1) O processo inicia pelo sistema residencial (SR);
 - (a) O SR detecta um comportamento de agitação;
 - (b) O SR verifica se o cuidador do paciente está em casa;

Figura 2.4: Exemplo de modelo de processo



Fonte: Autoria própria

- i) Se o cuidador estiver em casa, o mesmo é notificado sobre o comportamento agitado;
 - ii) Se o cuidador não estiver em casa, o SR notifica o sistema externo (SE).
- 2) O cuidador entra em ação (neste caso o cuidador está em casa);
 - (a) O cuidador recebe a notificação sobre a agitação;
 - (b) O cuidador presta socorro ao paciente;
 - 3) O SE entra em ação (neste caso o cuidador não está em casa);
 - (a) O SE recebe a notificação sobre a agitação;
 - (b) O SE presta socorro ao paciente;

Este mesmo processo pode ser representado através de um modelo de processo. A Figura 2.4 apresenta o mesmo na notação BPMN.

A Figura 2.4 apresenta o processo descrito anteriormente na notação BPMN. Neste caso, foram utilizados elementos de todas as categorias apresentadas na Figura 2.3, salvo a categoria artefatos. Os círculos verdes representam eventos de início, sendo os do cuidador e sistema externo disparados por mensagens. É possível notar o envelope desenhado nos eventos das referidas divisões, o qual representa eventos de mensagem. Os círculos vermelhos representam eventos de fim. O único desvio utilizado é o OU exclusivo, o

qual seleciona apenas um caminho de saída após a condição, cuidador está em casa, neste exemplo. Existem diversos outros elementos na notação, porém os mesmos não são foco da pesquisa e não serão discutidos na corrente tese.

2.3 Processo de modelagem de processos

Processo de modelagem de processos (PMP) é o nome dado ao período de tempo no qual a pessoa responsável constrói modelos de processo. Um fluxo recente de pesquisas tem focado no PMP. Alguns trabalhos como (PINGGERA et al., 2013; CLAES et al., 2012) apresentam o mesmo como fator altamente relevante na qualidade do modelo de processo resultante. Portanto, as melhorias do PMP impactam diretamente na qualidade dos modelos de processo.

2.4 Outros conceitos utilizados

Além dos conceitos para os quais a pesquisa foi aplicada, outros se fazem importantes, sendo os principais são apresentados a seguir. A aplicação dos mesmos é diversa, alguns foram utilizados para analisar problemas, outros para construir as conjecturas específicas e outros foram aplicados em experimentos. Sua utilização pontual é citada conforme a necessidade, durante o texto.

2.4.1 Memória de trabalho limitada

A Memória de trabalho (MT) refere-se ao que as pessoas estão cientes em um dado momento, e, pode ser relacionada ao que Sigmund Freud chamava de mente consciente. Miller (1956) foi provavelmente o primeiro a quantificar essa limitação, em seu trabalho ‘The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information’. O autor sugere que a memória de trabalho dos seres humanos consegue lidar com sete mais ou menos 2 *chunks* de informação em um dado momento, os quais se perdem após 20 ou 30 segundos se não forem atualizados (TRACZ, 1979). Segundo Miller (1956), um *chunk* é um item de informação flexível. Por exemplo, para lembrar de números de telefones, as pessoas geralmente agrupam os dígitos em números maiores: 2, 4 e 6 são manipulados para 246, formando um *chunk*.

A MT não é um sistema puramente de armazenamento, também possui capacidade de processamento (DANEMAN; MERIKLE, 1996). Ela afeta atividades cognitivas muito importantes, como planejamento, compreensão, raciocínio e resolução de problemas (COWAN, 2014). Todas as aplicações desta memória são de extrema importância para a modelagem de processos de negócios. Trabalhos mais recentes citam um número ainda menor de itens a serem utilizados em um dado tempo. Cowan (2001) apresenta estudos de diversos autores realizados neste contexto, bem como evidências empíricas. Ele apresenta sete

diferentes visões sobre as limitações da memória de trabalho, bem como estudos relacionados:

1. A limitação dessa capacidade existe e está de acordo com Miller, sete mais ou menos dois itens (ex., LISMAN; IDIART, 1995).
2. A limitação ocorre na verdade devido ao tempo passado e não ao número de itens que podem ser mantidos simultaneamente (ex., BADDELEY, 1987).
3. Não existe limitação de capacidade para memória de trabalho; todos resultados de memória obedecem as mesmas regras de interferência mútua, distinção e assim por diante (ex., CROWDER, 1993).
4. Provavelmente não há um limite de capacidade, porém restrições como conflitos de agenda e estratégias para lidar com eles (ex., MEYER; KIERAS, 1997).
5. Existem diversas limitações separadas para diferentes tipos de material (ex., WICKENS, 1984).
6. Existem limitações de capacidade separadas para armazenamento versus processamento (ex., DANEMAN; CARPENTER, 1980; HALFORD; WILSON; PHILLIPS, 1998).
7. Limitações de capacidade existem, porém elas são completamente dependentes da tarefa em específico e não é possível definir uma estimativa geral, a qual o autor cita como o que deve ser a visão padrão atualmente.

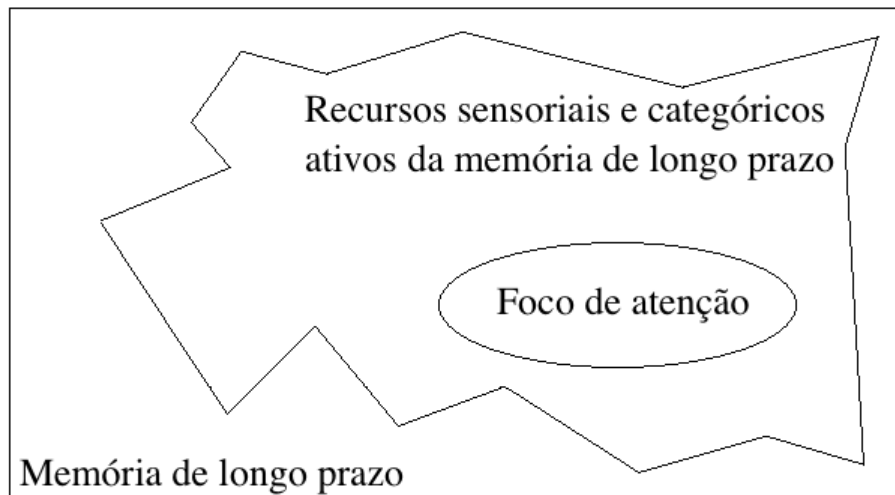
O autor concluí, em termos mensuráveis, que o limite da capacidade é de 3 a 5 *chunks*. Ainda, podem existir variações individuais ou por grupos (ex. idade). O tipo de material também influencia, exemplo: números, letras ou palavras. Um exemplo bastante utilizado é o seguinte, tente memorizar as letras a seguir, separadamente:

S W R L F M R I T N

Há certa dificuldade em lembrar cada letra, porém a tarefa se torna mais simples aos que conhecem as siglas (*chunks*) SWRL (*Semantic Web Rule Language*), fMRI (*Functional Magnetic Resonance Imaging*) e TN (Tenessi). Utilizando as siglas, apenas 3 itens são necessários ao invés dos 10 que seriam utilizados para cada letra individual. Outra amostra simples é o de números de telefones, onde as pessoas geralmente agrupam os dígitos a fim de conseguir lembrar do número em questão. Estes exemplos são simples, associações muito mais complexas são realizadas.

Tal técnica é chamada de “*chunking*”. Além do número de *chunks* que a MT pode armazenar, ela também é limitada em relação ao tempo em que armazena os *chunks*, caso não haja repetição para manter os mesmos ativos (RICKER; COWAN, 2013). Segundo Cowan, um *chunk* deve ser definido por associações entre conceitos da memória de longo prazo. O autor ainda atribui as limitações, mais especificamente, ao foco de atenção

Figura 2.5: Modelo de Cowan



Fonte: Tradução livre de (COWAN, 2005)

(COWAN, 2001). A figura 2.5 apresenta o modelo de Cowan para a memória de trabalho, o qual está relacionado a ativação da memória de longo prazo.

Na Figura 2.5, o retângulo representa toda a memória da pessoa, a forma irregular representa elementos da memória de longo prazo ativos devido ao contexto e a elipse representa o foco de atenção (componente com a capacidade limitada). A forma irregular é chamada de “memória de trabalho de longo prazo” por Ericsson and Kintsch (1995). Nesta memória os itens do contexto atual são mais acessíveis, mesmo não estando no foco de atenção. Durante a modelagem de um processo de vendas de livros online, itens relacionados a livros, livrarias e compras online estariam mais acessíveis do que os conceitos referentes a um processo de reivindicação de seguro, por exemplo. Os autores citam uma espécie de sistema de tags para memórias relevantes.

Claramente essa “limitação” não impossibilita o ser humano de ser racional bem como de ter alcançado tal grau de evolução em diversas áreas. Porém, existem alguns aspectos dessa limitação que são bastante importantes para o corrente trabalho. Em relação a modelagem de processos com suporte de ontologias, o foco de atenção é bastante importante. Os elementos utilizados para suporte podem concorrer com os itens que a pessoa deve lembrar para a corrente tarefa de modelagem. Por exemplo, para construir um modelo de processo de vendas de livros online o modelador deve ter em mente o objetivo do processo, qual parte do processo ele está modelando atualmente e qual o próximo ou os próximos passos devem ser realizados. Neste contexto o suporte deve utilizar estratégias para não sobrecarregar a memória de trabalho, o que pode causar esforço extra na modelagem.

Diferenças entre iniciantes e especialistas não se limitam apenas a quantia de conheci-

mento adquirido, o comportamento do cérebro também possui diferenças (GOLESTANI et al., 2006; MOSER-MERCER, 2010; NIGMATULLINA et al., 2013). A memória de trabalho de especialistas, por exemplo, consegue armazenar *chunks* maiores e, consequentemente, mais informação em um dado momento. Os autores utilizam o termo *template* para referenciar longos padrões de informação que os especialistas podem manter na memória de trabalho (GOBET; SIMON, 1996; GOBET, 1998). Neste contexto, deve-se sempre analisar a escolha entre especialistas e iniciantes durante o projeto de experimentos, de acordo com as suas necessidades.

2.4.2 Teoria da carga cognitiva

Sweller (1994) apresenta a teoria da carga cognitiva, a qual discute a utilização da memória de trabalho e seus efeitos. O foco principal de Sweller é o aprendizado, em específico as dificuldades relacionadas aos materiais que precisam ser aprendidos. Os autores sugerem a aquisição de esquemas e automação com os mecanismos primários de aprendizado.

A teoria da carga cognitiva trata dificuldades artificiais em aprendizado e solução de problemas, as quais podem ser manipuladas por meio do projeto das instruções (material de aprendizado). Dificuldades causadas artificialmente pelo material instrucional são chamadas de carga cognitiva irrelevante. Em contraste, há a carga cognitiva intrínseca, a qual é dependente do objeto de estudo. Desta forma, uma maneira simples para entender a teoria é a divisão em duas partes de um recurso limitado (memória de trabalho). Quando há uma maior carga cognitiva irrelevante, há menos recursos para a carga cognitiva intrínseca.

Em versões mais atuais da teoria (SWELLER; AYRES; KALYUGA, 2011), as partes constituintes são acrescidas da carga cognitiva relevante (tradução livre para *germane cognitive load*). Nesta versão, ocorre uma divisão nas tentativas de gerenciamento, as quais anteriormente eram totalmente direcionadas à carga cognitiva irrelevante, visto que o gerenciamento da carga cognitiva intrínseca é bastante limitado. Porém, existem diversos trabalhos argumentando contra a validade da carga cognitiva relevante (JONG, 2010). Neste sentido, apenas as cargas intrínseca e irrelevante são utilizadas na corrente tese.

Sweller argumenta que a carga cognitiva intrínseca é dependente da interatividade dos elementos. Ele sugere que áreas com alta interatividade de elementos causarão carga cognitiva elevada, ao contrário de áreas onde não ocorre muita interatividade. Ainda, os autores sugerem que em contextos onde a interatividade de elementos é baixa, a diminuição da carga cognitiva irrelevante não traz grandes benefícios. Pela experiência adquirida durante o desenvolvimento desta tese, pode-se considerar que modelagem de processos possui alta interatividade de elementos. O modelador utiliza diversos construtos de modelagem, além disso, o domínio a ser modelado pode apresentar diversos elementos bem como pessoas e recursos envolvidos. Na corrente tese, o aprendizado refere-se a termino-

logia da corrente organização.

2.4.3 Golfos da execução e avaliação

Os termos foram introduzidos por Norman (1986), na tradução livre, golfo da execução e golfo da avaliação. O autor apresenta o primeiro como a diferença entre as intenções do utilizador de um sistema e as ações disponibilizadas pelo mesmo. Ou seja, se determinado sistema permite ou não que a pessoa realize as ações pretendidas de maneira simples, direta e sem esforço adicional.

O golfo da avaliação, segundo Norman, refere-se ao esforço necessário para interpretar o estado de um sistema, além de determinar o quanto as intenções e expectativas do usuário foram preenchidas. O golfo é considerado pequeno quando o sistema provê informações sobre o seu estado em um formato simples, fácil de interpretar e que esteja em conformidade com a maneira pela qual a pessoa pensa no sistema.

Ambos os golfos, da execução e avaliação, são pontos importantes para o corrente trabalho. O primeiro, no que tange a utilização da abordagem desenvolvida. O segundo, pode ser considerado mais importante, referindo-se a compreensão dos modelos. Neste caso, um modelo é visto como os sistemas de Norman. A ontologia busca diminuir o golfo da avaliação, provendo um vocabulário de senso comum, bem como informações que facilitem a compreensão dos modelos.

2.4.4 Racionalidade limitada

Simon (1957) descreveu a tomada de decisão como um processo de busca guiado por níveis de aspiração, os quais são objetivos que devem ser alcançados por uma decisão de satisfação. As alternativas para decisão são encontradas em um processo de busca até que uma alternativa satisfatória seja encontrada.

A satisfação que delibera a parada pode ser afetada por diversos fatores, como: tempo disponível, recursos cognitivos, aspectos culturais e emocionais. Jones (1999) divide estes fatores em duas categorias: a natureza do tomador de decisão e a natureza do ambiente. Ele traduz a complexidade destes níveis como “*Empirical objections to rational choice are so voluminous that they are, in effect, a laundry list of problems*” (JONES, 1999). Simon utilizou a analogia de uma tesoura, onde uma lamina é o ambiente e a outra são as limitações cognitivas de uma pessoa, ambas são necessárias para realizar um corte adequado.

As razões pelas quais pessoas tomam determinadas decisões durante a modelagem de um processo podem ser associadas, em parte, a racionalidade limitada. A aplicação das ontologias busca aprimorar o ambiente, na analogia da tesoura.

2.4.5 Economia de atenção

Simon (1971) apresentou em seu capítulo “*Attention scarcity*” o termo economia de atenção. O autor discute atenção na ótica de um mundo rico em informações. Naquele momento os computadores estavam a uma distância enorme em comparação a atualidade, no que se refere a quantia de informações, porém o problema já era de interesse. A atenção é o recurso utilizado pela massiva quantia de informações que deve ser alocada corretamente para não sobrecarregar tal recurso (SIMON, 1971). Segundo Davemport (2002), economia de atenção seria a nova moeda do mundo dos negócios, onde a economia da atenção dos *stakeholders* é de suma importância para manter as organizações em atividade.

Nesta linha, é possível conectar alguns dos conceitos apresentados nesta seção. O contexto aqui empregado refere-se a um recurso limitado dos seres humanos, a memória de trabalho. A racionalidade limitada, do mesmo Herbert A. Simon, sugere que pouco tempo disponível, o que pode ser decorrente de alocação de informações mal empregada, resulta em tomada de decisão possivelmente deteriorada. Por fim, a teoria da carga cognitiva discute aspectos da alocação de informação, no contexto do aprendizado, bem como seus efeitos.

Soluções para problemas como o golfo da avaliação devem considerar a questão da economia de atenção. Mais especificamente, a abordagem utilizada para a provisão de material através de ontologias deve considerar este aspecto.

2.4.6 Fenômeno de ancoragem e ajuste

Tversky e Kahneman (1974) apresentam o fenômeno de ancoragem e ajuste. Os autores sugerem que em diversas situações as pessoas fazem estimativas com base em um valor inicial, o qual pode apresentar diversas fontes e é conhecido como ancora. O resultado sofre um viés da ancora e, normalmente, não é ajustado suficientemente. Esse fenômeno é chamado de ancoragem pelos autores.

Um exemplo bastante comum para pessoas que tenham utilizado linguagens de programação, ocorre ao copiar e colar códigos. Neste caso, a reutilização do código do próprio programador, com ajuste insuficiente, pode gerar erros, muitas vezes difíceis de encontrar. Este fenômeno já foi verificado em áreas da computação, tais como reutilização de consultas em banco de dados (ALLEN; PARSONS, 2010) e estimativas de software (ARANDA; EASTERBROOK, 2005).

No contexto da modelagem de processos, tal fenômeno deve ser levado em consideração em casos de recomendações. Seja para reuso de processos ou partes de processos, seja para recomendações de ações de modelagem, tal como atividades ou rótulos a utilizar.

2.4.7 Problema do vocabulário

Tal problema discute a pequena frequência em que as pessoas utilizam os mesmos termos para referenciar determinados conceitos. Furnas (1987) foi provavelmente o primeiro a discutir o problema, onde um experimento em 5 domínios diferentes foi realizado. Os resultados podem ser resumidos em alguns pontos principais:

- Primeiro, um simples acesso a um termo (ex. um “nome”) escolhido por um designer em específico irá prover acesso muito limitado (10 a 20%).
- Segundo, um único termo otimizado empiricamente é muito melhor e irá funcionar tão bem como 2 ou 3 apelidos juntos.
- Terceiro, para conseguir performances realmente boas, muitos apelidos são necessários. Um sistema, de base empírica, com “apelidos ilimitados” pode produzir acertos de 50 a 100% nos primeiros três palpites para consultas sem tutoria, dependendo do domínio e da quantidade de dados coletados.

O artigo apresenta diversos comentários interessantes, os quais suportam a corrente tese, por exemplo:

A utilização de um sistema ilimitado de apelidos apenas como um índice a fim de facilitar consultas. Quando usuários realizam uma consulta com suas próprias palavras, o sistema iria selecionar suas melhores sugestões e apresentá-las ao usuário. Cada palpite seria rotulado por alguma terminologia padrão de acesso e ser apresentada juntamente com uma descrição do seu referente padrão. A execução real ocorreria sempre através do “nome” padrão, desta forma, o aprendizado do termo mais adequado seria encorajado, a fim de evitar ambiguidades, facilitando as próximas consultas. Tradução livre de (FURNAS et al., 1987, p. 969)

Este aspecto é, de certa forma, similar a utilização das ontologias. Estas possuem uma representação “padrão” para a determinada organização, porém possuem outras formas de representação, tal como sinônimos. Estes podem receber votos por parte do usuário, a fim de manter uma dinâmica pelo passar dos anos. Inclusive, o termo “padrão” poderia ser modificado com esta mesma estratégia de votação. Por fim, a votação ainda pode ser usada como validação empírica, pois os sinônimos com maiores pontuações seriam, possivelmente, os mais utilizados. O aprendizado do termo mais adequado (para a organização) ocorre naturalmente com a utilização. Segundo a conformidade social (ASCH, 1955), os seres humanos tendem a conformar para comportamentos padrão da sociedade. Neste contexto, o aprendizado do termo adequado não deve receber grande resistência.

Este trabalho é antigo e foi realizado com base em sistemas de comando, onde o desenvolvedor criaria um “nome” para permitir ao usuário acessar determinado conteúdo. Este o usuário deveria adivinhar tal nome ou aprendê-lo através de um manual ou outra forma de tutoria, quando disponível.

Outra aplicação do problema do vocabulário refere-se a recuperação de informações (ZHAO; CALLAN, 2010; ZHAO; CALLAN, 2012). Os autores observaram que termos de consultas não aparecem em documentos relevantes para o usuário em uma média de 40 a 50% (ZHAO; CALLAN, 2010). Ou seja, muitos documentos que são relevantes para o usuário não serão retornados. Além disso, muitos falsos positivos podem ocorrer devido ao problema do vocabulário, o qual é chamado de *vocabulary mismatch* pelos autores. Experimentos de Zhao (2012) mostraram que uma abordagem baseada no diagnóstico de *term mismatch* (problema do vocabulário) pode melhorar a recuperação de informações, demonstrando o impacto real do problema. O problema é mais grave em relação a modelos de processo do que em recuperação de informações, visto que no último a quantidade de documentos e de palavras por documento é imensamente maior.

No contexto da tese, o problema do vocabulário é bastante importante pois suporta a necessidade de estudar os rótulos de modelos de processo. Por conseguinte, problemas como os referentes a compreensão e recuperação de modelos, além de soluções como a utilização de ontologias devem ser considerados.

2.5 Trabalhos relacionados de aspecto geral

Diversos trabalhos relacionados são citados durante a tese, porém, esta seção visa demonstrar alguns pontos importantes que vem sendo pesquisados na linha da mesma. Os trabalhos aqui apresentados tem caráter de aplicação, trabalhos conceituais foram referenciados na Seção 2.4. A seção é dividida em trabalhos que consideram o suporte de ontologias e trabalhos que não o consideram.

2.5.1 Trabalhos relacionados sem ontologias

Esta seção apresenta trabalhos relacionados à corrente tese, sem a utilização de ontologias. Os trabalhos referem-se a diversos aspectos sobre qualidade de modelos de processo ou do processo de modelagem de processos. O suporte de ontologias adiciona novas interações e possivelmente elementos para a modelagem, logo, aspectos que afetam a qualidade dos modelos ou do PMP são importantes para a pesquisa.

Qualidade é uma questão subjetiva e individual. Quem decide o que é um “bom” modelo e uma representação “correta”? (FETTKE; VELLA; LOOS, 2012). Apesar disso, alguns aspectos de qualidade podem ser especificados. O Semiotic Quality Framework (SEQUAL) foi originalmente proposto para avaliar modelos conceituais (LINDLAND; SINDRE; SOLVBERG, 1994). Sua versão revisada propõe um *framework* sobre qualidade de modelos de processo (KROGSTIE; SINDRE; JØRGENSEN, 2006). Os autores apresentam e discutem qualidade em 8 níveis, na tradução livre: qualidade física, qualidade empírica, qualidade sintática, qualidade semântica, qualidade semântica percebida, qualidade pragmática, qualidade social e qualidade organizacional. Praticamente todas as

qualidades estão relacionadas de alguma forma com a corrente pesquisa, salvo qualidade sintática e qualidade organizacional.

Um dos principais objetos de pesquisa da corrente tese são os rótulos de atividades de modelos de processo, os quais ganharam maior atenção em pesquisas apenas recentemente. Diferentes estilos de rótulos são empregados na prática, entretanto, experimentos demonstram que o estilo verbo-objeto é o mais adequado para descrever tais rótulos, permitindo melhor compreensão do modelo (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010). Exemplos do estilo são “enviar formulário” ou “receber confirmação”. A quantia de estilos diferentes é incerta, porém algumas pesquisas apresentaram mensurações com base em determinadas coleções de modelos, tais como sete estilos diferentes, divididos em quatro grupos (LEOPOLD; SMIRNOV; MENDLING, 2012). Uma análise de cada categoria de rótulo sobre três coleções, somando mais de 10 mil modelos, indica que o estilo verbo-objeto é utilizado em:

- 11% dos modelos da coleção SAP;
- 81% dos modelos da coleção TelCo;
- 74% dos modelos da coleção Signavio;

Cada rótulo possuía em média 3.50, 3.83 e 3.66 palavras, seguindo a mesma ordem da lista acima. O tamanho dos rótulos também influencia na sua compreensão, sendo mais indicada a utilização de rótulos curtos (MENDLING; STREMBECK, 2008). Linguagem natural pode ser utilizada para reconhecer tais estilos de rótulos e refatorar os estilos indesejados (LEOPOLD; SMIRNOV; MENDLING, 2012) com certa precisão. O estilo verbo-objeto é apresentado como uma das sete diretrizes para modelagem de processos (MENDLING; REIJERS; AALST, 2010):

- **G1:** Utilize o mínimo possível de elementos no modelo;
- **G2:** Minimize os caminhos de roteamento por elemento;
- **G3:** Utilize apenas um evento de início e um de fim;
- **G4:** Modele o mais estruturado possível;
- **G5:** Evite elementos de roteamento OU;
- **G6:** Utilize o estilo verbo-objeto para os rótulos de atividades;
- **G7:** Decomponha modelos com mais de 50 elementos;

Tais regras são citadas por diversos autores e tratam aspectos gerais de qualidade de modelos de processo. A compreensão dos modelos não é somente afetada pelos rótulos de atividades. Diversos fatores podem influenciá-la, tais como fatores pessoais, do modelo e de conteúdo (MENDLING; STREMBECK, 2008). O visual dos símbolos, tais como os utilizados para roteamento - divisão exclusiva ou em paralelo, são exemplos de aspectos do modelo que possuem impacto na compreensão (FIGL; RECKER; MENDLING, 2013). Densidade e quantia de arcos conectando elementos também influenciam na compreensão

no aspecto modelo, fatores pessoais envolvem aspectos como conhecimento da teoria (MENDLING; REIJERS; CARDOSO, 2007).

Com base em uma série de experimentos, alguns resultados sugerem que a utilização de rótulos abstratos (ex. A, B, C) facilita a compreensão sintática do modelo, devido a menor carga cognitiva. Além disso, conhecimento teórico reaparece como fator muito importante na compreensão, diferentemente de experiência e intensidade em modelagem (MENDLING; STREMBECK; RECKER, 2012). A questão dos rótulos abstratos está relacionada com as limitações da memória de trabalho.

O conhecimento teórico foi apresentado como fator relevante por diversos autores. Modelagem de processos possui uma gama ampla de participantes, de níveis técnicos até o oposto. Mesmo a compreensão em relação a BPMN, que tem por intuito servir todos os níveis, apresenta problemas para pessoas sem treinamento. A apresentação de uma representação textual equivalente anteriormente a compreensão do modelo melhora a compreensão do processo para todos o níveis (OTTENSOOSER et al., 2012).

A utilização de diferentes notações (ex. EPC v.s. BPMN) não parece afetar significativamente a compreensão, diferentemente de fatores pessoais, como experiência com gramáticas de modelagem e inglês como segunda língua (RECKER; DREILING, 2011). Ambos os fatores pessoais citados estão relacionados ao conhecimento prévio dos símbolos. A questão do inglês é um exemplo diretamente relacionado a corrente tese, onde o não conhecimento ou a incerteza sobre o significado de determinados termos leva a dificuldades de compreensão. Neste contexto, pode-se associar tal resultado com o uso de ontologias, as quais devem favorecer o aprendizado da terminologia para o grupo em questão (ex. Determinada organização), bem como permitir acesso a informações sobre cada termo representado.

Modelos de processos podem ser representados em diversos níveis, de níveis com caráter técnico até níveis abstratos. Em alguns contextos, uma visão menos concreta e menos complexa do modelo é mais adequada, assim como o oposto é mais adequado para outros casos. Desta forma, os diferentes níveis de *stakeholders* podem ser atendidos. No contexto de rótulos de atividades, alguns trabalhos investigam técnicas para agregação de atividades em atividades mais abstratas ou até para nomeação de modelos de processo como um todo (SMIRNOV; REIJERS; WESKE, 2011; LEOPOLD et al., 2014). Os trabalhos são bastante interessantes, porém as questões semântica e social (quanto a intenção do modelador) possuem lacunas. Ontologias podem ser utilizadas para fortalecer esses aspectos.

A execução de modelos de processos ocorre muitas vezes através de serviços web. Dependendo do nível de abstração do modelo, as atividades do mesmo podem ser utilizadas para descobrir os serviços web que são necessários para determinado processo. Leopold (2012) apresenta uma abordagem automática para identificar candidatos a serviços web com base em modelos de processo bem como uma possível prioridade de desenvolvi-

mento dos mesmos.

O processo de modelagem de processos também impacta na qualidade dos modelos de processos. Alguns estudos analisam aspectos do PMP que impactam na qualidade do modelo resultante. A modelagem estruturada tem relação positiva com a compreensão dos modelos, em contrapartida, modelagem lenta (em relação a velocidade, ou menor tempo, desde a primeira até a última ação de modelagem) tem relação negativa com a compreensão (CLAES et al., 2012). O registro da movimentação dos olhos dos modeladores também é utilizado a fim de melhorar as análises do PMP (PINGGERA et al., 2013). O PMP é bastante relevante para a corrente tese, visto que o impacto do suporte de ontologias sobre o PMP é investigado.

A maneira na qual a especificação de requisitos é representada também é investigada. A estruturação da mesma, passada por especialistas de domínio para analistas de sistema, tem influência no modelo de processos resultante. Formatos de descrição de especificações estruturados, como *breath-first* e *depth-first*, resultam em uma qualidade maior dos modelos em relação a não estruturados (ex. aleatório) (PINGGERA et al., 2010b).

A recomendação e o reuso de modelos ou parte de modelos é bastante importante para a economia de recursos, tais como o tempo. Koschmider (2011) apresenta uma abordagem onde uma estratégia de recuperação de informações é utilizada. Conceitos como frequência de termos e frequência de termos em documentos são aplicados. Neste caso, o problema do vocabulário é abordado através da utilização de vários apelidos (como sinônimos) para os termos, tal como é sugerido por Furnas (1987). A solução é interessante, porém Furnas argumenta que não é o suficiente e também há uma lacuna na questão social. Os sinônimos são recuperados do WordNet³, entretanto existem sinônimos sociais, os quais não são nativos da linguagem, porém são utilizados como tal em certos grupos. Os autores testaram uma série de hipóteses, das quais as seguintes foram suportadas:

- Modeladores são inclinados a seguir recomendações ao invés de criar o modelo do zero;
- Modeladores que recebem uma recomendação irão reutilizar um maior número de elementos ao invés de modelar do zero;
- O mesmo tempo é necessário para construir um modelo com ou sem recomendações;
- O modelador que recebe recomendações baseadas em modelos construídos por outros modeladores irá precisar de menor tempo para construir o seu processo do que o modelador do processo anterior;
- Modeladores que receberam recomendações não irão selecionar um número diferente de recomendações, devido a sua experiência em modelagem;
- Baseado na experiência em modelagem, modeladores que receberam recomenda-

³<http://wordnet.princeton.edu>

ções não irão realizar um número diferente de consultas;

- O uso de sistema de recomendação não implica uma qualidade sintática mais alta para os modelos criados. A qualidade semântica dos modelos de processo criados com o suporte do sistema de recomendação é maior.

Um ponto importante neste aspecto que não foi considerado pelo artigo é o efeito de ancoragem e ajuste, discutido na seção 2.4.6, o qual pode levar a erros e deveria ser considerado.

Ainda sobre reuso de modelos, outro aspecto relevante é que existem muito poucos artigos que realizam validações empíricas. Em uma análise bastante recente da literatura, Fellmann (2014) investigou 92 artigos sobre reuso de modelos de processo, dentre os quais apenas 21% (16 artigos) possuem avaliações empíricas. Os três objetivos mais encontrados na amostra foram:

- Vinte artigos sobre melhoria do reuso (modelos e métodos);
- Quinze artigos sobre melhoria do suporte de ferramentas;
- Quatorze artigos sobre desenvolvimento de um método.

O restante dos artigos foi dividido entre uma diversidade de objetivos. Dentre os dezesseis artigos que possuem avaliações empíricas, nenhum dos quais tratam o suporte de ferramentas realizam avaliações com usuários. Assim como no geral, os testes com usuários se fazem pouco presentes. Os autores ainda verificaram quais aspectos positivos do reuso são apresentados, os mais recorrentes foram:

- Redução de tempo, 42 vezes, sendo 8 com validações empíricas;
- Redução de erros, 11 vezes, sendo 2 com validações empíricas;
- Melhoria na qualidade, 17 vezes, sendo 2 com validações empíricas;
- Ganho de produtividade, 8 vezes, sendo 1 com validação empírica;

Moody (2005) cita a falta de testes empíricos em pesquisas sobre avaliação de qualidade de modelos conceituais. A carência de validações empíricas não ocorre em todas as subáreas da modelagem de processos. Para os trabalhos apresentados na corrente seção, diversos apresentam estudos empíricos. Porém, não foi realizada uma análise profunda de cada subárea com mensurações que permitam afirmar tal ponto para artigos em geral, para BPM.

2.5.2 Trabalhos relacionados com ontologias

Esta seção apresenta trabalhos discutindo diretamente a aplicação de ontologias para a modelagem de processos. Pesquisas sobre modelagem de processos e ontologias têm sido desenvolvidas há mais de 10 anos. Uma das razões para tal ocorrência é que as ontologias e os vocabulários estruturados, em diferentes domínios, ajudam na compreensão dos dados por parte de máquinas (MANZORR; CEUSTERS; RUDNICKI, 2007).

Entretanto, boa parte das abordagens existentes foca na construção de ontologias para o domínio de gerenciamento de processos de negócios, bem como na utilização de ontologias para adicionar semântica às notações para modelagem de processos e linguagens de execução.

Relacionado a estes pontos, Haller (2006) apresenta uma ontologia que unifica processos de negócio internos e externos, baseado em vários modelos de referência e linguagens dos domínios de *workflow* e coreografias. Os autores argumentam que problemas de interoperabilidade neste domínio requerem uma ontologia intermediária para reduzir o número de mapeamentos necessários.

Uma abordagem interessante em relação a semântica de modelos de processo foi proposta no Projeto SUPER, o qual desenvolveu a *Business Process Modeling Ontology (BPMO)* (NORTON; CABRAL; NITZSCHE, 2009b). A BPMO permite anotações semânticas em modelos de processo de alto nível e inclui conceitos para descrever o comportamento do processo (*workflow*), atividades e dados organizacionais. No contexto do projeto SUPER, também foi proposta a *Core Ontology for Business pRocess Analysis (COBRA)*, a qual contempla uma terminologia que permite mapear conhecimento de domínios específicos a fim de analisar os modelos de processo (PEDRINACI; DOMINGUE; MEDEIROS, 2008).

Através de uma abordagem de anotação, Thomas (2009) busca representar a semântica dos rótulos de modelos de processo através de ontologias, a fim de eliminar interpretações equivocadas relacionadas a linguagens naturais, melhorar as funcionalidades e adicionar novas possibilidades para a validação de modelos de processos, do ponto de vista semântico.

Conceituações heterogêneas, apresentadas por modelos de diferentes organizações também são investigadas do ponto de vista de ontologias, através de pontes semânticas. O objetivo é facilitar a transferência de informação neste contexto. As pontes semânticas são baseadas em regras de lógica de descrição e são aplicadas na fase de modelagem com o intuito de permitir uma mediação automatizada entre conceituações de diferentes corporações (BARNICKEL; BÖTTCHER; PASCHKE, 2010). De forma similar, Humm (2012) discute a comparação e alinhamento de modelos de processos de negócio, em uma mesma organização e entre diferentes organizações. A abordagem dos autores permite determinar similaridades da semântica do processo de maneira automática, através de inferências. No contexto de suporte, algumas assistências a partir de ontologias são discutidas por (WASSER; LINCOLN, 2012):

1. Geração da próxima atividade para o modelo de processo;
2. Validação das modificações do modelo de processo;
3. Busca por modelos de processo utilizando consultas com linguagem natural;
4. Comparação entre modelos de processo;

O trabalho não apresenta validação empírica. O mesmo possui similaridades com a corrente tese no que tange a estrutura do rótulo. Os autores utilizam verbo (ação) e objeto, com adição de qualificadores. Um exemplo de qualificador para a ação “Entregar” do rótulo “Entregar documento”, poderia ser “Pessoalmente”. O trabalho apresenta uma taxonomia que é criada para as ações e objetos, a fim de permitir ao sistema criar sugestões para prover assistência ao modelador.

Em outro trabalho que apresenta suporte para modelagem, segundo os autores, o assistente procura ajudar o modelador a criar processos de alta qualidade utilizando menos tempo e esforço (FELLMANN; ZARVIC; SUDAU, 2013). As sugestões apresentadas pelo sistema podem ser divididas como:

- Sugestões de modelos de processo base;
- Sugestões de elementos;
- Fornecimento de informações sobre o processo;
- Verificação do modelo.

A avaliação ocorre com base em um cenário, com a participação de seis modeladores, a qual não apresenta avaliações estatísticas e não pode ser considerado um experimento controlado. Um ponto interessante é a mensuração do tempo utilizado pelos modeladores com e sem assistência das ontologias, porém são apresentados apenas gráficos simples, sem análises de significância estatística.

Diversos trabalhos buscam apresentar ontologias que descrevem conceitos da modelagem de processos. Diferentemente, a abordagem apresentada nesta tese refere-se a ontologias específicas das organizações, onde não há um modelo fortemente relacionado que descreve os modelos de processo. Neste contexto, Cherfi (2013) sugere utilizar conhecimento de domínio para melhorar a qualidade de modelos de processos. Os autores propõe suportar a modelagem com conhecimento de domínio, através da utilização de ontologias, a fim de melhorar a qualidade semântica de modelos de processo. A abordagem utilizada se dá através de mapeamento.

No mesmo contexto, Gailly (2013) apresenta uma abordagem de modelagem baseada em ontologias específicas de empresas. Modeladores podem dar retorno sobre os conceitos apresentados pela ontologia, para o seu aperfeiçoamento. Este retorno depende da aprovação da comunidade (da organização), em seguida, tais modificações podem ser adicionadas a ontologia. Este trabalho é similar a corrente tese em dois aspectos, a utilização de ontologias específicas de organizações e a participação do modelador para melhorias das ontologias, ambos citados em um artigo inicial da tese (GASSEN et al., 2012). Gailly (2013) não apresenta detalhes suficientes para uma comparação com a corrente tese, pois, provavelmente a pesquisa ainda não foi concluída. Algum tipo de filtro com base em strings é utilizado para selecionar elementos da ontologia, porém não são apresentados detalhes sobre o método.

Não foram encontradas pesquisas na literatura discutindo possíveis desvantagens causadas por ontologias quando utilizadas como suporte para a modelagem, sendo esse aspecto é muito relevante para a total aplicação de ontologias na modelagem de processos. Outros aspecto relevante é a carência de trabalhos que discutam o PMP com ontologias, são escassos os trabalhos que apresentam como ocorre a modelagem com o suporte de ontologias. Além disso, a avaliação empírica nos trabalhos verificados, que apresentam ontologias como solução, é bastante rara. A necessidade de avaliar e validar pesquisas através de estudos empíricos é cada vez mais reconhecida (WOHLIN et al., 2012).

3 RÓTULOS DE MODELOS DE PROCESSO

Neste capítulo, são atacados alguns problemas pertinentes à criação de rótulos em modelos de processo de negócio. O capítulo é baseado no artigo (GASSEN et al., 2014). A discussão abrange problemas relacionados a rótulos representados por meio de texto livre, por humanos. Além disso, trabalhos relacionados e um experimento para verificação empírica do problema do vocabulário são expostos.

3.1 Problemática de rótulos em geral

Normalmente a criação de rótulos que ocorre por meio de texto é livre e depende totalmente do seu criador. Desta forma, podemos citar alguns problemas em relação às representações textuais, sendo os mesmos divididos em questões pessoais, questões de comunicação ou acordo e questões de simbologia.

Pessoal: Pessoas possuem grandes diferenças nas suas habilidades de processamento espacial e verbal (WIEGMANN et al., 1992; MOODY, 2009), desta forma, palavras aplicadas por cada pessoa podem depender de muitos detalhes, como experiências passadas, cultura, linguagem, nível de conhecimento, ambiente e muitas outras características. Isto também pode influenciar em como as pessoas entendem as palavras utilizadas por outras pessoas. Outro ponto que pode-se citar foi apresentado por Fettke (2012): “*Who decides what makes a “good” model and “correct” representation?*”. Ou seja, uma representação pode estar muito clara para uma ou mais pessoas e não estar clara para outras pessoas. Desta forma, mensurar alguns aspectos de qualidade é uma tarefa complexa.

Simbologia: símbolos podem ser ambíguos por fatores intrínsecos ou por fatores individuais do utilizador, como os comentados anteriormente. Para fins de simplicidade no contexto Símbolo vs. Signo, palavras também são vistas como Símbolos neste trabalho. Referente a fatores da língua podemos citar: homônimos onde temos palavras com a mesma escrita e pronúncia, porém com significados diferentes. Homógrafos onde temos palavras com a mesma escrita, pronúncia igual ou diferente e diferentes significados. Polissêmia onde temos escrita igual, pronúncia igual ou diferente, porém com significados diferentes, mas relacionados. Sinônimos que possuem escrita diferente, porém significado igual ou semelhante. Ainda, podemos citar hiperonímia e hiponímia, que trazem significados mais amplos ou mais específicos, respectivamente, entre outros. Além disso, outro ponto interessante é o apresentado por Keller:

‘Signs, therefore, are clues with which the speaker “furnishes” the addressees, enabling them and leading them to infer the way in which the speaker intends to influence them. Signs are not [...] containers used for the transport of ideas from one person’s head to another. Signs are hints of a more or less distinct nature, inviting the other to make certain inferences and enabling the other to reach them’. (KELLER, 1998, p. 90)

Desta forma, as palavras utilizadas em rótulos podem não estar tão claras quanto o emissor gostaria.

Comunicação ou acordo: devido às questões apresentadas previamente, há o problema de intenção, onde o receptor não necessariamente entende de forma clara o que é apresentado pelo emissor. Isto pode ser associado ao golfo da avaliação, apresentado na seção 2.4.3, que refere-se a distância entre o que uma pessoa tenta transmitir e o que a outra pessoa compreende. O problema está em como saber a intenção do emissor ao utilizar um símbolo, já que a real conceitualização é uma característica pessoal?

As diferenças pessoais mencionadas acima podem ser relacionadas com a racionalidade limitada, primeiramente apresentada por Simon e descrita na Seção 2.4.4. A próxima seção aproxima estes problemas da modelagem conceitual.

3.2 Problemática de rótulos em modelagem conceitual

É comum a utilização de texto livre juntamente com elementos abstratos em notações e linguagens utilizadas em modelagem conceitual. Segundo Moody (2009), a utilização de texto é uma forma efetiva para diferenciar instâncias de símbolos. Ainda, segundo a *dual coding theory* (PAIVIO, 1990), usar texto e gráficos em conjunto é mais efetivo que usar somente um deles. Isto ocorre pois o cérebro humano possui diferentes sistemas para processar material pictórico e verbal, onde o primeiro é processado de forma paralela pelo sistema visual e o segundo de forma serial pelo sistema auditivo (BERTIN, 2011). Contextualizando para a modelagem de processos de negócio em BPMN o texto é utilizado em forma de rótulos para representar instâncias de símbolos, dos quais o corrente trabalho foca em Atividades/Tarefas e Divisões/Compartimentos. Logo, temos os símbolos da notação sendo utilizados de forma global e os textos de forma local, trazendo os modelos para um domínio ou aplicação em específico.

Aplicando a racionalidade limitada, o modelador lê os requisitos e decide quando precisa adicionar uma atividade ao modelo. Em paralelo ou em seguida, ele decide qual rótulo é o mais adequado para a atividade em questão. O ponto no qual o modelador decide estar satisfeito é o que afeta os rótulos do respectivo modelo. Por exemplo, uma pessoa pode preferir “executar pagamento” e outra pessoa “pagar pedido”. Iniciantes provavelmente possuem “pontos de satisfação” diferentes se comparados com especialistas, em relação a diretivas, convenções ou aspectos sociais (para um grupo).

Mesmo com a utilização de símbolos gráficos (canal visual) e texto (canal auditivo), a maior parte das informações críticas sobre o domínio que o modelo representa é textual (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010). Desta forma, modelos de processo podem herdar os problemas citados anteriormente, os quais podem ser divididos em:

- **Problema do leitor:** o modelador utiliza palavras adequadas que são interpretadas de forma equivocada pelo leitor;
- **Problema do modelador:** o modelador utiliza palavras inadequadas, as quais não podem ser interpretadas pelo leitor de forma adequada;
- **Problema de acordo ou social:** o modelador utiliza palavras que são adequadas no seu ponto de vista, porém não são no ponto de vista do leitor;

Consequentemente, o entendimento de um modelo de processo não relaciona-se apenas a compreensão, mas também a fatores intencionais. Tal como “*the gulf of evaluation*”, citado anteriormente. Determinadas interpretações podem ser válidas na linguagem, porém podem ser diferentes da intenção do modelador. Com base nisso, é possível sugerir um problema social devido a falta de acordos. O mesmo problema ocorre em consultas para a reutilização de modelos. As pessoas que realizam as consultas irão utilizar seu vocabulário particular, o qual pode ser diferente do vocabulário utilizado para criar o modelo, causando falsos positivos e a dificuldade de recuperar modelos relevantes para o usuário.

Outros tipos de problema a serem considerados podem ser o problema da gramática de rótulos (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010): o rótulo “*measure processing*” pode se referir ao processamento de uma medida ou a medida de um processamento. Outro exemplo mais simples seriam as palavras “*item*” e “*product*” os quais não são sinônimos no WordNet, porém podem ser utilizados como tal em determinados contextos. O último problema também está relacionado a questão social, desta forma é muito importante que todas as partes interessadas conheçam o significado das palavras para o grupo.

Normalmente, espera-se que modelos sejam claros, entretanto, podemos fazer algumas comparações, por exemplo: com conversações ou textos (artigos, relatórios, etc.). Em conversações, os participantes tem a possibilidade de uma abordagem verbosa, ou seja, eles podem discutir até o acordo. Diferente da interpretação de um modelo sem a participação do autor. Textos também constituem uma descrição verbosa, os quais contêm muito mais palavras e, o mais importante, definições no seu conteúdo.

Entretanto, textos e modelos possuem estruturas diferentes e são interpretados de formas distintas por humanos. Esta comparação é válida apenas para analisar o impacto do texto. Diagramas são melhores quando utilizados como abstrações ou sumários ao invés de especificações por si só e com uma quantia elevada de informações, o que pode torná-los contraproduativos (GREEN; PETRE, 1996; OBERLANDER, 1996; MOODY, 2009). De acordo com Mendling, para o melhor entendimento de modelos de processo

de negócio, especificamente, a utilização de rótulos curtos (menos texto), é mais efetiva (MENDLING; STREMBECK, 2008). Desta forma, pode-se conjecturar que é possível ter um melhor entendimento dos modelos de processo com definições sobre os símbolos textuais utilizados, no formato de um acordo para o grupo de interessados. A próxima seção discute uma possível solução para o referido problema.

3.3 Possível utilização de ontologias

Para fins de simplificação, neste capítulo consideramos a modelagem de processos sempre baseada em especificações de requisitos representadas em forma de texto. Seguindo a analogia das tesouras de Simon, citada na Seção 2.4.4, em um lado temos o modelador e no outro lado o mundo a ser modelado bem como a especificação de requisitos. A fim de melhorar uma lâmina da tesoura, acreditamos que ontologias podem ser utilizadas como descritores de acordos para modeladores e leitores de processos. Neste caso, uma ferramenta que permite a criação de modelos com suporte de ontologias é necessária. A ferramenta pode permitir a seleção (GASSEN et al., 2012) ou associação de termos de ontologias para inserção em modelos de processo.

Entretanto, o uso de ontologias neste contexto deve ser feito com cautela, do contrário pode aumentar a carga cognitiva, o que pode piorar o “ambiente”. *Thesaurus* ou dicionários poderiam substituir ontologias, porém elas são mais expressivas e, portanto, possibilitam abordagens que evitem o aumento da carga cognitiva. Além disso, ontologias podem permitir a aplicação de inferências em relação aos rótulos de atividades. Desta forma, além de verificar a estrutura para evitar problemas como *deadlocks* e *livelocks*, é possível verificar os rótulos, por exemplo, através de padrões de atividades (THOM; REICHERT; IOCHPE, 2009).

Lembrando a definição de ontologias, como uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada (STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998). Esta conceituação apresentada na definição de Studer possui um sentido diferente se comparada ao “*the meaning triangle*” (OGDEN; RICHARDS, 1923). No triângulo, conceituação refere-se aos conceitos na mente das pessoas. Na definição de ontologias de Studer (1998), ela refere-se a uma representação por meio de conceitos, utilizando uma linguagem de especificação. Ao analisar Guarino (1998), a utilização do termo conceituação de (OGDEN; RICHARDS, 1923) é mais próxima ao significado filosófico de ontologias que Guarino chama de conceituação. Diferente do artefato de engenharia, o qual utiliza uma linguagem de especificação (ex. OWL), chamado de ontologia por Guarino. Desta forma, duas ontologias (artefatos de engenharia) podem possuir dois vocabulários diferentes, representando uma única conceituação. Por exemplo, duas companhias de um mesmo domínio podem utilizar duas representações diferentes para uma mesma conceituação.

Como cada pessoa tem sua forma individual de expressar e entender o mundo pode-

mos ter diversas representações para uma única porção do mundo. Seguindo esta ideia, podemos citar novamente Fettke (2012): “*who decides what makes a “good” model and “correct” representation?*”. Ainda, podemos citar George E. P. Box (1987): todos os modelos são errados, porém alguns deles são úteis. Desta forma, é possível entender que mesmo um modelo que siga diversas diretivas de qualidade, alguns aspectos ainda podem representar má qualidade de algum ponto de vista, devido a individualidade na forma de pensar de cada pessoa.

Acordos podem modificar a boa qualidade para uma pessoa para boa qualidade para um grupo de pessoas. Com base nesta individualidade e nas características de compartilhamento apresentadas por ontologias as mesmas podem ser utilizadas para representar o vocabulário de uma companhia, por exemplo. Os símbolos textuais utilizados pelo modelador de processo são selecionados a partir de ontologias, as quais representam o domínio ou aplicação de uma organização em específico. Desta forma, o grupo envolvido na modelagem ou interpretação tem acesso ao vocabulário compartilhado. A principal ideia é modificar o momento do acordo, ao invés de buscar acordos após a modelagem de cada processo. O acordo ocorre na criação das ontologias e os modeladores de processo o utilizam e aprimoram.

3.4 Análise do problema do vocabulário

Esta seção descreve a verificação realizada sobre o problema do vocabulário, através de evidências empíricas, no escopo da modelagem de processos de negócios.

3.4.1 Hipóteses

A discussão conceitual apresentada nas seções anteriores precisa ser levada a um nível operacional a fim de ser mensurada. Uma possível operacionalização das questões relacionadas a representação discutidas anteriormente, traz o problema do vocabulário. Furnas (1987) foi provavelmente o primeiro a apresentar empiricamente que pessoas frequentemente discordam nas palavras utilizadas para nomear coisas. Podemos, novamente, relacionar isso ao *meaning triangle* (OGDEN; RICHARDS, 1923). O símbolo no triângulo é apenas uma forma de acessar um conceito na mente das pessoas. Se, por algum motivo, alguém ensina outra pessoa a nomear cachorros como “casa”, é assim que a pessoa irá chamar cachorros. Ainda, quanto mais distintas são as palavras usadas pelas pessoas, mais distintos devem ser os “pontos de satisfação” nos quais as pessoas pararam seus processos de busca, em relação a racionalidade limitada.

A primeira conjectura é que as pessoas irão representar rótulos de atividades em vários formatos diferentes. Por exemplo, dada uma mesma descrição textual sobre uma atividade de um modelo de processo para N pessoas, uma quantia significativa de rótulos diferentes será gerada. Esta conjectura é baseada na racionalidade limitada e no problema

do vocabulário.

Diferentes rótulos nem sempre são problemáticos, entretanto eles afetam diretamente compreensão e reuso de modelos. Para compreensão, exemplos que podem gerar ambiguidades foram apresentados anteriormente neste capítulo. Para reuso, além de compreensão, técnicas devem enfrentar problemas para encontrar modelos relevantes ao usuário e podem retornar falsos positivos. Neste ponto, a ideia é apenas verificar a existência do problema no contexto de modelos de processo e não explicar suas causas.

Como apresentado anteriormente, os componentes de um cenário de modelagem seriam o modelador, o mundo a ser modelado e a especificação de requisitos. Neste contexto, a segunda conjectura é que modificações na especificação de requisitos irão afetar os rótulos produzidos. A operacionalização desta modificação refere-se a explicitação das palavras que deveriam ser usadas em rótulos de atividades. Mais especificamente, uma descrição que não possui palavras específicas para os rótulos é chamada de “sem elementos específicos” e uma descrição que apresenta palavras específicas é chamada de “com elementos explícitos”. Por exemplo: “...*ship the material*...” é bastante explícita, por outro lado “...*the material will be taken*...” não é.

Em relação ao problema do vocabulário, no segundo exemplo, uma pessoa poderia nomear *shipment* como “*transfer*”, “*send*”, “*deliver*” e assim por diante. Em relação a racionalidade limitada, uma pessoa poderia representar isto como “*prepare material*”, “*find transport*” ou “*receive material*” e assim por diante. O exemplo relacionado ao problema do vocabulário também pode ser explicado pela racionalidade limitada, o modelador poderia escolher “*transfer*” ao invés de “*send*” simplesmente porque ele prefere esta palavra.

Para a terceira conjectura, são necessários rótulos estruturados. Para tal, o estilo verbo-objeto é utilizado. Exemplos deste estilo são: “*receive invoice*” ou “*submit paper*”. Complementarmente, foi adicionado um terceiro elemento, o sujeito da atividade, compondo uma tripla:

- **Sujeito:** Autor;
- **Verbo:** Submete;
- **Objeto:** Artigo;

Esta tripla faz parte da abordagem proposta na corrente tese e será apresentada em maiores detalhes no Capítulo 4. Neste contexto a terceira conjectura se apoia na ideia de que se um elemento é conhecido (podemos chamá-lo de ancora), os próximos elementos serão menos distintos, entre eles. Essa argumentação é baseada na ideia que o espaço de buscas, ou as alternativas que podem ser consideradas por uma pessoa como apresentado na racionalidade limitada, será menor. Quando uma ancora é apresentada, por exemplo, o sujeito (Autor), o espaço de buscas para o verbo seria menor e conseqüentemente as pessoas iriam utilizar menos palavras distintas, influenciando na quantia de rótulos diferentes.

Em modelos BPMN, o sujeito da tripla refere-se a divisões ou compartimentos. O verbo e objeto formam o rótulo das atividades pertencentes à determinada divisão ou compartimento. O questionário utilizado reflete casos onde há uma descrição textual (especificação de requisitos) do modelo que deve ser criado. Nestes textos, os elementos apresentados na tripla podem aparecer mais ou menos explicitamente, o que pode influenciar as palavras utilizadas pelos modeladores. As hipóteses testadas foram as seguintes:

- **H1:** Representações textuais com elementos explícitos irão diminuir significativamente o número de palavras distintas para tais elementos;
- **H2:** Representações textuais com elementos explícitos irão diminuir significativamente o número de palavras distintas para os outros elementos;
- **H3:** Representações textuais com elementos explícitos irão diminuir significativamente o número de palavras com significados distintos para tais elementos;
- **H4:** Representações textuais com elementos explícitos irão diminuir significativamente o número de palavras com significados distintos para os outros elementos;

As duas primeiras hipóteses são relacionadas a palavras iguais, como em (FURNAS et al., 1987). As palavras cachorro e gato são ditas completamente distintas. As duas últimas hipóteses estão relacionadas à semântica, as palavras cachorro e gato terão algum grau de similaridade.

3.4.2 Descrição do experimento realizado

A fim de testar as hipóteses apresentadas acima, é necessário comparar os rótulos criados por diferentes modeladores. Esta tarefa foi realizada através de um formulário online, onde cada participante respondeu questões sobre dados demográficos e representou rótulos de atividades a partir de diferentes representações textuais. As próximas seções apresentam o experimento em maiores detalhes. O questionário realizado teve por intuito:

- Analisar a probabilidade de duas pessoas utilizarem a mesma palavra para representar um conceito (problema do vocabulário (FURNAS et al., 1987));
- Analisar se diferentes níveis de explicitação na descrição de atividades de modelos de processo tem influencia nas palavras utilizadas pelas pessoas para criar rótulos.

3.4.2.1 Participantes

O experimento objetivou analisar iniciantes em modelagem de processos de negocio e foi realizado no formato “*within-subjects*”. Ou seja, toda a amostra de participantes recebeu os mesmos tratamentos (variáveis independentes ou explanatórias). Os participantes foram estudantes, o que é descrito como representantes adequados para modeladores iniciantes (BURTON-JONES; MESO, 2008a). A amostra analisada foi de 22 participantes, sendo 12 estudantes de mestrado, 8 estudantes de graduação e 2 estudantes de doutorado,

provenientes de cursos de ciência da computação de Universidades Federais brasileiras.

3.4.2.2 *Projeto da pesquisa*

Existem três possibilidades de obter rótulos de atividades para testar as hipóteses propostas anteriormente.

1. Prover uma especificação de requisitos (textual) para os participantes e pedir a eles que modelem um processo;
2. Remover os rótulos de uma ou mais atividades de um modelo de processo e pedir aos participantes que completem o modelo, similar a um teste Cloze ¹ (TAYLOR, 1953);
3. Prover aos participantes uma descrição textual de atividades em específico e pedir a eles que construam os rótulos para cada descrição.

A opção 2 não pôde ser utilizada no corrente caso pois há a necessidade de testar diferentes níveis de explicitação da descrição. A opção 1 poderia ser utilizada, porém a opção três permite maior controle e deve causar menos viés. Na opção 1, seria necessário escolher quais atividades de cada participante deveriam ser comparadas com as atividades de outros participantes. O que poderia causar viés e coibir replicação. Além disso, não é possível garantir que todos os participantes irão criar as mesmas atividades, o que poderia originar problemas em relação ao pareamento dos rótulos ² para comparação. Portanto, a opção três foi utilizada, visto que se mostra mais adequada aos requisitos em questão.

Desta forma, os rótulos foram recolhidos através de textos que descrevem atividades específicas de um modelo de processo. Cada resposta foi composta de um sujeito, verbo e um objeto. Estes elementos são as variáveis dependentes do experimento.

O questionário tem por objetivo demonstrar se elementos apresentados de forma mais explícita e interações entre esses elementos diminuem o problema do vocabulário. Interações são, por exemplo: se o sujeito é dado ou não, os verbos terão o mesmo número de palavras distintas ou isso irá diminuir em casos onde o sujeito é explícito. Para tal, o questionário apresenta cinco níveis de explicitação de elementos.

- **E1:** nenhuma das palavras necessárias para representar os rótulos estão explícitas.
- **E2:** o sujeito é apresentado no texto, porém o participante que responde o questionário não recebe instruções para utilizá-lo. O restante dos elementos não estão explícitos.
- **E3:** o sujeito e o verbo são apresentados no texto, porém o participante que responde o questionário não recebe instruções para utilizá-lo. O objeto não está expli-

¹Um exemplo de teste Cloze são exercícios onde uma palavra ou parte de uma sentença são removidas da sentença original. O respondente deve preencher os espaços em branco.

²Visto que os participantes podem criar diferentes atividades ou quantias destas, à escolha de qual atividade do participante X deveria ser comparada com qual atividade do participante Y poderia causar viés.

cito.

- **E4:** o sujeito é apresentado e o usuário é obrigado a utilizá-lo. Sujeito já faz parte da resposta.
- **E5:** o sujeito e o verbo são apresentados e o usuário é obrigado a utilizá-los. Ambos já são apresentados ao participante como parte da resposta.

A fim de apresentar o conceito de explicitação de forma mais clara, exemplos de questões (Q1, Q2 e Q5) utilizadas no experimento são exibidos. As perguntas são apresentadas em inglês para manter maior fidelidade, visto que o experimento foi realizado em inglês. A escolha da língua ocorreu para permitir a utilização do WordNet, ademais, havia a possibilidade de execução em outros países.

- **Q1:** *This task occurs in the context of someone going to board on a flight. More specifically, when passing through security; Who will fly have to give access to things that can be carried on the plane for the security personnel, so that they can verify it. P.S. Describe the task performed by who will fly, in the context presented above.*
- **Q2:** *This task occurs in the context of someone ordering a book on an online store. More specifically, when the books seller informs things like address or preferential date to the entity that will take the book(s) to the buyer's address. P.S. Describe the task performed by the entity in the context presented above.*
- **Q5:** *This task occurs in the context of a user searching for information in the web. More specifically, when the website process what the user inserted to search. P.S. Describe the task performed by the website, in the context presented above.*

Questões 1 e 2 fazem parte do nível E1, desta forma nenhuma das palavras do rótulo original são apresentadas na questão. Seus rótulos originais eram: para Q1: *Passenger; Manage; Luggage*. Para Q2: *Shipping Company; Receive; Shipping Manifest*. A questão 5 é parte do nível E3, logo o sujeito e o verbo foram apresentados de forma explícita na questão. O rótulo original é: *Website; Process; Query*.

3.4.2.3 *Materiais e tarefas*

Cada questão foi criada com base em atividades de modelos de processo encontrados em uma coleção online³, a qual está disponível para download. As atividades foram escolhidas da seguinte maneira: cada modelo da coleção possui uma pasta que contém um arquivo de metadados. Um algoritmo foi criado para selecionar modelos com X atividades a partir da leitura destes metadados. As pastas dos modelos com X atividades foram copiadas para uma nova pasta e receberam um número aleatório de 0 a 10000, no início da referida pasta, com o objetivo de ordenar os modelos aleatoriamente. Ainda, um arquivo

³<http://bpmai.org/download/index.html>

contendo um ranking aleatório de 0 a X foi criado para cada modelo. Desta forma, as atividades escolhidas eram selecionadas seguindo este ranking. Foi utilizado $X = 20$. Em seguida, cada modelo foi verificado da seguinte maneira:

- 1) Os rótulos são concretos (ex. não são A, B, C) e estão escritos em inglês?
- 2) O modelo possui Divisões/Compartimentos?
- 3) O domínio é de conhecimento comum?
- 4) O modelo é de boa qualidade?
- 5) O rótulo da tarefa X segue o estilo verbo-objeto e inclui 2 ou 3 palavras? Se não, vá para a próxima atividade.
 - (a) Fluxos são lidos de maneira *depth-first*, para encontrar a atividade X. Quando um desvio (gateway) é encontrado, a leitura foi feita sempre de cima para baixo, para os fluxos de saída do desvio em questão.
 - (b) Caso três tarefas de determinado modelo não satisfaçam os requisitos, ir para o próximo modelo. Um modelo pode ser de conhecimento comum, porém possuir atividades que não o são, neste caso, pular estas atividades.

Os passos 3 e 4 são de certa forma abstratos. Para o passo 3, basicamente, modelos com termos muito específicos não foram utilizados. No passo 4, basicamente, modelos que não seguem as diretrizes 7PMG apresentadas em (MENDLING; REIJERS; AALST, 2010) não foram utilizados. Com base nestes requisitos, 10 atividades mais o sujeito (divisão ou compartimento) de cada uma delas foram selecionadas. A partir disso, uma questão para cada atividade foi criada, seguindo os cinco níveis de explicitação descritos anteriormente.

Cada nível de explicitação teve duas variantes (questões), isto para diminuir possíveis problemas de facetas, linguagem e domínio, somando um total de 10 questões. Determinadas atividades podem permitir mais variantes do que outras. Algumas pessoas podem ter mais conhecimento que outras sobre o domínio de uma questão. Ainda, algumas palavras podem ter mais sinônimos, hipônimos, hiperônimos e assim por diante. Logo, duas questões para cada nível devem diminuir estas diferenças. Possivelmente um número maior de questões por nível seja melhor, porém efeitos de repercussão (tradução livre para *carryover effects*) podem aparecer quando o número de questões aumenta, como fadiga, por exemplo. A fim de detalhar este ponto, a seção 3.4.3.1 apresenta exemplos da amostra.

Para medir a validade dos construtos (RECKER, 2012), um pré-teste para verificar se as questões estavam representando o que deveriam foi realizado. Cinco pessoas responderam as questões simulando um teste real. Mudanças em algumas questões foram realizadas com base no pré-teste. Antes de apresentar as questões de fato, um exemplo de modelo de processo foi exibido. Após, uma descrição do estilo verbo-objeto foi apresentada. Foi introduzido que, geralmente, sujeitos e objetos são representados por

substantivos e possuem uma ou duas palavras. Verbos são representados por uma palavra. Uma tabela com 5 exemplos de sujeitos e verbo-objeto foi disponibilizada. Os exemplos continham três rótulos adequados e três rótulos não adequados, de acordo com o estilo verbo-objeto. Ainda, um exemplo de questão com as resposta foi apresentado. As questões foram apresentadas na mesma página, então o participante tinha acesso aos exemplos durante todo o período de participação. Após passar para uma próxima questão a anterior era escondida, então as respostas não podiam ser modificadas apos a troca de questão. Nas primeiras seis questões (E1, E2 e E3) o participante respondeu o sujeito, verbo e objeto para as atividades em questão. Para as questões 7 e 8 (E4), o participante respondeu o verbo e o objeto, o sujeito era dado e não podia ser modificado. Nas questões 9 e 10 (E5) o participante respondeu apenas o objeto. A Figura 3.1 apresenta a tela principal do formulário, após as questões demográficas e o modelo de processo de exemplo.

Figura 3.1: Tela principal do formulário

Contextualization

Each question describes an activity of a business process model.
The verb-object style is presented in many researches as the most suitable for activity labeling in business process models.
You should use this style to represent your labels in this survey.

We would like that you point out also the subject (or role, participant and so on) of the task. The subject plus the verb-object style form a triplet, which will be the answer for each question.

Please, subjects and objects may have **one or two words** and normally are represented using nouns. Verbs may have only **one word**. See examples bellow:

	Subject	Verb	Object
Triplet 1	Customer	Receive	Invoice
Triplet 2	Booking service	Flight	Booking
Triplet 3	Author	Submit	Final Version
Triplet 4	Reviewer	Prepare	the reviews
Triplet 5	Mail Centre	Contact	Client

The lines marked with red represent **misuse** of verb-object style:
- Triplet 2 presents a problem in positioning. The verb and object are in exchanged positions. Also, in the -ing form "booking" is a noun, "Book flight" should be used.
- Triplet 4 presents an article ("the") where it should not: **the** reviews.

Example of question

This task occurs in the context of a call for papers for a conference. More specifically, when the conference Chair receives the accepted paper with the last modifications.

Describe the task performed by **who had the paper accepted**, in the context presented above.

Subject: Author
Verb: Submit
Object: Final Version

Question 1 of 10

This task occurs in the context of someone going to board on a flight. More specifically, when passing through security; Who will fly have to give access to things that can be carried on the plane for the security personnel, so that they can verify it.

Describe the task performed by **who will fly**, in the context presented above.

Subject:
Verb:
Object:

After pressing this button, you cannot change your answers.

Fonte: Autoria própria

Ao clicar no botão "ok", no canto inferior esquerdo, apenas questão (1 de 10, no exemplo) era modificada. O restante continuava acessível para o participante.

3.4.2.4 *Tratamento dos dados*

O questionário foi respondido por 65 participantes, divididos entre alunos de graduação, mestrado ou doutorado. Pessoas que utilizaram respostas como: “abc”, “*I don’t know*” ou “123” em qualquer das questões foram removidas, perfazendo um total de 7 pessoas para este caso. Pessoas que responderam em português foram removidas, 3 pessoas para o caso. O WordNet::Similarity foi utilizado para procurar problemas específicos em termos, verificando os termos que ele não conseguia encontrar em nenhum sentido. Termos no plural foram modificados para o singular, assim o WordNet consegue encontrá-los. Preposições foram removidas. Casos como: “substantivo A” of “substantivo B” ou “substantivo A” of the “substantivo B”, foram modificados para “substantivo B” “substantivo A”. Visto que este é o formato esperado e foi apresentado nos exemplos. Por fim, para aumentar a validade interna (RECKER, 2012) e diminuir a possibilidade de vies da língua nativa dos participantes (português), o WordNet::Similarity foi utilizado novamente. Neste momento para comparar os rótulos de cada pessoa com os rótulos originais, os quais foram utilizados como semente para a criação das questões. Participantes que obtiveram um resultado menor do que 0.5 (resultados variam entre 0 e 1) em qualquer das questões em comparação com os rótulos originais foram removidos (33 pessoas). Assim, 22 participantes foram analisados nos testes.

3.4.3 **Resultados**

As análises tiveram dois objetivos: na abordagem A, foram comparados o número de palavras distintas utilizadas (problema do vocabulário) e na abordagem B, o significado das palavras foi comparado através de comparações de similaridade. Para ambas as abordagens foram comparados o Sujeito, Verbo e Objeto dos rótulos de um participante em relação aos elementos de todos os outros participantes, de forma pareada. Como resultado, uma matriz foi gerada e a sua diagonal inferior foi utilizada nos testes. Todos os testes estatísticos foram realizados com 95% de confiança.

3.4.3.1 *Exemplos e esclarecimentos da amostra*

A fim de descrever de forma mais clara alguns aspectos apresentados anteriormente, trechos de dados da amostra são apresentados. O motivo pelo qual duas questões foram utilizadas para cada nível de explicitação é apresentado a seguir. Os dados da Tabela 3.1 demonstram quantas pessoas utilizaram respostas iguais (em pares) para os elementos Sujeito, Verbo e Objeto. Alguns dados dos níveis E4 e E5 não são apresentados, pois o sujeito (para E4 e E5) e o verbo (apenas para E5) foram dados nas questões.

Os elementos representados por um hífen, para melhor visualização, foram previamente preenchidos no experimento e não era possível ao participante modifica-los, logo suas comparações seriam sempre 100%. Para o elemento sujeito, exceto para o nível E3, houve uma enorme discrepância entre as questões de um mesmo nível, o uso de duas ques-

Tabela 3.1: Respostas iguais (em pares) para os elementos Sujeito, Verbo e Objeto

	Sujeito		Verbo		Objeto	
	Contador	%	Contador	%	Contador	%
Questão 1	121	52%	25	11%	11	5%
E1 Questão 2	14	6%	36	16%	26	11%
Questão 3	89	39%	45	19%	10	4%
E2 Questão 4	231	100%	42	18%	20	9%
Questão 5	210	91%	51	22%	5	2%
E3 Questão 6	155	67%	80	35%	14	6%
Questão 7	-	-	46	20%	6	3%
E4 Questão 8	-	-	19	8%	2	1%
Questão 9	-	-	-	-	11	5%
E5 Questão 10	-	-	-	-	46	20%

tões minimiza este problema. Nos rótulos originais, cada nível de explicitação teve uma questão com Sujeito contendo uma palavra e outro contendo duas palavras (por acaso). As questões com pontuações mais baixas possuíam duas palavras. O elemento Sujeito segue a distribuição esperada, tendo pontuações menores no nível E1. O elemento verbo segue a distribuição esperada, porém com menor expressividade.

Um ponto interessante quanto ao Verbo é que os elementos com pontuações maiores possuem as pontuações mais baixas no elemento Sujeito, para o mesmo nível de explicitação. Isto sugere que a interatividade entre os elementos não impõe uma tendência expressiva na criação dos rótulos. Ou seja, ter um elemento conhecido (Sujeito no caso), não parece influenciar na escolha das próximas palavras. Ainda, no nível E4, onde ambos os Sujeitos estavam presentes nas questões, a variação entre o Verbo de cada questão é maior do que 100%, o mesmo ocorre para o Objeto de E5, o qual possuía Sujeito e Verbo preenchidos. Para o Objeto, os níveis não seguem a mesma distribuição, Verbos com pontuação mais alta possuem Objetos com pontuação mais alta, salvo para E2. Logo, a investigação não permitiu constatar uma causa para a distribuição ligada à interatividade dos elementos, neste caso. Além disso, Objetos de E3 e E4 obtiveram pontuações menores do que E1 e E2, demonstrando uma distribuição diferente da esperada. As Tabelas 3.2 e 3.3 apresentam exemplos de respostas da amostra.

Os exemplos apresentados na Tabela 3.2 permitem ter uma ideia da razão pela qual as questões 1 e 2 possuem uma grande diferença em relação a respostas iguais. A questão 2 apresenta uma variedade maior de alternativas para o elemento sujeito. Nos exemplos, ambas as questões possuem uma alternativa que poderia ser dita “incorreta”: *Security* e *Seller*, respectivamente. Na verdade, elas não estão necessariamente incorretas, elas

Tabela 3.2: Exemplos de respostas para cada questão

Nível	Quest.	Sujeito	Verbo	Objeto	Procedência
E1	Q1	Passenger	Manage	Luggage	Original
		Passenger	Show	Hand luggage	
		Passenger	Authorize	Verification	
		Security	Check	Baggage	
		Customer	Show	Personal items	
		Passenger	Scan	Belongings	
E1	Q2	Shipping Company	Receive	Shipping Manifest	Original
		Delivery Company	Receive	Client Data	
		Carrier	Analyze	Buyer info	
		Seller	Report	Data	
		Delivery service	Deliver	Book	
		Mail Centre	Deliver	Book	
E2	Q3	Payment System	Receive	Request	Original
		Payment System	Receive	Registration Request	
		System	Receive	Request	
		Site	Receive	Sign Request	
		System	Prepare	Account Form	
		User	Register	Account	
E2	Q4	Supervisor	Review	Purchase order	Original
		Supervisor	Approve	Purchase order	
		Supervisor	Check	Product information	
		Supervisor	Review	Order	
		Supervisor	Inspect	Order	
		Supervisor	Check	Request	
E3	Q5	Website	Process	Query	Original
		Website	Perform	Search	
		Website	Process	User entry	
		Site	Receive	Search term	
		Website	Receive	Search request	
		Website	Process	Query	

Tabela 3.3: Exemplos de respostas para cada questão (continuação)

Nível	Quest.	Sujeito	Verbo	Objeto	Procedência
		Recruitment Manager	Store	Interview documents	Original
		Manager	Receive	Candidate information	
		Recruitment Manager	Scan	Candidate info	
		Recruitment Manager	Store	Candidate data	
		Recruitment Manager	Store	Document	
E3	Q6	Manager	Store	Resume	
		Warehouse staff	Check	Inventory level	Original
		Warehouse Staff	Verify	Stock	
		Warehouse Staff	Check	Stock	
		Warehouse Staff	Check	Inventory	
		Warehouse Staff	Verify	Needs	
E4	Q7	Warehouse Staff	Decide	Buying needs	
		Insurance company	Offer	Benefit	Original
		Insurance company	Establish	Refund amount	
		Insurance company	Explain	Insurance values	
		Insurance company	Inform	Values	
		Insurance company	Evaluate	Property	
E4	Q8	Insurance company	Explain	Benefit	
		Sales department	Receive	Part status	Original
		Sales department	Receive	Customer request	
		Sales department	Receive	Customer Order	
		Sales department	Receive	Inventory Report	
		Sales department	Receive	Item availability	
E5	Q9	Sales department	Receive	Stock status	
		Booking service	Send	Confirmation	Original
		Booking service	Send	Confirmation	
		Booking service	Send	Booking confirmation	
		Booking service	Send	Confirmation message	
		Booking service	Send	Status	
E5	Q10	Booking service	Send	Feedback	

descrevem alternativas válidas, entretanto não são as mais adequadas para os casos. No questionário, as questões apresentaram a direção que deveria ser utilizada para descrever os rótulos: *passenger* e *shipping company*. Assim, com base na racionalidade limitada, poderíamos apresentar algumas causas possíveis para os rótulos deslocados.

1. Falta de recursos cognitivos para entender a questão;
2. Falta de tempo disponível, fazendo com que o participante não leia a descrição de forma apropriada;
3. Falta de vontade, logo o participante não leu a questão adequadamente;
4. O participante não considerou responder a questão como algo de valor para ele, assim não aplicou muito esforço na resolução.

Em resumo, muitas razões poderiam levar o participante a respostas não apropriadas, entretanto algumas são válidas no contexto das questões. O restante dos sujeitos apresentado na Tabela 3.2 para E1 sofre do problema do vocabulário. Para “*passenger*”, temos um exemplo, “*customer*”, o qual não é incorreto do ponto de vista da companhia aérea. Para a questão 2, as alternativas não são tão similares quanto *Passenger* e *Customer*, entretanto elas são adequadas para o caso. A ideia de que as pontuações altas ocorrem unicamente devido a composição dada apenas por uma palavra, para alguns dos sujeitos, pode ser desfeita ao verificar os verbos apresentados na Tabela 3.1. Obviamente eles são compostos por apenas uma palavra, porém, mesmo assim apresentam grandes variações. Além disso, para os objetos, as respostas com apenas uma palavra obtiveram maiores pontuações na minoria dos casos. Aparentemente, a composição por uma ou duas palavras interfere apenas em elementos que foram apresentados de forma explícita no texto. As próximas seções apresentam testes estatísticos a fim de verificar a significância dos resultados.

3.4.3.2 Resultados para a abordagem A

Para a abordagem A, verificou-se a probabilidade de duas pessoas utilizarem o mesmo termo para nomear cada elemento de um rótulo, adaptado de (FURNAS et al., 1987). Os resultados são binários, o elemento X é igual ou diferente do elemento Y. A comparação nesse caso é simples, apenas uma comparação de strings. As probabilidades são apresentadas na Tabela 3.4.

A tabela é dividida em antes e depois da filtragem para demonstrar as probabilidades ainda menores sem a utilização do filtro. Podemos ver que a Tabela 3.4 segue os resultados apresentados por Furnas (1987), que encontrou uma probabilidade de 10 a 20%. Os elementos com 100% não devem ser considerados, pois eles foram inseridos propositalmente e não podiam ser modificados pelo participante. Os sujeitos dos níveis E2 e E3 e o verbo de E3 tiveram as maiores diminuições no problema do vocabulário. Isto se deve provavelmente ao nível de explicitação dos termos para estes elementos nas questões.

Tabela 3.4: Elemento é exatamente igual ao elemento escrito por outra pessoa. Elemento contém todo o elemento escrito por outra pessoa. Ambos de forma pareada.

		Comparação	Elemento	E1	E2	E3	E4	E5	
	Exata		Sujeito	29%	69%	79%	100%	100%	
			Verbo	13%	19%	28%	14%	100%	
			Objeto	8%	6%	5%	2%	12%	
	Depois de filtrar ^a	Contém		Sujeito	30%	83%	88%	100%	100%
				Verbo	14%	19%	29%	14%	100%
				Objeto	13%	18%	15%	6%	31%
Antes de filtrar ^a	Exata		Sujeito	18%	39%	35%	100%	100%	
			Verbo	7%	12%	15%	9%	100%	
			Objeto	6%	4%	5%	3%	8%	
	Contém		Sujeito	19%	47%	52%	100%	100%	
			Verbo	8%	14%	16%	10%	100%	
			Objeto	11%	13%	18%	6%	20%	

a. Filtragem refere-se a Seção 3.4.2.4.

As seções “Contém” da tabela, as quais comparam todas palavras do rotulo e não ele como um todo, apresentam maiores aumentos nas probabilidades entre os níveis para objetos do que para verbos. Isto pode ser explicado, pois objetos podem ter mais do que uma palavra, assim, para a Tabela 3.3, “*confirmation message*” e “*confirmation*” ou “*message*” seriam aceitas como iguais. Porém, as palavras individuais são menos específicas e podem causar ambiguidades em alguns casos.

Visto que as comparações neste ponto resultam em valores binários e os participantes são pareados devido ao formato *within-subjects* utilizado, para verificar a significância estatística foi realizado o teste de MacNemar. O teste verificou se duas pessoas utilizaram o mesmo termo ou não, para cada nível de explicitação. A tabela 3.5 apresenta as tabelas cruzadas e o teste de MacNemar para o elemento sujeito.

Na tabela 3.5 podemos ver que o numero de sujeitos aumentou de palavras distintas (Diff.) para iguais (Eq.) ao comparar E1 com ambos E2 e E3. Os sujeitos iguais diminuiram levemente de E2 para E3. Sujeitos de E4 e E5 foram apresentados nas respostas, logo são iguais em todos os casos e não foram usados nos testes.

Na tabela localizada na parte inferior, são apresentados os resultados obtidos a partir do teste de MacNemar, o qual demonstra haver diferença significativa do nível E1 para ambos E2 e E3, os quais tiveram sujeitos apresentados de forma explícita nas questões. Comparando os níveis E2 e E3, os quais tiverem mesmo nível de explicitação para o sujeito, também apresenta diferença estatística significativa, de acordo com o teste de

Tabela 3.5: Tabelas cruzadas e teste de McNemar para o elemento Sujeito

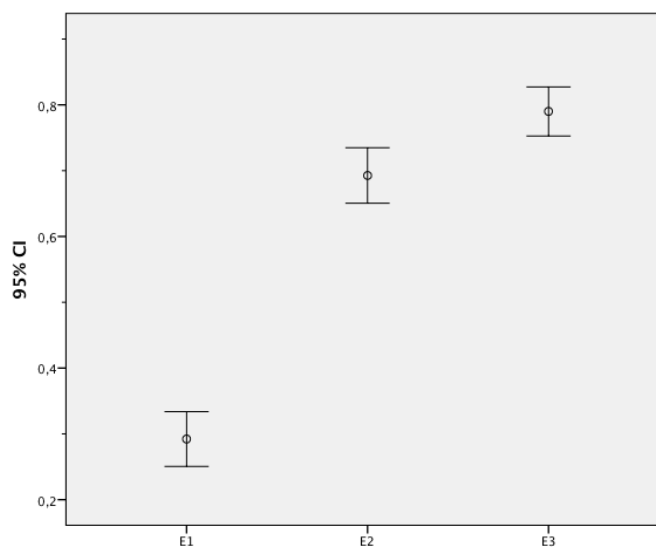
E2			E3			E3		
E1	Diff.	Eq.	E1	Diff.	Eq.	E2	Diff.	Eq.
Diff.	61	266	Diff.	79	248	Diff.	9	133
Eq.	81	54	Eq.	18	117	Eq.	88	232

	E1-E2	E1-E3	E2-E3
MacNemar (Valor-P)	0,000 ^a	0,000 ^a	0,003 ^a

a. Binomial distribution used.

MacNemar. Porém, isto não afeta H1. Estes resultados suportam H1 para o elemento sujeito. A Figura 3.2 apresenta de forma mais clara este suporte.

Figura 3.2: Barras de erro para o elemento sujeito



Fonte: Autoria própria

A tabela 3.6 apresenta as tabelas cruzadas e o teste de MacNemar para o elemento verbo.

Os resultados para verbos apresentados na Tabela 3.6 não são tão conclusivos como os apresentados para o elemento sujeito. E3 é o único nível com verbos apresentados de forma explícita, o qual possui diferença significativa em todas as comparações. Este resultado suporta H1 para verbos. Porém, os outros verbos não apresentam diferença significativa, exceto para E1 v.s. E2, logo H2 é rejeitada para verbos na transição de

Tabela 3.6: Tabelas Cruzadas e teste de McNemar para o elemento verbo

E2			E3			E4		
E1	Diff.	Eq.	E1	Diff.	Eq.	E1	Diff.	Eq.
Diff.	326	75	Diff.	284	117	Diff.	343	58
Eq.	49	12	Eq.	47	14	Eq.	54	7

E3			E4			E4		
E2	Diff.	Eq.	E2	Diff.	Eq.	E3	Diff.	Eq.
Diff.	276	99	Diff.	325	50	Diff.	281	50
Eq.	55	32	Eq.	72	15	Eq.	116	15

	E1-E2	E1-E3	E1-E4	E2-E3	E2-E4	E3-E4
Valor-P	0,024 ^a	0,000 ^a	0,777 ^a	0,000 ^a	0,057 ^a	0,000 ^a

a. Binomial distribution used.

sujeito para verbo. A tabela 3.7 apresenta as frequências para objetos.

Tabela 3.7: Frequências para o elemento Objeto

	E1	E2	E3	E4	E5
Média	0,0801	0,0649	0,0411	0,0173	0,1234
DP	0,2717	0,2466	0,1988	0,1305	0,3292

O elemento objeto não foi apresentado de forma explícita em nenhum dos níveis de explicitação. A intenção foi verificar se o mesmo iria variar devido a níveis de explicitação dos outros elementos. Entretanto eles apresentam uma distribuição descendente ao invés de ascendente, exceto para E5, o qual teve a maior média, como esperado. Porém, como os outros elementos não seguem a distribuição esperada, H2 é rejeitada para objetos. Na verdade, a interação entre os elementos do rótulo (H2) parece seguir a distribuição de Zipf (1949), pelo menos para os termos mais usados de cada elemento no rótulo. Tal distribuição diz que a palavra mais frequente irá aparecer duas vezes mais frequentemente que a segunda, três vezes mais que a terceira e assim por diante. Parece que a explicitação ajuda até certo ponto onde a racionalidade limitada assume controle. A tabela 3.8 demonstra esta distribuição nos dados do corrente experimento.

No caso, a distribuição é aplicada aos elementos e não aos termos. Além disso, ela é mais próxima no nível E2, reforçando a influencia da explicitação. A comparação entre os níveis E4 e E5 não é possível, pois alguns de seus elementos foram apresentados já nas questões, como resposta, desta forma o sujeito tem a contagem máxima. Os termos para

Tabela 3.8: Distribuição de Zipf para elementos de rótulos de atividades

	E1	Zipf	E2	Zipf	E3	Zipf
Sujeito	20,0	20,0	35,0	35,0	39,0	39,0
Verbo	15,0	10,0	16,0	17,5	23,0	19,5
Objeto	10,0	6,6	10,0	11,6	8,0	13,0

cada elemento entre diferentes participantes, não parecem seguir a distribuição de Zipf para os dados do experimento.

3.4.3.3 Resultados para abordagem B

As hipóteses H3 e H4 requerem mensurações semânticas, portanto o pacote WordNet::Similarity (PEDERSEN; PATWARDHAN; MICHELIZZI, 2004) foi utilizado. Tal pacote é composto por módulos Perl que permitem mensurações de similaridade e parentesco semântico (na tradução livre para *relatedness*) de dois termos. Nos testes foi utilizada a medida WUP (WU; PALMER, 1994), entretanto outras medidas podem ser também utilizadas. WUP é uma medida de similaridade que permite verificar se as pessoas utilizaram palavras similares ou não, a mesma resulta em valores entre 0 e 1, o qual é baseado na distancia entre os termos até o *least common subsumer* e o nó raiz. Nesta abordagem, há uma diferença em relação a abordagem A e o problema do vocabulário. No qual, dois sinônimos são um problema, visto que eles são representados por duas palavras diferentes. Aqui, o WordNet::Similarity declara um valor alto para dois sinônimos. Desta forma, além de palavras iguais também são medidos significados similares. Um ponto importante é que a utilização apenas de rótulos 50

O número esperado de palavras era uma ou duas palavras para sujeitos e objetos e uma palavra para verbos. Isto foi apresentado explicitamente nos exemplos e seguido pela maioria dos participantes. Com base nestas premissas, as comparações de similaridade para cada elemento possuem quatro possibilidades:

- **Uma palavra v.s. uma palavra:** PA1 v.s. PB1;
- **Duas palavras v.s. duas palavras:** ((PA1 v.s. PB1) + (PA2 v.s. PB2))/2;
- **Uma palavra v.s. duas palavras:** PA1 v.s. PB1 e PA1 v.s. PB2, pegar o maior e dividir por dois;
- **Duas palavras v.s. uma palavra:** PA1 v.s. PB1 e PA2 v.s. PB1, pegar o maior e dividir por dois;

Foram comparados sujeitos e objetos como substantivos e verbos como verbos. Isto pois uma palavra com classe gramatical verbo e outra com classe gramatical substantivo podem ter uma similaridade maior do que duas palavras na mesma classe gramatical.

Desta forma a comparação com todas as classes gramaticais para encontrar a maior similaridade pode gerar erros. Um exemplo é “*show*” e “*check*”, ambas podem ser utilizadas como substantivo ou verbo e com a medida WUP a maior similaridade é entre substantivo e verbo.

Visto que o experimento foi realizado no formato *within-subjects* e as mesmas pessoas responderam cada questão, o teste T pareado foi utilizado para comparar as médias. Nesta abordagem a media do rótulo como um todo também foi considerada, resultando em um valor de 0 a 1. Esta quantificação funciona nesta abordagem porque diferentemente da abordagem A, os valores são contínuos. Os resultados para a média do rótulo e para a média do elemento sujeito é apresentada na Tabela 3.9.

Tabela 3.9: Teste T pareado para média do rótulo e elemento sujeito

		E1-E2	E1-E3	E2-E3
	Média	0,000	0,000	0,351
Valor-P	Sujeito	0,000	0,000	0,001

Os resultados para a média do rótulo sugerem que a apresentação explícita do sujeito, como em E2 e E3 e o verbo em E3 resultam em maior similaridade dos rótulos em comparação com E1, o qual apresenta todos os elementos de forma abstrata. O que suporta parcialmente H3. Além disso, os dados sugerem que não há significância estatística entre E2 e E3, logo apresentando o sujeito e o verbo (E3) explicitamente não afeta o rótulo em relação a apresentação somente do sujeito (E2), rejeitando parcialmente H3.

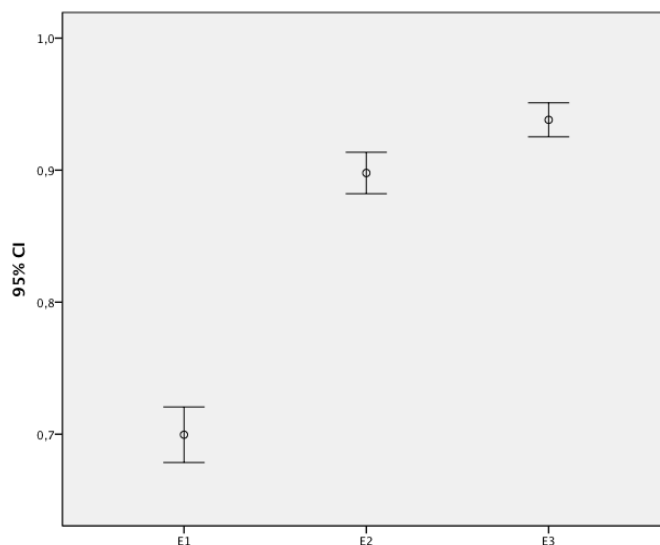
Os resultados para sujeitos sugerem que existe uma diferença significativa em E1 v.s. E2 e E3. Desta forma, no caso de sujeito explícito (E2 e E3) causam diferença significativa em relação a sujeitos não explícitos (E1). Além disso, E2 v.s. E3 – ambos com o sujeito explícito nas questões – possuem diferença significativa nos testes, porém possuem médias similares 0.897 e 0.938, respectivamente, contra 0.699 de E1. Portanto, isto suporta H3 para sujeitos. A Figura 3.3 apresenta este suporte de forma mais clara.

Os elementos Verbo e Objeto não seguiram a distribuição esperada. A tabela 3.10 apresenta as estatísticas descritivas para estes elementos.

Para verbos, E3, o qual possuía verbos explícitos nas suas questões, obteve a menor média. Todos os verbos tem médias praticamente iguais, potencialmente devido ao corte na limpeza dos dados. Portanto, H3 é rejeitada para verbos. Além disso, E4 é bastante similar a E1, logo H4 é rejeitada para verbos. Visto que os resultados não apresentam a distribuição esperada, o teste estatístico não foi realizado para este elemento.

Para objeto, a tabela 3.10 apresenta resultados também inesperados. Em particular E1, o qual não possui explicitação em nenhum dos elementos, é igual ou maior do que E2, E3 e E4. Portanto, não é apresentado teste estatístico para este elemento. A H4 é rejeitada

Figura 3.3: Barras de erro para o elemento sujeito



Fonte: Autoria própria

Tabela 3.10: Estatísticas descritivas para elementos verbo e objeto

	E1	E2	E3	E4	E5
Média	0,663	0,663	0,630	0,642	1,0
Verbo DP	0,218	0,222	0,276	0,237	0,0
Média	0,674	0,618	0,632	0,526	0,721
Objeto DP	0,197	0,207	0,191	0,242	0,175

para o elemento objeto.

3.4.3.4 Discussão

É importante notar que o escopo de modelagem de processos foi estreitado consideravelmente para este experimento. Em primeiro lugar, o uso do estilo verbo-objeto mais o sujeito eram obrigatórios. Em seguida, qualquer resposta que não alcançou 50% de similaridade com as respostas originais foram removidas. Estes pontos são necessários para o controle do experimento, porém considerando tais requisitos, o problema é ainda maior em cenários reais. A diferença de probabilidades apresentada na Tabela 3.4 é bastante grande para o caso em questão.

Os resultados do experimento sugerem que o problema do vocabulário de fato ocorre em modelos de processo com modeladores iniciantes. É possível que o problema ocorra também com modeladores especialistas, porém são necessárias evidências empíricas para tal afirmação. A apresentação explícita de elementos dos rótulos em especificações de

requisitos parece diminuir o problema do vocabulário para sujeitos e verbos, mas principalmente para o elemento sujeito. Entretanto, o sujeito é utilizado para representar participantes em um modelo de processo, através de divisões ou compartimentos. Os elementos que de fato representam os rótulos de atividades são o verbo e o objeto, os quais foram muito menos afetados pelos diferentes níveis de explicitação providos pelo experimento. Os elementos da tripla parecem seguir a distribuição de Zipf.

Em relação a interação de elementos, as hipóteses foram rejeitadas para todos os casos. Isto significa que a apresentação de um elemento ancora não afeta os outros elementos. Se o sujeito é dado, isto não afeta os verbos escolhidos pelas pessoas. Se o sujeito e o verbo são dados, isso não afeta os objetos. O problema do vocabulário continua ocorrendo, uma possível visão é que a racionalidade limitada é mais forte do que o que foi chamado de interatividade de elementos.

Portanto, o problema do vocabulário deve ser considerado em relação a qualidade de modelos de processo. Com base na discussão apresentada na Seção 3.3 e em conjunto com os resultados do experimento, pode-se dizer que ontologias deveriam ser utilizadas para prover um vocabulário compartilhado e conseqüentemente evitar este problema. Com o uso de ontologias é possível utilizar diferentes símbolos (palavras) para se referir a um conceito e ainda manter acesso ao símbolo original utilizado para representar tal conceito. Para investigar estes aspectos experimentos com a utilização de ontologias neste aspecto devem ser realizados.

O estudo sugere que informações explícitas nos requisitos resultam em uma similaridade mais alta dos termos. Isto não resolve o problema do vocabulário, porém os termos parecem ser mais similares, o que pode aprimorar a qualidade dos modelos. Neste sentido, pelo menos os sujeito – divisões e compartimentos – deveriam ser apresentados explicitamente em especificações de requisitos para modelos de processo. Um vocabulário consistente, utilizando a mesma palavra a cada vez que um conceito for referido durante toda a especificação também devem colaborar.

O problema do vocabulário também pode afetar a recuperação de modelos de processo para reuso. Além de falsos positivos e a não recuperação de documentos relevantes, isto pode causar propagação de erros quando os modelos não são apropriados para o caso. Isso pode trazer diversos problemas, como o efeito de ancoragem e ajuste apresentado na Seção 2.4.6, o qual deve ser estudado no futuro.

3.4.3.5 Ameaças a validade

Em relação ao experimento, uma limitação é o pequeno numero de participantes. Um experimento mais abrangente deveria ser conduzido para provar a estabilidade dos resultados. Porém, os mesmos são bastante similares aos encontrados na literatura para o problema em questão.

Existem duas formas de realizar tal experimento: (i) comparar as palavras da pessoa

X com a pessoa Y ou (ii) comparar as palavras da pessoa X com as palavras de todas as outras pessoas. Na opção (i) a seleção de pares pode causar viés e a amostra precisa ser razoavelmente grande para aliviar esse ponto. Em (ii) um menor número de participantes permite alcançar uma amostra maior. Neste experimento a opção (ii) foi realizada, 22 participantes com duas questões por nível de explicitação perfizeram um total de 462 pares. Devido a razão de (ii), o número de pares pode crescer rapidamente e causar problemas em testes estatísticos. Valores-P calculados a partir de amostras muito grandes podem tender a zero, o que vem a suportar resultados que não possuem real significância (LIN; LUCAS; SHMUELI, 2013).

Os testes foram realizados com modeladores novatos. O estilo verbo-objeto foi utilizado para aumentar validade interna. Porém, em cenários reais, as pessoas podem não utilizar este estilo como um padrão, o que pode aumentar o problema do vocabulário para modelos de processo. No WordNet, cada palavra pode ter diversos *senses*, a fim de não interferir nas mensurações, o maior valor entre duas palavras foi utilizado, já que os *senses* para cada palavra não poderiam ser selecionados manualmente. Desta forma, algumas palavras podem ter sido relacionadas para um *sense* diferente do mais adequado. As classes gramaticais (substantivos ou verbos) foram declaradas e o contexto utilizado pelos participantes deveria ser similar devido às questões, desta forma este ponto não deve ter afetado os resultados de forma significativa.

3.5 Conclusão do capítulo

A documentação de processos de negócios através de modelos é uma importante tarefa para empresas na prática. Os resultados apresentados neste capítulo sugerem, com base em dados empíricos, que o problema do vocabulário ocorre de fato em modelos de processos criados por novatos. Soluções baseadas puramente em vocabulário não parecem ser suficientes para resolver o problema. A interação entre os elementos do rótulo também não resolvem o problema. Entretanto, os resultados apresentados neste capítulo sugerem a necessidade de apresentar explicitamente pelo menos os sujeitos das atividades nas especificações de requisitos, o que deve melhorar a qualidade dos modelos de processos criados por novatos.

O papel deste capítulo na tese foi a apresentação de uma discussão conceitual sobre a utilização de ontologias como suporte para a modelagem de processos. Além disso, resultados empíricos que demonstram o problema do vocabulário no contexto de modelagem de processos de negócios foram apresentados. O que pode ser utilizado como motivação para a utilização de ontologias como suporte para tal modelagem.

4 MODELAGEM DE PROCESSOS SUPORTADA POR ONTOLOGIAS

Uma das possíveis soluções para problemas relacionados a rótulos de modelos de processo de negócio é a utilização de ontologias. Este capítulo discute aspectos relacionadas a modelagem de processo com suporte de ontologias e possíveis problemas. Ademais, é apresentada a abordagem proposta nesta tese, além de testes empíricos.

4.1 Possíveis problemas causados pela modelagem de processo com suporte de ontologias

Nesta seção são discutidas as problemáticas da interação entre ontologias e a modelagem de processos de negócio. Embora a utilização de ontologias ou outro artefato como suporte possa trazer diversas vantagens para os modelos resultantes, algumas desvantagens podem ocorrer em relação ao PMP. As próximas seções discutem estas desvantagens no escopo da corrente tese, as quais devem ser consideradas na criação de abordagens que utilizem ontologias como suporte para a modelagem de processos. Teorias apresentadas na Seção 2.4 colaboram para as considerações apresentadas nesta seção.

4.1.1 Memória de trabalho limitada

O limite da capacidade em relação ao número de itens armazenados na MT pode ser sobrecarregado pela interação com ontologias, deteriorando a cognição do modelador. Um fenômeno neste contexto é conhecido como interferência retroativa (IR). IR causada pela interpolação de carga cognitiva de qualquer natureza está correlacionado com o esquecimento (DEWAR; COWAN; SALA, 2007). Este efeito pode ser associado ao seguinte exemplo no contexto de PMP. O modelador faz a leitura inicial da especificação de requisitos, em seguida ele começará a construir o modelo de processo em questão. O esforço causado pelas atividades de modelagem provavelmente causarão IR. As atividades adicionais possivelmente ocasionadas pela interação com a ontologia podem aumentar a carga cognitiva, causando o esquecimento em um menor espaço de tempo. Neste caso, o modelador precisa realizar uma nova fase de compreensão para atualizar sua memória.

Com a utilização das ontologias as novas compreensões seriam mais frequentes, visto que o material apresentado pela ontologia poderia sobrecarregar a MT.

IR pode afetar recuperação da informação e consolidação na memória de longo prazo. A consolidação é afetada com maior ênfase por tarefas da mesma natureza. No caso dos modelos de processo, tarefas relacionadas a rótulos, as quais assim como a leitura da especificação de requisitos referem-se a material verbal, devem afetar a consolidação. Todas as outras tarefas da modelagem, incluindo as referentes a material verbal, devem afetar com maior ênfase a recuperação (DEWAR; COWAN; SALA, 2007).

4.1.2 Consumo de tempo

A modelagem de processos com suporte de ontologias ocasiona tarefas adicionais por parte do modelador. Por exemplo, no caso particular de anotação (associação de elementos do processo a elementos de ontologias) existem basicamente duas opções (i) o modelador cria o modelo e em seguida anota aquele modelo com elementos de uma ontologia. O modelador anota o modelo criado previamente por outro modelador ou por ele mesmo (ii). Em ambos os cenários, há um acréscimo no consumo de tempo, além do problema intrínseco e implicações causadas pelo aumento de um recurso cada vez mais dispendioso, problemas de PMP podem ser gerados.

Com base nas discussões de Simon, apresentadas nas Seções 2.4.4 e 2.4.5, o modelador pode vir a realizar as tarefas de interação com a ontologia de forma inapropriada devido a indisponibilidade de tempo, a qual pode acarretar problemas como propagação de erros e incompletude.

4.1.3 Espaço de alternativas

Com base na descrição de Simon sobre tomada de decisões, alternativas são avaliadas em um processo de busca iterativo até que uma alternativa adequada, do ponto de vista da pessoa, seja encontrada. Desta forma, se o espaço de alternativas gerado é muito grande ou mal organizado, o modelador pode considerar um nível satisfatório para uma alternativa inapropriada.

Durante a modelagem com suporte de ontologias, a ontologia pode adicionar alternativas que não foram inicialmente consideradas pelo modelador. Essas novas alternativas podem afetar a tomada de decisão em qualquer direção, dependendo da abordagem utilizada.

4.1.4 Carga cognitiva irrelevante

Sweller (1994) apresenta na teoria da carga cognitiva dificuldades dos seres humanos referentes à solução de problemas, com ênfase nas limitações da memória de trabalho em relação ao aprendizado. Durante a modelagem de processos, uma apresentação inadequada do suporte (ontologia), pode gerar carga cognitiva irrelevante degradando o apren-

dizado do modelador. Um exemplo de carga cognitiva irrelevante utilizado por Sweller refere-se a apresentar um quadrado a um estudante. Uma forma de apresentação é o desenho de um quadrado, o qual é de simples compreensão para quem conhece quadrados. Outra forma pode ser uma descrição verbal do tipo: "...uma linha horizontal de 10cm, a qual se conecta a outra linha vertical de 10cm na extremidade da linha horizontal, à direita, com um ângulo de 90 graus...". Ambos apresentam o mesmo objeto, porém a segunda representação pode causar carga cognitiva irrelevante, pois sobrecarrega a memória de trabalho. Em relação à ontologia, representações onde o modelador precisa empregar grande esforço para encontrar os conceitos úteis ao seu propósito podem causar carga cognitiva irrelevante.

4.1.5 Problemas de precisão

Quando o modelador precisa anotar o modelo de processo criado por outra pessoa ou por si mesmo em um tempo passado, problemas de precisão podem surgir. No caso, anotar refere-se a associar elementos da ontologia com elementos do processo. Um conceito pode ser associado ao referente incorreto, por exemplo. O modelador atual pode interpretar a intenção do modelador anterior de forma equivocada, realizando uma anotação imprecisa. O que pode causar propagação de erros. Este fenômeno é apresentado por Norman (2002) como o golfo da avaliação – apresentado na Seção 2.4.3 – o qual refere-se à diferença entre o que um sistema ou artefato provê como representação e o que pode ser percebido diretamente de acordo com as expectativas e intenções do usuário. O problema do vocabulário também pode contribuir neste cenário.

Além disso, visto que o modelo é anotado com suporte de uma ontologia, outros efeitos podem ocorrer, tal como o efeito de ancoragem e ajuste (Seção 2.4.6). Devido ao excesso de confiança no modelo anotado, causado pelo suporte da ontologia, erros podem não ser ajustados até a ocorrência de problemas.

4.1.6 Abrangência da assistência

A abrangência da assistência refere-se a quais aspectos o suporte pode prover assistência, para o modelador. Por exemplo, diminuir o número de conceitos na ontologia para evitar consumo de tempo ou carga cognitiva não necessariamente melhora PMP, visto que pode ocorrer uma diminuição da expressividade ou aparecimento de ambiguidades.

4.2 Abordagem desenvolvida

Esta seção apresenta a abordagem utilizada para a modelagem de processos com suporte de ontologias. Além da apresentação da abordagem em si, os aspectos considerados para tal abordagem também são discutidos.

4.2.1 Ideia base

Grande parte das abordagens com ontologias presentes na literatura utilizam a ideia de mapeamento, ou seja, o modelador cria ou reutiliza um processo de negócio. Após, elementos do modelo de processo são mapeados em relação a conceitos da ontologia. A corrente abordagem busca manter a modelagem com suporte de ontologias o mais próximo possível da modelagem de processos convencional.

Desta forma, termos são apresentados ao modelador durante o PMP e podem ser utilizados nos rótulos dos seus modelos de processo. Para fins de implementação, OWL foi utilizada para a descrição de ontologias e BPMN para a modelagem dos processos de negócio. Visto que ambas são amplamente utilizadas, cada uma para seus propósitos. A próxima seção apresenta como os termos da ontologia são amarrados ao modelo de processo.

4.2.2 Modelo de amarração de rótulos

Diretrizes para modelagem de processos de negócio sugerem que o estilo verbo-objeto (ex. submeter artigo, enviar revisões) é o mais adequado para representar rótulos de atividades (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010). Vale lembrar que o objeto neste contexto não deve ser relacionado a linguagem natural e sim visto como objeto de negócio.

Em BPMN, divisões e compartimentos representam pessoas, unidades organizacionais, papéis e assim por diante, logo podem ser amarrados a conceitos de ontologias (classes em OWL). Relações em ontologias podem possuir diversas intenções, no escopo da corrente tese elas se referem a ações, as quais são expressas por meio de verbos e são amarradas ao elemento verbo de rótulos de atividades. O elemento objeto de rótulos de atividade (objeto de negócio) é amarrado a outro conceito da ontologia. Outro ponto importante é que a ideia não é um mapeamento um para um entre ontologias e processos de negócio. Atualmente não foi considerada a opção de utilizar uma propriedade de dados como objeto, ao invés de uma classe, porém tal recurso é passível de adição futura, em caso de necessidade. Essa amarração é utilizada para representar a terminologia dos rótulos apenas. Os conceitos e a relação da ontologia formam uma tripla, por exemplo:

- **Sujeito:** Revisor;
- **Verbo:** submete;
- **Objeto:** revisões;

Triplas são utilizadas em diversos contextos, RDF por exemplo, utiliza Sujeito/Recurso, Predicado e Objeto. A contribuição refere-se às razões e a aplicação das triplas. Além disso, a proposta não utiliza anotação como em grande parte das abordagens de suporte por ontologias. Os elementos da ontologia são apresentados no modelo de processo e não associados com elementos existentes do modelo de processo.

Em relação a gramática de linguagem natural, as classes OWL, utilizadas para representar sujeitos dos modelos de processo, são geralmente expressas por substantivos (BHOWMICK; KÜNG; WAGNER, 2008, p. 67; CIMIANO; UNGER; MCCRAE, 2014, p. 67). Por exemplo, comprador, vendedor, autor. Nem todas as propriedades representam ações em ontologias, outras representações de propriedades não serão discutidas nesta tese. Em relação a linguagem natural, para o escopo desta tese as mesmas são representadas por verbos, tais como: enviar, completar, receber. Os objetos também são representados por classes, e, conseqüentemente substantivos. Outras classes gramaticais podem estar envolvidas na sua representação, porém o substantivo é o principal, ex. "Mensagem de confirmação", tal como acontece em rótulos de atividades (LEOPOLD; SMIRNOV; MENDLING, 2012). Estas representações são adequadas às necessidades do ponto de vista de modelagem de processos.

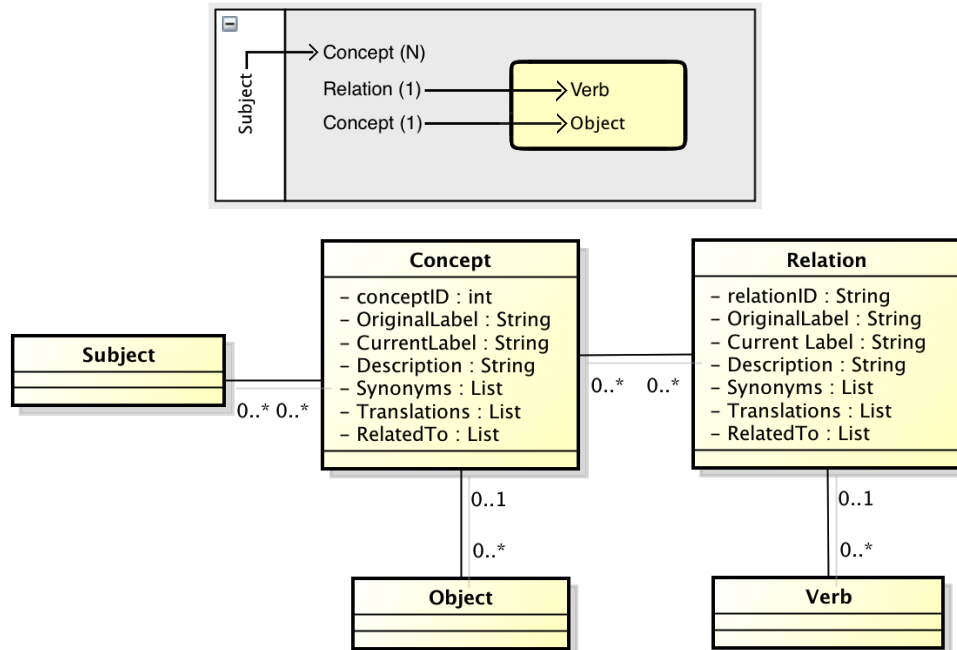
A discussão sobre classes gramaticais e construtos da ontologia é vasta e complexa, portanto não será abordada nesta tese. Guarino (1994a, 1994b, 1995), por exemplo, discute substantivos contáveis ou não contáveis, entre outras características. Um substantivo contável é autor: "um autor, dois autores", ao contrário de "um vermelho, dois vermelhos". Ambos são substantivos, porém existem diferenças que refletem na utilização do substantivo como classe ou não. No caso de Guarino a discussão é sobre sortais e não sortais, os quais não podem ser relacionados diretamente às classes. O exemplo objetiva apenas a ilustração de um caso. Em relação às propriedades, exemplos como "*function-of*", "*has-part*" são formados por substantivos padrão, os quais são conhecidos como "*relational nouns*" (substantivos relacionais, na tradução livre) (GUARINO, 1997). Neste contexto, substantivos que deveriam representar classes, expressam uma propriedade. Portanto, discussões neste contexto não são externadas. A Figura 4.1 apresenta o modelo proposto nesta tese.

Por exemplo, durante a criação de um modelo de processo que representa uma chamada para artigos de uma conferência. A ontologia possui a representação do "autor" (conceito). A qual possui uma relação "enviar" com outro conceito "artigo". Desta forma, na Figura 4.1, o sujeito representado por uma divisão em BPMN seria o conceito "autor" e o rótulo da atividade seria "enviar artigo". Todos os termos seriam provenientes da ontologia.

Uma ideia interessante para complementar esse modelo é apresentada em (WASSER; LINCOLN, 2012). Os autores apresentam a ideia de qualificadores para ações (verbos) e objetos. Exemplos de qualificadores para o elemento verbo poderiam ser:

- a) **Verbo:** enviar;
 - (i) **Qualificador:** via email
 - (ii) **Qualificador:** via correio
- b) **Verbo:** atualizar;

Figura 4.1: Modelo de amarração



Fonte: Autoria própria

- (i) **Qualificador:** manualmente
- (ii) **Qualificador:** automaticamente

Exemplos de qualificadores para objetos:

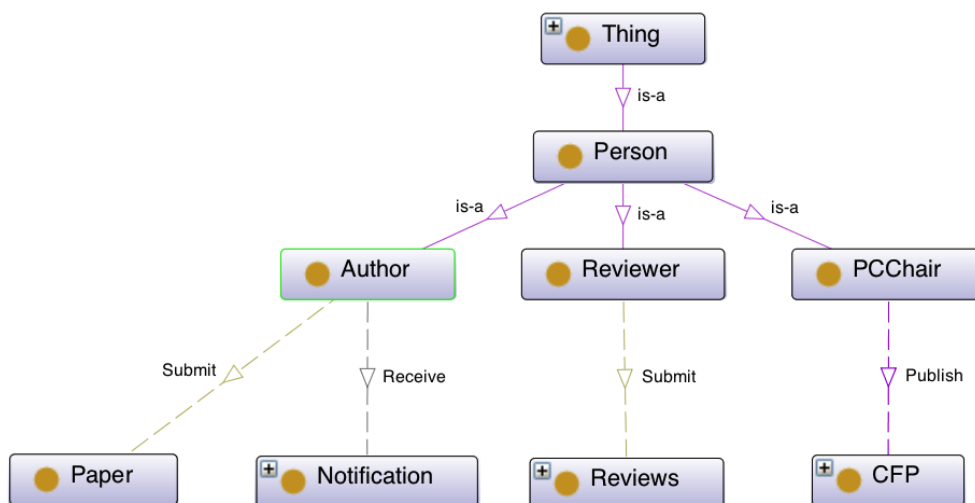
- a) **Objeto:** artigo;
 - (i) **Qualificador:** completo
 - (ii) **Qualificador:** proposta
- b) **Objeto:** professor;
 - (i) **Qualificador:** externo
 - (ii) **Qualificador:** interno

Os autores não utilizam sujeito, porém os qualificadores poderiam ser aplicados para sujeitos da mesma maneira, caso necessário. Tais qualificadores poderiam ser adicionados aos modelos de processo, sendo também selecionados a partir de ontologias. Na aplicação a nossa abordagem, os qualificadores não seriam diretamente apresentados no modelo de processo para não deteriorar a compreensão do mesmo, devido a quantidade de informação (GREEN; PETRE, 1996; OBERLANDER, 1996; MOODY, 2009), porém podem ser acessados sempre que necessário.

Seguindo o exemplo apresentado acima, da chamada para artigos, após a escolha do autor para a divisão ou compartimento, apenas as relações conectadas a este conceito na

ontologia são apresentadas como verbo, para todas as atividades do compartimento em questão. Após selecionar o relacionamento (verbo), apenas conceitos associados a ambos os conceitos (amarrado ao compartimento) e verbo (amarrado ao elemento verbo do rótulo da atividade) estarão disponíveis para a atividade em questão. A Figura 4.2 apresenta o exemplo.

Figura 4.2: Exemplo do modelo de amarração

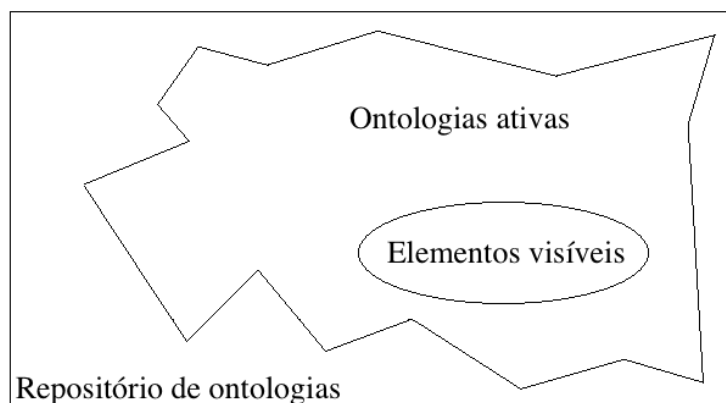


Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 4.2 é possível visualizar o exemplo apresentado anteriormente em forma de árvore, referente à ontologia. O sujeito, “*author*”, selecionado aparece com a borda em verde. Para este sujeito, apenas as ações (verbos) “*submit*” e “*receive*” estão disponíveis. Estas ações são representadas por arestas na figura. Cada ação pode possuir N Objetos, na figura, a ação “*submit*” pode receber o Objeto “*paper*”. A ação “*receive*” pode receber o Objeto “*notification*”. Este método dirige a construção do rótulo, com a intenção de diminuir a carga cognitiva. Entretanto, efeitos como *completion effect* (SWELLER; AYRES; KALYUGA, 2011) devem garantir a atenção do modelador na construção do rótulo, permitindo questões como o aprendizado do vocabulário em questão. A figura apresenta apenas parte de uma ontologia em OWL, somente alguns conceitos e relações são demonstrados a fim de melhorar a visualização. A Figura 4.2 foi gerada utilizando o *plug-in* OntoGraf da ferramenta Protégè 4.3.

A ideia é análoga a árvores de busca, porém, com intuítos distintos. As árvores de busca tem por objetivo consultas em tempo satisfatório, já as podas na árvore da ontologia aqui apresentada buscam diminuir o foco de atenção do modelador. A Figura 4.3 demonstra esta ideia em relação ao foco de atenção da memória de trabalho, apresentado em (COWAN, 2005).

Figura 4.3: Elementos visíveis da ontologia



Fonte: Adaptação a partir de (COWAN, 2005)

A figura busca relacionar o método de apresentação dos termos da ontologia com o foco de atenção da memória de trabalho, apresentado na Seção 2.4.1. No caso das ontologias, apenas os termos relevantes para o contexto são apresentados para o modelador.

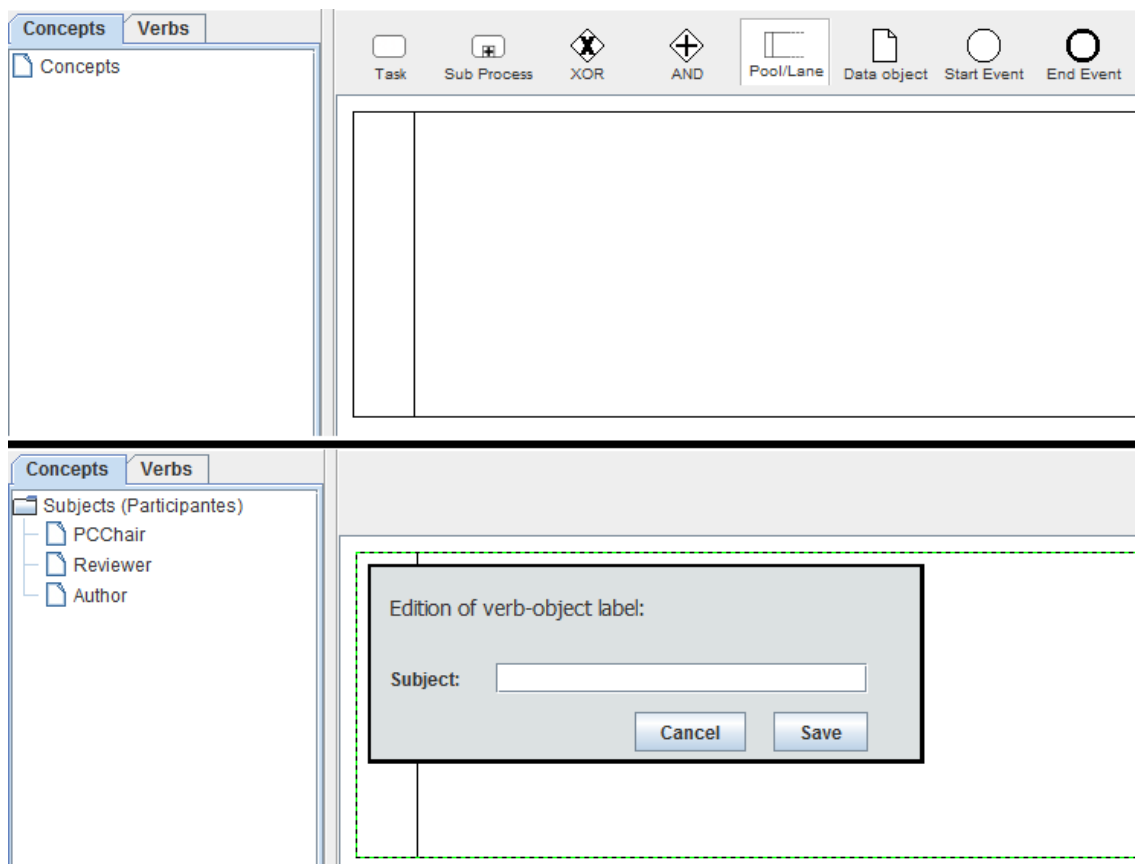
4.2.3 Protótipo de ferramenta desenvolvido

Esta seção tem por intuito apresentar o protótipo de ferramenta desenvolvido para implementar a abordagem aqui apresentada. Para fins de simplificação, o termo compartimento vai ser utilizado para fazer referência tanto a divisões quanto a compartimentos, visto que as regras para os rótulos são as mesmas. Supondo a ontologia apresentada na Figura 4.2 e a intenção de selecionar um sujeito para um compartimento, a modelagem por meio do protótipo construído ocorre da seguinte maneira. Inicialmente, a árvore que disponibiliza os elementos da ontologia se encontra vazia, apenas quando necessário elementos são adicionados a mesma. O usuário inicia a edição do rótulo do compartimento por meio de clique duplo no mesmo. Neste contexto, apenas os elementos que são possíveis sujeitos, ou seja, possuem relacionamentos (ações, verbos) são apresentados. A figura 4.4 representa esta questão.

A parte superior da figura (antes da linha horizontal preta) apresenta uma divisão adicionada ao diagrama. Na parte esquerda é possível verificar o painel de ontologias, com as árvores de conceitos e de verbos, ambas vazias no corrente momento.

Na parte inferior da Figura 4.4, o modelador está adicionando um sujeito (duplo clique) no compartimento em questão. Neste momento, é possível notar na parte esquerda que a árvore de conceitos está preenchida pelos possíveis sujeitos. A árvore de verbos permanece vazia neste momento. Neste caso são três conceitos: presidente da conferência, revisor e autor. Atualmente, para amarrar algum deles, o modelador deve arrastar o elemento da árvore para o campo disponibilizado na janela apresentada no diagrama.

Figura 4.4: Seleção de sujeitos



Fonte: Autoria própria

Desta forma, é esperada baixa carga cognitiva e alta economia de atenção, sem sobrecarga da memória de trabalho. O modelador não precisa procurar os elementos dentre muitas possibilidades. Neste caso, a ontologia contém apenas três sujeitos, porém esse número pode variar significativamente. Portanto, outras estratégias de filtragem são necessárias. Algumas das consideradas no corrente trabalho são apresentadas abaixo.

Conceito de negócio: nem todos os conceitos e relacionamentos da ontologia estão disponíveis para o modelador de processo. Para que o conceito ou relacionamento esteja disponível é necessário declarar que ele é um “conceito de negócio”. Atualmente isso ocorre através da criação de um *rdfs:comment* em cada elemento da ontologia que deve ser disponibilizado ao modelador, no seguinte formato “*BPM: Business Concept*”. Desta forma, conceitos que são utilizados especificamente para outros fins, como inferências podem ser adicionados pelos responsáveis pela ontologia sem a preocupação de atrapalhar os modeladores de processo. Este aspecto é que permite à ferramenta apresentar apenas propriedades representando ações, através de verbos, ao modelador.

Outro ponto importante deste aspecto é que a utilização de ontologias de topo, por exemplo, a fim de prover semântica para o modelo podem ser utilizadas facilmente. O

único requisito a ser preenchido é que as classes e os relacionamentos que serão disponibilizadas durante o PMP devem seguir a abordagem de tripla apresentada nesta tese, bem como apresentar a marcação de conceito de negócio.

Relacionado a: os conceitos podem ser relacionados a outros conceitos por meio deste relacionamento. Por exemplo, o conceito artigo pode ser relacionado a conceitos como “conferência” ou “chamada para artigos”. Desta forma, antes de iniciar a construção do modelo, o modelador deve selecionar categorias para informar o intuito do modelo que pretende construir, permitindo a ferramenta uma filtragem mais precisa. Neste contexto, apenas sujeitos que estão relacionados a tal categoria seriam exibidos. Uma ideia similar é apresentada por Koschmider (2011), onde os autores apresentam uma estratégia de recuperação de informações para modelos de processo, com o objetivo de reuso de modelos. Na abordagem aqui apresentada, as categorias também são selecionadas a partir de uma ontologia, garantindo a precisão.

Filtro textual: filtros por palavras chave não foram considerados, porém podem ser aplicados se necessário. Sempre considerando o contexto, sendo o filtro por palavras aplicado após os filtros anteriores. O problema do vocabulário deve ser considerado para este filtro.

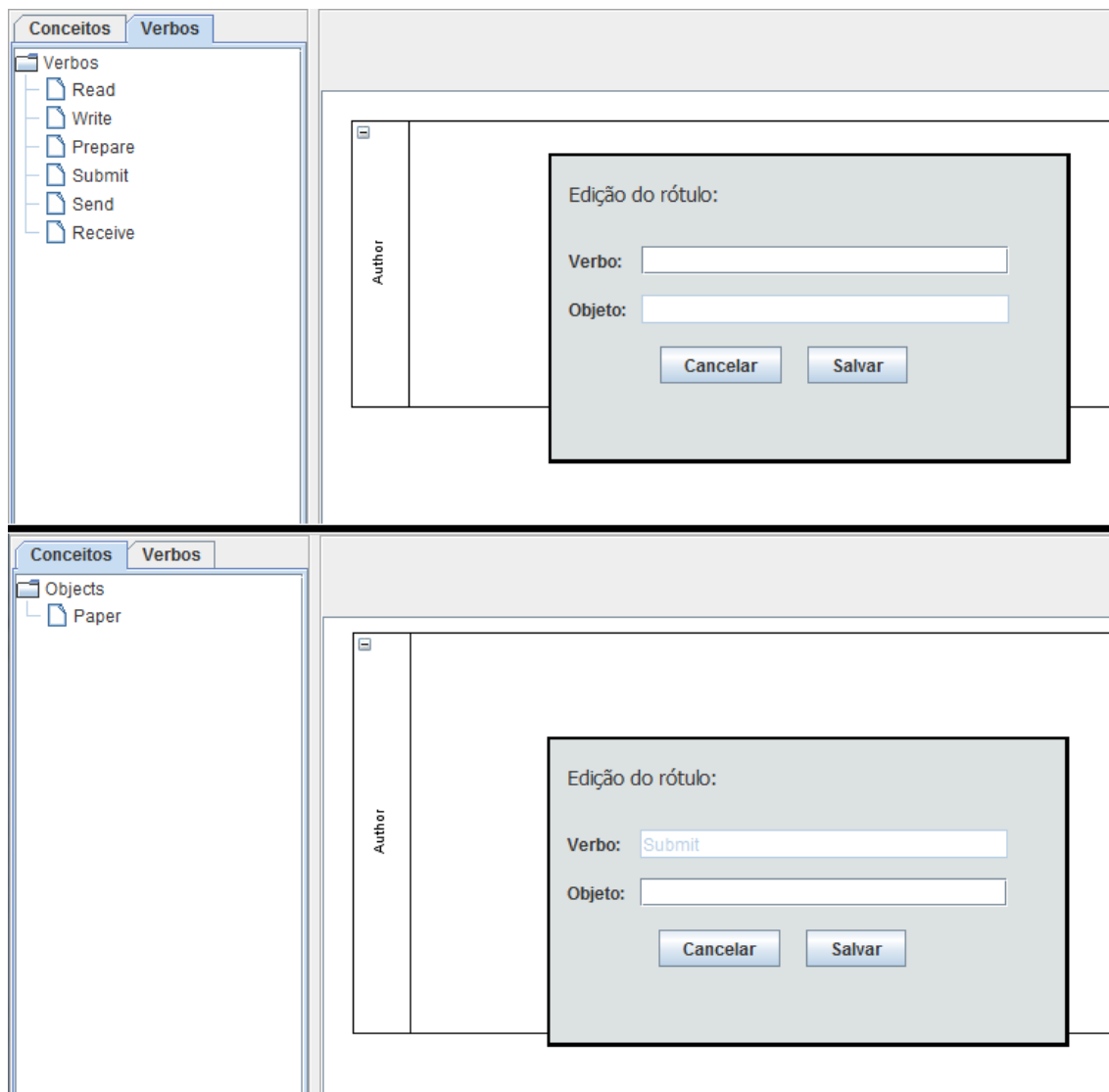
A seleção de verbos e sujeitos segue o mesmo formato. Neste caso, o modelador seleciona a atividade da qual deseja modificar o rótulo. Inicialmente as árvores que apresentam os elementos da ontologia aparecem vazias, em seguida são preenchidas de acordo com o contexto. A Figura 4.5 apresenta os passos.

Na Figura 4.5, na parte superior, anterior a linha horizontal preta, uma janela de edição do rótulo é apresentada após o clique duplo em uma atividade. A atividade está posicionada, e consequentemente escondida, atrás da janela de edição. Na árvore de verbos, uma lista dos verbos disponíveis para o sujeito em questão (divisão ou compartimento) são apresentados. Ao arrastar um verbo para o campo verbo na janela de edição, o contexto da árvore é modificado e os objetos disponíveis para o verbo corrente são apresentados. Este momento pode ser verificado na Figura 4.5, na parte inferior à linha horizontal preta.

A interface garante que apenas verbos possam ser adicionados ao campo verbo e apenas objetos ao campo objeto. Quando a visualização da árvore é modificada, por exemplo, de verbo para objeto, o campo verbo fica inacessível e o campo objeto acessível, e vice-versa. A árvore de objetos é acessível apenas quando um verbo já foi amarrado (arrastado para o campo).

Visto que os rótulos são dependentes dos sujeitos, se um rótulo for criado em determinado compartimento e for movido para fora do mesmo ou para outro compartimento, o rótulo é removido, visto que aquela atividade não possui mais um sujeito. Se o sujeito de um compartimento for modificado, um aviso vai ser exibido questionando se as atividades devem ser removidas ou se todos os rótulos das atividades presentes no compartimento em questão devem ser removidos.

Figura 4.5: Edição de rótulos de atividades (verbo-objeto)



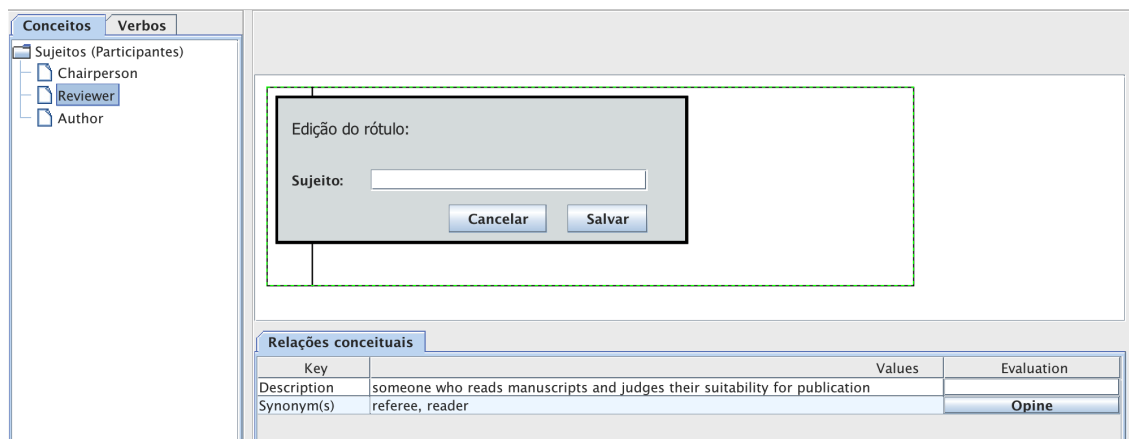
Fonte: Autoria própria

As filtragens apresentadas anteriormente são necessárias também para evitar o problema do vocabulário no acesso aos termos das ontologias. Neste caso o problema seria percebido na busca pelos termos nela representados. Furnas (1987) nomeia de “*armchair*” o método em que o projetista dá o nome de acordo com suas convicções e expectativas para alguma coisa, e as pessoas que precisam acessar tal coisa devem descobrir o nome escolhido. No caso da ontologia existem diferenças, como a escolha do termo de acordo com um grupo e não apenas um projetista. Além da estrutura e relacionamentos que contribuem para o acesso aos termos.

Outra questão prevista na abordagem apresentada nesta tese é a votação nos termos mais adequados por parte dos modeladores. A votação ocorre em relação aos sinônimos

de cada termo, previstos no modelo apresentado na Figura 4.1. Quando os sinônimos são apresentados para o modelador a uma opção para opinar sobre os sinônimos. A Figura 4.6 apresenta essa ideia.

Figura 4.6: Apresentação de descrições e sinônimos



Fonte: Autoria própria

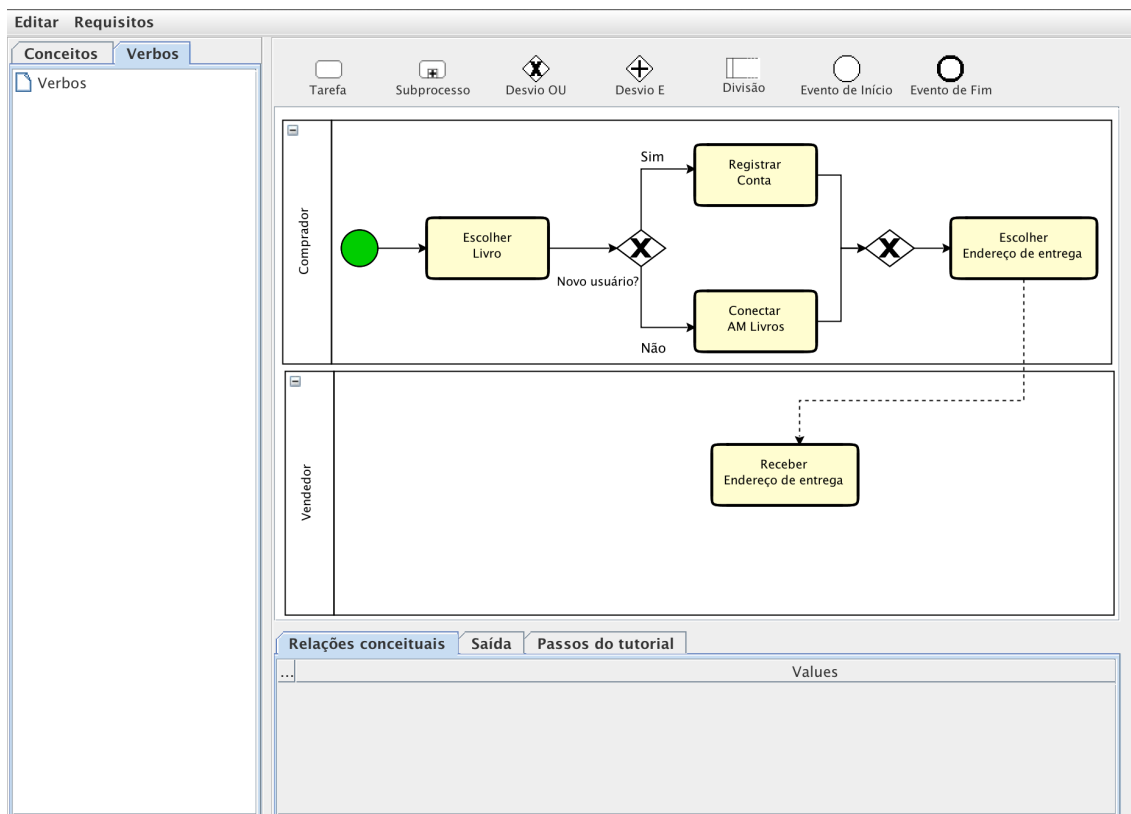
A Figura 4.6 apresenta a adição de um sujeito, neste momento termos da ontologia ficam acessíveis ao modelador, na parte esquerda da figura em forma de árvore. Ao clicar em um dos termos, algumas informações são apresentadas no painel inferior. Na linha onde os sinônimos são apresentados, há um botão “opinar”, o qual permite ao modelador votar com as opções +1 ou -1, para o sinônimo desejado. Ao clicar, uma lista dos sinônimos é exibida permitindo a votação para cada um deles. Apenas um voto para cada sinônimo é permitido por modelador. Assim, se um modelador opinar com um voto positivo no momento X, o seu único voto possível noutro momento será negativo e vice-versa.

A votação permite que a terminologia se adapte a modificações ocorridas com o passar do tempo, mantendo a mesma dinâmica, e consistente com o corrente grupo. Os sinônimos iniciais podem ter como fonte o WordNet, por exemplo. São armazenados de forma separada em um banco de dados, desacoplados da ontologia. Porém, podem ser utilizados durante a modelagem. Visto que os sinônimos são desacoplados da ontologia, os modeladores podem adicioná-los livremente. Sinônimos com uma votação negativa abaixo de um limite podem ser removidos do banco de dados. O limite não foi definido até o momento, pois deve levar em conta quantia de modeladores e outros aspectos.

Quando um conceito ou relacionamento não está representado na ontologia, os modeladores podem sugeri-los. As atividades neste caso são apresentadas com uma marcação indicando que a mesma não está sincronizada com a ontologia. A partir dessas sugestões, os responsáveis pelas ontologias podem adicionar tais elementos às ontologias para que os mesmos estejam disponíveis para todos os modeladores. Reuniões ou preenchimento de

formulários podem ser utilizados para melhor compreensão dos novos conceitos a serem adicionados. A Figura 4.7 apresenta um modelo de processos sendo criado no protótipo, para fins de visualização.

Figura 4.7: Criação de um modelo de processos com o protótipo



Fonte: Autoria própria

4.2.4 Intuito do protótipo de ferramenta

O protótipo aqui apresentado não foi construído com o intuito de ser uma nova ferramenta. O objetivo do mesmo foi permitir o estudo e validação da abordagem independente de ferramentas existentes, através de testes e experimentos. Existem ferramentas de modelagem de processos que permitem a adaptação, criação de *plug-ins* e assim por diante. Porém, o protótipo foi construído do zero. O mesmo foi desenvolvido na linguagem de programação Java. Para manipulação das ontologias OWL, foi utilizada a *OWL API*¹, API de código aberto. Para manipulação de grafos foi utilizada a biblioteca *JgraphX*², também de código aberto.

¹<http://owlapi.sourceforge.net>

²<https://github.com/jgraph/jgraphx>

4.2.5 Escopo das ontologias

Não há a intenção de propor um modelo para a representação de processos utilizando ontologias. Por exemplo, um modelo que descreva itens dos modelos de processo e possa ser utilizado na construção das ontologias. Pesquisas, como (RITTGEN, 2010; ARPINI; ALMEIDA, 2012), descrevem este tipo de modelo. A intenção da tese refere-se aos rótulos apenas, enquanto PMP e modelo resultante. Outras ontologias puramente definidas por determinadas organizações ou que utilizem modelos como os descritos em (RITTGEN, 2010; ARPINI; ALMEIDA, 2012) podem ser utilizadas na abordagem da corrente tese, desde que o modelo de amarração aqui proposto seja obedecido. A abordagem parte do princípio que as ontologias necessárias já existem ou são construídas pelas organizações que irão utilizá-la.

Tampouco é de interesse da tese apresentar técnicas que sugiram termos com base em algoritmos, por exemplo. Este ponto tem fundamentação nas diversidades individuais, contextualizado pelo problema do vocabulário, apresentado no Capítulo 3. O interesse é permitir que as organizações utilizem as terminologias de acordo com suas necessidades e pretensões, porém aplicando o uso de ontologias para tratar problemas como os discutidos no Capítulo 3, bem como evitando problemas apresentados na Seção 4.1 (Seção anterior, problemas com o uso de ontologias durante a modelagem).

4.3 Aspectos considerados pela abordagem apresentada nesta tese

A corrente abordagem busca evitar os problemas discutidos na Seção 4.1. Em relação ao foco de atenção e carga cognitiva, o ponto chave é a filtragem que busca diminuir tais aspectos. A tripla previamente discutida, em conjunto com a maneira em que é apresentada ao modelador, busca alcançar estes méritos.

4.3.1 Em relação a modelagem de processos

O estilo verbo-objeto é o mais adequado para rótulos de atividades de processos (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010). Sujeitos são utilizados nas notações mais conhecidas, tais como BPMN e UML. Desta forma, a abordagem mantém a criação de rótulos como utilizada atualmente. Os modeladores não precisam aprender novos conceitos para a modelagem de processos e os rótulos seguem as diretrizes de modelagem.

Apenas os elementos pertinentes aos rótulos são visíveis para os modeladores, outros aspectos das ontologias são transparentes. Supondo a correta representação em mais de uma língua dos termos presentes nas ontologias, a tradução dos modelos torna-se instantânea. Alguns aspectos como a tradução, acesso às descrições, sinônimos e qualquer informação proveniente das ontologias ou bancos de dados só podem ser acessados através do protótipo de ferramenta. Em casos de exportação do modelo para a utilização em outra ferramenta, o modelo passa a ser um modelo normal com rótulos puramente textu-

ais, sem marcação dos elementos ou quaisquer outras associações. Porém, utilizando as representações textuais mais adequadas segundo a literatura.

4.3.2 Em relação a ontologias

Como discutido na Seção 4.2.2, a representação através de ontologias é adequada à representação necessária para os rótulos de divisões, compartimentos e atividades de modelos de processo. Para fins de implementação, há primeiramente uma dependência em relação à linguagem utilizada para representar ontologias, quais construtos tal linguagem disponibiliza. Na corrente tese a linguagem utilizada foi a OWL, visto que possui uma API Java para desenvolvimento. O desenvolvimento se faz necessário para o protótipo, utilizado para experimentação. Como já apresentado, os conceitos (ex. Autor) são representados por *owl:class*. As relações (ex. enviar) são representadas por *owl:objectProperties*. Existe mais de uma forma de representar relações em OWL. Pode ser feito através de *Domain* e *Range* ou através de restrições. A Tabela 4.1 apresenta um exemplo de cada possibilidade.

Tabela 4.1: Exemplos de relações em *functional syntax*

(i)	(ii)
ObjectPropertyDomain(:Submit :Author)	SubClassOf(:Author ObjectSome-
ObjectPropertyRange(:Submit :Paper)	VauesFrom(:Submit :Paper))

O formato (i) é bastante simples, o relacionamento submeter possui um domínio, autor, e um alcance, artigo. Formando um relacionamento. O formato (ii) possui mais de uma possibilidade, para fins de demonstração é apresentado apenas um exemplo, no caso uma restrição existencial. A qual poderia ser lida como: autor submete algum artigo. Tal declaração significa que o autor submete pelo menos um artigo. A escolha entre os formatos (i) e (ii) depende de quem especifica a ontologia. Para fins de amarração, depende também de quais relações a ferramenta de modelagem de processos reconhece. O protótipo desenvolvido nesta tese reconhece ambos os formatos.

A diferença mais importante entre os formatos pode ser descrita como global (i) vs local (ii). Neste contexto, um ponto importante é que o formato (i) pode ocasionar alguns problemas se não for utilizado com cuidado. Um exemplo ilustrativo para fins de clarificar este ponto pode ser a relação de professor e estudante. Vamos supor que uma ontologia descreva um professor universitário e um professor de ensino básico. Ambos possuem o mesmo relacionamento “possui estudante” com a classe estudante. Se o relacionamento for descrito utilizando o formato (i), o motor de inferência irá entender que os indivíduos da classe professor de ensino básico também pertencem à classe professor universitário, e vice-versa. O mesmo relacionamento utilizando o formato (ii) não ocasionará tais decla-

rações por parte do motor de inferência.

A amarração conecta os identificadores das classes ou relações da ontologia com os elementos do modelo de processo, desacoplando as representações textuais. Desta forma, se desejado, a ferramenta poderia permitir ao modelador utilizar um sinônimo do rótulo original utilizado na organização, mantendo a referência para o rótulo original. Este recurso traz a vantagem de permitir ao modelador utilizar o termo mais adequado do seu ponto de vista, permitindo que o mesmo processo seja exibido a outros modeladores com o termo original da organização. Uma desvantagem desse recurso refere-se a aprendizagem dos termos padrão da organização. Para uma afirmação sólida neste contexto seriam necessários testes empíricos. Porém, do ponto de vista de opinião embasada na pesquisa realizada, a aprendizagem dos termos da organização é mais importante do que permitir a personalização dos rótulos. Furnas (1987) apresenta uma discussão similar no contexto de sistemas acessados por meio de comandos textuais, a qual é apresentada na Seção 2.4.7.

4.3.3 Em relação ao processo de modelagem de processos

A estrutura em tripla garante a interpretação correta sobre a intenção de cada elemento do rótulo, verbo ou objeto. O que nem sempre ocorre nas abordagens atuais, devido a problemas como gramática ambígua de rótulos (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010). Por exemplo, o rótulo “*measure processing*” pode possuir duas intenções, representar o processamento de uma medida ou a medida de um processamento.

Além disso, as triplas permitem prover foco ao modelador em relação ao conteúdo relevante para a modelagem corrente, permitindo evitar carga cognitiva irrelevante (SWELLER; AYRES; KALYUGA, 2011), evitar a sobrecarga do foco de atenção (COWAN, 2001) e aplicar economia de atenção (SIMON, 1971; DAVENPORT; BECK, 2002). Supõe-se que a filtragem de elementos da ontologia permite aliviar esses problemas. Diminuindo o espaço de alternativas, o que segue a racionalidade limitada (SIMON, 1957), pode impactar significativamente na tomada de decisão dos modeladores para a criação dos rótulos.

No experimento apresentado na Seção 3.4 (problema do vocabulário), uma filtragem sem o suporte de ontologias foi testada. Com a utilização de ancoras, através de termos apresentados de forma explícita na especificação de requisitos. Entretanto, os resultados sugerem que outros efeitos, tais como o problema do vocabulário, são mais fortes que as ancoras baseadas somente no vocabulário, as quais não possuem o efeito suficiente para a criação de rótulos de processos.

Em relação ao problema de precisão, visto que a pessoa que está criando o modelo é a mesma que seleciona os elementos da ontologia, o golfo da avaliação é evitado. A ontologia provê apenas verbos que são relacionados com o sujeito em questão, além de descrições e sinônimos dos conceitos. Desta forma, o modelador pode analisar tais informações e confrontar com suas intenções durante a modelagem. O mesmo ocorre para

objetos.

Neste ponto, não há como afirmar que a ontologia alcança todas as necessidades do modelador. Entretanto, devido a sua expressividade, tal sentença é provavelmente verdadeira.

4.4 Experimento

Existem diversos trabalhos apresentando vantagens da utilização de ontologias para suporte na modelagem de processos, exemplos foram citados durante a corrente tese. Porém, há uma carência de trabalhos que verificam possíveis problemas causados pelas mesmas. Desta forma, este experimento visa analisar possíveis desvantagens geradas pela utilização de ontologias neste contexto. Foram analisados fatores como tempo consumido, carga cognitiva e economia de atenção. Tais fatores podem deteriorar a modelagem de processos e degradar o *trade-off* dessa interação. Com o intuito de verificar tais problemas, o protótipo apresentado na seção anterior foi utilizado para analisar as ações de modeladores durante o processo de modelagem de processos.

As próximas seções apresentam as hipóteses consideradas no experimento e o método utilizado. Além disso, são apresentados os resultados e discussões. Por fim, as conclusões com base nos resultados obtidos são externadas.

4.4.1 Hipóteses

As conjecturas deste experimento são baseadas na fundamentação teórica apresentada na Seção 4.1. A primeira conjectura é a simples ideia de que a utilização de suporte por meio de outro artefato, no corrente caso ontologia, irá demandar mais ações por parte do modelador e conseqüentemente, mais tempo. Entretanto, supõe-se que a abordagem apresentada na corrente tese, com a utilização de triplas tal qual apresentada anteriormente, deverá aliviar este efeito.

A segunda conjectura refere-se a memória de trabalho. A utilização de um artefato adicional pode sobrecarregar a limitada MT, causando carga cognitiva irrelevante e diminuindo os recursos disponíveis para a resolução de problemas (SWELLER; AYRES; KALYUGA, 2011). Por exemplo, no contexto em que o modelador precisa criar ou anotar um rótulo de acordo com um artefato de suporte e o número de possibilidades é alto ou a abordagem para encontrar esses elementos é confusa. A habilidade de resolução de problemas da pessoa pode ser deteriorada ou uma nova fase de compreensão pode ser necessária, a fim de entender o problema novamente. Em relação a teoria da carga cognitiva, é possível assumir que a ontologia não será necessariamente nova para o modelador, porém alguns aspectos precisam ser considerados.

- Os termos podem não ser novos, diferente do seu significado para o dado contexto e vice-versa.

- A ontologia pode ser extensa e o modelador deverá acessar novas partes em diferentes momentos.
- Novos conceitos podem ser adicionados de acordo com o tempo.

A ontologia é um material de aprendizagem do ponto de vista da terminologia da organização. Para MT, a ontologia deve adicionar esforço nas atividades que interpolam o acesso a especificação de requisitos, para fases de compreensão. Desta forma, gerando IR e conseqüentemente requerendo novas leituras mais rapidamente. Ao associar a racionalidade limitada, o artefato de suporte deve aumentar o tamanho do espaço de busca. Juntamente com o maior consumo de tempo, a tomada de decisão do modelador pode ser afetada, de acordo com Simon (1957). Entretanto, a abordagem apresentada nesta tese deve minimizar estes efeitos.

A terceira conjectura trata a qualidade dos rótulos. Neste experimento não há a intenção de discutir ou mensurar qualidade para compreensão, porém a qualidade para o próprio modelador é parte do PMP. Neste contexto, a utilização de suporte para a modelagem irá ocasionar um número menor de modificações após a criação dos rótulos.

Esta suposição assume a utilização de um artefato para melhorar a qualidade dos rótulos, existem outros objetivos neste contexto, entretanto neste experimento o foco são modelos centrados em pessoas. A última conjectura refere-se ao esforço mental. Como os modeladores podem precisar de mais tempo e o suporte pode gerar carga cognitiva irrelevante, o esforço geral pode ser maior do que sem ontologias. Entretanto, novamente, a abordagem utilizada deve aliviar este efeito de deterioração. As hipóteses para apoiar as conjecturas apresentadas acima são as seguintes:

- **H1.** O suporte da ontologia não vai aumentar o consumo de tempo para modelagem e reconciliação (modificações de *layout* ou rótulos) significativamente;
- **H2.** O suporte da ontologia não irá aumentar a carga cognitiva irrelevante significativamente;
- **H3.** O suporte da ontologia irá melhorar a criação dos rótulos de atividades, do ponto de vista do modelador;
- **H4.** O suporte da ontologia não irá aumentar o esforço mental geral para a criação do modelo;

4.4.2 Descrição do experimento

A fim de testar as hipóteses apresentadas, o objetivo do experimento foi analisar as ações do modelador durante a criação do modelo. Para tal, o protótipo apresentando anteriormente foi utilizado. Uma versão com suporte de ontologias e outra versão sem suporte de ontologias.

4.4.2.1 Participantes

O experimento analisou modeladores iniciantes e foi realizado no formato *between-subjects*. O Grupo A recebeu o tratamento, suporte de ontologia, e o grupo B foi o grupo controle, sem suporte de ontologias. Os participantes eram estudantes, os quais são descritos como representantes adequados para modeladores iniciantes (BURTON-JONES; MESO, 2008b). Foram analisados dados de 33 participantes de cursos de ciência da computação e administração de empresas de universidades brasileiras. Os participantes obtiveram conhecimento em modelagem de processos durante disciplinas relacionadas à área. O conhecimento em ontologias não era necessário para o experimento, visto que uma das ideias é manter a construção de modelos de processo similar ao estado da arte. Os modeladores apenas recebiam sugestões de termos, sem ter conhecimento sobre as características dos mesmos na ontologias.

4.4.2.2 Método de pesquisa

O objetivo deste experimento é identificar se o suporte de ontologias afeta o modelador durante a criação do modelo de processo ou não. Neste caso, verificar se a modelagem com suporte de ontologias irá aumentar a carga cognitiva. A fim de obter informações relevantes para tal, é necessário analisar o PMP, no caso com base em uma especificação de requisitos. A variável dependente (ou mensurada) foi o PMP de cada modelador. A variável independente (ou explanatória) foi o suporte das ontologias.

O modelador precisa encontrar os elementos apropriados na ontologia para utilizar como elementos dos rótulos (sujeito, verbo e objeto). Neste cenário, o número de ações realizadas irá ser maior com o suporte das ontologias? O experimento foi baseado em (PINGGERA; ZUGAL; WEBER, 2010), o qual apresenta uma plataforma para experimentação, a *Cheetah Experimental Platform (CEP)*. O protótipo de ferramenta apresentado anteriormente na tese foi adaptado para seguir o projeto de experimentação apresentado para a CEP.

4.4.2.3 Operacionalização

A fim de operacionalizar as conjecturas apresentadas previamente, tempo gasto e número de ações realizadas possuem boa validade interna (RECKER, 2012). Pinggera (2012) apresentou o uso de fases de modelagem para analisar PMP. Os autores sugerem armazenar cada ação do usuário, tais como a criação de um elemento, movimentação de elementos, criação de rótulos e assim por diante. Em conjunto, o *timestamp* de cada ação é armazenado. As ações são agregadas em diferentes fases:

- **Compreensão:** refere-se ao tempo utilizado para compreender a especificação de requisitos ou o modelo que está sendo criado;
- **Modelagem:** ações do tipo criar um elemento novo ou remover o mesmo;

- **Reconciliação:** são basicamente edições, como movimentar um elemento do diagrama para melhorar a *layout* do mesmo ou modificar o rótulo de alguma atividade.

Os autores apresentam um algoritmo para agregar ações no formato de fases, descritas acima. Durante a tarefa de modelagem, a CEP armazena as ações do usuário. Todas as modificações em relação ao modelo de processo mais o *timestamp* são automaticamente armazenadas para análises futuras. Além disso, CEP permite a execução de um replay para visualizar todos os passos da modelagem. Ambos os recursos foram adicionados ao protótipo apresentado anteriormente, a fim de permitir a execução apropriada do experimento. Em (PINGGERA et al., 2012), os autores armazenam 15 interações diferentes, além de o usuário permanecer um tempo limite (30 segundos foi utilizado) sem fazer nada, o que caracteriza uma compreensão do modelo.

A operacionalização das conjecturas apresentadas foi realizada em duas linhas, original e adaptada. Operacionalização original é praticamente a mesma utilizada por Pinggera, com as seguintes modificações.

1. Adição de divisões (Pool/Lanes), as quais são necessárias para a abordagem das triplas;
2. A primeira vez que um texto é adicionado em forma de rótulo, a ferramenta interpreta tal ação como modelagem. Qualquer modificação posterior é interpretada como reconciliação;
3. A especificação de requisitos é apresentada dentro da ferramenta. Quando o participante está lendo a especificação ele não pode realizar nenhuma outra ação. A abertura e fechamento da especificação são armazenadas.

A operacionalização adaptada recebeu um número maior de modificações em comparação com a original, com a adição de novas interações. Uma lista das novas interações é apresentada abaixo.

- Criar o rótulo de uma atividade;
- Editar o rótulo de uma atividade;
- Criar o rótulo de uma divisão;
- Editar o rótulo de uma divisão;
- Criar o rótulo de outros elementos, eventos de início, fim e condicionais;
- Editar o rótulo de outros elementos, eventos de início, fim e condicionais;
- Remover o rótulo de outros elementos, eventos de início, fim e condicionais;
- Remover grupos de elementos;
- Modificar a dimensão de qualquer elemento;
- Usuário acessa especificação de requisitos;
- Usuário fecha especificação de requisitos;

- Usuário acessa elementos da ontologia.

A interação “renomear rótulos de atividades” está presente no experimento original, porém na operacionalização adaptada a mesma foi dividida em duas interações, uma de modelagem (criação ou primeira edição) e uma de reconciliação (renomear), tal como apresentada na lista acima.

4.4.2.4 *Materiais e tarefas*

Os materiais e tarefas utilizados também foram uma adaptação de Pinggera (PINGGERA; ZUGAL; WEBER, 2010). Os passos do experimento são os seguintes:

1. Questionário sobre dados demográficos;
2. Introdução sobre a interface da ferramenta;
3. Tutorial sobre a própria ferramenta;
4. Tarefa de modelagem;
5. Questionário sobre esforço cognitivo geral;

A única diferença nos passos de 1 a 5 em relação ao original foi a adição do passo 2, a fim de facilitar a compreensão da ferramenta para os participantes. Além do questionário demográfico, em cada passo, alguns pontos foram adicionados. Para o passo 2 e 3, a diferença ocorre na apresentação das partes referentes ao suporte das ontologias, para o grupo A e sua inexistência para o Grupo B. No passo 4 a diferença é o suporte da ontologia durante a modelagem. No passo 5, o grupo A possuía uma pergunta questionando se a ontologia foi suficiente para criar o modelo em questão ou não.

Outra diferença foi a especificação de requisitos, que faz parte da ferramenta e garante mais controle em relação ao acesso. A especificação foi criada com base em um modelo de processo adaptado de uma coleção online (BPMAI)³, com pequenas mudanças. A Figura 4.8 apresenta o modelo utilizado no experimento.

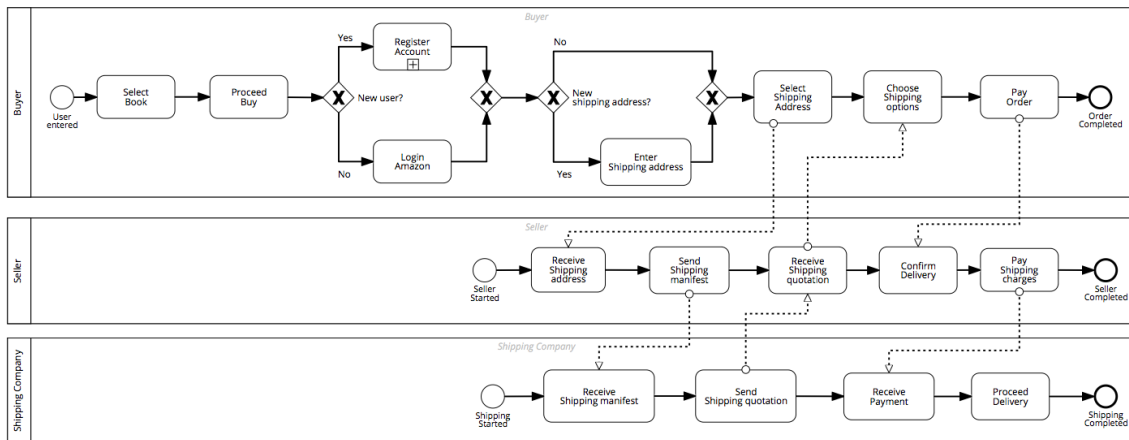
O modelo simples e de domínio de senso comum foi escolhido a fim de realizar o experimento com modeladores iniciantes, sem a necessidade de conhecimento sobre um domínio específico. O modelo utilizado possui 17 atividades, número superior as médias de atividades encontradas em algumas coleções de modelos de processo, tais como (LEOPOLD; SMIRNOV; MENDLING, 2012):

- **SAP:** 4,03 atividades por modelo;
- **TelCo:** 10,96 atividades por modelo;
- **Signavio:** 7,91 atividades por modelo.

Apenas elementos básicos de BPMN foram utilizados. Para aumentar a validade interna foi realizado um pré-teste com dois participantes em cada grupo. Pequenas modifi-

³<http://bpmai.org/download/index.html>

Figura 4.8: Modelo de processo utilizado no experimento de modelagem



Fonte: Autoria própria, adaptado de um modelo retirado da BPMMAI

cações foram realizadas na especificação de requisitos após o pré-teste.

4.4.2.5 Limpeza dos dados

Neste experimento, o primeiro passo foi a verificação da estrutura dos modelos resultantes. Assume-se que a ontologia, tal como apresentada no experimento, não deve influenciar na estrutura sintática dos modelos. Os critérios utilizados para estrutura foram modelos com:

- Pelo menos três divisões;
- Pelo menos um desvio condicional;
- Pelo menos um terço das atividades (em torno de 12), comparando com o modelo original.

Estes critérios eram necessidades básicas frente a especificação utilizada. Dos 52 participantes que completaram o experimento, 19 foram removidos pelos critérios de estrutura. Desta forma, 33 participantes foram analisados. Com o intuito de aumentar a validade interna (RECKER, 2012), a existência de *outliers* para tempo e ações foi verificada na amostra. Assume-se que participantes que realizaram a tarefa de modelagem de maneira muito rápida são especialistas, os quais não são foco do experimento, ou não proveram a atenção necessária para o experimento. O oposto foi assumido para participantes que precisaram de muito tempo para a tarefa de modelagem. Quatro pessoas foram removidas neste cenário.

Uma pessoa acessou a descrição textual uma única vez, a qual pode ter seguido a ontologia para completar o modelo. Este não era o comportamento esperado e, portanto, o registro referente foi removido. Por fim, um total de 28 participantes foi utilizado. Essa análise foi feita sobre as fases gerais, compreensão modelagem e reconciliação. Para

fases específicas, como tempo gasto para construir rótulos de atividades, *outliers* foram verificados em cada teste.

Para testes onde o número de ações é utilizado, apenas o participante que acessou a descrição textual por uma única vez foi removido. Em cada teste, *outliers* foram verificados quando necessário, iniciando sempre com 32 participantes.

4.4.3 Resultados

Como já indicado, o experimento foi realizado no formato *between-groups*. Grupo A refere-se aos participantes que tiveram suporte da ontologia e Grupo B aos participantes sem suporte. Devido ao caráter do experimento e os valores recolhidos, Teste T foi utilizado para todos os testes com 95% de confiança.

Em primeiro lugar, o número de interações relacionadas a criação de rótulos de atividades para cada grupo foi comparado. Em conjunto com a limpeza dos dados 4.4.2.5 que removeu *outliers*, esta comparação garante que ambos os grupos trabalharam no mesmo número de atividades, o que significa comparações justas para as hipóteses. Para casos de modelos de processo mais complexos, outros critérios podem ser necessários. Tabela 4.2 apresenta os resultados da comparação.

Tabela 4.2: Comparação de rótulos de atividade criados

	Grupo A	Grupo B	Valor-P
Média de ações	16,92	15,47	0,068 ^a

a. Sig. (2-tailed).

Tabela 4.2 apresenta as médias das ações – criação de rótulos de atividades – realizadas por cada grupo. O valor-p maior que 0,05 confirma que a diferença entre os grupos não é significativa. Ou seja, ambos os grupos criaram a mesma quantidade de rótulos de atividades, estatisticamente. Neste caso foi calculada apenas a criação do rótulo, rótulo modificados não foram contabilizados. Para a primeira hipótese, o tempo utilizado na modelagem e reconciliação foi analisado, utilizando a abordagem original. A tabela 4.3 apresenta esses resultados.

Tabela 4.3: Tempo geral para modelagem e reconciliação

	Média Grupo A	Média Grupo B	Valor-P
Modelagem original	502,76	581,64	0,080
Reconciliação original	329,14	388,73	0,326

Para ambas as fases, a média foi menor para o grupo com suporte de ontologias. A ontologia não aumentou o tempo consumido para as fases de modelagem e reconciliação. O valor-p para todos os casos aceita a hipótese nula, a qual diz que ambas as médias são estatisticamente iguais. Logo, **H1** é aceita para fases gerais.

Além de compreensão, modelagem e reconciliação, a abordagem adaptada possui fases específicas dentro das fases gerais. Por exemplo, “modelagem – rótulos de atividade”, a fim de medir o tempo utilizado para a criação de rótulos de atividades apenas ou “compreensão – textual”, para medir o tempo utilizado na compreensão da especificação de requisitos apenas. Mensurações referentes ao tempo de fases específicas e número de ações específicas (ex. criar rótulo de atividade ou ler especificação de requisitos) também foram realizadas. Para fases, refere-se às modificações feitas no algoritmo adaptado. Para ações, também, no caso para o número de ações realizadas por participante. As novas interações apresentadas anteriormente em forma de lista são utilizadas neste ponto. Tabela 4.4 apresenta os resultados obtidos para a mensuração da quantidade de ações.

Tabela 4.4: Contagem de ações

	Média Grupo A	Média Grupo B	Valor-P
Criar rótulo de atividade	16,92	15,47	0,068
Editar rótulo de atividade	1,93	5,69	0,001
Criar rótulo de divisão	3,07	3,18	0,520
Editar rótulo de divisão	0,00	0,71	0,013
Compreensão requisitos	24,27	25,82	0,624
Compreensão modelo	7,60	6,07	0,179
Compreensão ontologia	9,86	0,00	0,000

A tabela 4.4 demonstra que há diferenças, segundo o valor-p, nos números de ações realizadas pelos diferentes grupos para: reconciliação de rótulos de atividades, reconciliação de rótulos de divisões e compreensão da ontologia. Porém, salvo para a compreensão de ontologias, a direção dos resultados indica médias menores para o Grupo A. Para fases de compreensão, o acesso a especificação de requisitos foi bastante similar, o que significa que a ontologia não ocasionou um maior número de acessos a especificação. A compreensão do corrente modelo foi realizada menos vezes pelo grupo sem ontologia.

Apenas o grupo A poderia realizar ações de compreensão da ontologia, onde obviamente o grupo A realizou tempos e número de ações significativamente maiores. Quando o participante arrasta um termo da ontologia para o modelo de processo, essa interação não é registrada como uma ação de compreensão. As interações são contabilizadas apenas

quando o modelador seleciona elementos da ontologia, para os quais a ferramenta exibe informações como descrição e sinônimos. A Tabela 4.5 apresenta os dados para tempo consumido em fases específicas.

Tabela 4.5: Tempo consumido pelas ações

	Média Grupo A	Média Grupo B	Valor-P
Criar rótulo de atividade	133,73	132,94	0,910
Editar rótulo de atividade	10,69	39,96	0,001
Criar rótulo de divisão	16,01	19,97	0,023
Editar rótulo de divisão	0,00	3,10	0,045
Compreensão requisitos	509,39	524,28	0,798
Compreensão modelo	243,06	192,37	0,318
Compreensão ontologia	39,62	0,00	0,000

Os resultados para consumo de tempo foram bastante similares aos resultados para contagem de ações, discutidos acima. Com base nos dados apresentados, **H1** é aceita para fases específicas. Não houve casos de grande diferença na direção que deteriora a abordagem com ontologias. Além disso, os testes estatísticos indicam que as distribuições não possuem diferenças significativas. Salvo para compreensão em relação a ontologias, o que era esperado. Na direção em que a ontologia melhora modelagem, houveram três diferenças significativas, para reconciliação de rótulos de atividades e divisões, bem como criação de rótulos de divisões.

A segunda hipótese está relacionada à interferência retroativa, efeito da memória de trabalho apresentado na Seção 4.1.1. Por exemplo, o modelador realiza a leitura da especificação de requisitos para entender suas tarefas. Ele mantém alguma das tarefas em mente para a criação do modelo, de acordo com as limitações da MT (COWAN, 2001). Enquanto ele cria os elementos, ele deve acessar a ontologia para encontrar os termos que devem ser adicionados ao modelo. Se a abordagem para encontrar tais termos na ontologia não é adequada, essa interação pode causar IR adicional e ocasionar a necessidade de novas fases de compreensão, a fim de atualizar a memória de trabalho, antes do esperado.

A nova fase de compreensão não necessariamente refere-se a leitura da especificação de requisitos. Em alguns casos um bloco de elementos do corrente modelo pode ser o suficiente. Por exemplo, no caso do modelo utilizado no experimento aqui descrito 4.8. O modelador cria o evento de início, tarefa referente a encontrar o livro desejado e a divisão ou exclusivo com a condição “*New user?*”. Se ele esquecer suas tarefas nesse ponto, há boa probabilidade de que ele consiga inferir algumas das próximas tarefas imediatas

utilizando o corrente modelo e seu conhecimento. Isto pode ser verdade e pode não ser em diversas situações. Em casos onde o raciocínio sobre o corrente modelo é mais complexo e o modelador precisa ler novamente a especificação de requisitos prematuramente devido a uma abordagem inadequada, o PMP será deteriorado.

A análise deste aspecto foi realizada através da agregação do tempo de todas as fases de modelagem e reconciliação que ocorrem entre duas fases de compreensão de qualquer tipo. A definição das fases neste ponto foi baseada apenas na abordagem original: compreensão, modelagem e reconciliação. A contagem da quantidade de fases agregadas também foi utilizada. Assume-se que o modelador atualize sua memória de trabalho em cada fase de compreensão. A Tabela 4.6 apresenta os resultados.

Tabela 4.6: Interações entre compreensões

	Média Grupo A	Média Grupo B	Valor-P
Tempo em segundos	25,77	31,46	0,056
Contagem	2,58	2,95	0,148

Os resultados da Tabela 4.6 demonstram médias menores para ambos, contagem e tempo utilizado, na abordagem com suporte de ontologias em relação a abordagem sem suporte. O Teste T aceita a hipótese nula, o que sugere distribuições iguais. Isto suporta **H2** para os dados obtidos. Um fator interessante a se considerar é que a média de tempo antes de qualquer compreensão – atualização da MT – está em conformidade com os 20 a 30 segundos argumentados por Tracz (1979). Este é o tempo em que a memória se mantém ativa antes do esquecimento, sem repetição. Neste estudo, não foram realizadas mensurações em relação a teoria da carga cognitiva, visto que a mesma trata especificamente o aprendizado e demanda um projeto experimental específico.

A terceira hipótese testa a conjectura de que modeladores com suporte da ontologia irão realizar menos interações de edição nos rótulos de atividades. O tempo utilizado e o número de ações em relação a interações de edição dos rótulos das atividades foram utilizados.

Tabela 4.7: Edição de rótulos de atividades

	Média Grupo A	Média Grupo B	Valor-P
Tempo em segundos	10,69	39,96	0,001
Contagem	1,93	5,69	0,001

A tabela 4.7 apresenta médias menores para o número de ações e tempo utilizado pelo Grupo A. O Teste T demonstrou que existe significância estatística, portanto **H3** é aceita. No contexto de fases específicas, o número de ações é mais confiável do que o tempo utilizado, visto que períodos curtos de tempo que não são realmente aplicados a modelagem podem ser adicionados a fases de modelagem. Fases específicas possuem curta duração, logo estes pequenos períodos adicionados as fases podem afetar os resultados para tais comparações.

Para a hipótese 4, uma pergunta foi realizada após a tarefa de modelagem, a qual questionava o esforço cognitivo geral do modelador. As respostas foram baseadas na escala Likert de sete pontos, variando de muito baixo até muito alto. As respostas subjetivas foram transformadas em números, de um até sete. A Tabela 4.8 apresenta os resultados.

Tabela 4.8: Esforço cognitivo geral (autoavaliação)

	Média Grupo A	Média Grupo B	Valor-P
Esforço geral	4,43	3,75	0,106

Os participantes do grupo A reportaram maior esforço, o qual não apresenta diferença significativa de acordo com o Teste T. Neste cenário, **H4** é aceita.

4.4.3.1 *Discussão*

O experimento apresentado sugere a possibilidade de utilizar o suporte de ontologias para a modelagem de processos sem deteriorar o PMP, pelo menos para os aspectos cobertos pelo experimento. Uma diversidade de testes foram realizados comparando o tempo utilizado e quantidade de ações realizadas por participantes durante o PMP. Em nenhum dos casos o suporte de ontologia deteriorou significativamente os parâmetros comparados.

Os resultados demonstram na maioria dos casos que o tempo utilizado ou o número de ações foi menor para o grupo que utilizou o suporte de ontologias. Entretanto, os testes estatísticos demonstraram que as diferenças não são estatisticamente significativas. Desta forma, a utilização de propriedades das ontologias para melhorar a qualidade da modelagem de processos sem deteriorá-lo é coerente.

Sweller (2011) argumenta que materiais com pouca interatividade de elementos podem não sofrer grandes influências quando a carga cognitiva irrelevante é diminuída. O modelo de processo utilizado no experimento – Figura 4.8 – é bastante simples e pode não expor muita interatividade de elementos. Neste cenário, modelos de processo mais complexos podem sofrer maior influência. Novos experimentos precisam ser realizados para verificar esta conjectura.

Também foram mensuradas interações entre duas compreensões de qualquer tipo onde o participante realizou quatro ou mais ações de modelagem de qualquer natureza. Estas

fases ocorrem em média após 11,03 fases de compreensão para o grupo A e após 9,64 para o grupo B. No grupo A, a média do número de elementos de qualquer tipo criado neste ponto foi 24,65 e 24,36 para o grupo B. Isto significa que os participantes realizaram um maior número de ações de modelagem de uma só vez (antes de nova compreensão) após o modelo de processo estar parcialmente construído. Diversas razões podem caracterizar tal comportamento, tais como as pessoas terem se familiarizado com o processo a construir após dado tempo ou o modelo em construção pode estar ajudando a atualizar a MT. Os dados coletados no corrente experimento não permitem conclusões a respeito deste ponto. Entretanto, assumindo o domínio do modelo utilizado como de senso comum, pode-se conjecturar que o modelo parcialmente criado influencia na sua própria qualidade. Neste contexto, estrutura adequada, rótulos de atividade adequados e assim por diante devem ser importantes para aprimorar inclusive o PMP atual.

4.4.3.2 *Ameaças a validade*

O maior problema do experimento apresentado acima é o número limitado de participantes. Um maior número de pessoas permitiria uma melhor estabilidade dos resultados.

Outro problema refere-se a precisão das mensurações de tempo para fases específicas. A abordagem baseada em (PINGGERA et al., 2012) é adequada para fases gerais, tais como as propostas pelos autores: compreensão, modelagem e reconciliação. Por outro lado, para fases mais específicas, tais como as utilizadas para analisar aspectos como modelagem ou reconciliação de rótulos, pode não ser o suficiente. A abordagem utiliza um limite de 30 segundos para inferir fases de compreensão do modelo. Para curtos períodos, como quatro ou cinco segundos, onde o modelador pode estar analisando um pequeno bloco de elementos, não é possível decidir o que está acontecendo com base apenas no registro das interações.

O modelador poderia estar apenas olhando para algum lugar durante este período, sem realizar nenhuma ação cognitiva, bem como poderia estar analisando o modelo. Em ambos os casos, o tempo (se menor do que 30 segundos) será adicionado a uma fase de modelagem ou reconciliação. Isto não afeta fases gerais, entretanto fases específicas as quais possuem em muitos casos curtos períodos de tempo podem ser afetadas. Um método provavelmente adequado para realizar as mensurações necessárias neste contexto pode ser a ressonância magnética funcional (fMRI), a qual permite mensurar atividade cerebral baseada no fluxo sanguíneo. Ela pode demonstrar correlações de tarefas sendo executadas pelo sujeito e atividades cognitivas do cérebro. Trabalhos como (GOLESTANI et al., 2006; NIGMATULLINA et al., 2013) utilizaram fMRI para analisar diferenças entre novatos e especialistas realizando tarefas. Porém, o acesso a tal equipamento não é trivial.

Neste experimento, o escopo da aplicação da ontologia foi apenas a seleção terminológica. Do ponto de vista de ontologias, poucos construtos foram utilizados. A aplicação de

outros aspectos pode modificar os resultados, em qualquer direção. O número de termos apresentado na ontologia foi restrito, uma ontologia muito grande poderia ter diferentes influências. Entretanto, existem outros recursos como filtros extras que podem ser explorados para solucionar problemas neste contexto.

Não há dados empíricos demonstrando que outras abordagens com a utilização de suporte por ontologias cause carga cognitiva adicional. Entretanto, a fundamentação apresentada é embasada em estudos e teorias que apresentam, além de discussão conceitual, dados empíricos sobre os fenômenos discutidos. Para adicionar outras abordagens ao experimento seria necessária uma descrição clara e específica de tal abordagem a fim de evitar viés causado na construção da mesma.

A questão sobre esforço geral foi realizada após a modelagem e não em diversos momentos durante a modelagem. Portanto o esforço reportado refere-se na verdade ao que a memória das pessoas considera sobre o esforço de modelagem e não sobre a experiência de modelagem em si. Pesquisas, tais como (MIRON-SHATZ; STONE; KAHNEMAN, 2009), vêm demonstrado que as avaliações nestes aspectos geram resultados diferentes, provavelmente devido ao funcionamento interno da nossa memória. De qualquer forma, ambas as medidas são interessantes para a pesquisa. Em relação a memória, pois interfere em novas utilizações e em relação a experiência, pois proporciona melhor quantificação da usabilidade da ferramenta.

4.4.4 Implicações

Esta seção discute implicações para a pesquisa e para a prática.

4.4.4.1 Implicações para pesquisa

O experimento apresentado neste capítulo possui três implicações para pesquisa. A primeira refere-se a preocupações que pesquisadores possam vir a ter sobre os possíveis problemas que o suporte de ontologias pode causar, as quais podem leva-los a evita-las para o suporte na modelagem. O experimento apresentou dados empíricos sugerindo que com abordagens adequadas de interação, é possível utilizar tal suporte sem causar problemas ao PMP.

A segunda implicação está relacionada aos possíveis problemas e fundamentação teórica. Foram apresentados diversos problemas e suas possíveis causas, as quais podem ser estudadas para aprimorar abordagens já utilizadas ou para conceber novas abordagens. Neste contexto, este estudo pode servir como base para possíveis problemas na interação entre ontologias e modelagem de processos. Finalmente, a abordagem de filtragem descrita nesse capítulo apresentou bons resultados na prática e pode ser considerada em outras pesquisas.

4.4.4.2 *Implicações para a prática*

Visto que a abordagem apresentada não aumenta o tempo utilizado nem a carga cognitiva, a mesma deve sofrer menor resistência dos usuários. O corrente estudo também reforça a utilização de suporte através de ontologias. Supõe-se que questões como o problema do vocabulário (GASSEN et al., 2014), a não padronização de rótulos (LEOPOLD; SMIRNOV; MENDLING, 2012), melhoria do conhecimento de domínio (KHATRI et al., 2006), utilização de inferências sobre os modelos (FELLMANN; THOMAS; BUSCH, 2011) e o reuso de modelos (KOSCHMIDER; HORNUNG; OBERWEIS, 2011; ZHAO; CALLAN, 2010) podem ser evitados com a utilização do suporte por ontologias por organizações comerciais.

4.5 Conclusões do capítulo

Este capítulo apresentou a abordagem proposta para a utilização de suporte por meio de ontologias, discussões conceituais sobre os possíveis problemas que tal interação pode vir a causar bem como um experimento empírico. O experimento sugere que os problemas testados podem ser evitados com a utilização de abordagens apropriadas.

Foram apresentados aspectos conceituais que deveriam ser considerados para a modelagem de processos nessas condições. Além disso, os resultados empíricos demonstraram tempo, quantia de ações e esforço estatisticamente iguais nos termos analisados, para a abordagem com suporte e sem suporte de ontologias. Ontologias podem ser aplicadas para aprimorar uma diversidade de aspectos da modelagem de processos sem deteriorar o PMP. Entretanto, é importante aplicar os conceitos de forma eficiente a fim de evitar consequências degradantes do ponto de vista da modelagem.

Os possíveis problemas discutidos no corrente capítulo não são considerados, com base na pesquisa realizada, no corpo de conhecimento atual da área. Porém, com a experiência adquirida durante a tese, supõe-se que os mesmos devam receber atenção; tanto em relação aos modelos resultantes quanto ao processo de modelagem com suporte de ontologias.

Trabalhos futuros devem analisar medidas mais abrangentes e, se possível, medidas mais precisas em relação ao tempo utilizado. Além disso, a aplicação de outros construtos e recursos de ontologias, tais como inferências, deve ser realizada.

5 CONCLUSÕES

Neste capítulo, as considerações finais do trabalho são apresentadas, com ênfase nas contribuições e resultados obtidos por esta tese. Por fim, são expostas as perspectivas de trabalhos futuros e publicações científicas realizadas durante o doutorado.

A corrente tese forneceu contribuições conceituais e empíricas sobre a modelagem de processos com suporte de ontologias. Diversos problemas relacionados a rótulos de atividades de processos foram discutidos conceitualmente, bem como possíveis soluções para alguns deles. Um experimento com evidências empíricas foi demonstrado, sendo que os resultados sugerem que o problema do vocabulário ocorre de forma significativa na modelagem de processos e deve ser considerado pelas abordagens focadas na sua construção.

A utilização de ontologias, que é proposta por vários autores como solução para alguns problemas de modelos de processos, é discutida conceitualmente. Uma argumentação é apresentada sobre possíveis problemas que podem vir a ocorrer com a utilização de ontologias para suporte da modelagem de processos, do ponto de vista do PMP. A maneira pela qual as ontologias são empregadas na modelagem de processos carece de discussões e evidências empíricas na literatura. Neste contexto, uma abordagem que visa evitar os possíveis problemas discutidos para a modelagem com ontologias foi proposta. Para verificar tal abordagem, um experimento com alunos em nível de graduação e pós-graduação foi realizado. Os resultados para a abordagem apresentada não deterioraram o PMP.

Desta forma, a questão de pesquisa “A utilização de ontologias como suporte para modelagem de processos de negócio é uma estratégia oportuna (i) e adequada (ii)?” foi respondida para os aspectos verificados. Para o aspecto (i) da questão de pesquisa, o experimento referente ao problema do vocabulário sugere que ontologias são oportunas para o suporte da modelagem de processo, o que apoia tal utilização. Para o aspecto (ii), o experimento com o protótipo de ferramenta desenvolvido sugere que ontologias são adequadas para suportar a modelagem de processos, sem deteriorar o PMP.

A abordagem desenvolvida nesta tese possui diversas vantagens para a modelagem de processos de negócio, as quais são discutidas a seguir. Porém, cabe salientar que nem todas foram verificadas, este ponto é apresentado durante a descrição de cada uma delas.

Problema do vocabulário: a corrente tese apresentou discussões bem como evidências empíricas sobre o problema do vocabulário no contexto de modelagem de processos. Possíveis soluções também foram discutidas.

Possíveis problemas causados por ontologias para o PMP: discussões sobre o processo de modelagem de processos, o qual é um foco de pesquisa bastante recente, foram apresentadas em relação a interação com ontologias. A discussão, do ponto de vista do PMP, apresenta carência na literatura para trabalhos com ontologias. Além disso, foram apresentadas evidências empíricas para as questões discutidas, outro aspecto que carece de atenção na literatura em relação a ontologias.

Visões: Um mesmo processo de negócio pode apresentar diversas informações, as quais não necessariamente interessam para todos os participantes. Desta forma, estratégias de separação de interesses são importantes. Ontologias podem permitir visões personalizadas para os rótulos das atividades. Visto que há uma certeza maior sobre as informações presentes no modelo, informações podem ser omitidas e apresentadas de acordo com a necessidade. Há a possibilidade de substituir rótulos que não são de interesse para algum grupo de participantes, por algum símbolo padrão. No caso de ser necessária a visualização desta atividade, entendendo de forma abstrata o que ali ocorre. Por exemplo, rótulos abstratos (ex. A, B e C) são mais adequados para compreensão específica da estrutura de modelos de processo, devido a menor carga cognitiva (MENDLING; STREMBECK; RECKER, 2012). Quanto a estrutura, ações ou conceitos podem receber alguma anotação (transparente ao modelador) que pode ser utilizada para exibir ou omitir atividades que são ou não interessantes para algum grupo de usuários. A mesma ideia pode ser utilizada para agregar ou expandir atividades, um estudo em relação a visões com base na estrutura do processo é realizado em (RINDERLE et al., 2006; BOBRIK; REICHERT; BAUER, 2007; REICHERT et al., 2012). A utilização de visões é facilitada pela abordagem, porém não foi testada nesta tese, visto que não é o foco atual da pesquisa.

Senso comum: senso comum é muito importante para a comunicação, pois permite que a intenção do emissor seja passada com precisão ao receptor. A utilização de um vocabulário compartilhado, proposto na corrente pesquisa, possibilita o senso comum para os envolvidos em determinada modelagem. Além disso, é possível, através da ferramenta, permitir que o usuário crie atividades que não estão presentes na ontologia. Isto permite agregar novos conceitos à ontologia da organização. A atividade criada sem suporte da ontologia recebe uma identificação, assim a mesma é enviada para os responsáveis pelas ontologias, os quais irão adicionar tal conceituação. A partir do envio das novas atividades, podem ser feitas entrevistas ou preenchimento de formulários para que o departamento das ontologias consiga expressar corretamente a nova conceituação. Isso mantém a liberdade quanto a expressividade dos modelos de processo e aumenta as representações encontradas nas ontologias. Em relação a representação, esta vantagem é inerente a proposta, pois os termos representados pela ontologia serão de senso comum. Em relação

a compreensão e ao aprendizado da terminologia, não foram realizados experimentos.

Transparência: a corrente abordagem não ocasiona em modificações na corrente maneira em que ocorre o PMP, salvo a seleção dos termos ao invés da escrita. A ferramenta deve tratar a ontologia de maneira transparente, de forma que o usuário da notação não precise modificar suas capacidades para alcançar a modelagem esperada. Com a abordagem apresentada nesta tese, o modelador não precisa aprender novos elementos de notação. É necessário apenas separar a inserção os elementos (sujeitos, ações e objetos), porém a ferramenta torna essa tarefa simples. Esta vantagem foi verificada através de um experimento, o qual é apresentado na Seção 4.4. Os participantes do experimento não tinham conhecimento sobre ontologias, grande parte nem conhecia o conceito.

Representações abstratas das ações: a utilização de representações abstratas de serviços web permite alto desacoplamento e disponibilidade. Serviços podem ser adicionados, removidos, modificados ou tornar-se indisponíveis sem afetar os modelos. Esta vantagem é sugerida no corrente trabalho (GASSEN et al., 2012), porém não é investigada de forma aprofundada. Para maiores detalhes, ver (KAMBARA-SILVA et al., 2014).

Garantia sobre rótulos: a utilização da abordagem traz a garantia sobre o que é ação e o que é objeto no rótulos, facilitando a interpretação dos mesmos. Esta contribuição é consequência da utilização das triplas e será utilizada em praticamente todas as questões levantadas. A abordagem foi escolhida neste formato pois o estilo verbo-objeto é sugerido como o mais adequado para rótulos de atividades de modelos de processos (MENDLING; REIJERS; RECKER, 2010). Os sujeitos são ponto fundamental da BPMN e facilitam a filtragem dos termos.

Acordos remanejados: grande parte da construção de acordos para as conceituações dos modeladores é movido para a construção das ontologias. A vantagem neste caso é que uma mesma ontologia ou um conjunto de ontologias podem ser utilizados para a construção de diversos modelos de processo. Ou seja, um passo é adicionando antes da construção dos processos pelos modeladores e vários passos são eliminados após a construção dos mesmos. É possível fazer uma analogia com a construção da notação, com a diferença de que neste caso é feita uma construção relacionada ao domínio ou aplicação em questão. Esta conceituação intermediária, não rígida, permite uma melhor comunicação, visto que os símbolos utilizados são compartilhados pelas pessoas envolvidas e não mais individualizados por cada participante. Estes acordos são remanejados devido a utilização da conceituação em forma de ontologia. Em relação a representação, foi realizado um experimento para verificar a relevância do problema do vocabulário (diversidade de termos utilizados), o mesmo foi apresentado na Seção 3.4. Em relação a compreensão, não foram realizados experimentos.

Externalização se mantém na corporação: as representações, construídas em forma de ontologia, se mantém na corporação mesmo com a saída das pessoas que participaram da sua construção. As mesmas se mantém, pois são armazenadas em forma de ontologia,

ao invés de permanecerem apenas nas conceituações dos modeladores. Por consequência, a descrição da terminologia utilizada nos modelos de processo também se mantém na organização. Esta contribuição não foi testada.

Inferências: com a utilização de ontologias e das atividades em forma de tripla, há a possibilidade de realizar inferências sobre os modelos. A partir dessas inferências, a ferramenta pode dar sugestões ao modelador, inclusive no contexto da corrente modelagem. Alguns testes simples foram realizados com a ferramenta, porém não foram realizados experimentos controlados.

Filtros para facilitar a modelagem: Como descrito na corrente tese, após a escolha de um elemento da tripla, a ferramenta filtra os possíveis elementos que podem ser inseridos na corrente tarefa de modelagem. Este ponto foi mensurado na modelagem com a utilização da ferramenta e foi apresentado no Capítulo 4. Os resultados sugerem que os filtros são eficazes.

Atividades com mais informações: as atividades podem receber mais informações do que apenas o texto utilizado para representar o rótulo, tal como a descrição textual, que só é exibida pela ferramenta a partir de uma solicitação do usuário. Todas as informações podem ser adicionadas de forma transparente ao modelador do processo, com base na ontologia. Este aspecto pode melhorar o entendimento do projetista em relação aos símbolos dos quais tem dúvida. Esta contribuição não foi testada de forma direta.

Abordagem de rótulos é desacoplada de ontologias complexas: a abordagem utilizada para a construção dos rótulos pode ser aplicada a ontologias complexas, que descrevem domínios ou aplicações, de forma simples. Os únicos requisitos são que os termos a serem apresentados para os modeladores recebam a marcação indicando que são um conceito de BPM. Além disso, a estrutura desses termos deve obedecer o formato em tripla. Desta forma, uma ontologia de topo que descreve um modelo organizacional complexo, por exemplo, pode ser utilizada. Os termos da modelagem só precisam ser adicionados seguindo a abordagem. Os modeladores do processo não tomarão conhecimento da ontologia de topo e inferências podem ser aplicadas e apresentadas ao modelador de forma transparente. Este aspecto não foi testado.

5.1 Trabalhos futuros

Um estudo sobre as diferenças entre modeladores iniciantes e especialistas, na interação com ferramentas de modelagem, deve ser realizado. O qual possui embasamento nas diferenças cognitivas existentes entre os mesmos, descritas durante a tese.

O experimento com a ferramenta utilizou os filtros básicos com ontologias simples. Análises com a utilização de outros filtros como os que indicam a intenção do modelo de processo, com base em Koschmider (2011), devem ser realizados. Esses filtros são adicionados aos elementos da ontologia, por exemplo, sendo os filtros (a) Conferências,

(b) Compras online, (c) Livraria. Veja a Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Exemplos de filtragem "relacionado a"

	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3
Sujeito	Autor ^{abc}	Revisor ^a	Usuário ^{bc}
Verbo	Submete ^a	Revisa ^a	Seleciona ^{bc}
Objeto	Artigo ^{ac}	Artigo ^{ac}	Livro ^{abc}

A utilização de inferências não foi aprofundada na corrente tese. As inferências são uma vantagem intrínseca ocasionada pelo uso das ontologias, portanto a sua aplicação para ajudar o modelador é passível de investigações. Por exemplo, durante a modelagem, regras de negócio podem ser aplicadas com base em instâncias geradas pelos modelos de processo. Os resultados dessas inferências podem ser utilizados para demonstrar possíveis problemas ao modelador. Por exemplo, para executar determinada atividade, é preciso que um *token* seja recebido, logo uma tarefa de recepção do *token* deve ocorrer antes da atividade em questão. A ferramenta pode exibir mensagens informando tal aspecto ao modelador. Essas inferências podem ser utilizadas para apresentar padrões de atividades (THOM; REICHERT; IOCHPE, 10 August 2009). Estes aspectos dependem da semântica dos rótulos de atividade, logo são fortemente relacionados com a corrente tese.

Não foram realizados experimentos para verificar melhorias efetivas na compreensão dos modelos de processo. O trabalho assume que os rótulos padronizados, com base na literatura, utilizando o estilo verbo-objeto, melhoram a compreensão dos modelos. Porém, existem outras informações que podem ser exibidas em conjunto com o modelo de processo. Experimentos neste contexto devem ser realizados.

Assume-se que a utilização das ontologias podem diminuir o problema do vocabulário, visto que os modeladores devem aprender a terminologia correta. Seria interessante a realização de um experimento para obter evidências empíricas sobre tal aspecto. Porém, um experimento desta natureza dispense tempo e a participação de modeladores em diversas ocasiões, a fim de permitir que a terminologia seja aprendida pelos mesmos. Será analisada a possibilidade de realizar tal experimento.

Como já apresentado, diferentes informações, tipos de informações e níveis de abstrações são mais interessantes para determinados usuários e menos para outros. Tanto a apresentação quanto a omissão de informações devem afetar a compreensão. Com a utilização das ontologias e maior controle da semântica, abordagens para criar diferentes visões de um mesmo modelo podem ser estudadas.

O reuso também deve ser foco de pesquisas futuras, as utilizações das ontologias e consequente reforço semântico deve facilitar a recuperação de modelos adequados para

o modelador. Estratégias de consulta neste contexto devem ser avaliadas, considerando a recuperação em diferentes níveis de abstração.

Além disso, estudos em relação ao trabalho de Guarino, a fim de melhorar a expressividade das ontologias utilizadas, devem ser realizados.

5.2 Publicações

Esta seção apresenta as produções científicas relacionadas a esta tese, em ordem cronológica. O primeiro artigo publicado discutiu a utilização de ontologias como suporte para modelagem de processos com foco em aplicação, na área de vivência assistida. O artigo apresentou uma visão inicial do modelo de amarração apresentado nesta tese.

- GASSEN, Jonas Bulegon; MACHADO, Alencar.; THOM, Lucinéia Heloisa, OLIVEIRA, José Palazzo Moreira de. (2012), **Ontology Support for Home Care Process Design.**, in Leszek A. Maciaszek; Alfredo Cuzzocrea & José Cordeiro, ed., ICEIS, SciTePress, pp. 84-89 .

Um artigo relacionado ao projeto Modelagem Ontológica de Processos de Negócio – MOP, coordenado pela Professora Dra. Lucinéia H. Thom foi publicado em sequência. Esta tese se relaciona ao último passo da arquitetura proposta no artigo (melhoria de processos).

- THOM, Lucinéia Heloisa, OLIVEIRA, José Palazzo Moreira de, GASSEN, Jonas Bulegon, ABEL, Mara. **Towards an Ontological Process Modeling Approach.** ONTOBRAS-MOST 2012: 242-247

O terceiro artigo difere do artigo publicado no ICEIS no sentido que a discussão não é mais focada na aplicação à vivência assistida. O foco da tese foi modificado no decorrer do doutorado. Este artigo é voltado para parte conceitual da modelagem de processos em relação ao problema do vocabulário e o uso de ontologias, uma discussão relacionada foi apresentada nesta tese, no Capítulo 3.

- GASSEN, Jonas Bulegon; MENDLING, Jan.; THOM, Lucinéia Heloisa, OLIVEIRA, José Palazzo Moreira de. **Business process modeling: Vocabulary problem and requirements specification.** SIGDOC 2014: Proceedings of the 32nd annual ACM international conference on Design of communication. Colorado Springs, CO, USA, ACM. Setembro de 2014. **(Aceito para publicação)**

Além disso, um artigo foi submetido para o periódico *Journal of Systems and Software* (ISSN: 0164-1212), porém sem resposta até o momento da escrita. O artigo, intitulado *Process modeling with ontology support: mitigating cognitive load*, discute sobre a utilização de ontologias como suporte para a modelagem de processos e possíveis problemas associados à carga cognitiva, relacionado a discussão apresentada no Capítulo 4.

REFERÊNCIAS

ALLEN, G.; PARSONS, J. Is query reuse potentially harmful? anchoring and adjustment in adapting existing database queries. **Info. Sys. Research**, INFORMS, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), Linthicum, Maryland, USA, v. 21, n. 1, p. 56–77, mar. 2010. ISSN 1526-5536. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1287/isre.1080.0189>>.

ARANDA, J.; EASTERBROOK, S. Anchoring and adjustment in software estimation. In: **Proceedings of the 10th European Software Engineering Conference Held Jointly with 13th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering**. New York, NY, USA: ACM, 2005. (ESEC/FSE-13), p. 346–355. ISBN 1-59593-014-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1081706.1081761>>.

ARPINI, R. H.; ALMEIDA, J. a. P. A. On the support for the assignment of active structure and behavior in enterprise modeling approaches. In: **Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing**. New York, NY, USA: ACM, 2012. (SAC '12), p. 1686–1693. ISBN 978-1-4503-0857-1. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2245276.2232048>>.

ASCH, S. Opinions and social pressure. **Scientific American**, v. 193, n. 5, p. 31–35, 1955.

BADDELEY, A. **Working Memory**. Clarendon Press, 1987. (Oxford psychology series). ISBN 9780198521334. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=ZKWbdv__vRMC>.

BARNICKEL, N.; BÖTTCHER, J.; PASCHKE, A. Incorporating semantic bridges into information flow of cross-organizational business process models. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Semantic Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2010. (I-SEMANTICS '10), p. 17:1–17:9. ISBN 978-1-4503-0014-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1839707.1839729>>.

BERTIN, J. **Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps**. Redlands: Esri Press, 2011. ISBN 978-1-589-48261-6.

BHOWMICK, S.; KÜNG, J.; WAGNER, R. **Database and Expert Systems Applications: 19th International Conference, DEXA 2008, Turin, Italy, September 1-5, 2008, Proceedings**. Springer, 2008. (LNCS sublibrary: Information systems and applications, incl. Internet/Web, and HCI). ISBN 9783540856535. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=Cny9nBZHr8IC>>.

BOBRIK, R.; REICHERT, M.; BAUER, T. View-based process visualization. In: ALONSO, G.; DADAM, P.; ROSEMAN, M. (Ed.). **Business Process Management**. Berlin / Heidelberg: Springer, 2007, (Lecture Notes in Computer Science, v. 4714). p. 88–95. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-75183-0_7>.

BOX, G.; DRAPER, N. **Empirical model-building and response surfaces**. Wiley, 1987. (Wiley series in probability and mathematical statistics: Applied probability and statistics). ISBN 9780471810339. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=QO2dDRufJEAC>>.

BURTON-JONES, A.; MESO, P. The effects of decomposition quality and multiple forms of information on novices' understanding of a domain from a conceptual model. **J. AIS**, v. 9, n. 12, 2008. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/jais/jais9.html#Burton-JonesM08>>.

BURTON-JONES, A.; MESO, P. The effects of decomposition quality and multiple forms of information on novices' understanding of a domain from a conceptual model. **J. AIS**, v. 9, n. 12, 2008. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/jais/jais9.html#Burton-JonesM08>>.

CATARCI, T. et al. Service composition and advanced user interfaces in the home of tomorrow: The sm4all approach. **Ambient Media and Systems**, v. 70, p. 12–19, 2011. Disponível em: <http://www.dis.uniroma1.it/~cdc/pubs/TCetAl@AmbiSys2011_FINAL.pdf>.

CHERFI, S. S.-S.; AYAD, S.; COMYN-WATTIAU, I. Improving business process model quality using domain ontologies. **Journal on Data Semantics**, Springer-Verlag, v. 2, n. 2-3, p. 75–87, 2013. ISSN 1861-2032. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s13740-013-0022-4>>.

CIMIANO, P.; UNGER, C.; MCCRAE, J. **Ontology-Based Interpretation of Natural Language**. Morgan & Claypool Publishers, 2014. (Synthesis Lectures on Human Language Technologies). ISBN 9781608459902. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=3GA-AwAAQBAJ>>.

CLAES, J. et al. Tying process model quality to the modeling process: The impact of structuring, movement and speed. In: BARROS, A.; GAL, A.; KINDLER, E. (Ed.). **Business Process Management**. Springer Berlin Heidelberg, 2012, (Lecture Notes in Computer Science, v. 7481). p. 33–48. ISBN 978-3-642-32884-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-32885-5_3>.

COWAN, N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. **Behavioral and Brain Sciences**, Cambridge University Press, v. 24, n. 1, p. 87–114, 2001.

COWAN, N. **Working Memory Capacity**. [S.l.]: Hove: Psychology Press, 2005.

COWAN, N. Working memory underpins cognitive development, learning, and education. **Educational Psychology Review**, Springer US, v. 26, n. 2, p. 197–223, 2014. ISSN 1040-726X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>>.

CROWDER, R. Short-term memory: Where do we stand? **Memory & Cognition**, Springer-Verlag, v. 21, n. 2, p. 142–145, 1993. ISSN 0090-502X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3758/BF03202725>>.

DANEMAN, M.; CARPENTER, P. A. Individual differences in working memory and reading. **Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior**. Vol, v. 19, n. 4, p. 450–466, 1980. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar.bib?q=info:sQW6u4YW6eUJ:scholar.google.com/&output=citation&hl=en&ct=citation&cd=0>>.

DANEMAN, M.; MERIKLE, P. Working memory and language comprehension: A meta-analysis. **Psychonomic Bulletin & Review**, Springer-Verlag, v. 3, n. 4, p. 422–433, 1996. ISSN 1069-9384. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3758/BF03214546>>.

DAVENPORT, T.; BECK, J. **The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business**. Harvard Business School, 2002. ISBN 9781578518715. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=j6z-MiUKgosC>>.

DAVIES, I. et al. How do practitioners use conceptual modeling in practice? **Data Knowl. Eng.**, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 58, p. 358–380, September 2006. ISSN 0169-023X. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1162457.1162464>>.

DEWAR, M. T.; COWAN, N.; SALA, S. D. Forgetting due to retroactive interference: A fusion of müller and pilzecker's (1900) early insights into everyday forgetting and recent research on anterograde amnesia. **Cortex**, v. 43, n. 5, p. 616 – 634, 2007. ISSN 0010-9452. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010945208704921>>.

DREILING, A. et al. From conceptual process models to running systems: A holistic approach for the configuration of enterprise system processes. **Decis. Support Syst.**, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 45, n. 2, p. 189–207, may 2008. ISSN 0167-9236. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2007.02.007>>.

DUMAS, M. et al. **Fundamentals of Business Process Management**. [S.l.]: Springer, 2013. I-XXVII, 1-399 p. ISBN 978-3-642-33142-8.

ERICSSON, K. A.; KINTSCH, W. Long-term working memory. **Psychological Review**, v. 102, n. 2, p. 211–245, 1995.

ERL, T. **SOA Principles of Service Design (The Prentice Hall Service-Oriented Computing Series from Thomas Erl)**. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 2007. ISBN 0132344823.

FAN, S.; ZHANG, L.; SUN, Z. An ontology based method for business process integration. In: **IESA**. IEEE Computer Society, 2009. p. 135–139. ISBN 978-0-7695-3652-1. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/conf/iesa/iesa2009.html#FanZS09>>.

FELLMANN, M.; KOSCHMIDER, A.; SCHOKNECHT, A. Analysis of business process model reuse literature: Are research concepts empirically validated? In: **Modellierung 2014, 19.-21. März 2014, Wien, Österreich**. [s.n.], 2014. p. 185–192. Disponível em: <<http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings225/article19.html>>.

FELLMANN, M.; THOMAS, O.; BUSCH, B. A query-driven approach for checking the semantic correctness of ontology-based process representations. In: ABRAMOWICZ, W. (Ed.). **Business Information Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2011, (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 87). p. 62–73. ISBN 978-3-642-21829-3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-21863-7_6>.

FELLMANN, M.; ZARVIC, N.; SUDAU, A. Ontology-based assistance for semi-formal process modeling. In: JUNG, R.; REICHERT, M. (Ed.). **EMISA**. GI, 2013. (LNI, v. 222), p. 117–132. ISBN 978-3-88579-616-9. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/conf/emisa/emisa2013.html#FellmannZS13>>.

FETTKE, P.; VELLA, A.-L.; LOOS, P. From measuring the quality of labels in process models to a discourse on process model quality: A case study. In: . Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2012. (HICSS '12), p. 197–206. ISBN 978-0-7695-4525-7. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2012.290>>.

FIGL, K.; RECKER, J.; MENDLING, J. A study on the effects of routing symbol design on process model comprehension. **Decis. Support Syst.**, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 54, n. 2, p. 1104–1118, jan. 2013. ISSN 0167-9236. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2012.10.037>>.

FURNAS, G. W. et al. The vocabulary problem in human-system communication. **Commun. ACM**, ACM, New York, NY, USA, v. 30, n. 11, p. 964–971, nov. 1987. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/32206.32212>>.

GAILLY, F.; CASTELEYN, S.; ALKHALDI, N. On the symbiosis between enterprise modelling and ontology engineering. In: NG, W.; STOREY, V.; TRUJILLO, J. (Ed.). **Conceptual Modeling**. Springer Berlin Heidelberg, 2013, (Lecture Notes in Computer Science, v. 8217). p. 487–494. ISBN 978-3-642-41923-2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-41924-9_42>.

GASSEN, J. B. et al. Ontology support for home care process design. In: MACIASZEK, L. A.; CUZZOCREA, A.; CORDEIRO, J. (Ed.). **ICEIS (2)**. SciTePress, 2012. p. 84–89. ISBN 978-989-8565-11-2. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/conf/iceis/iceis2012-2.html#GassenMTO12>>.

GASSEN, J. B. et al. Business process modeling: Vocabulary problem and requirements specification. In: **SIGDOC 2014 - Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Design of Communication**. Colorado Springs, CO, USA: ACM, 2014. Aceito para publicação.

GOBET, F. Memory for the meaningless: How chunks help. In: **Proceedings of the 20th Meeting of the Cognitive Science Society**. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1998. p. 398–403. Disponível em: <<http://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/2131>>.

GOBET, F.; SIMON, H. A. Templates in chess memory: A mechanism for recalling several boards. **Cognitive Psychology**, v. 31, p. 1–40, 1996.

GOLESTANI, N. et al. Syntax production in bilinguals. **Neuropsychologia**, v. 44, n. 7, p. 1029 – 1040, 2006. ISSN 0028-3932. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0028393205003581>>.

GREEN, T.; PETRE, M. Usability analysis of visual programming environments: A 'cognitive dimensions' framework. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 7, n. 2, p. 131 – 174, 1996. ISSN 1045-926X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1045926X96900099>>.

GRUBER, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. **Int. J. Hum.-Comput. Stud.**, Academic Press, Inc., Duluth, MN, USA, v. 43, n. 5-6, p. 907–928, 1995. ISSN 1071-5819.

GUARINO, N. Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation. **Int. J. Hum.-Comput. Stud.**, Academic Press, Inc., Duluth, MN, USA, v. 43, n. 5-6, p. 625–640, dez. 1995. ISSN 1071-5819. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1006/ijhc.1995.1066>>.

GUARINO, N. Semantic matching: Formal ontological distinctions for information organization, extraction, and integration. In: PAZIENZA, M. (Ed.). **Information Extraction A Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology**. Springer Berlin Heidelberg, 1997, (Lecture Notes in Computer Science, v. 1299). p. 139–170. ISBN 978-3-540-63438-6. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-63438-X_8>.

GUARINO, N. **Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the 1st International Conference June 6-8, 1998, Trento, Italy**. 1st. ed. Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press, 1998. ISBN 9051993994.

GUARINO, N.; CARRARA, M.; GIARETTA, P. Formalizing ontological commitments. In: **Proceedings of the Twelfth National Conference on Artificial Intelligence (Vol. 1)**. Menlo Park, CA, USA: American Association for Artificial Intelligence, 1994. (AAAI '94), p. 560–567. ISBN 0-262-61102-3. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=199288.199324>>.

GUARINO, N.; CARRARA, M.; GIARETTA, P. An ontology of meta-level categories. In: DOYLE, J.; SANDEWALL, E.; TORASSO, P. (Ed.). **KR'94: Principles of Knowledge Representation and Reasoning**. San Francisco, California: Morgan Kaufmann, 1994. p. 270–280. Disponível em: <citeseer.ist.psu.edu/article/guarino94ontology.html>.

GUIZZARDI, G.; WAGNER, G. Using the unified foundational ontology (ufo) as a foundation for general conceptual modeling languages. In: POLI, R.; HEALY, M.; KAMEAS, A. (Ed.). **Theory and Applications of Ontology: Computer Applications**. Springer Netherlands, 2010. p. 175–196. ISBN 978-90-481-8846-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-8847-5_8>.

HALFORD, G. S.; WILSON, W. H.; PHILLIPS, S. Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. **the Behavioral and Brain Sciences**, v. 21, p. 803, 1998.

HALLER, A.; OREN, E. A process ontology to represent semantics of different process and choreography meta-models. **Digital Enterprise Research Institute DERI Galway**, Citeseer, n. DERI 2006-02-03, p. 19, 2006.

HELAL, S. et al. The Gator Tech Smart House: a programmable pervasive space. **Computer**, mar. 2005. ISSN 0018-9162. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/MC.2005.107>>.

HORROCKS, I. et al. **SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML**. 2004.

HUANG, Y. et al. Ontology-based configuration for service-based business process model. In: **Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Services Computing**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2013. (SCC '13), p. 296–303. ISBN 978-0-7695-5026-8. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/SCC.2013.59>>.

HUMM, B.; FENGEL, J. Semantics-based business process model similarity. In: ABRAMOWICZ, W.; KRIKSCIUNIENE, D.; SAKALAIUSKAS, V. (Ed.). **Business Information Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2012, (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 117). p. 36–47. ISBN 978-3-642-30358-6. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30359-3_4>.

INDULSKA, M. et al. Business process modeling: Perceived benefits. In: LAENDER, A. et al. (Ed.). **Conceptual Modeling - ER 2009**. Springer Berlin Heidelberg, 2009, (Lecture Notes in Computer Science, v. 5829). p. 458–471. ISBN 978-3-642-04839-5. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-04840-1_34>.

JONES, B. D. Bounded rationality. **Annual Review of Political Science**, v. 2, n. 1, p. 297–321, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.polisci.2.1.297>>.

JONG, T. de. Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. **Instructional Science**, Springer Netherlands, v. 38, n. 2, p. 105–134, 2010. ISSN 0020-4277. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>>.

JÚNIOR, O. de G. F. **Um Modelo de Sistema de Gestão do Conhecimento para Grupos de Pesquisa e Desenvolvimento**. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2003.

KAMBARA-SILVA, J. K. et al. Business process modeling and instantiation in home care environments. In: **16th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)**. Lisboa, Portugal: Scitepress, 2014.

KELLER, R. Book. **A theory of linguistic signs**. [S.l.]: Oxford ; New York : Oxford University Press, 1998. Includes bibliographical references (p. 243-254) and indexes. ISBN 0198237332.

KHATRI, V. et al. Understanding conceptual schemas: Exploring the role of application and is domain knowledge. **Info. Sys. Research**, INFORMS, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), Linthicum, Maryland, USA, v. 17, n. 1, p. 81–99, mar. 2006. ISSN 1526-5536. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1287/isre.1060.0081>>.

KOLB, J. et al. How social distance of process designers affects the process of process modeling: Insights from a controlled experiment. In: **29th Symposium On Applied Computing (SAC 2014), Enterprise Engineering Track**. ACM Press, 2014. p. 1364–1370. Disponível em: <<http://dbis.eprints.uni-ulm.de/1011/>>.

KOSCHMIDER, A.; HORNING, T.; OBERWEIS, A. Recommendation-based editor for business process modeling. **Data & Knowledge Engineering**, v. 70, n. 6, p. 483 – 503, 2011. ISSN 0169-023X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169023X11000164>>.

KROGSTIE, J.; SINDRE, G.; JØRGENSEN, H. Process models representing knowledge for action: a revised quality framework. **Eur. J. Inf. Syst.**, Macmillan Press Ltd., Basingstoke, UK, UK, v. 15, n. 1, p. 91–102, fev. 2006. ISSN 0960-085X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000598>>.

LEOPOLD, H.; MENDLING, J. Automatic derivation of service candidates from business process model repositories. In: ABRAMOWICZ, W.; KRIKSCIUNIENE, D.; SAKALAIUSKAS, V. (Ed.). **Business Information Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2012, (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 117). p. 84–95. ISBN 978-3-642-30358-6. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30359-3_8>.

LEOPOLD, H. et al. Simplifying process model abstraction: Techniques for generating model names. **Information Systems**, v. 39, n. 0, p. 134 – 151, 2014. ISSN 0306-4379. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437913001026>>.

LEOPOLD, H.; SMIRNOV, S.; MENDLING, J. Recognising activity labeling styles in business process models. **Enterprise Modelling and Information Systems Architectures**, v. 6, n. 1, p. 16–29, 2011. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/emisaij/emisaij6.html#LeopoldSM11>>.

LEOPOLD, H.; SMIRNOV, S.; MENDLING, J. On the refactoring of activity labels in business process models. **Information Systems**, v. 37, n. 5, p. 443 – 459, 2012. ISSN 0306-4379. Best papers from {DOLAP} 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437912000075>>.

LIN, M.; LUCAS, H. C.; SHMUELI, G. Research commentary—too big to fail: Large samples and the p-value problem. **Information Systems Research**, v. 24, n. 4, p. 906–917, 2013. Disponível em: <<http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/isre.2013.0480>>.

LIN, Y.; DING, H. Ontology-based semantic annotation for semantic interoperability of process models. In: **Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, 2005 and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce, International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2005. v. 1, p. 162–167.

LIN, Y.; SØLVBERG, A. Goal annotation of process models for semantic enrichment of process knowledge. In: **Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Systems Engineering**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. (CAiSE'07), p. 355–369. ISBN 978-3-540-72987-7. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1768029.1768063>>.

LIN, Y. et al. Semantic annotation framework to manage semantic heterogeneity of process models. In: 0001, E. D.; POHL, K. (Ed.). **CAiSE**. Springer, 2006. (Lecture Notes in Computer Science, v. 4001), p. 433–446. ISBN 3-540-34652-X. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/conf/caise/caise2006.html#LinSHKS06>>.

LINDLAND, O.; SINDRE, G.; SOLVBERG, A. Understanding quality in conceptual modeling. **Software, IEEE**, v. 11, n. 2, p. 42–49, 1994.

LISMAN, J. E.; IDIART, M. A. P. Storage of 7 +/- 2 short-term memories in oscillatory subcycles. **Science**, v. 267, n. 5203, p. 1512–1515, 1995.

MAAMAR, Z. et al. Using social networks for web services discovery. **Internet Computing, IEEE**, v. 15, n. 4, p. 48–54, july-aug. 2011. ISSN 1089-7801.

MACHADO, A. et al. A reactive and proactive approach for ambient intelligence. In: **16th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)**. Lisboa, Portugal: Scitepress, 2014.

MANZORR, S.; CEUSTERS, W.; RUDNICKI, R. Implementation of a referent tracking system. **IJHISI**, v. 2, n. 4, p. 41–58, 2007. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/ijhisi/ijhisi2.html>>.

MCGUINNESS, D. L.; HARMELEN, F. van. **OWL Web Ontology Language Overview**. 2004. World Wide Web Consortium, Recommendation REC-owl-features-20040210.

MENDLING, J.; REIJERS, H.; RECKER, J. Activity labeling in process modeling: Empirical insights and recommendations. **Information Systems**, v. 35, n. 4, 2010. ISSN 0306-4379. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V0G-4W3HXC0-4/2/f4a2ca4cba7b34c1c66747d79888b5b8>>.

MENDLING, J.; REIJERS, H. A.; AALST, W. M. P. van der. Seven process modeling guidelines (7pmg). **Inf. Softw. Technol.**, Butterworth-Heinemann, Newton, MA, USA, v. 52, n. 2, p. 127–136, fev. 2010. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2009.08.004>>.

MENDLING, J.; REIJERS, H. A.; CARDOSO, J. What makes process models understandable? In: **Proceedings of the 5th International Conference on Business Process Management**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. (BPM'07), p. 48–63. ISBN 3-540-75182-3, 978-3-540-75182-3. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1793114.1793120>>.

MENDLING, J.; STREMBECK, M. Influence factors of understanding business process models. In: **Business Information Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2008, (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 7). p. 142–153. ISBN 978-3-540-79395-3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-79396-0_13>.

MENDLING, J.; STREMBECK, M.; RECKER, J. Factors of process model comprehension-findings from a series of experiments. **Decis. Support Syst.**, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 53, n. 1, p. 195–206, abr. 2012. ISSN 0167-9236. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2011.12.013>>.

MEYER, D. E.; KIERAS, D. E. A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance: Part 1. basic mechanisms. **Psychological Review**, v. 104, p. 3–65, 1997.

MILLER, G. **The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information**. 1956. 81–97 p. One of the 100 most influential papers in cognitive science: <http://cogsci.umn.edu/millennium/final.html>. Disponível em: <<http://cogprints.org/730/>>.

MIRON-SHATZ, T.; STONE, A.; KAHNEMAN, D. Memories of yesterday's emotions: Does the valence of experience affect the memory-experience gap? **Emotion**, American Psychological Association, v. 9, n. 6, p. 885, 2009.

MOODY, D. The physics of notations: Toward a scientific basis for constructing visual notations in software engineering. **IEEE Trans. Softw. Eng.**, IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, v. 35, n. 6, p. 756–779, nov. 2009. ISSN 0098-5589. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TSE.2009.67>>.

MOODY, D. L. Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: Current state and future directions. **Data Knowl. Eng.**, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 55, n. 3, p. 243–276, dez. 2005. ISSN 0169-023X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.datak.2004.12.005>>.

MOSER-MERCER, B. The search for neuro-physiological correlates of expertise in interpreting. **Translation and Cognition**, Amsterdam, p. 263–287, 2010.

MYLOPOULOS, J. Conceptual modelling and Telos. **Conceptual Modelling, Databases, and CASE: an Integrated View of Information System Development**, John Wiley & Sons, New York, New York, 1992.

NIGMATULLINA, Y. et al. The neuroanatomical correlates of training-related perceptuo-reflex uncoupling in dancers. **Cerebral Cortex**, 2013. Disponível em: <<http://cercor.oxfordjournals.org/content/early/2013/09/24/cercor.bht266.abstract>>.

NORMAN, D. **The Design of Everyday Things**. Basic Books, 2002. ISBN 9780465067107. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=w8pM72p_dpoC>.

NORMAN, D. A.; DRAPER, S. W. **User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction**. Hillsdale, NJ, USA: L. Erlbaum Associates Inc., 1986. ISBN 0898597811.

NORTON, B.; CABRAL, L.; NITZSCHE, J. Ontology-based translation of business process models. In: **Internet and Web Applications and Services, 2009. ICIW '09. Fourth International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 481–486.

NORTON, B.; CABRAL, L.; NITZSCHE, J. Ontology-based translation of business process models. In: **Proceedings of the 2009 Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2009. ISBN 978-0-7695-3613-2. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1585689.1586280>>.

NOY, N. F.; mcguinness, D. L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. 2001. Online. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html>>.

OBERLANDER, J. Grice for graphics: Pragmatic implicature in network diagrams. **Information Design Journal**, v. 8, p. 161–179, 1996.

OGDEN, C.; RICHARDS, I. **Meaning of Meaning: A Study of the Influence of Language Upon Thought and of the Science of Symbolism**. New York, 1923. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=v\MvnQEACAAJ>>.

OMG. **Business Process Modeling and Notation - Specification V2.0**. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>>.

OTTENSOOSER, A. et al. Making sense of business process descriptions: An experimental comparison of graphical and textual notations. **J. Syst. Softw.**, Elsevier Science Inc., New York, NY, USA, v. 85, n. 3, p. 596–606, mar. 2012. ISSN 0164-1212. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2011.09.023>>.

PAIVIO, A. **Mental Representations: A Dual Coding Approach (Oxford Psychology Series, 9)**. [S.l.]: Oxford University Press, 1990.

PEDERSEN, T.; PATWARDHAN, S.; MICHELIZZI, J. Wordnet::similarity: Measuring the relatedness of concepts. In: **Demonstration Papers at HLT-NAACL 2004**. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2004. (HLT-NAACL–Demonstrations '04), p. 38–41. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1614025.1614037>>.

PEDRINACI, C.; DOMINGUE, J.; MEDEIROS, A. K. A. de. A core ontology for business process analysis. In: . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. (ESWC'08), p. 49–64. ISBN 3-540-68233-3, 978-3-540-68233-2. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1789394.1789404>>.

PINGGERA, J. et al. Investigating the process of process modeling with eye movement analysis. In: ROSA, M. L.; SOFFER, P. (Ed.). **Business Process Management Workshops**. Springer Berlin Heidelberg, 2013, (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 132). p. 438–450. ISBN 978-3-642-36284-2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-36285-9_46>.

PINGGERA, J.; ZUGAL, S.; WEBER, B. Investigating the process of process modeling with cheetah experimental platform. **EMISA Forum**, v. 30, n. 2, p. 25–31, 2010. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/emisa/emisa30.html#PinggeraZW10>>.

PINGGERA, J. et al. How the structuring of domain knowledge helps casual process modelers. In: **Proceedings of the 29th International Conference on Conceptual Modeling**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. (ER'10), p. 445–451. ISBN 3-642-16372-6, 978-3-642-16372-2. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1929757.1929801>>.

PINGGERA, J. et al. How the structuring of domain knowledge helps casual process modelers. In: **Proceedings of the 29th International Conference on Conceptual Modeling**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. (ER'10), p. 445–451. ISBN 3-642-16372-6, 978-3-642-16372-2. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1929757.1929801>>.

PINGGERA, J. et al. Tracing the process of process modeling with modeling phase diagrams. In: DANIEL, F.; BARKAOUI, K.; DUSTDAR, S. (Ed.). **Business Process Management Workshops**. Springer Berlin Heidelberg, 2012, (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 99). p. 370–382. ISBN 978-3-642-28107-5. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_36>.

PRIEGO-ROCHE, L. M. et al. Business process design from virtual organization intentional models. In: **Proceedings of the 24th International Conference on Advanced Information Systems Engineering**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. (CAiSE'12), p. 549–564. ISBN 978-3-642-31094-2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31095-9_36>.

RECKER, J. **Scientific Research in Information Systems: A Beginner's Guide**. Springer, 2012. (Progress in IS). ISBN 9783642300486. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=LzGbLKxjKHAC>>.

RECKER, J.; MENDLING, J.; HAHN, C. How collaborative technology supports cognitive processes in collaborative process modeling: A capabilities-gains-outcome model. **Information Systems**, v. 38, n. 8, p. 1031 – 1045, 2013. ISSN 0306-4379. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437913000483>>.

RECKER, J. C.; DREILING, A. The effects of content presentation format and user characteristics on novice developers' understanding of process models. **Communications of the Association for Information Systems**, The Association for Information Systems (AIS), v. 28, n. 6, p. 65–84, February 2011. Disponível em: <<http://eprints.qut.edu.au/40198/>>.

RECKER, J. C. et al. The ontological deficiencies of process modeling in practice. **European Journal of Information Systems**, Palgrave Macmillan, v. 19, n. 5, p. 501–525, September 2010. Disponível em: <<http://eprints.qut.edu.au/37582/>>.

REICHERT, M. et al. Enabling personalized visualization of large business processes through parameterizable views. In: OSSOWSKI, S.; LECCA, P. (Ed.). **SAC**. ACM, 2012. p. 1653–1660. ISBN 978-1-4503-0857-1. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/conf/sac/sac2012.html#ReichertKBB12>>.

RICKER, T. J.; COWAN, N. Differences between presentation methods in working memory procedures: A matter of working memory consolidation. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn**, 2013. ISSN 1939-1285. Disponível em: <<http://www.biomedsearch.com/nih/Differences-Between-Presentation-Methods-in/24059859.html>>.

RINDERLE, S. et al. Business process visualization - use cases, challenges, solutions. In: MANOLOPOULOS, Y. et al. (Ed.). **ICEIS (3)**. [s.n.], 2006. p. 204–211. ISBN 972-8865-41-4. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/conf/iceis/iceis2006-3.html#RinderleBRB06>>.

RITTGEN, P. Business ontologies. In: POLI, R.; HEALY, M.; KAMEAS, A. (Ed.). **Theory and Applications of Ontology: Computer Applications**. Springer Netherlands, 2010. p. 411–428. ISBN 978-90-481-8846-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-8847-5_18>.

ROSEMANN, M. Potential pitfalls of process modeling: part a. **Business Proc. Manag. Journal**, v. 12, n. 2, p. 249–254, 2006. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/bpmj/bpmj12.html#Rosemann06>>.

SILEGA, N.; LOUREIRO, T.; NOGUERA, M. Model-driven and ontology-based framework for semantic description and validation of business processes. **Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)**, v. 12, n. 2, p. 292–299, March 2014. ISSN 1548-0992.

SIMON, H. **Models of man: social and rational; mathematical essays on rational human behavior in society setting**. Wiley, 1957. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=_w1gAAAAIAAJ>.

SIMON, H. A. Designing organizations for an information rich world. In: GREENBERGER, M. (Ed.). **Computers, communications, and the public interest**. Baltimore: [s.n.], 1971. p. 37–72. ISBN 0-8018-1135-X. Disponível em: <<http://opacplus.bsb-muenchen.de/search?isbn=0-8018-1135-X>>.

SMIRNOV, S.; REIJERS, H. A.; WESKE, M. A semantic approach for business process model abstraction. In: **Proceedings of the 23rd International Conference on Advanced Information Systems Engineering**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. (CAiSE'11), p. 497–511. ISBN 978-3-642-21639-8. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2026716.2026764>>.

SOFFER, P.; KANER, M.; WAND, Y. Towards understanding the process of process modeling: Theoretical and empirical considerations. In: DANIEL, F.; BARKAOUI, K.; DUSTDAR, S. (Ed.). **Business Process Management Workshops**. Springer Berlin Heidelberg, 2012, (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 99). p. 357–369. ISBN 978-3-642-28107-5. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_35>.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. **Knowledge Engineering: Principles and Methods**. 1998.

SWELLER, J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. **Learning and Instruction**, v. 4, n. 4, p. 295 – 312, 1994. ISSN 0959-4752. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0959475294900035>>.

SWELLER, J.; AYRES, P.; KALYUGA, S. **Cognitive Load Theory**. Springer, 2011. (Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies). ISBN 9781441981264. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=sSAwbd8qOAAC>>.

TAYLOR, W. Cloze Procedure: A New Tool for Measuring Readability. **Journalism Quarterly**, v. 30, p. 415–433, 1953.

TERNAI, K.; TOROK, M. A new approach in the development of ontology based workflow architectures. In: **Concurrent Enterprising (ICE), 2011 17th International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1–10.

THOM, L.; REICHERT, M.; IOCHPE, C. Activity patterns in process-aware information systems: Basic concepts and empirical evidence. **International Journal of Business Process Integration and Management (IJBPM)**, Inderscience Publishers, v. 4, n. 2, p. 93–110, 2009. Disponível em: <<http://dbis.eprints.uni-ulm.de/473/>>.

THOM, L. H. et al. Towards an ontological process modeling approach. In: MALUCELLI, A.; BAX, M. P. (Ed.). **ONTOBRAS-MOST**. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2012. (CEUR Workshop Proceedings, v. 938), p. 242–247.

THOM, L. H.; REICHERT, M.; IOCHPE, C. Activity patterns in process-aware information systems: basic concepts and empirical evidence. **International Journal of Business Process Integration and Management**, v. 4, p. 93–110(18), 10 August 2009.

THOMAS, O.; FELLMANN, M. Semantic process modeling – design and implementation of an ontology-based representation of business processes. **Business & Information Systems Engineering**, SP Gabler Verlag, v. 1, n. 6, p. 438–451, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s12599-009-0078-8>>.

TRACZ, W. J. Computer programming and the human thought process. **Software: Practice and Experience**, John Wiley & Sons, Ltd., v. 9, n. 2, p. 127–137, 1979. ISSN 1097-024X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/spe.4380090207>>.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. **Science**, v. 185, n. 4157, p. 1124–1131, 1974. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/185/4157/1124.abstract>>.

WASSER, A.; LINCOLN, M. Ontology based method for supporting business process modeling decisions. In: HERRERO, P. et al. (Ed.). **On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2012 Workshops**. Springer Berlin Heidelberg, 2012, (Lecture Notes in Computer Science, v. 7567). p. 505–514. ISBN 978-3-642-33617-1. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33618-8_67>.

WEBER, I.; HOFFMANN, J.; MENDLING, J. Beyond soundness: on the verification of semantic business process models. **Distributed and Parallel Databases**, Springer US, v. 27, n. 3, p. 271–343, 2010. ISSN 0926-8782. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10619-010-7060-9>>.

WESKE, M. **Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures**. Springer, 2012. ISBN 9783642092640. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=ASyfcQAACAAJ>>.

WICKENS, C. D. Processing resources in attention. In: **Varieties of Attention**. [S.l.]: Academic Press, 1984. p. 63–101.

WIEGMANN, D. A. et al. Effects of knowledge map characteristics on information processing. **Contemporary Educational Psychology**, v. 17, n. 2, p. 136 – 155, 1992. ISSN 0361-476X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0361476X92900554>>.

WOHLIN, C. et al. **Experimentation in Software Engineering**. [S.l.]: Springer, 2012. I-XXIII, 1-236 p. ISBN 978-3-642-29043-5.

WU, Z.; PALMER, M. Verbs semantics and lexical selection. In: **Proceedings of the 32Nd Annual Meeting on Association for Computational Linguistics**. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 1994. (ACL '94), p. 133–138. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3115/981732.981751>>.

ZHAO, L.; CALLAN, J. Term necessity prediction. In: **Proceedings of the 19th ACM International Conference on Information and Knowledge Management**. New York, NY, USA: ACM, 2010. (CIKM '10), p. 259–268. ISBN 978-1-4503-0099-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1871437.1871474>>.

ZHAO, L.; CALLAN, J. Automatic term mismatch diagnosis for selective query expansion. In: HERSH, W. R. et al. (Ed.). **SIGIR**. ACM, 2012. p. 515–524. ISBN 978-1-4503-1472-5. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/conf/sigir/sigir2012.html#ZhaoC12>>.

ZIPF, G. **Human behavior and the principle of least effort: an introduction to human ecology**. Addison-Wesley Press, 1949. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=1tx9AAAAIAAJ>>.