

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RAPHAEL PIEGAS CIGANA

**Um experimento controlado sobre o uso de
boas práticas na modelagem de processos**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação

Orientador: Prof. Dr. Lucinéia Heloisa Thom
Co-orientador: Diego Toralles Avila

Porto Alegre
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora: Prof^a. Jane Fraga Tutikian

Pró-Reitor de Graduação: Prof. Wladimir Pinheiro do Nascimento

Diretora do Instituto de Informática: Prof^a. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Sérgio Luis Cechin

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

RESUMO

A importância de modelar processos que tenham um alto nível de compreensão é cada vez mais evidente na área de Gerenciamento de Processos de Negócio. Este alto nível facilita a leitura de um modelo de processo e permite a descoberta de oportunidades para seu aprimoramento. No entanto, este nível de compreensão não é garantido, pois a modelagem de processos é uma tarefa complexa que depende da habilidade do modelador de processos para evitar modelos mal projetados. Uma ferramenta essencial para garantir a compreensibilidade destes modelos é um conjunto de boas práticas na modelagem de processos. Entretanto, são questões em aberto se a tarefa de modelagem fica mais desafiadora com o uso destas e quão efetivos são os modeladores na aplicação destas boas práticas. Além disso, não se sabe quão receptivos são os modeladores a estas boas práticas e como o uso destas é impactado com o aumento da complexidade dos processos. Este trabalho apresenta os resultados de dois experimentos empíricos. O primeiro foi realizado por 8 participantes e compara os resultados da modelagem de dois processos com e sem o uso das boas práticas. Através deste, foi possível observar que os participantes reconhecem a utilidade das boas práticas mas consideram que são difíceis de serem aplicadas. O segundo experimento foi realizado por 9 participantes e compara os resultados do uso das boas práticas na modelagem de dois processos com complexidades diferentes. Através deste segundo experimento, foi possível inferir que processos com complexidades maiores tem menos uso de boas práticas.

Palavras-chave: Modelagem de processos. Boas práticas na modelagem de processos. BPM. BPMN. Complexidade. Experimento.

A controlled experiment on the use of guidelines in process modeling

ABSTRACT

The importance of modeling processes that have a high level of understanding is increasingly evident in the area of Business Process Management. This high level facilitates the reading of a process model and allows the discovery of opportunities for its improvement. However, this level of understanding is not guaranteed because process modeling is a complex task that depends on the ability of the process modeler to avoid poorly designed models. An essential tool to ensure the comprehensibility of these models is a set of guidelines in process modeling. However, there are open questions if the modeling task becomes more challenging with the use of these and how effective the modelers are in applying these guidelines. Moreover, it is not known how receptive the modelers are to these guidelines and how their use is impacted by the increasing complexity of processes. This paper presents the results of two empirical experiments. The first one was carried out by 8 participants and compares the results of modeling two processes with and without the use of good practices. Through this, it was possible to observe that the participants recognize the usefulness of good practices but consider that they are difficult to apply. The second experiment was carried out by 9 participants and compared the results of the use of good practices in the modeling of two processes with different complexities. Through this second experiment, it was possible to infer that processes with larger complexities have less use of good practices.

Keywords: Process modeling. process modeling guidelines. business process. BPM. BPMN. Complexity. Experiment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Ciclo de Vida BPM.....	15
Figura 2.2	Exemplo fictício de processo: apresentação de elementos notacionais.....	16
Figura 3.1	Design do experimento E1.....	28
Figura 3.2	Dados referentes à caracterização dos participantes.....	32
Figura 3.3	Dados referentes a dificuldade percebida na modelagem.....	32
Figura 3.4	Dados referentes a compreensibilidade percebida dos modelos criados.....	33
Figura 3.5	Dados referentes a percepções gerais.....	33
Figura 3.6	Dados referentes a dificuldade percebida. Agregado.....	36
Figura 3.7	Dados referentes a compreensibilidade percebida. Agregado.....	36
Figura 4.1	Dados referentes a experiência dos modeladores.....	44
Figura 4.2	Dados referentes a dificuldade percebida.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	As boas práticas 7PMG	21
Tabela 2.2	Conjunto de boas práticas.....	22
Tabela 3.1	Conjunto de boas práticas.....	30
Tabela 3.2	Resultados referentes à H2	33
Tabela 3.3	Resultados dos testes de hipótese	35
Tabela 3.4	Dados referentes a H2. Agregado.....	36
Tabela 3.5	Resultados dos testes de hipótese. Agregado.	37
Tabela 3.6	Dificuldade percebida em relação aos processos A e B	38
Tabela 4.1	Conjunto de boas práticas.....	43
Tabela 4.2	Dados referentes aos erros cometidos	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPM	Business Process Management
PP	Pergunta de pesquisa
BPMN	Business Process Management and Notation
BPMI	Business Process Management Initiative
OMG	Object Management Group
7PMG	Seven Process Modeling Guidelines
E1	Experimento 1
H1	Hipótese 1
H2	Hipótese 2
H3	Hipótese 3
E2	Experimento 2
H4	Hipótese 4

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Motivação.....	12
1.2 Perguntas de pesquisa, objetivos e contribuições.....	12
1.3 Organização.....	13
2 FUNDAMENTOS EM GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO	14
2.1 Ciclo de Vida BPM.....	14
2.2 BPMN.....	15
2.3 Complexidade em Modelos de processos de negócio	17
2.3.1 Uma métrica para medir a complexidade de fluxo de controle	18
2.4 As boas práticas na modelagem de processos.....	20
2.5 Trabalhos relacionados.....	21
2.5.1 Boas práticas de modelagem de processos como um conjunto	21
2.5.2 Boas práticas e complexidade.....	23
2.6 Resumo do capítulo.....	24
3 EXPERIMENTO E1, VERIFICANDO A QUALIDADE FINAL DO MO- DELO DE PROCESSO APÓS INTRODUÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS	25
3.1 Definição de Problemas e Hipóteses	25
3.2 Variáveis do experimento	27
3.3 Design do experimento	28
3.3.1 Participantes e ambiente	29
3.4 Instrumentação	29
3.5 Avaliação de resultados.....	31
3.5.1 Análises descritivas.....	31
3.5.2 Teste de hipóteses	34
3.5.3 Análise do banco de dados agregado	35
3.5.4 Discussão sobre o experimento.....	37
3.6 Resumo do capítulo.....	38
4 EXPERIMENTO E2, VERIFICANDO O USO DAS BOAS PRÁTICAS NA MODELAGEM DE PROCESSOS COM MAIOR COMPLEXIDADE	40
4.1 Definição de Problemas e Hipóteses	40
4.2 Variáveis do experimento	40
4.3 Design dos experimentos e participantes	41
4.4 Instrumentação	42
4.5 Avaliação de resultados.....	43
4.5.1 Análises descritivas.....	44
4.5.2 Teste de hipóteses	46
4.5.3 Discussão sobre o experimento.....	46
4.6 Resumo do capítulo.....	47
5 CONCLUSÃO	48
5.1 Trabalhos futuros.....	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A — DOCUMENTO DISPONIBILIZADO AOS PARTICIPAN- TES DOS EXPERIMENTO	55
APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO 1	58
APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO 2	60
APÊNDICE D — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO A - EXPERI- MENTO 1	61

APÊNDICE E — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO B - EXPERI- MENTO 1	62
APÊNDICE F — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO A - EXPERI- MENTO 2	63
APÊNDICE G — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO B - EXPERI- MENTO 2	64

1 INTRODUÇÃO

Cada organização fornece produtos ou serviços para seus clientes realizando diferentes tipos de atividades de negócio. Este fato está ligado à definição de um processo de negócio, isto é, um conjunto de atividades ou tarefas relacionadas e estruturadas que produzem um serviço ou produto específico para um determinado cliente (DUMAS et al., 2013). Em uma organização preocupada com a documentação de seus processos, é comum que estes sejam vistos como os ativos mais importantes, pois eles criam valor para os clientes conectando outros tipos de ativos, assim criando maior controle sobre o fluxo de atividades (POLANI; CEGNAR, 2017). Além disso, estes ativos são intangíveis e de grande importância para a organização, já que definem a capacidade produtiva desta, isto é, capacidade de coordenar, controlar e implantar recursos, como por exemplo a automação de um processo (ORAND, 2011).

É através da necessidade de melhor gerenciar esses ativos que surge a área de Gerenciamento de processos de negócio (*Business Process Management* - BPM)(DUMAS et al., 2013). BPM é uma área interdisciplinar que fornece ferramentas para a melhoria no desempenho organizacional, na conformidade regulamentar, que verifica se os processos estão sendo realizados de acordo com as normas da empresa, e na qualidade de serviço. Além disso, também possui ferramentas que auxiliam a configuração, execução e automação de processos (DUMAS et al., 2013). Aalst (2013) denota que BPM tem atraído atenção nos últimos anos devido ao seu potencial de aumentar a produtividade significativamente nas organizações além de reduzir custos.

No contexto deste trabalho, abordaremos a aplicação de BPM em que um analista realiza a modelagem de um processo. A partir desta, o modelo de processo, que é uma representação gráfica obtida através da utilização de uma notação (DUMAS et al., 2013), é criado. Este modelo é fundamental para a BPM, já que visa capturar as diferentes formas que um processo pode assumir (AALST, 2013), por exemplo, um processo pode ser representado pelo fluxo de dados que uma determinada aplicação realiza ou pelo controle de decisões que um participante do processo deve tomar em cenários diversos. Sob esse ponto de vista, modelos de processos nos permitem avaliar problemas na execução de processos e descobrir oportunidades de melhorias (DIETZ, 1999). Portanto, é importante que este modelos sejam criados através de uma modelagem conceitual de alta qualidade, já que esta é fundamental porque facilita a detecção de erros e a correção destes. Ela também desempenha um papel cada vez mais importante em atividades como a reengenharia

de processos (WAND; WEBER, 2002) e documentação de melhores práticas (BROWNE; RAMESH, 2002).

Entretanto, garantir a qualidade dos modelos de processo é um desafio. Pois grande parte da modelagem depende da experiência do modelador (FIGL, 2017). Isto é um problema porque existem evidências na literatura que nos mostram que os modeladores não passam por um treinamento formal, como reportado no trabalho de Recker (2010). Através de uma pesquisa, o autor apresenta que apenas 13,6% dos 590 entrevistados receberam treinamento formal em modelagem de processos. Em contraste, cerca de 70% dos entrevistados aprenderam modelagem de processos através de auto-educação ou no trabalho. Este grande número de autodidatas implica em uma escassez de habilidades avançadas na modelagem de processos. Tais habilidades, no entanto, são essenciais para garantir a qualidade do modelo de processo. Outro desafio para alcançar alta qualidade é o fato de que, em geral, os modelos de processo e os fluxos de trabalho correspondentes representam sistemas complexos e de difícil manutenção (CARDOSO, 2006a). Portanto, é comum que os modelos de processo possuam erros de modelagem, tais como controle de fluxos equivocados, rótulos incoerentes e modelos estruturalmente incorretos (LEOPOLD; MENDLING; GUNTHER, 2016). Isso acaba causando uma perda de utilidade destes modelos de processo (RITTGEN, 2010).

Com o objetivo de resolver este problema, uma solução proposta na literatura é a modelagem de processos com o uso de boas práticas (MENDLING; REIJERS; AALST, 2010) (GSCHWIND et al., 2014) (LEOPOLD; MENDLING; GUNTHER, 2016) (SÁNCHEZGONZÁLEZ et al., 2017). Estas funcionam como uma ferramenta importante para garantir a integridade do modelo de processo (DUMAS et al., 2013). Entretanto, é difícil encontrar um conjunto de boas práticas consolidado. Estas boas práticas geralmente são propostas para resolver um problema específico, por exemplo, Koschmider, Figl and Schoknecht (2016) apontam que a falta de padronização de rótulos pode diminuir a compreensibilidade de um modelo, então eles apresentam uma boa prática de como tarefas devem ser rotuladas. Este procedimento de identificar um problema e resolvê-lo com a introdução de uma boa prática acaba causando a dispersão das mesmas, já que cada pesquisa nesse sentido trata problemas independentes. Para resolver este problema, Avila (2018) realizou uma revisão sistemática que retornou um conjunto de 20 boas práticas. Neste trabalho, usaremos este conjunto de boas práticas. Achamos que é o conjunto mais apropriado porque uma das preocupações na seleção de quais boas práticas fariam parte deste conjunto foi a influência que estas possuem sobre a compreensão do modelo de

processo. Além disso, este conjunto já foi utilizado para analisar a tarefa de modelar processos empiricamente. Nosso trabalho dá continuidade a essa pesquisa ao explorar ainda mais este ponto.

1.1 Motivação

Um problema em aberto na literatura é que não se sabe como o uso das boas práticas afeta a modelagem de processos. A maioria dos estudos que tangem este problema estão mais focados em analisar os efeitos de uma única boa prática e se esta aumenta a qualidade do modelo de processo (FIGL, 2017). Ainda, não se sabe como os modeladores percebem um conjunto de boas práticas, seja em relação a dificuldade de aplicá-las ou em relação a receptividade às mesmas. Isto é um problema que precisa ser investigado porque ou os modeladores não recebem orientação para usá-las, como mostra o estudo de Recker (2010), ou os modeladores são apresentados às boas práticas e utilizam um conjunto delas. A necessidade de mais pesquisas sobre a relação e integração entre modelagem de processos e o uso de boas práticas já foi denotado por Recker (2010).

Outro problema em aberto na literatura é a questão de como a complexidade de um processo impacta no uso das boas práticas. De acordo com os autores Mendling, Reijers and Cardoso (2007) o nível de complexidade de um modelo de processo afeta o tempo e o esforço que se precisa investir para o entendimento, manutenção e modificação efetivos deste modelo. Entretanto, não se sabe se as boas práticas ajudam em diminuir este esforço e tempo ou se agem de forma contrária, adicionando complexidade na modelagem de processos.

1.2 Perguntas de pesquisa, objetivos e contribuições

Baseado nas nossas motivações, estabelecemos três perguntas de pesquisa:

- PP1 Como as boas práticas de modelagem de processos influenciam a tarefa de modelar um processo?
- PP2 Quão receptivos os modeladores são em relação ao uso de boas práticas de modelagem de processos?
- PP3 Como a complexidade de um processo afeta o uso das boas práticas por parte dos modeladores?

Para responder as perguntas PP1 e PP2, fizemos uma replicação do experimento realizado por Avila (2018). Assim definimos porque este trabalho com cenários reais de aplicação e levanta questões importantes que não foram respondidas no experimento original. Esta replicação tem como objetivo responder estas questões e juntar os dados de ambos os experimentos para aumentar o poder estatístico dos testes realizados. Depois disso, responderemos a pergunta PP3 com um segundo experimento. Este foi projetado com o intuito de avaliar o uso das boas práticas na modelagem de dois processos distintos com complexidades diferentes.

Através disto apresentamos nossos objetivos:

- O primeiro é performar uma replicação para avaliar o uso das boas práticas durante a tarefa de modelagem e analisar seus impactos na percepção dos participantes em relação a receptividade e dificuldade encontrada. Além disso, usar a replicação para aumentar o tamanho da amostra do experimento original e realizar uma análise deste agregado.
- Realizar um segundo experimento para verificar se existe diferença no uso das boas práticas na modelagem de processos que tenham complexidades diferentes.

As principais contribuições deste trabalho são:

- Ampliação do conjunto de dados referentes às perguntas PP1 e PP2.
- Os resultados dos experimentos realizados e análise dos mesmos.
- O protocolo destes experimentos para futuras replicações e melhorias.

1.3 Organização

O restante trabalho está organizado da seguinte forma: O capítulo 2 contém o conhecimento teórico sobre conceitos que precisam ser entendidos na leitura deste trabalho e discute outros trabalhos relevantes na área; o capítulo 3 apresenta o protocolo experimental para realização do experimento 1 e seus resultados; o capítulo 4 apresenta o protocolo experimental para a realização do experimento 2 e seus resultados; o capítulo 5 apresenta as conclusões que obtivemos.

2 FUNDAMENTOS EM GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Neste capítulo, apresentam-se conceitos importantes que precisam ser introduzidos para o entendimento deste trabalho. Os conceitos apresentados serão o ciclo de vida da BPM, a notação BPMN, a complexidade usada na modelagem de processos e as boas práticas na modelagem de processos. Por fim abordaremos os trabalhos relacionados relevantes na área.

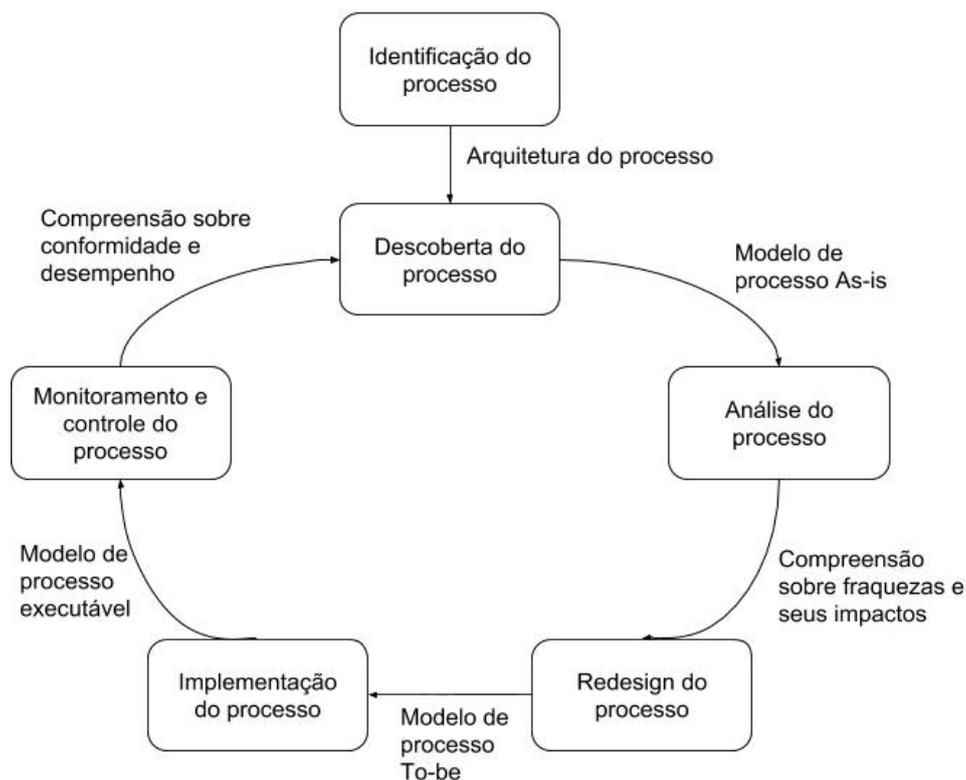
2.1 Ciclo de Vida BPM

Dumas et al. (2013) apresenta uma perspectiva útil para visualizar como um processo de negócio é gerenciado pela disciplina BPM. Essa perspectiva é apresentada através do ciclo de vida do BPM como mostra a figura 2.1. Ele define seis etapas nas quais um processo é identificado, descoberto, analisado, melhorado, implementado, monitorado e controlado. Em cada etapa existem métodos, técnicas e ferramentas que suportam a aplicação de BPM em uma organização, embora o elemento mais importante em todas as etapas seja o modelo de processo.

O escopo principal deste trabalho localiza-se na etapa de Descoberta do processo, onde o modelo de processo é criado inicialmente. Esta etapa é muito importante porque é nela que os analistas de processo usam técnicas para coletar informações, a fim de compreender e documentar o funcionamento de um processo (DUMAS et al., 2013). É através disto que os modeladores criam o modelo chamado de "as-is", ou seja, o modelo que representa como o processo existe naquele instante. O modelo "as-is" serve como uma ferramenta para todas as etapas posteriores do ciclo de vida, facilitando principalmente a comunicação de como o processo é realmente realizado entre as partes interessadas. Portanto, é importante que esse modelo seja de fácil compreensão (DUMAS et al., 2013).

Para criar este modelo existem diversas notações usadas na modelagem de processos (DUMAS et al., 2013), como fluxogramas e redes de Petri (PETRI, 1962), entretanto, no contexto de BPM existe uma notação padrão para a modelagem de processos, chamada de Notação e Modelo de Processos de Negócio (*Business Process Model and Notation* - BPMN) ((OMG), 2011). Em 2013, BPMN foi definida como um padrão ISO (19510:2013) (ISO, 2013).

Figura 2.1: Ciclo de Vida BPM



Fonte: Dumas et al. (2013, p. 21)

2.2 BPMN

BPMN é um padrão seguido na modelagem de processos de negócio e processos de serviços da web, proposta pela Iniciativa de Gestão de Processos de Negócio (*Business Process Management Initiative* - BPMI) em 2004. Com esta iniciativa, a BPMI tenta unificar a diversidade de propostas e terminologias relacionadas à modelagem de processos de negócio por meio da notação padrão BPMN (AGUILAR et al., 2006). Atualmente, a notação se encontra em sua versão 2.0, desenvolvida pelo Grupo de gerenciamento de objetos (*Object Management Group* - OMG) e lançada em 2011. Devido ao seu contínuo crescimento em popularidade, existem hoje várias ferramentas que a suportam, como a Signavio¹ Bizagi², Camunda³ e Bonita⁴.

O BPMN fornece uma notação gráfica para expressar processos de negócio através de um fluxograma, adaptado para criar modelos gráficos de operações de processos de

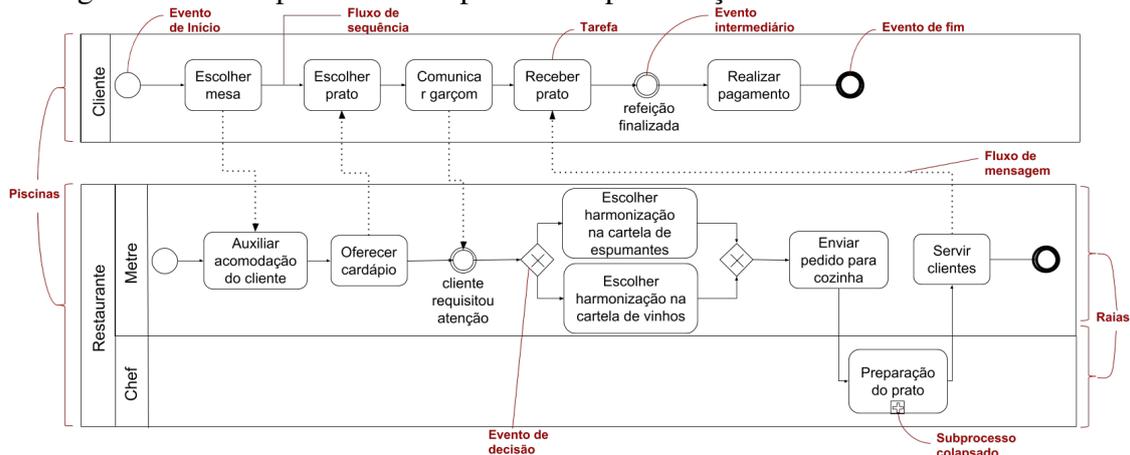
¹<https://www.signavio.com/>

²<https://www.bizagi.com>

³<https://camunda.com/>

⁴<https://www.bonitasoft.com/>

Figura 2.2: Exemplo fictício de processo: apresentação de elementos notacionais



Fonte: Autores (2018)

negócio (OWEN; RAJ, 2003). Tem como principal objetivo fornecer uma notação amigável para todos os interessados, incluindo os analistas de processo que criam os rascunhos iniciais dos processos, os desenvolvedores técnicos responsáveis pela implementação da tecnologia que executará esses processos e as pessoas que irão administrar e monitorar os processos ((OMG), 2011).

A OMG desenvolveu uma especificação que separa a BPMN em um conjunto central de elementos gráficos e um conjunto de extensão para especialização. O conjunto central serve para suprir a necessidade de retratar os elementos essenciais de um processo de negócio de forma intuitiva. Enquanto isso, a extensão provê ferramentas adicionais que suportam a modelagem conceitual avançada de processos de negócio, como a coreografia de processos, decisões baseadas em eventos e tratamento de exceções ((OMG), 2011). Para melhor elucidar este tópico, apresentamos os principais elementos da notação na figura 2.2.

A figura descreve o processo que um restaurante executa quando um cliente chega. As piscinas ("Restaurante" e "Cliente") são elementos notacionais que representam os atores do processo, isto é, humanos, máquinas e ou organizações que executam o processo. As raias ("Chef" e "Metre") são papéis que atores pertencentes a essas piscinas podem assumir para executar o processo. Os eventos de início representam o começo da execução do processo e podem incluir gatilhos que ativam a execução do mesmo. Analogamente, eventos de fim representam o encerramento do processo. Por sua vez, eventos intermediários ("cliente requisitou atenção") representam eventos que acontecem durante a execução do processo. Além disso, eventos podem ser tipados de formas diferentes, como por exemplo, eventos intermediários de mensagem que denotam o envio e o recebimento de

mensagens. As tarefas representam ações que os atores precisam realizar para o processo seguir em frente. Nessa linha, existem também os subprocessos colapsados que podem englobar várias tarefas, eventos e atores. O colapsamento de vários elementos notacionais pode ser justificado pela necessidade de representar um conjunto de ações que são repetidas ao longo do processo ou, ainda, representar um subprocesso que pode ser reutilizado em outros processos relacionados. Outro propósito deste elemento é possibilitar ao modelador decidir o que deve ser mostrado no modelo final, por isso, é um elemento essencial para a modularização do modelo de processo (DUMAS et al., 2013). Por fim, existem os fluxos de sequência, que compõe a sequência em que as tarefas, eventos e decisões acontecem, e os fluxos de mensagens que representam a comunicação entre atores de piscinas diferentes.

Todos os elementos descritos atendem as regras de conformidade exigidas pela OMG. Com isso, é preciso dizer que existem mais de 100 elementos que não estão incluídos na imagem e que não serão apresentados porque não são relevantes para o contexto de boas práticas de modelagem. Entretanto, este número representa o grande vocabulário que a BPMN possui e, devido a este, acaba fazendo com que a notação seja usada com mais frequência na indústria em comparação a outras, como por exemplo, as Redes de Petri (INDULSKA; MUEHLEN; RECKER, 2009). Nesta linha de pensamento, Recker (2010) denota a expressividade e riqueza da notação BPMN e afirma que esta se tornou o padrão para a modelagem de processos.

2.3 Complexidade em Modelos de processos de negócio

Neste capítulo faremos a definição de complexidade usada neste trabalho, posteriormente na seção 2.3.1 apresentaremos a técnica para medir a complexidade dos processos utilizados no experimento 2.

Como o gerenciamento de processos de negócio se tornou um conceito aceito para a implementação e integração de sistemas de informações em larga escala, há uma necessidade crescente de conhecimento sobre como os erros podem ser evitados, como a manutenção pode ser facilitada ou como a qualidade dos processos pode ser melhorada (CARDOSO et al., 2006). Neste contexto, há evidência de que a complexidade é um determinante da probabilidade de erro de um processo de negócio (MENDLING et al., 2006).

Antes de apresentarmos a definição usada, é importante fazer um paralelo com a

complexidade em processos de software. Como argumenta Aguilar et al. (2006), processos de software e processos de negócio apresentam certas semelhanças. A mais comum é que ambos tentam capturar as principais características de um grupo de atividades, parcialmente ordenadas, que são realizadas para atingir um objetivo específico. Essa analogia entre programas e processos de negócio é também discutida por (VANDERFEESTEN, 2004).

Adicionalmente, várias definições foram dadas para descrever o significado de complexidade de software. Por exemplo, Curtis (1980) afirma que a complexidade é uma característica da interface do software que influencia os recursos que outro sistema irá gastar ou comprometer ao interagir com o software. Card and Agresti (1988) definem a complexidade relativa do sistema como a soma da complexidade estrutural e da complexidade de dados dividida pelo número de módulos alterados. Fenton (1991) define complexidade como a quantidade de recursos necessários para a solução de um problema. Depois de analisar as características e aspectos específicos dos processos de negócio, acreditamos que a definição mais coerente é dada por (CARDOSO, 2006b) como o grau em que um processo é difícil de analisar, entender ou explicar. Esta definição engloba os pontos principais que este trabalho aborda já que analisamos a tarefa de modelagem que envolve o entendimento que o modelador tem sobre o processo que está modelando. Além disso, é a definição mais usada na literatura nos trabalhos que envolvem complexidade (AGUILAR et al., 2006) (GRUHN; LAUE, 2006).

2.3.1 Uma métrica para medir a complexidade de fluxo de controle

Medição de processo é a atividade de atribuir um número ou símbolo a um processo de acordo com um conjunto de regras, este conjunto é chamado de métrica (CARDOSO, 2006b). As medidas de complexidade de um processo podem ser vistas como um bom indicador de propensão a erros ou a probabilidade de um processo ter uma falha de execução (POLANI; CEGNAR, 2017). Cardoso (2005b) apresenta a métrica de complexidade de fluxo de controle (*Control-flow complexity - CFC*) para medir o grau de complexidade do processo de negócio a partir de uma perspectiva de fluxo de controle. Ele apresenta sete definições que constituem a base de uma medida CFC. São elas:

- Medição de processos: A medição do processo está interessada na derivação de um valor numérico para um atributo de um processo. Exemplos de atributos de um

processo podem incluir duração, custo e confiabilidade (CARDOSO et al., 2004);

- Métricas de processos: Qualquer tipo de medição relacionada a um processo. Métricas de processo permitem que os atributos dos processos sejam quantificados.
- Atividade de *fan-out*: *Fan-out* é o número de fluxos saindo de uma atividade. É computado usando a função $fan-out(a)$, onde a é uma atividade.
- Estado mental induzido pelo fluxo de controle: Um estado mental é um estado que deve ser considerado quando um projetista está desenvolvendo um processo. Divisões introduzem a noção de estados mentais em processos. Quando um *gateway* (XOR, OR ou AND) é introduzido em um processo, o designer de processos de negócio precisa criar mentalmente um mapa ou estrutura que seja responsável pelo número de estados que podem ser alcançados a partir deste *gateway*.
- Complexidade de fluxo de controle da *gateway* XOR : É determinado pelo número de estados mentais introduzidos com esse tipo de *gateway*. A função $CFC_{XOR-split}(a)$, onde a é uma atividade, computa a complexidade de fluxo de controle da divisão XOR a . Para *gateways* XOR, a complexidade é simplesmente o número de atividades saindo do XOR.

$$CFC_{XOR-split}(a) = fan-out(a)$$

Neste caso em particular, a complexidade é diretamente proporcional ao número de atividades que seguem um *gateway* XOR e que um designer de processo precisa considerar, analisar e assimilar.

- Complexidade de fluxo de controle do *gateway* OR: É também determinada pelo número de estados mentais que são introduzidos pelo *gateway*. Para OR, a complexidade de fluxo de controle é $2^n - 1$, onde n é o número de fluxos saindo do *gateway*.

$$CFC_{OR-split}(a) = 2^{fan-out(a)} - 1$$

Isso significa que quando um designer está construindo um processo ele precisa considerar e analisar $2^n - 1$ estados que podem surgir da execução de um OR *gateway*. Pode parecer mais óbvio que 2^n estados possam ser alcançados depois da execução de um OR. Porém, já que um processo que começou tem que terminar, não existe a possibilidade de nenhum fluxo ser seguido. Portanto, essa situação ou estado não pode acontecer.

- Complexidade de fluxo de controle da divisão AND: Para um gateway AND, a complexidade é sempre um.

$$CFC_{AND-split}(a) = 1$$

Um designer construindo um processo precisa considerar apenas um estado que pode surgir da execução de um gateway AND, já que se assume que todos os fluxos serão seguidos.

Esta métrica é relevante para nosso trabalho porque está intrinsecamente relacionada com o conceito de estado mental apresentado por Miller (1956), isto é, a quantidade de informações que devem ser processadas quando uma decisão precisa ser tomada. O conceito é importante porque neste trabalho estudamos a aplicação de boas práticas. Estas são uma informação adicional que precisa ser processada pelos modeladores, portanto, influencia seu estado mental.

Outro motivo que justifica nossa escolha é que esta métrica já foi empiricamente validada por Cardoso (2006b) onde este conclui que os resultados obtidos revelam que existe uma alta correlação entre a métrica de CFC e a classificação de complexidade dada pelos modeladores naquele estudo. Adicionalmente Cardoso (2005a) mostra que a métrica apresentada satisfaz as propriedades de Weyuker (1988). Estas propriedades fornecem uma base importante para classificar uma medida de complexidade e determinar se ela pode ser categorizada como boa, estruturada e abrangente.

2.4 As boas práticas na modelagem de processos

O objetivo da utilização de boas práticas na modelagem de processos é: aumentar a compreensibilidade do modelo de processo sem alterar o comportamento do mesmo (KROGSTIE, 2012). Este objetivo é alcançado através do uso de regras e padrões que devem ser seguidos. Para melhor esclarecer este ponto, usaremos o conjunto de boas práticas desenvolvido por Mendling, Reijers and Aalst (2010) chamado de Sete boas práticas de modelagem de processos (*Seven Process Modeling Guidelines - 7PMG*). As 7PMG foram uma das primeiras propostas de boas práticas fortemente suportadas por estudos empíricos. Mendling, Reijers and Aalst (2010) denotam ainda que simplicidade e praticidade são características importantes.

Cada boa prática proposta pela 7PMG pode ser vista na tabela 2.1. Ao realizar a

Tabela 2.1: As boas práticas 7PMG

Boas práticas	
BP1	Use o menor número de elementos que for possível
BP2	Minimize os fluxos de sequência de cada elemento
BP3	Use um evento de início e um evento de fim apenas
BP4	Modele o mais estruturado possível
BP5	Evite <i>gateways</i> do tipo OR
BP6	Use rótulos do tipo verbo-objeto nas atividades
BP7	Decomponha modelos com mais de 50 elementos

Fonte: Mendling, Reijers and Aalst (2010, p. 6)

leitura desta, um modelador entende os procedimentos que ele precisa realizar na modelagem de processos para aumentar a compreensibilidade de seu modelo. Com o intuito de auxiliar este entendimento, é comum que as boas práticas sejam apresentadas com uma breve descrição de como aplicá-las.

Embora a 7PMG seja um ótimo exemplo para introduzir as boas práticas, existem muitas outras que foram apresentadas ao longo dos anos, com diversos objetivos e por diversos autores, como, por exemplo, Gschwind et al. (2014), Leopold, Mendling and Gunther (2016), SánchezGonzález et al. (2017) e Koschmider, Figl and Schoknecht (2016).

Como já argumentado no capítulo 1 deste trabalho, usaremos o conjunto de boas práticas oriundas de uma revisão sistemática realizada por Avila (2018). Apresentamos este conjunto na tabela 2.2.

2.5 Trabalhos relacionados

2.5.1 Boas práticas de modelagem de processos como um conjunto

Este trabalho realiza a análise das boas práticas na modelagem de processos como um conjunto. Apesar de incomum, outros trabalhos fazem o mesmo. O estudo realizado por Mendling, Reijers and Aalst (2010), além de apresentar um conjunto de boas práticas, pede para analistas de processos classificarem as boas práticas 7PMG por ordem de qualidade que estas acrescentam ao modelo de processo quando usadas. Essa classificação nos fornece uma perspectiva de quais boas práticas do 7PMG devem ser priorizadas quando estas entram em conflito. Entretanto, no trabalho citado os autores fazem uso de um questionário simples e não fazem uso de uma metodologia de experimento controlado.

Outro trabalho relevante foi realizado por Oca, Snoeck and Casas-Cardoso (2014),

Tabela 2.2: Conjunto de boas práticas

	Boas práticas
1.1	Use o menor número de elementos possível.
1.2	Evite usar <i>gateways</i> OR inclusivos.
1.3	Não use <i>gateways</i> implícitos.
1.4	Minimize o grau de todos os <i>gateways</i> .
2.1	Modele o mais estruturadamente possível.
2.2	Não crie ciclos com múltiplos pontos de saída.
2.3	Decomponha modelos que sejam muito grandes.
2.4	Use subprocessos para representar fragmentos de modelo que ocorram múltiplas vezes ou que se beneficiam de serem agrupados ou ocultados.
2.5	Não decomponha ou module excessivamente o modelo de processo.
3.1	Minimize a área de desenho do modelo (preferencialmente dentro de uma página).
3.2	Faça o fluxo de processo da esquerda para a direita.
3.3	Minimize o número de curvas nos fluxos de sequência.
3.4	Minimize o número de cruzamentos nos fluxos de sequência.
3.5	Faça uso da simetria entre elementos.
3.6	Evite sobrepor elementos.
3.7	Mantenha próximos elementos relacionados uns aos outros.
4.1	Rotule tudo que for necessário.
4.2	Use um estilo de rotulamento consistente.
4.2.1	Use rótulos na forma verbo-objeto para atividades.
4.2.2	Use rótulos na forma objeto-particle
4.2.3	Use questões na forma object-particles para rótulos de <i>gateways</i> .
4.3	Evite rótulos que são vagos ou ambíguos.
4.4	Use rótulos pequenos.

Fonte: Avila (2018, p. 51)

onde estes dão prosseguimento ao trabalho anterior que apresentou um conjunto de 30 boas práticas de modelagem (OCA; SNOECK, 2014). Neste aprofundamento, os autores apresentaram estas boas práticas a estudantes e pediram a estes que avaliassem cada uma delas de acordo com a facilidade de uso e utilidade percebidas. Esta avaliação gerou uma pontuação média para cada boa prática, assim descobrindo quais foram melhores recebidas pelos estudantes. Apesar desta contribuição, a tarefa de modelar processos com o uso destas boas práticas não é abordada em nenhum desses trabalho diretamente.

Uma outra linha de pesquisa importante é a seguida por Corradini et al. (2018) que coletou um conjunto de boas práticas e, quando possível, as associou a métricas e limites. Após isto, os autores implementaram um algoritmo que realiza a verificação automática de cada uma destas boas práticas. Este algoritmo foi implementado e disponibilizado em

uma ferramenta com código aberto. Similarmente, Júnior et al. (2017) realizam uma verificação sintática através de uma ontologia BPMN. Depois disso, verificaram se o modelo de processo está de acordo com o 7PMG. Ambos trabalhos são importantes para verificar a conformidade do uso das boas práticas, entretanto, nenhum deles verifica o impacto que o uso das boas práticas trouxe para a tarefa de modelar os processos analisados.

2.5.2 Boas práticas e complexidade

Os trabalhos relacionados com a complexidade de processos de negócio e como esta impacta o uso das boas práticas são escassos. Leopold, Mendling and Gunther (2016) tangem este assunto através de um estudo que relaciona a alta complexidade de BPMN e sua capacidade de representar processos de diferentes formas com a questão de como os modeladores podem lidar com essas escolhas. A partir deste trabalho, os autores descobrem elementos que comumente prejudicam a qualidade do modelo de processo. Essa relação entre complexidade da notação e escolhas que precisam ser feitas pelos modeladores é relevante, embora os autores foquem na notação em si e não nas boas práticas.

Figl and Laue (2011) abordaram a complexidade em termos da capacidade cognitiva dos modeladores. Eles investigaram a dificuldade cognitiva de entender diferentes relações entre elementos do modelo. Para isso, construíram um conjunto de modelos com questões de compreensão relacionadas. Os resultados obtidos sugerem que questões de compreensão sobre ordem e concorrência dos fluxos de atividade são mais fáceis de responder do que sobre repetição e exclusividade. Além disso, os autores confirmaram que a interatividade dos elementos do modelo de processo influencia a dificuldade cognitiva dos modeladores de processo. Entretanto, os autores não investigam como esta dificuldade cognitiva afeta a tarefa de modelar processos.

Schuette and Rotthowe (1998) investigaram como modeladores constroem um modelo de processo e de que forma esses modelos diferem um dos outros. Eles também pressupõem que a posição subjetiva do modelador caracteriza o resultado do processo de modelagem, e que essa subjetividade precisa ser controlada. Para realizar este controle, os autores apresentaram boas práticas na modelagem de processos que melhoram a qualidade dos modelos e reduzem a subjetividade da modelagem de processos. Ainda nesta linha de pesquisa, Hawryszkiewicz (2010) propôs uma maneira sistemática de modelar processos através de uma semântica para descrever processos complexos de maneiras mais significativas. Apesar de apresentarem um conjunto de boas práticas e abordarem a sub-

jetividade das decisões do modelador, esses autores não verificaram como essas decisões são impactadas pela complexidade dos processos.

2.6 Resumo do capítulo

Neste capítulo foram introduzidos os conceitos que precisam ser entendidos para a leitura deste trabalho. Na seção 2.1 denotamos o contexto em que esse trabalho foi aplicado dentro da área de BPM. Depois disso, na seção 2.2, apresentamos a notação utilizada pelos participantes dos nossos experimentos na criação dos modelos de processo. Ainda, na seção 2.3 definimos o conceito de complexidade abordado e a métrica correspondente. Em seguida, na seção 2.4, explicitamos o que são boas práticas. Por fim, na seção 2.5 discutimos os trabalhos relacionados relevantes.

3 EXPERIMENTO E1, VERIFICANDO A QUALIDADE FINAL DO MODELO DE PROCESSO APÓS INTRODUÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS

Este capítulo tem como objetivo apresentar o método de pesquisa implementado neste trabalho para obtermos resultados confiáveis e replicáveis. O método aplicado foi o de Experimento, definido por Wohlin (2012) como um tipo de pesquisa explanatória, isto é, tem como principal função quantificar um relacionamento ou comparar dois ou mais grupos com o objetivo de identificar uma relação de causa e efeito. É uma abordagem bastante usada para analisar interações entre humanos e objetos de forma sistemática e quantificada. Por serem feitos em ambiente de laboratório, experimentos possibilitam um maior controle dos aspectos que influenciam o resultado final.

Este experimento 1 (E1) é uma replicação do trabalho realizado por Avila (2018) e tem como objetivo aumentar a base de dados referentes ao mesmo e verificar, através desta, se os resultados são confirmados. Com isso, nossos experimentos foram projetados a partir dos princípios apresentados por Wohlin (2012) sobre um contexto de engenharia de software. O restante deste capítulo detalha estes princípios usados para conduzir o experimento, apresentando a definição dos problemas e as hipóteses, as variáveis do experimento, o design e os participantes, o conjunto de instrumentos usados e por fim, a avaliação dos resultados.

3.1 Definição de Problemas e Hipóteses

A motivação para se usar boas práticas acaba se tornando um desafio para os modeladores. Primeiramente, essas boas práticas foram propostas ao longo dos anos, por diferentes acadêmicos e praticantes. Alguns exemplos desses são: Mendling, Reijers and Aalst (2010), Sánchez-González (2013) e Gruhn and Laue (2009). Além disso, grande parte dos estudos empíricos focam em testar e analisar somente uma boa prática específica e como esta contribui para a qualidade do modelo (FIGL, 2017). Entretanto, na realidade estas boas práticas, quando usadas, são aplicadas como um conjunto. Um conjunto possível é apresentado por Avila (2018) e o mesmo será usado neste experimento como possível solução para o problema como argumentado na introdução deste trabalho.

A influência de múltiplas boas práticas sendo usadas ao mesmo tempo ainda é uma questão em aberto na literatura. Em sua essência, as boas práticas funcionam como

regras que precisam ser aplicadas para melhorar a compreensibilidade do modelo de processo, mantendo o comportamento do mesmo (KROGSTIE, 2012). Este conjunto de regras, quando são introduzidas para novos modeladores, precisam de um tempo para serem entendidas e absorvidas. Isto pode aumentar a dificuldade que os modeladores têm ao realizar a modelagem de um processo, já que além da modelagem, eles têm que verificar se seu modelo está dentro das boas práticas. Avila (2018) sugere que as dificuldades geradas com o uso de boas práticas podem implicar em uma necessidade de suporte aos modeladores através de uma ferramenta ou método.

Outra questão que ainda está em aberto na literatura é a eficácia com que os modeladores conseguem usar novas boas práticas após serem introduzidos a elas. Como não há como garantir a compreensibilidade das descrições e instruções de todas as boas práticas, a introdução das mesmas podem causar confusão para os modeladores e fazer com que os modelos de processo resultantes percam qualidade mesmo com a tentativa de aplicá-las.

Além disso, mesmo que a qualidade final do modelo de processo seja maior com o uso das boas práticas, isso não significa que os modeladores a percebam desta forma em todos os casos, isto é, existe a possibilidade de que após o uso das boas práticas, o modelador acredite que a qualidade do seu modelo seja inferior em relação ao que normalmente modela, seja pela dificuldade encontrada durante a modelagem ou por gosto pessoal.

Em face destas questões, foram formuladas três hipóteses para a presente pesquisa:

H_1 : Modeladores de processos acreditam que têm mais dificuldade para modelar fazendo o uso de boas práticas de modelagem de processo do que sem o uso das mesmas.

H_2 : Modelos de processos criados com o suporte das boas práticas de modelagem de processos terão menos problemas de modelagem do que aqueles sem o suporte das mesmas.

H_3 : Modeladores de processos acreditam que seus modelos possuem mais qualidade quando usam as boas práticas de modelagem de processos do que quando não as usam.

Queremos saber ainda, a opinião dos participantes em quão fácil é usar as boas práticas, quão útil são elas e se pretendem usá-las novamente no futuro. Esse questionamento explora a receptividade que os modeladores têm em relação ao uso das boas práticas.

3.2 Variáveis do experimento

Para fins de aumentar o tamanho da amostra, usaremos as mesmas variáveis dependentes usadas no experimento original (AVILA, 2018). Conseqüentemente, baseados nas hipóteses do experimento E1, foram definidas três variáveis dependentes:

A variável dependente da H1 é relacionada à percepção de dificuldade que os modeladores tiveram ao realizar a modelagem dos processos. Para medir esta percepção de dificuldade utilizamos uma escala do tipo Likert, que varia de "Muito Fácil" até "Muito difícil". Essa escolha é justificada pelo fato de que esta percepção é subjetiva dos participantes.

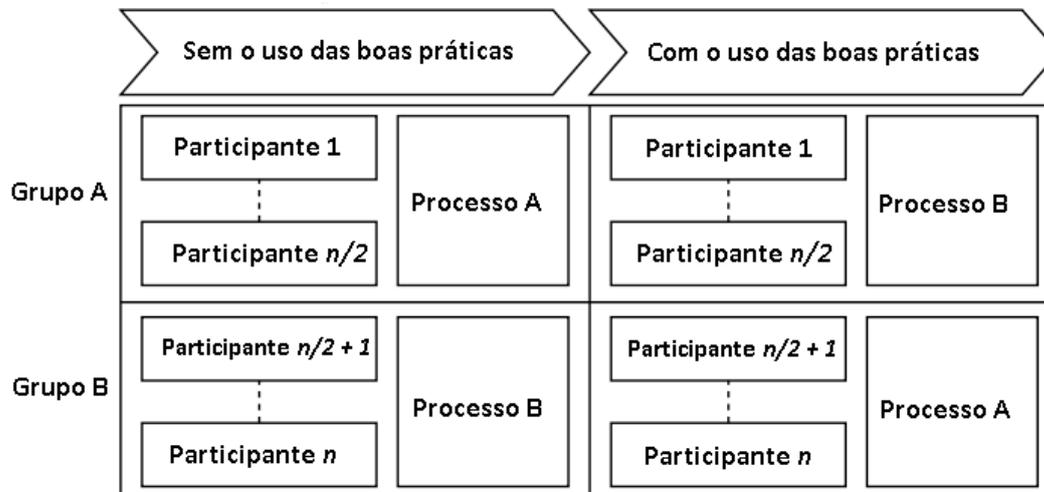
A variável dependente da hipótese H2 é relacionada aos erros de modelagem cometidos pelos participantes. Esta variável é obtida através de uma análise dos modelos de processo realizados pelos mesmos. Os erros serão contabilizados para cada boa prática violada pertencente ao conjunto de boas práticas apresentado. Múltiplas violações de uma mesma boa prática contaram como apenas um erro.

A variável dependente da hipótese H3 é relacionada à percepção de qualidade que os participantes tiveram sobre suas próprias modelagens. Novamente, utilizamos a escala Likert, que varia de "Pouco compreensível" até "Muito compreensível". Esta variável também é subjetiva e depende da percepção de cada participante.

Outras três variáveis dependentes foram definidas e coletadas, através do E1, para auxiliar essa pesquisa e explorar outros pontos mais profundamente. Estas variáveis correspondem a receptividade dos modeladores em relação às boas práticas. Elas são: facilidade de uso percebida, utilidade percebida e intenção de uso das boas práticas no futuro. Todas as três são medidas através de uma escala Likert de cinco pontos.

Para verificarmos se o grupo de participantes é homogêneo em relação à experiência prévia, definimos três variáveis independentes: experiência com modelagem de processos; experiência com BPMN; e experiência com outras notações de modelagem de processos. É preciso verificar este aspecto porque estes fatores influenciam o entendimento e a performance dos modeladores (WOHLIN et al., 2012). Cada uma dessas variáveis foi medida com uma escala Likert de cinco pontos, que varia de "Não experiente" até "Muito experiente". Estas três medidas resultam no conhecimento médio do participante.

Figura 3.1: Design do experimento E1



Fonte: Avila (2018, p. 54)

3.3 Design do experimento

Este primeiro experimento teve como objetivo comparar duas tarefas de modelagem de processo com base no fato de terem ou não o suporte das boas práticas. Com este objetivo, o experimento foi realizado através de um design de comparação emparelhada, onde os participantes fazem a tarefa duas vezes, cada uma delas com um tratamento diferente (WOHLIN et al., 2012). No E1, os modeladores recebem duas descrições textuais de dois processos diferentes, um para cada etapa do experimento. Na primeira etapa, os participantes foram solicitados a fazerem a modelagem do processo que receberam. Na segunda etapa, os participantes são introduzidos às boas práticas de modelagem de processos e, em seguida, foi solicitado que eles realizem a modelagem do segundo processo com o uso das boas práticas apresentadas.

Com esta ordem estabelecida é preciso garantir que nenhum outro fator influencie os resultados do experimento. Para isto, o design projetado visa eliminar variáveis independentes indesejadas através do pareamento de dois grupos distintos. Os participantes então foram divididos entre estes dois grupos randomicamente. Dessa forma, se existir uma variável independente, como por exemplo, um dos processos ser mais suscetível ao uso das boas práticas do que o outro, esta será eliminada pelo pareamento dos grupos.

Como mostra a figura 3.1, o grupo 1 realiza a primeira etapa do experimento com o processo A e o grupo 2 com o processo B. A segunda etapa então é realizada de forma com que o grupo 1 receba o processo B e o grupo 2 receba o processo A.

3.3.1 Participantes e ambiente

Todos os participantes do experimento fizeram parte da disciplina introdutória "Modelagem e Gerenciamento de Processos de Negócio" aplicada pelo Instituto de Informática na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A partir disso, foi possível assumir que todos os participantes têm, pelo menos, conhecimento básico prévio sobre a BPMN. Antes do experimento começar, os participantes foram apresentados aos objetivos do experimento, como o mesmo seria feito e quanto tempo cada etapa levaria. Além disso, os participantes foram encorajados a terem em mente a alta qualidade de processo nas modelagens finais.

A escolha de fazer o experimento com estudantes vem da limitação de tempo, do custo e acessibilidade de profissionais analistas de processos. Além disso, estudantes em um ambiente de laboratório trazem maior controle na realização do experimento e possibilitam resultados mais confiáveis. Outro aspecto importante levantado por Avila (2018) foi que os estudantes tendem a ter mais vontade de aprender e aplicar novas boas práticas, além de não possuírem tendências de usar uma ou mais boas práticas específicas por causa de uma experiência de trabalho prévia.

Ambos experimentos foram feitos em um laboratório, com todos os participantes participando do experimento ao mesmo tempo. Além disso, os participantes tiveram um tempo limite para efetuar a modelagem de cada processo. Qualquer dúvida em relação ao experimento ou ao modelo foi respondida pelo autor.

3.4 Instrumentação

Neste experimento foram usados quatro instrumentos: duas descrições textuais de processos, uma lista de boas práticas de modelagem de processos, uma ferramenta para realização da modelagem e um questionário online.

As descrições textuais são as mesmas usadas no experimento original que este trabalho replica. Os processos foram retirados de uma coleção de modelos de processo da faculdade e foram transcritos em forma textual. Ambos os processos têm mais de 20 elementos notacionais da BPMN e contém pelo menos um ciclo, um possível subprocesso e múltiplos *gateways* exclusivos (XOR). Além disso, os processos eram desconhecidos pelos participantes, para evitar que um conhecimento prévio dos mesmos influenciasse a modelagem.

A lista de boas práticas em modelagem foram baseadas no conjunto de boas práticas definido por Avila (2018) e estão definidas na tabela 3.1. Na segunda etapa do experimento, foram distribuídas para os participantes cópias físicas em papel e também ficaram disponíveis online através de um link apresentado pelo questionário. Este documento pode ser visto no apêndice 5.1. Cada boa prática está acompanhada de uma descrição detalhando como aplicá-la.

Tabela 3.1: Conjunto de boas práticas

	Boas práticas
1.1	Use o menor número de elementos possível.
1.2	Evite usar <i>gateways</i> OR inclusivos.
1.3	Não use <i>gateways</i> implícitos.
1.4	Minimize o grau de todos os <i>gateways</i> .
2.1	Modele o mais estruturadamente possível.
2.2	Não crie ciclos com múltiplos pontos de saída.
2.3	Decomponha modelos que sejam muito grandes.
2.4	Use subprocessos para representar fragmentos de modelo que ocorram múltiplas vezes ou que se beneficiam de serem agrupados ou ocultados.
2.5	Não decomponha ou module excessivamente o modelo de processo.
3.1	Minimize a área de desenho do modelo (preferencialmente dentro de uma página).
3.2	Faça o fluxo de processo da esquerda para a direita.
3.3	Minimize o número de curvas nos fluxos de sequência.
3.4	Minimize o número de cruzamentos nos fluxos de sequência.
3.5	Faça uso da simetria entre elementos.
3.6	Evite sobrepor elementos.
3.7	Mantenha próximos elementos relacionados uns aos outros.
4.1	Rotule tudo que for necessário.
4.2	Use um estilo de rotulamento consistente.
4.2.1	Use rótulos na forma verbo-objeto para atividades.
4.2.2	Use rótulos na forma objeto-particle
4.2.3	Use questões na forma object-particles para rótulos de <i>gateways</i> .
4.3	Evite rótulos que são vagos ou ambíguos.
4.4	Use rótulos pequenos.

Fonte: Avila (2018, p. 51)

A ferramenta de modelagem, utilizada pelos participantes na realização da modelagem dos processos, foi a Bizagi. Esta ferramenta suporta o uso dos elementos notacionais da BPMN introduzidas no começo deste trabalho e é usada pelos participantes na disciplina da qual participavam.

O questionário online foi construído utilizando "Formulário Google" e possui múltiplos

tiplas funções. A primeira é caracterizar os participantes, medindo as variáveis independentes apresentadas na seção 3.2. Após esta caracterização, a segunda função é guiar os participantes no experimento e, por fim, coletar os respectivos dados às variáveis dependentes. O questionário possui também perguntas abertas pelas quais os participantes podem apresentar argumentos e o que motivou as respostas e opiniões. O roteiro final usado para o questionário é apresentado no apêndice B deste trabalho.

3.5 Avaliação de resultados

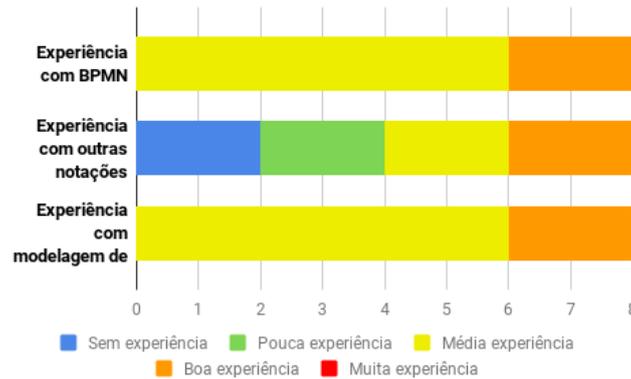
O experimento foi completado por todos os oito participantes e não houve problemas na coleta de dados através do questionário, ou seja, todos os questionários foram finalizados e as respostas estavam dentro do padrão especificado. Dos oito participantes, dois não conseguiram finalizar a modelagem de um dos processos, portanto foram desconsiderados na análise de resultado da H2, que envolvia os modelos de processo. Assim, apenas doze modelos criados por seis participantes foram considerados para a análise desta hipótese. Ainda em relação aos modelos, não houve diferença no uso das boas práticas 1.4, 2.4 e 2.5, isto é, todos os participantes usaram ou deixaram de usar estas boas práticas, logo estas foram desconsideradas.

3.5.1 Análises descritivas

As respostas referentes à caracterização dos participantes retornaram que todos os participantes, exceto um, conheciam o conjunto de boas práticas conhecido como 7PMG propostas por Mendling, Reijers and Aalst (2010). Este resultado era esperado já que este conjunto de boas práticas foi ensinada na disciplina à qual os participantes atenderam. Além disso, como podemos ver na figura 3.2, as respostas em relação a experiência retornaram uma média de 3, sem nenhum *outlier* detectado. Logo podemos assumir que o grupo estudado é homogêneo.

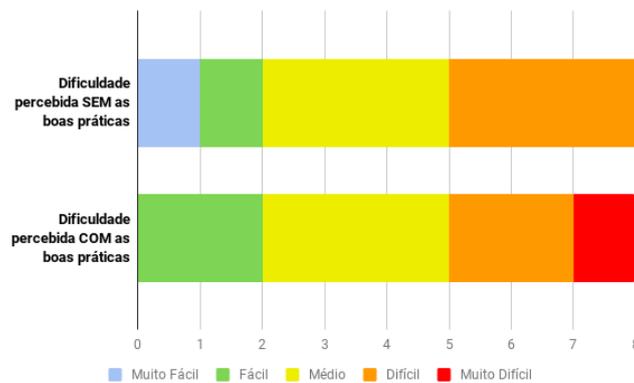
Para a H1 a figura 3.3 mostra a distribuição de respostas em relação a dificuldade percebida dos processos sem e com o uso das boas práticas. As modas foram 4 e 3 respectivamente. As dificuldades relatadas divergem; Dois participantes encontraram dificuldades em interpretar o texto, dois encontraram dificuldade em controlar o fluxo do processo e tomar decisões referentes a este, um participante encontrou dificuldade em

Figura 3.2: Dados referentes à caracterização dos participantes



Fonte: Autores

Figura 3.3: Dados referentes a dificuldade percebida na modelagem



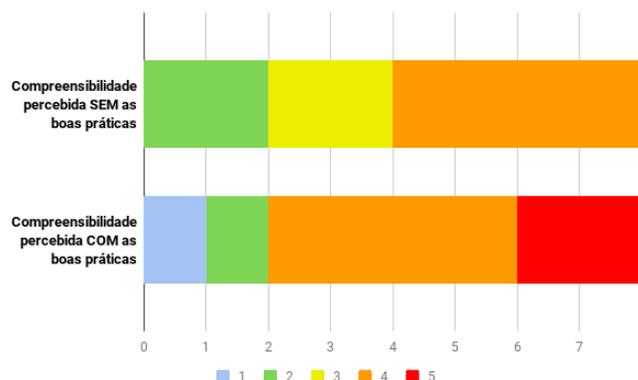
Fonte: Autores

identificar os atores e os papéis do processo, um participante teve dificuldades em usar um elemento notacional específico e dois participantes acharam o tamanho de um dos processos muito grande.

Já para a H3 a figura 3.4 mostra a distribuição de respostas em relação a compreensibilidade percebida dos modelos criados antes e depois das boas práticas. As modas foram de 4 e 4 respectivamente. Quanto às justificativas, dois participantes acharam mais fácil identificar erros com o uso das boas práticas e um participante declarou que a tentativa de usar as boas práticas aumentou significativamente o tempo de modelagem. Além disso, 3 participantes acharam seus modelos pouco compreensíveis por causa do tamanho, o qual consideraram "grande demais". Por fim, 2 participantes acharam que seus modelos perderam compreensibilidade por causa da quantidade demasiada de cruzamentos de fluxo.

A tabela 3.2 provê os dados referentes ao número de erros na modelagem, correspondente a H2. Os dados reforçam o resultado obtido pelo experimento realizado

Figura 3.4: Dados referentes a compreensibilidade percebida dos modelos criados



Fonte: Autores

Tabela 3.2: Resultados referentes à H2

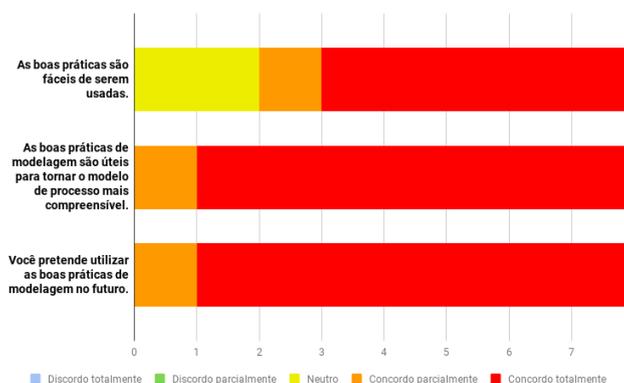
	Sem Boas práticas	Com Boas Práticas
Média	5,67	6,00
Desvio Padrão	3,20	3,69
Mínimo	3	1
Máximo	11	11
Médiana	4,5	6,5

Fonte: Autores (2018)

anteriormente (AVILA, 2018), já que houve um acréscimo de 0,33 na média de erros após as boas práticas serem introduzidas. É possível que outros fatores tenham impactado este resultado e faremos uma análise mais profunda sobre este ponto na seção 3.5.4.

A figura 3.5 mostra a distribuição de respostas referentes a diferentes percepções em relação a receptividade das boas práticas. A moda e a mediana referentes às três perguntas é 5. Elas são referentes a facilidade de uso percebida, percepção de utilidade das boas práticas e pretensão de uso das mesmas.

Figura 3.5: Dados referentes a percepções gerais



Fonte: Autores (2018)

Ao final do questionário também tínhamos perguntas abertas com o objetivo de capturar, através das respostas, aspectos e características do experimento que podem nos ajudar a analisá-lo com maior precisão. Dito isso, quando perguntados se existiu alguma boa prática que não conseguiram aplicar, 4 participantes não relataram dificuldade no uso de nenhuma boa prática, 2 participantes relataram problema em relação a boa prática de minimizar o tamanho do modelo (3.1) e 2 participantes relataram problemas com o uso da boa prática referente à minimização dos cruzamentos nos fluxos de sequência (3.3). Os dois problemas relatados podem ser oriundos da ferramenta utilizada para a modelagem do processo, uma vez que a dificuldade de manusear os elementos notacionais e suas disposições são problemas relatados, mais de uma vez, pelos participantes. Já quanto a compreensão das boas práticas, não houve respostas negativas.

Quando perguntados se existe alguma boa prática apresentada que eles não pretendem usar no futuro, um participante respondeu que considera não usar a boa prática de fazer com que o processo flua da esquerda para direita (3.2) porque acha que esta aumenta o tamanho do modelo significativamente; um participante considera que evitar o uso de *gateways* inclusivos seja impossível para todos os casos; os outros 6 participantes não desconsideraram nenhuma outra boa prática. As únicas considerações adicionais que foram feitas são referentes a percepção de um *trade-off* no uso das boas práticas, isto é, os modeladores perceberam que certas boas práticas requerem um tempo maior para serem aplicadas, como por exemplo a boa prática que diz respeito a simetria dos elementos (3.5).

3.5.2 Teste de hipóteses

Antes de testar as hipóteses, precisamos definir qual teste que precisa ser aplicado de acordo com as características dos dados coletados. Primeiramente, é necessário saber se os dados estão normalmente distribuídos, logo realizamos o teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965). A escolha é justificada pelo fato desse teste ter maior poder estatístico em comparação a outros testes como, por exemplo, o K-S (GHASEMI; ZAHEDIASL, 2012). Depois disso, escolhemos testes de acordo com o tipo de variável dependente.

Para as hipóteses H1 e H3, as variáveis dependentes de nível de dificuldade percebido e nível de qualidade percebida não estão normalmente distribuídas. Além disso, pelo fato dessas variáveis serem classificadas com base em um critério de ordenação, são

Tabela 3.3: Resultados dos testes de hipótese

Hipótese	Valor p	Teste Aplicado
H1	0,35273	Teste de Sinal
H2	0,59048	Teste T - Cauda esquerda
H3	0,32736	Teste de Sinal

Fonte: Autores (2018)

consideradas como variáveis ordinais. Com isso em mente, optamos por realizar o teste não paramétrico unilateral de sinal (*one-sided Sign test*) (SIEGEL; JR., 1988). Por ser não paramétrico, o teste não depende que a população esteja distribuída de uma forma específica. Além disso, este teste é comumente usado em situações onde se deseja verificar diferenças entre pares de observações, como por exemplo, o peso de pacientes antes e depois de um tratamento. No nosso caso, verificamos o nível de dificuldade percebido e nível de qualidade percebido que os modeladores tiveram antes e depois de serem introduzidos às boas práticas.

Para a hipótese H2, a variável dependente referente à quantidade de erros na modelagem foi considerada normalmente distribuída. Além disso, a diferença entre duas medidas pode ser quantificada em valores absolutos, então esta variável cai em uma escala de intervalo. Por isso, escolhemos por aplicar um Teste-T pareado unilateral (*one-tailed Paired T-test*) (MONTGOMERY, 2012). Este teste é aplicado quando se deseja rejeitar a hipótese nula somente quando uma das médias é significativamente maior que a outra, que é o nosso caso.

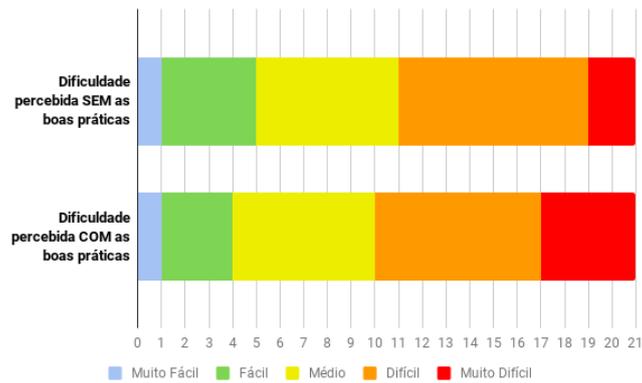
Como podemos ver na tabela 3.3 para todas as três hipóteses os resultados não foram significativos para um nível de confiabilidade de 95% já que todos os valores p são maiores que 0,05. Portanto nenhum suporte é dado para as hipóteses H1, H2 e H3.

3.5.3 Análise do banco de dados agregado

Nos foi cedido os dados referentes ao experimento original realizado por Avila (2018) para realizarmos a análise conjunta dos dados. Os testes escolhidos para fazer esta análise são idênticos ao da seção anterior já que as características dos dados foram mantidas. Com isso, a normalidade da amostra foi novamente testada através do teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) que retornou que a amostra agregada está normalmente distribuída.

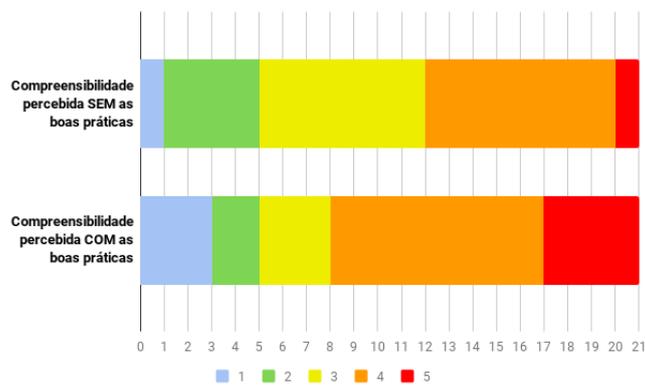
O conjunto de dados referentes a hipótese H1 apresentados na figura 3.7 mostra a distribuição de respostas em relação a dificuldade percebida dos processos sem e com o

Figura 3.6: Dados referentes a dificuldade percebida. Agregado.



Fonte: Autores (2018)

Figura 3.7: Dados referentes a compreensibilidade percebida. Agregado.



Fonte: Autores (2018)

uso das boas práticas. As modas foram de 4 e 4 respectivamente.

O conjunto de dados referentes a hipótese H3 apresentados na figura 3.4 mostra a distribuição de respostas em relação a compreensibilidade percebida dos modelos criados antes e depois das boas práticas. As modas foram de 4 e 4 respectivamente.

A tabela 3.4 provê os dados referentes ao número de erros na modelagem, correspondente a hipótese H2. O resultado se manteve mesmo com o aumento da amostra.

Como podemos ver na tabela 3.5 as hipóteses foram testadas sobre este conjunto

Tabela 3.4: Dados referentes a H2. Agregado.

	Sem Boas Práticas	Com Boas Práticas
Média	6,35	6,94
Desvio Padrão	2,74	2,73
Mínimo	3,00	1
Máximo	12	11
Média N	6	8

Fonte: Autores (2018)

Tabela 3.5: Resultados dos testes de hipótese. Agregado.

Hipótese	Valor p	Teste Aplicado
H1	0,24565	Teste de Sinal
H2	0,79288	Teste T
H3	0,15866	Teste de Sinal

Fonte: Autores (2018)

de dados e não houve mudança significativa. Novamente os resultados não foram significativos para um nível de confiabilidade de 95% já que todos os valores p são maiores que 0,05. Portanto, nenhum suporte é dado para as hipóteses H1, H2 e H3 mesmo com o aumento da amostra.

3.5.4 Discussão sobre o experimento

O experimento E1 foi completado com êxito por todos os participantes. Os dados coletados nos indicam que não houve problema de medição e achamos as variáveis correspondentes apropriadas. Dito isso, ainda temos que investigar mais profundamente estes resultados.

Para explorar o motivo de todas as hipóteses H1, H2 e H3 não serem suportadas estatisticamente através das respostas, é importante analisar as ameaças à validade deste experimento. Este experimento de replicação foi escolhido para aumentar o tamanho da amostra do experimento original, já que este problema foi reportado por Avila (2018) como o maior risco naquele experimento. O tamanho da amostra foi aumentado de 13 para 21 participantes nos casos das hipóteses H1 e H3 e de 11 participantes para 17 no caso da hipótese H2. Não consideramos que o aumento nessas magnitudes sejam suficientes para descartar esta ameaça. Portanto, o tamanho da amostra coletada ainda é fator que pode influenciar os resultados, já que os testes têm baixo poder estatístico para aceitar ou rejeitar uma hipótese nesta situação.

Um cuidado tomado neste experimento foi a questão da alternância dos processos modelados pelos dois grupos. Este cuidado se dá devido ao fato da necessidade de prevenir que uma característica específica de um dos processos influencie no resultado final. Devido a este cuidado a hipótese H2 não sofre ameaça em relação a este tipo de problema. Isso se provou necessário já que os participantes tiveram maior dificuldade com um dos processos, além de acharem o mesmo mais complexo.

Entretanto, existe a possibilidade do mesmo não valer para a hipótese H1. Como podemos ver na tabela 3.6 a mediana da percepção de dificuldade de um dos proces-

Tabela 3.6: Dificuldade percebida em relação aos processos A e B

	Processo A	Processo B
Média	4	2,762
Desvio padrão	0,775	0,995
Máximo	5	4
Mínimo	3	1
Media N	4	3

Fonte: Autores (2018)

tos é superior ao outro em 1. Para denotar o problema, faremos uso de um exemplo: Um participante depois de modelar o processo A, que tem maior complexidade, percebe uma dificuldade de nível 2 na escala Likert; Depois de modelar o processo B, que é menos complexo, o participante pode, naturalmente, assinalar um nível 1 na escala Likert, mesmo tendo a modelagem dificultada com a introdução das boas práticas. A natureza subjetiva desta variável dependente é a causa do problema. Uma possível solução é achar uma forma diferente de coletar este dado.

Um fator que pode ter influenciado os resultados referentes a hipótese H2 é a questão do tamanho dos processos. Apesar de individualmente terem um tamanho razoável, a modelagem consecutiva de ambos os processos causa cansaço mental e pode debilitar a habilidade dos participantes de gerarem processos com maior qualidade. Além disso, através das questões abertas, podemos notar um problema em relação ao uso da ferramenta utilizada para efetuar a modelagem dos processos. Alguns participantes relataram dificuldade em usar algumas funcionalidades, como por exemplo, a reorganização de elementos notacionais. A partir disso, podemos inferir que uma ferramenta de modelagem projetada com o uso das boas práticas em mente possa mudar os resultados deste experimento.

3.6 Resumo do capítulo

Neste capítulo apresentamos o método de experimento aplicado e seu respectivo protocolo experimental seguido por este trabalho. A seção 3.1 apresenta os problemas que queremos tratar e as respectivas hipóteses que foram testadas. Na seção 3.2 definimos as variáveis do experimento que foram usadas para testar as hipóteses definidas. Já na seção 3.3 explicitamos o design do experimento que foi criado e o perfil dos participantes. A instrumentação usada para execução deste trabalho é apresentada na seção 3.4. Por fim, na seção 3.5, apresentamos e discutimos os resultados obtidos através da análise estatística dos dados. Através desta, mostramos que não houve suporte para confirmar nenhuma das

hipóteses formuladas. Possíveis ameaças foram discutidas na subseção 3.5.4.

4 EXPERIMENTO E2, VERIFICANDO O USO DAS BOAS PRÁTICAS NA MO- DELAGEM DE PROCESSOS COM MAIOR COMPLEXIDADE

Este capítulo tem como objetivo apresentar o método de pesquisa implementado e seu respectivo protocolo experimental. Novamente utilizamos o método de Experimento, definido por (WOHLIN et al., 2012).

Este experimento 2 (E2) é inédito e foi criado com o objetivo de investigar o impacto da complexidade na utilização das boas práticas. O restante deste capítulo detalha os princípios usados para conduzir o experimento, apresentando a definição dos problemas e as hipóteses, as variáveis do experimento, o design de comparação simples, os participantes e por fim o conjunto de instrumentos usados.

4.1 Definição de Problemas e Hipóteses

Tal como apresentado nas nossas motivações, uma questão em aberto é como a complexidade de um processo impacta na sua modelagem com o uso das boas práticas. Na literatura, muitas das boas práticas são apresentadas com exemplos simples e diretos, entretanto, processos do mundo real são complexos (MENDLING, 2013). Em face a este problema, queremos investigar como o aumento da complexidade influencia no uso das boas práticas de modelagem. Não se sabe se as boas práticas ajudam em diminuir o esforço e tempo que precisam ser gastos na realização da modelagem de processos ou se agem de forma contrária, adicionando complexidade a esta tarefa.

Levando isso em consideração foi formulado a seguinte hipótese:

H4: Processos com complexidade maior tem menos uso de boas práticas do que aqueles com menos complexidade.

4.2 Variáveis do experimento

Baseados na H4, define-se uma variável dependente semelhante a usada na H2, onde erros serão contabilizados, uma única vez, para cada boa prática violada. Outras variáveis dependentes foram definidas e coletadas. A dificuldade percebida pelos participantes na modelagem dos processos será coletada através de uma escala Likert de 5 pontos. Além desta, a percepção de facilidade e utilidade também são variáveis depen-

dentes que serão coletadas neste experimento através de uma escala Likert de 5 pontos. Essas variáveis adicionais nos permitem entender aspectos adicionais e analisar com mais profundidade os resultados obtidos.

Em relação a variáveis independentes, assim como fizemos no E1 para verificar a homogeneidade do grupo, investigamos a experiência prévia dos participantes com modelagem de processos, BPMN e notações. Estas compõe a média de experiência de cada participante. Novamente, é importante lembrar que é preciso verificar este aspecto porque estes fatores influenciam o entendimento e a performance dos modeladores Wohlin et al. (2012).

4.3 Design dos experimentos e participantes

O segundo experimento, projetado pelo autor, tem como objetivo comparar duas tarefas de modelagens de processos com complexidades diferentes e inferir se o uso das boas práticas é impactado por esta diferença. Para alcançar este objetivo, o experimento foi projetado com duas descrições de processos com complexidades diferentes.

Primeiramente era preciso garantir que todos os participantes tinham conhecimento sobre as boas práticas para que uma variável independente não seja introduzida. Para isto, o experimento começa com a apresentação das boas práticas. Após, as modelagens dos processos, que foram feitas em duas etapas:

- Etapa 1: Os participantes receberam uma descrição textual do processo com menor complexidade e foram orientados a realizar a modelagem deste. Após os participantes terminarem a tarefa de modelagem desta etapa ou o tempo limite de 50 minutos for atingido, a etapa 1 é encerrada. Os participantes então responderam um questionário referente a modelagem do primeiro processo e a etapa 2 é iniciada.
- Etapa 2: Nesta etapa os participantes recebem a descrição textual do processo com maior complexidade e são orientados a realizar a modelagem deste. Novamente, os participantes tiveram 50 minutos para realizar a modelagem do processo apresentado. Após a tarefa ser terminada ou o tempo ser atingido os participantes são orientados a responder o segundo questionário, referente a modelagem do segundo processo. A etapa 2 então é encerrada.

Todos os participantes deste experimento fizeram parte da disciplina introdutória "Modelagem e Gerenciamento de Processos de Negócio" aplicada pelo Instituto de In-

formática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Nesta disciplina os participantes foram introduzidos ao conceito da BPMN e foram apresentados também ao conceito de boas práticas na modelagem de processos, através do conjunto conhecido como 7PMG (MENDLING; REIJERS; AALST, 2010).

Por fim, o experimento foi realizado em um ambiente de laboratório e uma única vez. As respostas foram coletadas através de um questionário e os modelos de processos criados pelos participantes foram submetidos no moodle da disciplina.

4.4 Instrumentação

Neste experimento foram utilizados quatro instrumentos: duas descrições textuais de processos, uma lista de boas práticas de modelagem de processos, uma ferramenta para realização da modelagem e um questionário online.

As descrições textuais foram criadas com base em modelos de processos reais nos quais realizamos alguma modificações. Estas modificações têm como objetivo controlar o nível de complexidade do processo a ser modelado em cada etapa do experimento. Para atingir esse objetivo fizemos uso dos conceitos referentes a complexidade introduzidos na seção 2.3.1 e usamos a métrica apresentadas por Cardoso (2005b), isto é, o CFC. Através desta, obtemos um CFC de 10 para o processo A e 15 para o processo B. Logo, isto confirma que um dos processos é menos complexo do que o outro. Além disso, como parâmetro para outras métricas (AGUILAR et al., 2006), o processo A tem 37 elementos e o processo B 49 elementos.

Além da complexidade, em ambos os processos existem possibilidades da aplicação de cada boa prática ao menos uma vez. Por fim, os processos eram desconhecidos pelos participantes, impedindo, assim, a influência de uma variável independente. A lista de boas práticas da tabela 4.1 é a mesma apresentada e usada no experimento E1. Todos os participantes foram introduzidos a ela no começo do E2.

Novamente, o questionário online foi feito utilizando Formulário Google e possui múltiplas funções. A primeira é caracterizar os participantes, medindo as variáveis independentes apresentadas na seção 4.2. Após esta caracterização o objetivo é guiar os participantes no experimento e, por fim, coletar os respectivos dados às variáveis dependentes. O questionário possui também perguntas abertas pelas quais os participantes podem apresentar argumentos e o que motivou as respostas e opiniões. O roteiro final usado para o questionário é apresentado no apêndice C deste trabalho.

Tabela 4.1: Conjunto de boas práticas

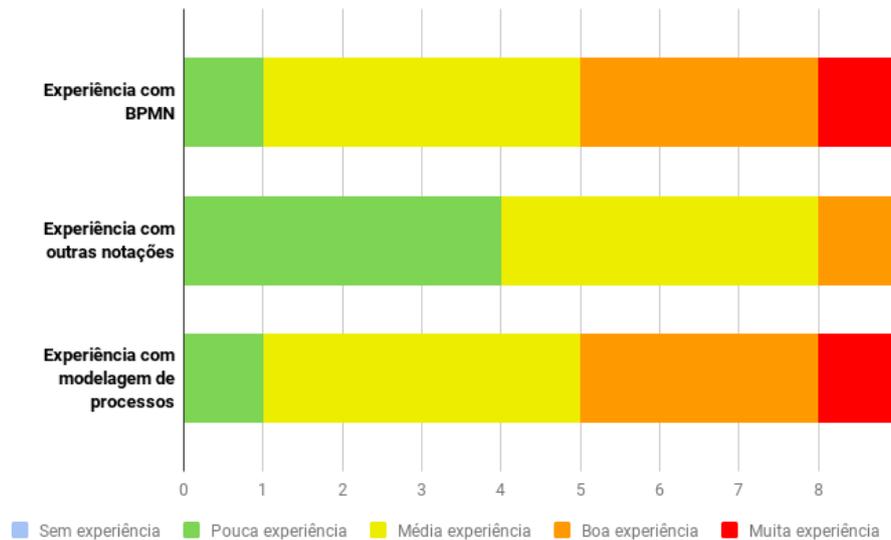
	Boas práticas
1.1	Use o menor número de elementos possível.
1.2	Evite usar <i>gateways</i> OR inclusivos.
1.3	Não use <i>gateways</i> implícitos.
1.4	Minimize o grau de todos os <i>gateways</i> .
2.1	Modele o mais estruturadamente possível.
2.2	Não crie ciclos com múltiplos pontos de saída.
2.3	Decomponha modelos que sejam muito grandes.
2.4	Use subprocessos para representar fragmentos de modelo que ocorram múltiplas vezes ou que se beneficiam de serem agrupados ou ocultados.
2.5	Não decomponha ou module excessivamente o modelo de processo.
3.1	Minimize a área de desenho do modelo (preferencialmente dentro de uma página).
3.2	Faça o fluxo de processo da esquerda para a direita.
3.3	Minimize o número de curvas nos fluxos de sequência.
3.4	Minimize o número de cruzamentos nos fluxos de sequência.
3.5	Faça uso da simetria entre elementos.
3.6	Evite sobrepor elementos.
3.7	Mantenha próximos elementos relacionados uns aos outros.
4.1	Rotule tudo que for necessário.
4.2	Use um estilo de rotulamento consistente.
4.2.1	Use rótulos na forma verbo-objeto para atividades.
4.2.2	Use rótulos na forma objeto-particle
4.2.3	Use questões na forma object-particles para rótulos de <i>gateways</i> .
4.3	Evite rótulos que são vagos ou ambíguos.
4.4	Use rótulos pequenos.

Fonte: Avila (2018, p. 51)

4.5 Avaliação de resultados

O experimento foi completado por todos os nove participantes e não houve problemas na coleta de dados através do questionário, ou seja, todos os questionários foram finalizados e as respostas estavam dentro do padrão especificado. Dos nove participantes, dois não conseguiram finalizar a modelagem de um dos processos, portanto foram desconsiderados na análise de resultado da H4. Assim, apenas quatorze modelos criados por sete participantes foram considerados para a análise desta hipótese. Ainda em relação aos modelos, não houve diferença no uso das boas práticas 1.2, 1.3, 1.4, 2.5, 3.7, 4.3 e 4.4, isto é, todos os participantes usaram estas boas práticas, logo estas foram desconsideradas. A partir desta constatação, já podemos ver uma melhora em relação ao experimento

Figura 4.1: Dados referentes a experiência dos modeladores



Fonte: Autores (2018)

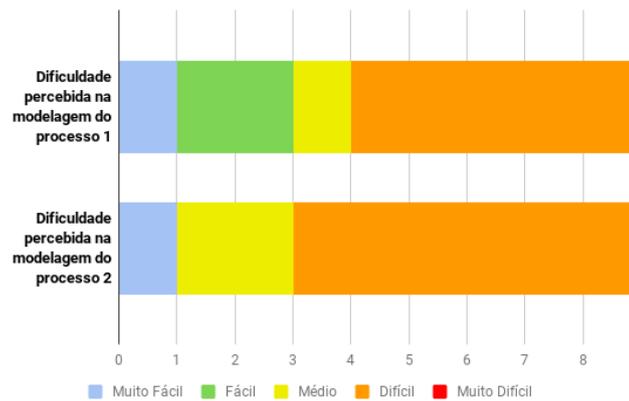
E1 no que se refere ao uso destas boas práticas específicas.

4.5.1 Análises descritivas

Quanto à caracterização dos participantes do experimento E2, todos, exceto um, relataram conhecimento sobre as boas práticas apresentadas na disciplina conhecida como 7PMG (MENDLING; REIJERS; AALST, 2010). A figura 4.1 mostra a distribuição de respostas referentes às perguntas sobre a experiência que os participantes tinham antes de começar o experimento. A média de experiência foi de 3.185, sem nenhum outlier. Portanto, podemos assumir que o grupo novamente é homogêneo.

A figura 4.2 mostra a distribuição das respostas referentes a dificuldade percebida pelos participantes quando estes estavam modelando os processos. Como podemos ver, a percepção da dificuldade é semelhante nos dois processos, as modas de dificuldade percebida do processo 1 e 2 foram iguais a 4. Quanto às dificuldades relatadas do processo 1, 6 participantes acharam que 50 minutos não são suficientes para realizar a modelagem do processo, 2 participantes encontraram dificuldade em modelar subprocessos referentes a boa prática 2.4 e 1 participante relatou problemas com a ferramenta de modelagem usada. Já em relação às dificuldades encontradas do processo 2, 6 participantes acharam que tiveram pouco tempo para modelar, 3 participantes tiveram dificuldades em relação a organização e disposição dos elementos notacionais.

Figura 4.2: Dados referentes a dificuldade percebida



Fonte: Autores (2018)

Tabela 4.2: Dados referentes aos erros cometidos

	Processo com menor complexidade	Processo com maior complexidade
Média	4,57	8,43
Desvio Padrão	2,44	2,37
Mínimo	2	4
Máximo	8	11
Média N	4	9

Fonte: Autores

A tabela 4.2 provê os dados referentes ao número de erros na modelagem, correspondente a hipótese H4. Os resultados estão de acordo com o esperado já que a média para o processo 2, que tem maior complexidade, é maior que a média de erros para o processo 1. Isto nos mostra o impacto que a complexidade de um processo pode causar sobre o uso das boas práticas na modelagem de processos.

Ao final do questionário novamente existiam perguntas abertas com o objetivo de capturar, através das respostas, aspectos e características do experimento que podem nos ajudar a analisá-lo com maior precisão. Nessa linha, os participantes foram perguntados se houve alguma boa prática que eles não conseguiram aplicar. As respostas foram: 3 participantes relataram que não conseguiram aplicar a boa prática 3.1, referente a minimização da área do desenho, por dificuldades de manusear a ferramenta; 2 participantes não conseguiram aplicar a boa prática 3.4 referente a minimização dos cruzamentos dos fluxos de sequência; 4 participantes não conseguiram aplicar a boa prática 2.1 que orienta a modelagem de forma mais estruturada possível. É preciso denotar que estas boas práticas foram apresentadas pelos participantes espontaneamente e indicam uma tentativa e erro consciente dos mesmos.

Quando perguntados se existiu alguma boa prática que eles deixaram de usar cons-

cientemente, 2 participantes relataram escolher não aplicar a boa prática que orienta não usar múltiplos eventos de fim; 1 participante escolheu não limitar sua modelagem com um número máximo de elementos; 1 participante escolheu não fazer uso da simetria entre elementos. Por fim, os participantes foram perguntados se tiveram maior facilidade de aplicar as boas práticas em um dos processos. Dos 9 participantes 6 acharam que foi mais fácil aplicar as boas práticas no processo 1; 1 participante achou mais fácil aplicar as boas práticas no processo 2; 2 participantes não acharam facilidade no uso das boas práticas em nenhum dos processos.

4.5.2 Teste de hipóteses

Novamente, precisamos saber qual teste que precisa ser aplicado de acordo com as características dos dados coletados. Para saber se os dados estão normalmente distribuídos realizamos o teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) que retornou que a variável dependente referente à quantidade de erros na modelagem foi considerada normalmente distribuída.

Para a hipótese H4 a diferença entre duas medidas pode ser quantificada em valores absolutos, então esta variável cai em uma escala de intervalo. Por isso, escolhemos por aplicar um Teste-T pareado unilateral (*one-tailed Paired T-test*) (MONTGOMERY, 2012).

O teste nos retornou um valor p igual a 0.00022. Isso significa que a chance de um erro tipo 1, isto é, rejeitar uma hipótese nula correta, é de apenas 0.022%. O resultado foi alcançado com uma nível de significância 0.01, ou seja, 99% de confiabilidade. **Logo, a hipótese H4 é aceita e suportada pelos resultados encontrados.**

4.5.3 Discussão sobre o experimento

Apesar de termos obtido resultados que suportam nossa hipótese H4, é preciso avaliar possíveis ameaças que possam existir para que estas sejam eliminadas em uma possível replicação deste experimento E2.

A primeira ameaça é o tamanho da amostra, um total de 7 participantes para o teste da hipótese H4. Para podermos confirmar este experimento, a amostra deve ser aumentada de forma com que o poder estatístico dos testes aplicados seja elevado. Uma

solução possível para esta ameaça pode ser a elaboração de um experimento que não exija a presença dos modeladores, por exemplo, um experimento realizado através de um guia online. Uma segunda ameaça, bastante reforçada nas questões abertas, é o fato dos processos possuírem grande número de elementos, o que acaba sendo um problema, pois os participantes têm um tempo limitado para a modelagem. Uma possível solução para esta segunda ameaça é aumentar o tempo de modelagem dos processos.

Outro fator que novamente aparece no experimento E2 é a questão da dificuldade de se usar a ferramenta de modelagem utilizada. Houve participantes que declararam dificuldade no uso de algumas funcionalidades da ferramenta e, ainda, relataram que se sentiram atrasados por causa do uso desta. Para solucionar este problema, sugerimos a criação de uma ferramenta que suporte o uso das boas práticas na criação do modelo de processo.

4.6 Resumo do capítulo

Neste capítulo apresentamos o método de experimento aplicado e seu respectivo protocolo experimental seguido por este trabalho. A seção 4.1 apresenta o problema que queremos tratar e a respectiva hipótese que foi testada. Na seção 4.2 definimos as variáveis do experimento que foram usadas para testar as hipóteses elaboradas. Já na seção 4.3 explicitamos o design do experimento que foi criado e o perfil dos participantes deste experimento. A instrumentação usada para execução deste trabalho é apresentada na seção 4.4. Por fim, na seção 4.5, apresentamos e discutimos os resultados obtidos através da análise estatística dos dados. Através desta, mostramos que a hipótese elaborada "Processos com complexidade maior tem menos uso de boas práticas do que aqueles com menos complexidade" recebe suporte para ser confirmada.

5 CONCLUSÃO

Um dos problemas apresentados neste trabalho diz respeito a falta de estudos empíricos na literatura que analisam o uso das boas práticas como um conjunto. Com isso, não se sabe ao certo como o uso deste conjunto de boas práticas afeta a tarefa de modelar processos. Para este problema estabelecemos nossas duas primeiras perguntas de pesquisa: "Como as boas práticas de modelagem de processos influenciam a tarefa de modelar um processo?" e "Quão receptivos os modeladores são em relação ao uso de boas práticas de modelagem de processos?"

Para responder essas perguntas realizamos um experimento de replicação em que 8 participantes realizaram a modelagem de dois processos, um deles com o uso das boas práticas e o outro sem o uso das mesmas. As boas práticas apresentadas e usadas neste experimento são oriundas de uma revisão sistemática realizada por Avila (2018). O desempenho dos participantes na realização das modelagens de processo foi analisado e foi perguntado aos mesmos quão difícil foi modelar estes processos. Além disso, realizamos perguntas para verificar a receptividade dos participantes em relação às boas práticas.

Os resultados deste experimento não confirmaram nenhuma das nossas hipóteses. Não encontramos evidências suficientes de que os modeladores acreditem que modelar os processos com o uso das boas práticas seja mais difícil. Ainda, também não encontramos evidências que modelos gerados com o auxílio de boas práticas tenham menos erros do que aqueles sem o auxílio das mesmas. Por fim, os resultados não foram significativos para afirmar que os modeladores acreditem que seus processos tenham maior qualidade através do uso das boas práticas. Um dos fatores que pode ter influenciado estes resultados é que o número da amostra ainda seja pequeno, apesar do aumento gerado pela replicação. Outro fator que pode ter influenciado os participantes é a questão de que os processos foram percebidos com complexidades diferentes.

É justamente nesta linha que nosso trabalho continuou a analisar o uso das boas práticas. Nossa terceira pergunta de pesquisa, "Como a complexidade de um processo afeta o uso das boas práticas por parte dos modeladores?", tenta explorar este problema que ainda está em aberto na literatura.

Para responder esta última pergunta efetuamos um segundo experimento em que 9 participantes realizaram a modelagem de dois processos com o uso das boas práticas, um deles sendo mais complexo que o outro. As boas práticas apresentadas foram as mesmas utilizadas no experimento 1. O desempenho dos participantes na realização das

modelagens de processo foi analisado. Além disso, realizamos perguntas para verificar a dificuldade que os participantes tiveram em cada um dos processos.

Desta vez, os dados coletados confirmaram, com um nível de confiança de 99%, nossa hipótese de que processos com complexidade maior tem menos uso de boas práticas do que aqueles com menos complexidade. Este resultado é importante porque explicita que a complexidade deve ser levada em consideração quando abordamos o uso das boas práticas em modelagem de processos.

Embora existam hipóteses que não foram suportadas pelos resultados, acreditamos que nosso trabalho evidencia a importância e os benefícios de se analisar o uso de boas práticas na modelagem de processos como um conjunto. Além disso, concluímos que a complexidade dos processos afeta o uso destas boas práticas e que deve ser despendido um esforço maior em analisar a complexidade quando se realiza este tipo de pesquisa.

5.1 Trabalhos futuros

Uma possível continuação deste trabalho seria a criação de uma ferramenta que suporte o uso das boas práticas em tempo de modelagem. Este suporte se mostrou necessário em ambos experimentos realizados neste trabalho. A ferramenta, além de auxiliar a modelagem de processos, pode retornar dados estatísticos sobre o uso das boas práticas implementadas. Desta forma podemos analisar quais boas práticas são aceitas e usadas pelos modeladores.

Outro trabalho possível é a expansão do experimento 2. A base dessa expansão seria aumentar a quantidade de processos modelados de forma a verificar se existe uma relação linear entre o aumento da complexidade e o uso das boas práticas na modelagem de processos.

REFERÊNCIAS

- AALST, W. M. P. van der. Business process management: A comprehensive survey. **ISRN Software Engineering**, Hindawi Limited, v. 2013, p. 1–37, 2013.
- AGUILAR, E. R. et al. Applying software metrics to evaluate business process models. **CLEI Electron. J.**, v. 9, 2006.
- AVILA, D. T. **Process Modeling guidelines: Systematic Literature Review and Experiment**. Dissertation (Master) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Curso de Pos-Graduação em Informática, Porto Alegre, 2018.
- BROWNE, G. J.; RAMESH, V. Improving information requirements determination: A cognitive perspective. **Inf. Manage.**, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 39, n. 8, p. 625–645, sep. 2002. ISSN 0378-7206. Available from Internet: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(02\)00014-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(02)00014-9)>.
- CARD, D.; AGRETI, W. Measuring software design complexity. **Journal of Systems and Software**, Elsevier BV, v. 8, n. 3, p. 185–197, jun 1988.
- CARDOSO, J. Control-flow complexity measurement of processes and weyuker's properties. In: . [S.l.: s.n.], 2005. v. 8, p. 213–218. ISBN 9759845873.
- CARDOSO, J. How to measure the control-flow complexity of web processes and workflows. In: _____. **Workflow Handbook**. [S.l.]: Future Strategies Inc., 2005. p. 199–212.
- CARDOSO, J. Approaches to compute workflow complexity. **Dagstuhl Seminar Proceedings 06291 The Role of Business Processes in Service Oriented Architectures**, 01 2006.
- CARDOSO, J. Process control-flow complexity metric: An empirical validation. In: **Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2006. (SCC '06), p. 167–173. ISBN 0-7695-2670-5. Available from Internet: <<http://dx.doi.org/10.1109/SCC.2006.82>>.
- CARDOSO, J. et al. A discourse on complexity of process models. In: **Proceedings of the 2006 International Conference on Business Process Management Workshops**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. (BPM'06), p. 117–128. ISBN 3-540-38444-8, 978-3-540-38444-1. Available from Internet: <http://dx.doi.org/10.1007/11837862_13>.
- CARDOSO, J. et al. Quality of service for workflows and web service processes. **Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web**, Elsevier BV, v. 1, n. 3, p. 281–308, apr 2004.
- CORRADINI, F. et al. A guidelines framework for understandable BPMN models. **Data & Knowledge Engineering**, Elsevier BV, v. 113, p. 129–154, jan 2018.
- CURTIS, B. Measurement and experimentation in software engineering. **Proceedings of the IEEE**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 68, n. 9, p. 1144–1157, 1980.

DIETZ, J. L. G. Understanding and modelling business processes with DEMO. In: **Lecture Notes in Computer Science**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 1999. p. 188–202.

DUMAS, M. et al. **Fundamentals of Business Process Management**. Springer, 2013. ISBN 978-3-642-33142-8. Available from Internet: <<https://www.amazon.com/Fundamentals-Business-Process-Management-Marlon/dp/3642331424?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=3642331424>>.

FENTON, N. E. **Software Metrics**. Chapman & Hall, 1991. ISBN 0442313551. Available from Internet: <<https://www.amazon.com/Software-Metrics-FENTON-N/dp/0442313551?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=0442313551>>.

FIGL, K. Comprehension of procedural visual business process models. **Business & Information Systems Engineering**, Springer Nature, v. 59, n. 1, p. 41–67, jan 2017.

FIGL, K.; LAUE, R. Cognitive complexity in business process modeling. In: **Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2011. p. 452–466.

GHASEMI, A.; ZAHEDIASL, S. Normality tests for statistical analysis: A guide for non-statisticians. **International Journal of Endocrinology and Metabolism**, Kowsar Medical Institute, v. 10, n. 2, p. 486–489, dec 2012.

GRUHN, V.; LAUE, R. Complexity metrics for business process models. In: **in: W. Abramowicz, H.C. Mayr (Eds.), 9th International Conference on Business Information Systems (BIS 2006), Lecture Notes in Informatics**. [S.l.: s.n.], 2006. p. 1–12.

GRUHN, V.; LAUE, R. Reducing the cognitive complexity of business process models. In: **2009 8th IEEE International Conference on Cognitive Informatics**. [S.l.]: IEEE, 2009.

GSCHWIND, T. et al. A linear time layout algorithm for business process models. **Journal of Visual Languages & Computing**, Elsevier BV, v. 25, n. 2, p. 117–132, apr 2014.

HAWRYSZKIEWYCZ, I. T. Process modeling semantics for complex business environments. In: **E-Government, E-Services and Global Processes**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 155–166.

INDULSKA, M.; MUEHLEN, M. zur; RECKER, J. Measuring method complexity : The case of the business process modeling notation. In: . [S.l.: s.n.], 2009.

ISO/IEC. **ISO 19510**: Information technology – object management group business process model and notation. Geneva, Switzerland, 2013.

JÚNIOR, V. H. G. et al. A semiautomatic process model verification method based on process modeling guidelines. In: **Proceedings of the 19th International Conference on Enterprise Information Systems**. [S.l.]: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2017.

KOSCHMIDER, A.; FIGL, K.; SCHOKNECHT, A. A comprehensive overview of visual design of process model element labels. In: **Business Process Management Workshops**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2016. p. 571–582.

KROGSTIE, J. **Model-Based Development and Evolution of Information Systems**. Springer London, 2012. Available from Internet: <https://www.ebook.de/de/product/19293689/john_krogstie_model_based_development_and_evolution_of_information_systems.html>.

LEOPOLD, H.; MENDLING, J.; GUNTHER, O. Learning from quality issues of BPMN models from industry. **IEEE Software**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 33, n. 4, p. 26–33, jul 2016.

MENDLING, J. Managing structural and textual quality of business process models. In: _____. **Data-Driven Process Discovery and Analysis**. Springer Berlin Heidelberg, 2013. ISBN 3642409180. Available from Internet: <https://www.ebook.de/de/product/21218581/data_driven_process_discovery_and_analysis.html>.

MENDLING, J. et al. **A quantitative analysis of faulty EPCs in the SAP reference model**. [S.l.]: BPMcenter.org, 2006. (BPM reports).

MENDLING, J.; REIJERS, H.; AALST, W. van der. Seven process modeling guidelines (7pmg). **Information and Software Technology**, Elsevier BV, v. 52, n. 2, p. 127–136, feb 2010.

MENDLING, J.; REIJERS, H. A.; CARDOSO, J. What makes process models understandable? In: **Lecture Notes in Computer Science**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2007. p. 48–63.

MILLER, G. The magical number seven, plus or minus 2: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological review**, v. 63, p. 81–97, 04 1956.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. JOHN WILEY & SONS INC, 2012. ISBN 1118146921. Available from Internet: <https://www.ebook.de/de/product/16789573/douglas_c_montgomery_design_and_analysis_of_experiments.html>.

OCA, I. M.-M. de; SNOECK, M.; CASAS-CARDOSO, G. A look into business process modeling guidelines through the lens of the technology acceptance model. In: **Lecture Notes in Business Information Processing**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2014. p. 73–86.

OCA, I. Moreno Montes de; SNOECK, M. Pragmatic guidelines for business process modeling. **SSRN Electronic Journal**, 01 2014.

(OMG), O. M. G. **BUSINESS PROCESS MODEL AND NOTATION SPECIFICATION VERSION 2.0**. 2011. Available from Internet: <<https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>>. Accessed in: 16 nov. 2018.

ORAND, B. **Foundations of IT Service Management with ITIL 2011: ITIL Foundations Course in a Book**. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2011. ISBN 978-1466231320. Available from Internet: <<https://www.amazon>>.

com/Foundations-Service-Management-ITIL-2011/dp/1466231327?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=1466231327>.

OWEN, M.; RAJ, J. **BPMN and Business Process Management: Introduction to the New Business Process Modeling Standard**. [S.l.], 2003.

PETRI, C. A. **Kommunikation mit Automaten**. Thesis (PhD) — Universität Hamburg, 1962.

POLANI, G.; CEGNAR, B. Complexity metrics for process models a systematic literature review. **Comput. Stand. Interfaces**, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 51, n. C, p. 104–117, mar. 2017. ISSN 0920-5489. Available from Internet: <<https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.12.003>>.

RECKER, J. Opportunities and constraints: the current struggle with bpmn. **Business Proc. Manag. Journal**, v. 16, p. 181–201, 2010.

RITTGEN, P. Quality and perceived usefulness of process models. In: **Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing**. New York, NY, USA: ACM, 2010. (SAC '10), p. 65–72. ISBN 978-1-60558-639-7. Available from Internet: <<http://doi.acm.org/10.1145/1774088.1774105>>.

SÁNCHEZGONZÁLEZ, L. et al. A case study about the improvement of business process models driven by indicators. **Softw. Syst. Model.**, Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, v. 16, n. 3, p. 759–788, jul. 2017. ISSN 1619-1366. Available from Internet: <<https://doi.org/10.1007/s10270-015-0482-0>>.

SCHUETTE, R.; ROTTHOWE, T. The guidelines of modeling – an approach to enhance the quality in information models. In: **Conceptual Modeling – ER '98**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 1998. p. 240–254.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, JSTOR, v. 52, n. 3/4, p. 591, dec 1965.

SIEGEL, S.; JR., N. J. C. **Nonparametric Statistics for The Behavioral Sciences**. McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages, 1988. ISBN 0070573573. Available from Internet: <<https://www.amazon.com/Nonparametric-Statistics-Behavioral-Sciences-Sidney/dp/0070573573?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=0070573573>>.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L. **Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering**. Springer Berlin Heidelberg, 2013. ISBN 3642323405. Available from Internet: <https://www.ebook.de/de/product/19264805/evaluation_of_novel_approaches_to_software_engineering.html>.

VANDERFEESTEN, H. A. R. T. P. **Business Process Management: Second International Conference, BPM 2004, Potsdam, Germany, June 17-18, 2004, Proceedings (Lecture Notes in Computer Science)**. Springer, 2004. ISBN 978-3-540-22235-4. Available from Internet: <<https://www.amazon.com/Business-Process-Management-International-Proceedings/>>

dp/3540222359?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=3540222359>.

WAND, Y.; WEBER, R. Research commentary: Information systems and conceptual modeling—a research agenda. **Information Systems Research**, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), v. 13, n. 4, p. 363–376, dec 2002.

WEYUKER, E. J. Evaluating software complexity measures. **IEEE Trans. Softw. Eng.**, IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, v. 14, n. 9, p. 1357–1365, sep. 1988. ISSN 0098-5589. Available from Internet: <<https://doi.org/10.1109/32.6178>>.

WOHLIN, C. et al. **Experimentation in Software Engineering**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2012.

APÊNDICE A — DOCUMENTO DISPONIBILIZADO AOS PARTICIPANTES DOS EXPERIMENTO

Boas Práticas de Modelagem

1 Tamanho do Modelo.

1.1 Use a menor quantidade de elementos possíveis.

Quanto menor a quantidade de elementos nós (atividades, eventos, gateways), mais fácil é a compreensão do modelo. Um limite de elementos adequado é 37.

1.2 Evite o uso de de gateways inclusivos (OR).

Gateways inclusivos são frequentemente a causa de ambiguidades ou de erros de semântica de um modelo. Recomenda-se evitar o seu uso.

1.3 Não use gateways implícitos.

Gateways implícitos são as atividades que possuem mais de um fluxo de sequência entrando ou saindo. Gateways implícitos são difíceis de compreender, pois eles escondem se os fluxos relacionados são paralelos ou exclusivos.

1.4 Minimize o grau de conexão de todos os gateways.

Gateways que possuem muitos fluxos de sequência conectados a si (aumentando assim o seu grau de conexões) são de difícil compreensão. Recomenda-se que gateways com mais de sete conexões sejam divididos em múltiplos gateways, de acordo com a semântica das opções.

2 Estrutura do Modelo.

2.1 Modele de forma mais estruturada possível.

Modelos de processo estruturados são mais fáceis de serem entendidos e evitam a ocorrência de erros. Um modelo de processo é estruturado se para cada gateway divisor existe um respectivo gateway juntor do mesmo tipo.

2.2 Evite criar ciclos com múltiplos pontos de saída.

Ciclos idealmente possuem somente uma saída, representada por um gateway exclusivo no final do ciclo que é conectado a um gateway exclusivo no início do ciclo. Desta forma, este ciclo é um fragmento estruturado do processo. Ciclos com mais de uma saída são, por sua natureza, fragmentos de processo não estruturados. Logo, eles devem ser evitados.

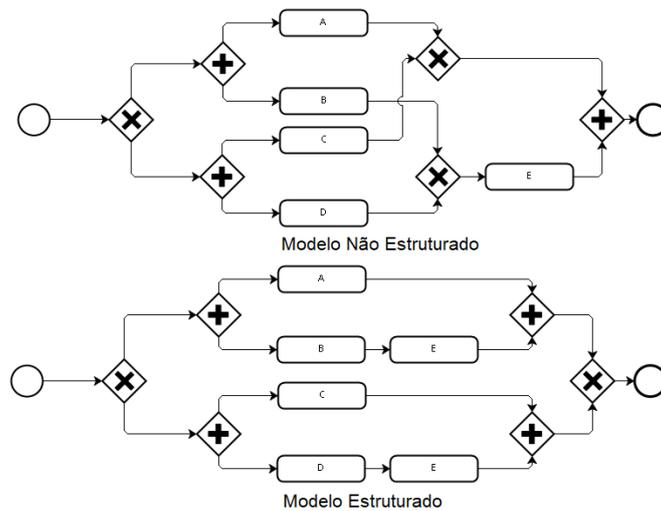


Figure 1: Exemplo de modelo não estruturado e sua versão estruturada.

2.3 Decomponha modelos que estiverem muito grandes.

De acordo com 1.1, modelos com muitos elementos são difíceis de compreender. Para resolver isto, um modelo pode ser dividido em múltiplos modelos, onde o fim de um implica no início de outro.

2.4 Use subprocessos para representar partes do modelo que apareçam múltiplas vezes ou que se beneficiam de estarem agrupados ou escondidos.

Quando um modelo é muito grande, as vezes é benéfico que alguns elementos relacionados semanticamente sejam agrupados em um subprocesso para simplificar a compreensão do modelo. Subprocessos colapsados também permitem esconder informações não relevantes ao grande contexto.

2.5 Não decomponha ou modularize demais o modelo.

O uso demasiado de decomposição ou modularização espalha as informações do processo em múltiplos documentos, o que complica a sua compreensão.

3 Layout do Modelo.

3.1 Minimize a área de desenho do modelo.

Se possível, tente limitar-se ao equivalente a uma folha A4 ou a tela de um monitor com um zoom adequado para a leitura.

3.2 Faça o processo fluir da esquerda para a direita.

Evite o uso de fluxos de sequencia que iniciem a direita e voltem para a esquerda.

3.3 Minimize o número de dobras nos fluxos de sequência.

Quanto mais retos forem os fluxos de sequência, mais fácil é descobrir quais elementos eles conectam.

3.4 Minimize os cruzamentos dos fluxos de sequência

Quanto menos cruzamentos entre os fluxos de sequência, mais fácil é de se compreender as conexões do modelo.

3.5 Faça o uso da simetria entre elementos.

Mantenha um alinhamento adequado entre elementos, tanto na horizontal quanto na vertical.

3.6 Evite sobrepor elementos.

Isto inclui fluxos de sequência, pois é difícil acompanhar elementos escondidos por outros elementos.

3.7 Mantenha próximos elementos que são relacionados.

Se um conjunto de elementos cumpre um objetivo em comum, eles devem estar mais próximos entre si.

4 Nomenclatura dos Elementos do Modelo.

4.1 Nomeie tudo o que for necessário

Todos as atividades, os eventos e os gateways devem possuir alguma nomenclatura que os descreva. Caso um fluxo de sequência represente uma escolha, ele também deve ser nomeado.

4.2 Use um estilo de nomenclatura consistente.

Elemento	Estrutura	Exemplo
Atividades	Verbo (no infinitivo) + Objeto	Enviar Pacote
Eventos	Objeto + [Verbo aux.] + Particípio	Pacote Enviado
Gateways	”Objeto + [Verbo aux.] + Particípio + ?	Pacote foi enviado?

4.3 Evite nomenclaturas que são muito vagas ou ambíguas.

Seja claro e explícito ao nomear qualquer elemento.

4.4 Use nomenclaturas curtas.

Evite nomenclaturas com mais de 5 palavras.

APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO 1

- Perguntas de caracterização:
 - Qual a sua experiência com a "Notação e Modelo para processos de negócio (BPMN)?"
 - Qual a sua experiência com outras notações para representar processos (Diagrama de Atividades da UML, Redes de Petri, EPC, etc)?
 - Qual a sua experiência com a modelagem de processos?
 - Você conhece algum conjunto de boas práticas de modelagem? Se sim, quais?
- Modele o processo apresentado a você através de descrição.
- Receba e leia a lista de boas práticas em modelagem de processos.
- Modele o segundo processo apresentado a vocês através da descrição e tente utilizar as boas práticas.
- Questões sobre o nível de dificuldade percebido:
 - Na sua opinião, qual o nível de dificuldade que você teve para realizar a modelagem do primeiro processo?
 - Na sua opinião, qual o nível de dificuldade que você teve para realizar a modelagem do segundo processo?
 - Descreva quais foram as principais dificuldades que você encontrou durante a modelagem dos processos.
- Questões sobre o nível de qualidade percebido:
 - Na sua opinião, o quão compreensível é o modelo que você criou para o primeiro processo?
 - Na sua opinião, o quão compreensível é o modelo que você criou para o segundo processo?
 - Com relação a estas duas últimas perguntas, justifique sua resposta.
- Questões sobre a receptividade às boas práticas apresentadas:
 - Na sua opinião, você considera que as boas práticas de modelagem são fáceis de serem usadas?
 - Na sua opinião, você considera que as boas práticas de modelagem são úteis para tornar o modelo de processo mais compreensível?

- Com os seus atuais conhecimentos, você pretende utilizar as boas práticas de modelagem no futuro?
- Das boas práticas apresentadas, existiu alguma que você tentou utilizar e não conseguiu? Qual(is)?
- Das boas práticas apresentadas, existiu alguma que você não compreendeu? Qual(is)?
- Das boas práticas apresentadas, existe alguma que você não pretende usar? Justifique.
- Você têm outras considerações sobre as boas práticas de modelagem?

APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO 2

- Perguntas de caracterização:
 - Qual a sua experiência com a "Notação e Modelo para processos de negócio (BPMN)?"
 - Qual a sua experiência com outras notações para representar processos (Diagrama de Atividades da UML, Redes de Petri, EPC, etc)?
 - Qual a sua experiência com a modelagem de processos?
 - Você conhece algum conjunto de boas práticas de modelagem? Se sim, quais?
- Leia atentamente o conjunto de boas práticas. Modele o processo apresentado a você através da descrição textual.
- Perguntas Pós-processo 1:
 - Na sua opinião, qual o nível de dificuldade que você teve para realizar a modelagem do primeiro processo?
 - Descreva quais foram as principais dificuldades que você encontrou durante a modelagem do primeiro processo.
 - Das boas práticas apresentadas, existiu alguma que você tentou utilizar neste processo e não conseguiu? Qual(is)?
- Modele o segundo processo apresentado a você através da descrição textual.
- Perguntas Pós-processo 2:
 - Na sua opinião, qual o nível de dificuldade que você teve para realizar a modelagem do segundo processo?
 - Descreva quais foram as principais dificuldades que você encontrou durante a modelagem do segundo processo.
 - Das boas práticas apresentadas, existiu alguma que você tentou utilizar neste processo e não conseguiu? Qual(is)?
- Perguntas abertas:
 - Você deixou de usar alguma boa prática conscientemente? Em caso afirmativo, qual foi a boa prática e o motivo pelo qual tomou esta decisão.
 - Você sentiu maior facilidade de aplicar as boas práticas em um dos processos? Se sim, qual deles?

APÊNDICE D — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO A - EXPERIMENTO

1

A Aprovação de Projetos é o processo em que o setor de projetos presta suporte a um professor para a criação e aprovação de um novo projeto. Assume-se que o processo começa com o envio ao setor de projetos de uma proposta preliminar previamente elaborada pelo professor.

O setor de projetos avalia essa proposta, podendo aprová-la ou reprová-la. Caso reprovada, o setor de projetos negocia os termos com o professor, que avalia esta negociação até atingir algum acordo. Caso isto não seja possível, o setor de projetos pode negociar com a direção do instituto, que irá avaliar esta proposta, para tentar aprovar o projeto. O processo só segue adiante quando a proposta for aprovada. Durante todo este período, o setor de projetos é responsável por orientar o professor na confecção da proposta.

Após a proposta ser aprovada, o professor deve realizar duas tarefas:

1. O professor deve montar um plano de trabalho e submetê-lo no portal da UFRGS. Este plano será avaliado pela comissão de pesquisa (se o projeto for de pesquisa) ou pela comissão de extensão (se o projeto for de extensão), durante as suas reuniões. Caso ele seja reprovado, o professor deve montar novamente o plano de trabalho.
2. O professor deve criar outros três documentos para serem assinados pela direção e pelo fiscalizador do projeto. Estes documentos são a indicação do fiscalizador do projeto, a declaração de $\frac{2}{3}$ e a aprovação de lotação.

Após estas tarefas, o professor encaminha os documentos ao setor de projetos, que os agrupa. O projeto deve então ser aprovado durante uma reunião do conselho do Instituto de Informática (CONINF). Esta aprovação também pode ser feita via “Ad Referendum”, pulando a necessidade de aprovação pela CONINF. Por fim, o projeto é encaminhado a direção.

APÊNDICE E — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO B - EXPERIMENTO

1

O processo para a regularização da quota de dados no servidor excedida faz o alerta ao usuário que a sua quantidade de dados excedeu uma quota limite soft e espera a resolução do problema, bloqueando o usuário caso ele exceda um limite hard ou caso o problema não for resolvido durante um prazo limite.

O processo começa quando o sistema de redes detecta que o limite soft de um usuário foi atingido. O sistema então envia um e-mail de alerta ao usuário. O usuário recebe o alerta por e-mail, podendo então decidir qual ação que ele irá fazer. Ele pode escrever mais dados no servidor ou pode excluir os dados existentes. Para excluir dados, ele pode decidir entre três opções:

1. O usuário pode excluir e-mails recebidos pelo seu webmail.
2. O usuário pode excluir arquivos da sua página pessoal.
3. O usuário pode excluir arquivos contidos dentro do seu diretório home.

Após qualquer ação, o limite dos dados é testado. Se a quantidade de dados estiver abaixo do limite soft, a situação da quota está regularizada, encerrando o processo. Se a quantidade de dados manteve-se acima do limite soft, o usuário volta a decidir qual ação que ele irá fazer. Se a quantidade de dados superar um limite hard, o usuário é bloqueado pelos sistema.

Após receber o e-mail, o usuário possui um prazo limite para regularizar a sua situação. Se o prazo limite for excedido, o usuário é bloqueado pelo sistema.

APÊNDICE F — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO A - EXPERIMENTO

2

A Publicação de um livro é o processo em que uma editora precisa realizar quando recebe um pedido novo de publicação realizado por um cliente. Após a detecção deste pedido o processo é iniciado.

O setor de análise deve receber o pedido e analisá-lo. Nesta análise, deve ser decidido se o pedido deve ser encaminhado ao setor editorial caso tenha potencial ou para o setor de vendas caso contrário.

O setor editorial, após receber o pedido, deve analisar o tamanho do texto, identificar o público-alvo e em qual a linha de publicação o livro deve ser lançado. Após isto o setor deve realizar leitura dinâmica, que no máximo durará 45 dias, e decidir se o texto deve continuar no setor editorial, em caso afirmativo o texto deve ser mandado para leitura completa, caso contrário o texto deve ser mandado para o setor de vendas. Na leitura completa, que deve durar até 90 dias, deve ser decidido se o texto será publicado ou não. Em caso negativo o texto deve ser enviado ao setor de vendas.

Em caso do texto ser publicado, o cliente deve ser contatado e informado de tal fato. Após isto o texto deve ser encaminhado para revisão e o retorno desta deve ser esperado. Quando a revisão for finalizada, o texto deve ser encaminhado para leitura e este processo durará enquanto a revisão seja necessária. Depois disso o texto deve ser encaminhado para o editor-chefe e uma reunião deve ser marcada, nesta reunião deve ser decidido, juntamente com o cliente, qual artista será encarregado das ilustrações, datas de entrevistas, tipo de marketing, preço de capa e qual a participação da editora. Ao final da reunião um tempo para esclarecer dúvidas do cliente deve ser aberto e um contrato deve ser assinado. Com o contrato em mãos o texto deve ser enviado para impressão e o processo é encerrado.

O setor de vendas, após receber um pedido, deve analisar quais serviços serão oferecidos ao cliente. Após isto o cliente deve ser contatado para oferecer tais serviços. Caso o cliente não queira nenhum dos serviços oferecidos, o processo é encerrado. Caso contrário o cliente deve informar quais serviços quer e uma reunião deve ser marcada para acordar preços e datas. Após isto o processo se encerra.

APÊNDICE G — DESCRIÇÃO TEXTUAL DO PROCESSO B - EXPERIMENTO

2

A Manufatura de carros é um processo que uma determinada empresa precisa realizar na concepção e produção de um novo veículo.

O processo se inicia na fase 1, a equipe de conceituação recebe um modelo que deve ser apresentado em uma reunião, o apresentador fará um pitch em que deve esclarecer qual o público-alvo do projeto, motivações, referências de mercado e dados estatísticos. Após esta reunião a equipe deve analisar se o modelo seguirá em frente. Em caso afirmativo, o processo segue para a fase 2. Em caso negativo, podem decidir ainda se o modelo deve ser arquivado, encerrando assim o processo, ou uma nova reunião com o apresentador deve ser marcada, reiniciando assim a fase 1 .

Na fase 2 a equipe de engenheiros recebem o modelo e devem realizar o projeto técnico do mesmo, após isto o modelo técnico deve ser encaminhado para o setor financeiro e este deve retornar um orçamento, caso o orçamento esteja dentro do limite especificado, o modelo é encaminhado para a fase 3, caso o valor orçado seja superior ao limite especificado os engenheiros devem decidir entre reiniciar a fase 2 ou encerrar o processo. Caso o processo seja encerrado nessa fase um relatório é gerado e encaminhado para a equipe de conceituação.

Na fase 3, a equipe de conceituação e a equipe dos engenheiros devem se reunir para finalizar a modelagem e realizar a evolução final. Ao final da reunião, um contrato deve ser assinado com todas as especificações do projeto e o setor de compras deve ser acionado.

Na fase 4, o setor de compras deve contatar os fornecedores até que todas as peças especificadas no contrato estejam compradas. Enquanto a compra das peças acontece, o setor deve receber as peças que chegam e encaminhá-las para o setor de testes.

Na fase 5 o setor de testes faz a montagem dos protótipos e efetua os testes necessários de acordo com a especificação do contrato. Caso algum teste retorne um erro crítico, o responsável deve comunicar a equipe de engenheiros e estes deverão decidir entre retornar a fase 3 ou encerrar o processo. Em caso de normalidade, ajustes são feitos e a fase 6 é iniciada.

Na fase 6 o projeto é enviado para a gerência que deve atribuir uma fábrica para começar a linha de produção. A fábrica deve receber o modelo com as especificações e começar a produção.

Na fase 7 é realizado a pre-series. Um número de veículos (especificado em contrato) já produzidos devem ir para testes finais em concessionárias e clientes específicos. A gerência fica responsável por responder a confirmação de recebimento de cada um dos destinatários para o processo se encerrar. Caso um dos destinatários não envie confirmação, um protocolo deve ser acionado e o processo segue para encerramento.