UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

NATÁLIA PEREIRA DE OLIVEIRA

**Estudo da acurácia e da reprodutibilidade da técnica análise de pontos de
processos de negócio**

São Paulo

2019

NATÁLIA PEREIRA DE OLIVEIRA

**Estudo da acurácia e da reprodutibilidade da técnica análise de pontos de
processos de negócio**

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

Área de concentração: Metodologia e Técnicas da Computação

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 07 de dezembro de 2018. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH-USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fantinato

São Paulo

2019

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

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)
CRB-8 4936

Oliveira, Natália Pereira de
Estudo da acurácia e da reprodutibilidade da técnica análise
de pontos de processos de negócio / Natália Pereira de Oliveira ;
orientador, Marcelo Fantinato. – 2019.
150 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de
Pós-Graduação em Sistemas de Informação, Escola de
Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São
Paulo, em 2018.
Versão corrigida

1. Negócios - Processos; Gerenciamento. 2. Sistemas
de Informação. I. Fantinato, Marcelo, orient. II. Título.

CDD 22.ed.– 658.4063

Dissertação de autoria de Natália Pereira de Oliveira, sob o título “**Estudo da acurácia e da reprodutibilidade da técnica análise de pontos de processos de negócio**”, apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Sistemas de Informação, na área de concentração Metodologia e Técnicas da Computação, aprovada em 07 de dezembro de 2018 pela comissão julgadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr. Marcelo Medeiros Eler

Instituição: Universidade de São Paulo
Presidente

Prof. Dr. Marcos Lordello Chaim

Instituição: Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Andres Rodriguez Veloso

Instituição: Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Clodis Boscarioli

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Agradecimentos

A Deus, por tudo.

Ao meu pai Valdeci e minha mãe Eliz, pela vida da qual abriram mão em detrimento da minha, por todo auxílio, por todo amor e por toda paciência dedicados a mim. Agradeço por aceitarem a distância que me fez crescer, amadurecer e a valoriza-los ainda mais. E, ainda, por me financiarem, por me apoiarem, por terem me dado colo, por vibrarem a cada passo meu e por terem sido meus exemplos de vida. Eu os amo.

Ao meu irmão, Gabriel por ter me acolhido.

Ao meu professor e orientador Dr. Marcelo Fantinato, por todo o ensinamento prestado, pela paciência e até pela falta dela. Agradeço por ter me ensinado a ser mais crítica, por sempre ter me ajudado a melhorar e a evoluir. Obrigada por me ensinar a lidar com o tempo, com as prioridades, com as frustrações e a enxergar possibilidades nelas. Por tudo o que me ensinou, que jamais será esquecido.

À minha companheira de estrada Fernanda Amâncio, que me ensinou a simplicidade da vida, a valorizar o invisível e a sorrir sob diante das dificuldades. Agradeço por me mostrar que os 3 mil quilômetros que nos separam não são nada perto da pureza do existir. Agradeço por todas as lágrimas derramadas, por todos os colos, por todos os risos e por cada passo que dei ao seu lado.

Aos meus colegas de todas as turmas que cursei, que uniram o Brasil de norte a sul, em salas de aula e por meio de trocas inesquecíveis, que foram fundamentais para minha chegada até aqui.

A todos os professores, mestres e doutores, por todo o ensinamento concedidos a mim.

A toda a minha família que me incentivou a nunca desistir, que vibrou, que ajudou, direta ou indiretamente, e que sempre me acolheu com os melhores abraços.

Ao PPGSI, por todas as dificuldades que enfrentei, por todas as barreiras que derrubei, por todo conhecimento que adquiri e pela formação indescritível que obtive. Foram inúmeros os pensamentos em desistir; uma reprovação, diversas noites em claro, dedicação a um nível jamais visto, mas tudo valeu a pena.

À Universidade de São Paulo, por ter sido a melhor escolha que eu poderia ter feito.

“Os contos de fada são mais do que verdadeiros: não porque nos dizem que os dragões existem, mas porque nos dizem que os dragões podem ser derrotados.”

(G.K Chesterton)

Resumo

OLIVEIRA, Natália Pereira de. **Estudo da acurácia e da reprodutibilidade da técnica análise de pontos de processos de negócio**. 2019. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018

As técnicas de medição de complexidade funcional são facilmente encontradas na literatura, entretanto, o processo de avaliação dessas técnicas nem sempre são abordados, o que torna contestável sua validade. A técnica análise de pontos de processos de negócio (Business Process Points and Analysis – BPPA) foi desenvolvida com o objetivo de adaptar a técnica Análise de Pontos de Função, da engenharia de software, a fim de ser aplicada no contexto de gestão de processos de negócio. A BPPA foi proposta para que gerentes de projetos possam estimar sistematicamente a complexidade funcional de um projeto de automação de processos de negócio, todavia, a técnica BPPA não foi submetida a um processo de avaliação consistente, capaz de apresentar seus benefícios e suas limitações. A avaliação da técnica BPPA é o objeto de estudo desta dissertação, que visa avaliar consistentemente sua capacidade de acurácia e reprodutibilidade, identificando suas limitações. Assim, esta dissertação apresenta a execução de um quase-experimento que objetivou avaliar a técnica BPPA em relação a sua capacidade de ser reprodutível e acurável. O quase-experimento foi realizado por 58 alunos de graduação e pós-graduação, selecionados por conveniência, que mensuraram a complexidade funcional de três modelos de processo de negócio, com o auxílio de materiais de apoio, após terem sido submetidos a um treinamento sobre as etapas de estimativa funcional da técnica BPPA. Os resultados obtidos com esse experimento apresentaram um baixa índice de acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA. Entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com alguns dos sujeitos participantes do processo experimental, a fim de identificar as potenciais limitações do quase-experimento a que foram submetidos. As entrevistas foram conduzidas por meio de perguntas predefinidas com objetivo de extrair a percepção dos sujeitos em relação à técnica BPPA, ao processo experimental, ao relatório técnico, ao material de apoio, ao treinamento da estimativa da complexidade funcional dos pontos de processos de negócio e aos outros elementos observados pelos participantes. As entrevistas permitiram entender que os sujeitos identificaram pontos de falhas potenciais no processo como um todo, principalmente em relação a qualidade do relatório técnico, que descreve a técnica e as regras de sua aplicação.

Palavras-chaves: Medição funcional. Processos de negócio. Acurácia. Reprodutibilidade.

Abstract

OLIVEIRA, Natália Pereira de. **Accuracy and reproducibility study of business process points analyzes technique**. 2019. 150 p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2018.

Functional size measurement techniques are easily found in the literature, however, the evaluation process of these techniques are not always approached which makes its validity questionable. The Business Process Points and Analyzes (BPPA) technique was developed with the objective of adapting the Functional Points Analysis (FPA) technique of software engineering, in order to be applied in the context of business process management. BPPA was proposed so that project managers can systematically estimate the functional size of a business process automation project, however, the technique was not submitted to a consistent evaluation process, capable of presenting its benefits and limitations. The evaluation of the BPPA technique is the object of study of this dissertation that aims to consistently evaluate its capacity for accuracy and reproducibility, identifying its limitations. Thus, this dissertation presents the execution of a quasi-experiment aimed to evaluate the technique in relation to its ability to be accurate and reproducible. The quasi-experiment was performed by 58 graduate and postgraduate students, selected by convenience, who measured the functional complexity of three business process models, with support materials aid, after having undergone training on the stages of functional estimation of the technique. The results obtained with this experiment presented the low accuracy and reproducibility of the BPPA technique. Semistructured interviews were conducted with some of the participating in the experimental process in order to identify the potential limitations of the quasi-experiment to which they were submitted. The interviews were conducted by means of pre-defined questions with the objective of extracting the participants perception regarding the technique, the experimental process, the technical report, the support material, the training of estimating the functional size and other elements observed by participants. The interviews allowed us to understand that the participant subjects identified potential failure points in the process as a whole, mainly in relation to the quality of the technical report of the BPPA technique, which describes the technique and the rules of its application.

Keywords: Functional measurement. Business process. Accuracy. Reproducibility.

Lista de figuras

Figura 1 – Fluxo de etapas da técnica FPA.	26
Figura 2 – Fluxo de etapas da técnica BPPA	29
Figura 3 – <i>Framework</i> do processo experimental com base na proposta de Wohlin et al. (2012).	44
Figura 4 – <i>Framework</i> expandido do processo experimental com base na proposta de Wohlin et al. (2012).	45
Figura 5 – Ilustração do modelo Meta Pergunta Métrica (GQM)	46
Figura 6 – Ilustração das variáveis dependentes e independentes	50
Figura 7 – Ilustração do processo do experimento com a técnica BPPA	50
Figura 8 – Ilustração de um processo experimental	55
Figura 9 – Método de análise de dados - análise de conteúdo	77
Figura 10 – Recorrência em porcentagem das categorias nas entrevistas	80
Figura 11 – Modelo de processo de negócio 1	100
Figura 12 – Modelo de processo de negócio 2	102
Figura 13 – Modelo de processo de negócio 3	104

Lista de quadros

Quadro 1 – Mapeamento entre os ciclos de vida de BPM e da engenharia de software.	28
Quadro 2 – Métodos de pesquisas aplicados nos estudos relacionados.	42
Quadro 3 – Elementos de análise e componentes de análise da análise de conteúdo.	79
Quadro 4 – Categorias definidas com a análise de conteúdo	80
Quadro 5 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 1.	145
Quadro 6 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 2.	146
Quadro 7 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 3.	147
Quadro 8 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 4.	148
Quadro 9 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 5.	149
Quadro 10 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 6.	150

Lista de tabelas

Tabela 1 – Frequência de participantes do experimento por idade	49
Tabela 2 – Frequência de participantes do experimento por formação	49
Tabela 3 – Participantes do experimento por perfil acadêmico e profissional . . .	49
Tabela 4 – Análise da acurácia da técnica BPPA - resultado total BPPs	61
Tabela 5 – Análise da acurácia da técnica BPPA - resultado funções de dados . .	61
Tabela 6 – Análise da acurácia da técnica BPPA - resultado funções de transações	62
Tabela 7 – Análise da reprodutibilidade da técnica BPPA - resultado total de BPPs	65
Tabela 8 – Análise da reprodutibilidade da técnica BPPA - resultado funções de dados	66
Tabela 9 – Análise da reprodutibilidade da técnica BPPA - resultado funções de transações	66
Tabela 10 – Frequência de participantes da entrevista por gênero	71
Tabela 11 – Frequência de participantes da entrevista por experiência	71
Tabela 12 – Participantes da entrevista por perfil acadêmico e profissional	72

Lista de abreviaturas e siglas

BPM	Business Process Management (Gestão de Processos de Negócio)
BPMN	Business Process Management Notation (Notação de Gestão de Processos de Negócio)
BPP	Business Process Point (Pontos de Processos de Negócio)
BPPA	Business Process Point Analysis (Análise de Pontos de Processos de Negócio)
CONTECSI	International Conference On Information Systems and Technology Management
FP	Function Points (Pontos de FUNção)
FPA	Function Point Analysis (Análise de Pontos de Função)
GQM	Goal Question Metric (Meta Pergunta Métrica)
ERP	Enterprise Resource Planning
IFPUG	International Function Point User Group (Grupo Internacional de Usuários de Pontos de Função)
LOC	Lines of Code (Linhas de Código)
OO-H	Hipermídia Orientados a Objetos
OO-HFP	Pontos de Função Hipermídia Orientados a Objetos
OOmFP	Object-Oriented Method Function Points
PM-BPMN	Process Models – Business Process Management Notation
PMI	Project Management Institute (Instituto de Gerenciamento de Projetos)
PPSE	Package Points Based ERP Package Size Estimation
UPROM FSE	UPROM Functional Size Estimation

VIM   International Vocabulary of Metrology (Vocabulário Internacional de Metrologia)

Sumário

1	Introdução	15
1.1	<i>Objetivos . . . . .</i>	16
1.2	<i>Métodos de pesquisa . . . . .</i>	17
2	Fundamentação teórica	21
2.1	<i>Gestão de processos de negócio . . . . .</i>	21
2.2	<i>Estimativa da complexidade funcional . . . . .</i>	22
2.3	<i>Análise de pontos de função . . . . .</i>	24
2.4	<i>A técnica análise de pontos de processos de negócio (BPPA) . . . .</i>	27
3	Revisão da literatura	32
3.1	<i>Protocolo da revisão da literatura . . . . .</i>	32
3.2	<i>Resultados da revisão da literatura . . . . .</i>	36
3.3	<i>Considerações finais . . . . .</i>	43
4	Experimento	44
4.1	<i>Protocolo do experimento . . . . .</i>	44
4.1.1	Escopo do experimento	46
4.1.2	Sujeitos do experimento	47
4.1.3	Variáveis do experimento	50
4.1.4	Instrumentação do experimento	52
4.1.5	Tarefas do experimento	53
4.1.6	Questões de pesquisa do experimento	54
4.1.7	Processo do experimento	55
4.2	<i>Resultados do experimento . . . . .</i>	59
4.2.1	Resultados de acurácia	60
4.2.2	Análise dos resultados de acurácia	62
4.2.3	Resultados de reprodutibilidade	64
4.2.4	Análise dos resultados de reprodutibilidade	67
5	Avaliação do experimento	70

5.1	<i>Protocolo da avaliação do experimento</i>	70
5.1.1	Sujeitos da avaliação	71
5.1.2	Roteiro da entrevista da avaliação	72
5.1.3	Questões de pesquisa da avaliação	73
5.1.4	Registro e transcrição da entrevista da avaliação	75
5.1.5	Condução da entrevista da avaliação	75
5.1.6	Análise dos dados da entrevista da avaliação	76
5.2	<i>Resultados da avaliação do experimento</i>	78
5.2.1	Problemas identificados no experimento	82
5.2.2	Problemas identificados na técnica BPPA	85
6	Conclusão	87
	Referências¹	91
	Apêndice A – Poster de BPMN 2.0	97
	Apêndice B – Modelo de processo de negócio 1: Reserva de viagem	99
	Apêndice C – Modelo de processo de negócio 2: Prêmio Nobel	101
	Apêndice D – Modelo de processo de negócio 3: Empréstimo	103
	Anexo A – Técnica de medição para BPM: uma revisão siste- mática	105
	Anexo B – Slide de treinamento sobre a técnica BPPA	107
	Anexo C – Termo de consentimento	142
	Anexo D – Análise de conteúdo	144

---

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

1 Introdução

Análise de Pontos de Processo de Negócio (BPPA – Business Process Points Analysis) é uma técnica proposta para adaptar a Análise de Pontos de Função (FPA), da engenharia de software, para a área de Gestão de Processos de Negócio (BPM) (BAKLIZKY et al., 2017; BAKLIZKY et al., 2013).

A técnica FPA foi desenvolvida por Albrecht (1979), como resultado de um projeto empregado na empresa IBM e trata-se de uma medida para quantificar requisitos funcionais de usuários de determinado software (IFPUG, 2010), realizando a medição de requisitos funcionais do usuário por meio de uma perspectiva funcional, independentemente da forma como esses requisitos são especificados. A técnica FPA é independente de tecnologia, linguagem usada para projetar e implementar o software, método de desenvolvimento ou plataforma de hardware usada, dessa forma, o número de pontos de função para um sistema permanecerá constante (UEMURA; KUSUMOTO; INOUE, 2001). A análise de pontos de função pode ser usada com a finalidade de determinar se uma ferramenta, um ambiente, uma linguagem é mais produtiva em comparação a outras dentro de uma organização ou entre organizações.

BPM é a ação de identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorar, controlar e melhorar processos de negócio de forma automatizada ou não, objetivando atingir resultados pretendidos, de forma estrategicamente consistente e alinhada às metas das organizações (CBOK, 2009).

Enquanto FPA é aplicada aos requisitos de software, BPPA é aplicada a modelos de processo de negócio especificados em *Business Process Management Notation* (BPMN) (BAKLIZKY et al., 2013). E, enquanto FPA é baseada na métrica de Pontos de Funções (FP), BPPA é baseada na métrica conceitualmente similar Pontos de Processos de Negócio (BPP). Como resultado da aplicação da técnica BPPA obtém-se a complexidade funcional de um processo de negócio expresso pelo número de BPPs. O cálculo de BPPs é feito com base em um modelo de processo de negócio expresso via BPMN.

BPPA foi proposta para que gerentes de projeto possam usar técnicas para obter informações relacionadas à complexidade funcional de projetos da área de BPM, sendo capazes de estimar sistematicamente a complexidade funcional de um processo de negócio (BAKLIZKY et al., 2017). Esse procedimento de medição é necessário, pois pode auxiliar

gerentes de projeto a identificar e gerenciar esforços, custos e cronograma de processos de negócio (MONSALVE; ABRAN; APRIL, 2011). Trata-se da primeira técnica proposta para esse fim conforme análise realizada a literatura relacionada (BAKLIZKY et al., 2013).

Embora essa técnica tenha sido proposta, o processo de definição de medidas definido pelos autores Serrano, Calero e Piattini (2002), Soni, Shrivastava e Kumar (2010) em consenso, não foi realizado por completo. Esse processo define que para que uma nova técnica seja definida e validada precisa passar por três etapas: definição, validação teórica e validação empírica. A técnica BPPA não foi submetida a uma avaliação consistente. O processo de avaliação a que o processo de definição de medidas foi submetido contempla apenas fatores relacionados à viabilidade, facilidade e benefícios da aplicação (BAKLIZKY et al., 2017).

Tendo em vista essa lacuna existente no processo de definição de medidas, faz-se necessário analisar a confiança em seu uso por outros pesquisadores e praticantes da indústria de BPM. Esse tipo de técnica ainda não é comum na área, assim como não são comuns validações com o objetivo de confirmar a eficácia dessas técnicas.

BPPA recebeu uma boa avaliação inicial por um especialista em medição de software e FPA (BAKLIZKY et al., 2013), entretanto, não foi possível validar se BPPA resulta em valores corretos e confiáveis para apoiar gerentes de projeto. Para que as comunidades científicas e industriais observem os reais benefícios de BPPA é necessário que os resultados de uma validação consistente sejam apresentados, incluindo a apresentação de suas limitações.

Com isso, abordaremos no decorrer deste estudo os termos acurácia e reprodutibilidade que segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) acurácia, é definida pelo acordo entre a proximidade dos resultados da medição dos sujeitos e o valor real e reprodutibilidade, é definida pelo acordo entre os resultados das medições de diferentes sujeitos usando a mesma técnica.

1.1 Objetivos

Objetivos Gerais

Baseado nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho de pesquisa é apresentar os resultados de um experimento que visa avaliar de forma consistente a técnica BPPA e assim poder identificar seus benefícios e limitações.

Objetivos específicos

Especificamente, este estudo tem por objetivos:

- Avaliar a técnica BPPA em relação a acurácia;
- avaliar a técnica BPPA em relação a reprodutibilidade;
- avaliar os índices de acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA em relação:
  - à qualidade da técnica BPPA;
  - aos materiais de apoio que descrevem a técnica BPPA;
  - ao treinamento fornecido sobre a técnica BPPA;
  - ao tempo de realização do experimento;
  - ao tamanho do processo experimental;
  - à não realização de um projeto piloto;
  - à dedicação dos participantes;

1.2 Métodos de pesquisa

Apesar de se tratar de uma pesquisa da área de sistemas de informação, contribuições da literatura da área de engenharia de software são usadas, por se tratar de uma área historicamente reconhecida e consolidada em termos de método de pesquisa e ser a área mais próxima a sistemas de informação em relação a processos de negócio. Desta forma, diretrizes de autores da engenharia de software são seguidas nesse estudo.

Há uma crescente compreensão na comunidade de engenharia de software de que estudos empíricos são necessários para desenvolver ou melhorar processos, métodos e ferramentas (BASILI; SELBY; HUTCHENS, 1986; ZELKOWITZ; WALLACE, 1998; TICHY, 1998; KITCHENHAM et al., 2002). Dependendo do objetivo da avaliação, três tipos diferentes de estudos empíricos podem ser realizados: pesquisas, estudos de caso e experimentos.

Neste estudo, usamos experimento como um dos métodos de pesquisa para avaliar a aplicação de um procedimento de medição funcional. Segundo Tichy (1998), a experi-

mentação é uma parte crucial da avaliação e pode ajudar a determinar se os métodos usados estão de acordo com alguma teoria.

No caso deste estudo, a experimentação ajudará a determinar se a técnica BPPA é acurável e reproduzível. Um experimento é mais formal e rigoroso quando comparado as outras estratégias, pois são apropriados para investigar diferentes aspectos, como confirmar ou testar teorias existentes, avaliar a precisão dos modelos ou validar medidas, etc (ABRAHAO, 2004).

Kitchenham et al. (2002) apresentaram um conjunto de diretrizes preliminares para a pesquisa empírica em engenharia de software, com o objetivo de auxiliar os pesquisadores no desenho, condução e avaliação de tais estudos. Para fins deste trabalho de pesquisa, os principais passos das diretrizes dos autores foram seguidos a fim de nortear a etapa empírica do estudo.

Finalmente, algumas estruturas para a realização de estudos empíricos no campo da engenharia de software foram propostas (CLAES et al., 2000; JURISTO; MORENO, 2013). Um dos procedimentos técnicos adotados para fins deste trabalho de pesquisa deriva de um experimento, tratando-se especificamente de um quase-experimento¹. O experimento executado foi baseado na estrutura para engenharia de software experimental de Wohlin et al. (2012).

O quase-experimento foi selecionado por se tratar de um procedimento empírico, a partir do qual há uma investigação sistemática, rigorosa e com determinado nível de controle, semelhante a um experimento. Porém, diferencia-se de um experimento, pois, a atribuição de tratamentos a sujeitos não pôde ser baseada em aleatoriedade, mas em características dos sujeitos ou dos próprios objetos.

O experimento possibilitou avaliar se a técnica BPPA é acurável e reproduzível para que fosse possível identificar suas limitações. Dessa forma, avaliar a técnica análise de pontos de processos de negócio, com o propósito de avaliá-la em relação à acurácia e reprodutibilidade para identificar suas limitações, do ponto de vista do usuário, no contexto da mensuração de projetos de BPM para organizações, é um dos objetivos perseguidos neste estudo.

Este experimento foi caracterizado da seguinte forma (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002):

---

¹ O quase-experimento é denominado neste estudo como experimento

- **Gênero “empírico”**: gênero de conhecimento obtido ao acaso após inúmeras tentativas, ou seja, o conhecimento adquirido por meio de ações não planejadas, conhecimento do dia a dia, que se obtém pela experiência cotidiana. Aplicou-se a esse projeto, uma vez que esse tipo de experimento caracteriza-se principalmente pela vivência e pelo conhecimento de pessoas envolvidas na avaliação da técnica.
- **Objetivo “explicativo”**: abordagem que proporciona maior familiaridade com a ideia de justificar os fatores que motivam a realização do objeto ou do fenômeno estudado. Aplicou-se a este estudo, uma vez que teve o objetivo de identificar fatores que expliquem a capacidade de acurácia e de reprodutibilidade da técnica BPPA, bem como explicar a percepção dos sujeitos em relação ao processo experimental e a técnica avaliada.
- **Natureza “aplicada”**: gera conhecimentos para aplicação prática dirigidas à solução de problemas específicos. Essa avaliação da técnica contribuiu para a geração de conhecimentos em relação à acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA.
- **Abordagem “Mista – qualitativa e quantitativa”**: a abordagem quantitativa serve para uma pesquisa ser capaz de mensurar os resultados obtidos com o procedimento estatístico e a abordagem qualitativa, para que com base nos valores quantitativos obtidos, seja possível avaliar as limitações da técnica.
- **Procedimento “Quase-experimento”**: foi selecionado por flexibilizar as condições impostas pelos experimentos puros, os quais são usados para verificar o relacionamento entre a causa e o efeito de uma teoria. Neste trabalho de pesquisa, foi utilizado com o objetivo de identificar se a técnica BPPA (causa) é acurável e reprodutível (efeito). Um quase-experimento foi conduzido, pois, havia a possibilidade de flexibilização do experimento, no qual a atribuição de tratamentos aos sujeitos não poderia basear-se na aleatoriedade, mas emergiria das características dos sujeitos ou dos próprios objetos.

Após a realização do experimento proposto, houve a necessidade de compreender melhor os resultados obtidos por meio da realização do experimento. Para isso, uma entrevista semiestruturada foi conduzida.

O método de pesquisa de entrevista é um dos mais importantes métodos de coleta de dados qualitativos existentes na literatura. Trata-se de um método que mesmo quando não é o principal meio de coleta de dados em um estudo quantitativo como este estudo,

consegue ser empregado frequentemente como um estudo complementar para coletar dados sobre uma determinada pesquisa (QU; DUMAY, 2011).

Há três tipos mais comuns de entrevistas listados na literatura: a entrevista estruturada, em que se questiona o entrevistado por meio de uma série de perguntas pré-estabelecidas, aceitando-se um número predeterminado de respostas possíveis, evitando fugir do roteiro pré-estabelecido e sem diferenciação entre sujeitos; a entrevista não estruturada, que é o oposto da estruturada, por meio da qual o entrevistador obtém as respostas por meio de um bate-papo informal, permitindo que ele se sinta a vontade; e a entrevista semiestruturada, na qual o questionamento é guiado por temas de forma consistente e sistemática, destinadas a elucidar respostas mais elaboradas (QU; DUMAY, 2011)

Para fins dessa etapa do estudo, a condução de uma entrevista semiestruturada foi o método de pesquisa selecionado, pois, flexibiliza as respostas dos sujeitos e acontece de forma guiada e sistemática. Além disso, compõem a entrevista semiestruturada nesse estudo, sete dos dez tipos de perguntas propostas por Flinders (1997): as perguntas introdutórias, com o objetivo de iniciar o questionamento; as questões de sondagem, que visam estender as respostas dos sujeitos por meio de novos questionamentos persistentes e críticos do entrevistador; as perguntas específicas e diretas, que objetivam desenvolver descrições mais precisas de declarações gerais; as perguntas indiretas que são usadas com a intenção de abrir a oportunidade para os entrevistados dizerem coisas que julgam importantes e significativas; as perguntas estruturantes, usadas para completar uma parte da entrevista; as perguntas de interpretação por meio da reformulação da resposta de um respondente; e por fim, o silêncio, em que pausas na entrevista, permitem que o entrevistado reflita e complete suas respostas.

Essa dissertação está estruturada da seguinte forma: o segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica, trazendo definições para o âmbito deste estudo. Depois, no capítulo três, a revisão a literatura é apresentada. O capítulo quatro discute o protocolo do experimento desenvolvido, bem como os resultados obtidos com sua aplicação. Em seguida, o capítulo cinco apresenta o protocolo da avaliação do experimento e seus resultados e, por fim, no capítulo seis, o estudo é concluído.

2 Fundamentação teórica

Neste capítulo são apresentados os conceitos de: gestão de processos de negócio, medidas de software e a técnica análise de pontos de processos de negócio.

2.1 *Gestão de processos de negócio*

Segundo Allen e Wright (2006), um processo de negócio é um conjunto de atividades logicamente relacionadas que visam atingir os objetivos do negócio, que incluem tarefas, dados, pessoas, máquinas e softwares. Outra definição afirma que um processo de negócio é um conjunto de atividades realizadas em coordenação, em um ambiente organizacional e técnico, a fim de atingir uma meta de negócio (WESKE, 2010). A base de BPM é a representação explícita dos processos com suas atividades e as restrições de execução entre eles (WESKE, 2010) e podem ser vistos como ativos de organizações, capazes de revelar seu nível de maturidade (FANTINATO; GIMENES; TOLEDO, 2009). Weske (2012) define, ainda, que BPM apoia a tecnologia da informação, podendo transformar os processos de uma organização.

Com o uso de BPM na organizações, é possível atingir com mais facilidade o alinhamento estratégico entre áreas de negócio e a área de tecnologia da informação, gerenciando e aprimorando as soluções tecnológicas a partir de processos que incorporam valor significativo para as organizações. Assim, BPM pode ser visto como uma vantagem competitiva para as organizações (FANTINATO; GIMENES; TOLEDO, 2009).

A gestão de processos de negócio tem por objetivo aproveitar oportunidades de melhoria, assegurando melhores resultados e organizando a realização de trabalho nas organizações. BPM se preocupa com a gestão de cadeias de eventos, atividades e decisões denominando processos de negócio, com o objetivo de agregar valor às organizações e aos seus clientes (DUMAS et al., 2013).

Ainda, envolve conceitos, métodos e técnicas para a gestão completa de processos de negócio, incluindo modelagem, implementação e execução. Baseando-se na representação explícita de processos, atividades e restrições de execução (WESKE, 2012). Portanto, é uma abordagem essencial para organizações, já que permite transformar o diálogo entre áreas de negócio e Tecnologia da Informação em uma interpelação interativa e iterativa

(ARSANJANI et al., 2015). Assim, BPM favorece o alinhamento estratégico entre negócio e tecnologia da informação, gerenciando e aprimorando soluções tecnológicas oferecidas pela TI, a partir de processos que incorporam valor significativo às organizações. BPM pode, portanto, oferecer vantagem competitiva às organizações e aliar a melhoria contínua com a visão estratégica da organização (FANTINATO; GIMENES; TOLEDO, 2009).

2.2 Estimativa da complexidade funcional

O termo medida é definido como sendo um instrumento usado para associar um valor de um elemento mensurável, usando uma escala para o mapeamento de uma medida (BARCELLOS, 2009). CBOK (2011) define medida como uma quantificação de dados em um padrão de qualidade aceitável (exatidão, completude, consistência, temporalidade). Desse modo, para que um processo de medição seja estabelecido, é necessário que as entidades do mundo real a serem medidas sejam identificadas (elemento mensurável) e que as relações numéricas correspondentes sejam identificadas, permitindo que relações empíricas sejam estabelecidas para os elementos mensuráveis de um determinado sistema numérico (FENTON; BIEMAN, 2014).

As medidas objetivam avaliar coleções de dados sobre atividades de determinado projeto e seus recursos. Medidas na indústria de tecnologia da informação são usadas para quantificar recursos e/ou processos de desenvolvimento de software. Os padrões de medição têm sido muito usados nas indústrias de software como uma maneira de avaliar a eficácia e eficiência de atividades do projeto e devem ser usadas com o objetivo de auxiliar na estimativa, andamento, desempenho e quantificação de atributos do projeto (LAZIC; MASTORAKIS, 2008).

Medidas de software é um termo coletivo usado para descrever a extensa gama de atividades relacionadas à medição em engenharia de software, que vão desde a produção de números que caracterizam propriedades de código de software até modelos que ajudam a prever necessidades de recursos de software e sua qualidade (FENTON; NEIL, 2000).

O principal objetivo do processo de medição de software é satisfazer necessidades de informação por meio da obtenção de indicadores quantificáveis, que implica na identificação das entidades e seus atributos, os quais são quantificados por meio da definição de medidas

(GARCÍA et al., 2006). As medidas de software existentes são categorizadas quanto a sua natureza, podendo ser de dois tipos: (1) orientadas ao tamanho e (2) orientadas à função.

- Medidas de software orientadas ao tamanho representam a medição do tamanho do software associado ao processo pelo qual o produto de software foi desenvolvido, sendo sempre ligadas à implementação e ao fator tecnológico relacionado. Um exemplo dessa categoria de medição é a medida de linhas de código (*LOC – Lines of Code*), que realiza a medição por meio da contagem de linhas de código de um software.
- Medidas de software orientadas a função buscam quantificar as funcionalidades de um produto de software. Um exemplo dessa categoria de medição é a medida FPA, que representa a categoria de medidas independentes de tecnologia e realizam o processo de medição com base nos requisitos de negócio.

A estimativa de complexidade funcional é definida pela norma ISO/IEC 14143-1 como o processo de estimativa de complexidade funcional que visa a definir os conceitos relacionados à estimativa de complexidade funcional e descrever os princípios gerais para a aplicação de um método de medição funcional. A norma define um método de medição funcional como o tamanho do software derivado pela quantificação dos requisitos funcionais do usuário ((ISO/IEC), 1998).

Medidas de estimativa de complexidade funcional tem o objetivo de medir o tamanho de um software para quantificar os requisitos de usuário a quem o produto de software será fornecido, avaliando a quantidade de funcionalidade a ser entregue. Nas fases iniciais do desenvolvimento do software, a capacidade de quantificar com precisão o tamanho do software e controlar a funcionalidade entregue durante seu ciclo de vida é fundamental para os gerentes de projetos possam avaliar riscos potenciais (MONSALVE; ABRAN; APRIL, 2011).

Medidas de estimativa de complexidade funcional proporcionam aos gerentes de projeto informações valiosas para que eles possam estimar esforço, tempo e custo relacionados a um projeto (MONSALVE; ABRAN; APRIL, 2011).

Existem diversas medidas capazes de avaliar processos de negócio. Devido às diferenças de metas, tipos, complexidade e perspectivas dos processos de negócio, algumas técnicas podem ser mais adequadas que outras em uma determinada aplicação de medidas, entretanto, há na literatura uma vasta gama de técnicas de medição (YEN, 2009). O

processo de medição das operações das empresas costuma ser de mais fácil obtenção a partir do processo que a partir dos dados, porém ele torna o conteúdo de monitoramento mais extenso (HOU et al., 2009).

Para o escopo de medição da técnica BPPA, houve uma adaptação do significado de um método de medição funcional para processos de negócio, ao invés de usar o significado em seu contexto original Baklizky e Fantinato (2012) propõem que a complexidade funcional seja o termo utilizado para o tamanho do projeto BPM, derivado por meio da quantificação dos modelos de processos de negócio modelados em BPMN que o compõem. A estimativa de processos de negócio é definida como uma tarefa composta por atribuir, de maneira empírica e objetiva, números às propriedades dos processos de negócio de modo a descrevê-los (CARDOSO, 2008). Neste trabalho de pesquisa, a complexidade do processo é referida por tamanho, pois trata-se do valor numérico que representa sua complexidade.

A estimativa da complexidade de processos de negócio foi definida da seguinte forma: seja “P” um conjunto de processos, seja “N” um conjunto numérico, uma medida “m” é definida para ser um mapeamento, $m: P \rightarrow N$, garantindo que todo processo tenha um valor de estimativa e que cada processo tenha apenas uma medida (CARDOSO, 2008)

Dessa forma, com base na definição de Baklizky e Fantinato (2012), assumimos para este trabalho de pesquisa que medição funcional de processos de negócio refere-se a capacidade de mensurar a partir de pontos de processos de negócio a complexidade funcional dos modelos de processos de negócio modelados em BPMN.

2.3 Análise de pontos de função

A técnica Análise de Pontos de Função foi desenvolvida por Albrecht (1979), como resultado de um projeto empregado na empresa IBM. Trata-se de uma medida para quantificar requisitos funcionais de usuários de determinado software (IFPUG, 2010), realizando a medição de requisitos funcionais do usuário por meio de uma perspectiva funcional, independentemente da forma como esses requisitos são especificados. A técnica FPA é independente de tecnologia, da linguagem usada para projetar e implementar o software, do método de desenvolvimento ou da plataforma de hardware usada, dessa forma, o número de pontos de função para um sistema permanecerá constante (UEMURA; KUSUMOTO; INOUE, 2001).

O International Function Point User Group (IFPUG), que visa a promover a gestão efetiva do desenvolvimento e da manutenção de software por meio do uso de FPA foi desenvolvido em 1986. O IFPUG desenvolveu o manual que auxilia a contagem de pontos de função, o *Counting Practice Manual*, e ainda realiza a certificação de profissionais para realizar essa atividade. O que mostra a importância de que a atividade de contagem seja realizada por profissionais treinados e experientes, pois, caso contrário, a análise pode agregar erros.

A análise de pontos de função pode ser usada a fim de determinar se uma ferramenta, um ambiente, uma linguagem é mais produtiva em comparação com outras dentro de uma organização ou entre organizações. Esse é um ponto crítico e um dos maiores valores de análise de pontos de função (LONGSTREET, 2002).

Requisitos não funcionais fazem parte da engenharia de software, todavia, eles não são medidos diretamente por FPA, pois para a realização da medição. FPA considera requisitos funcionais, não-funcionais e requisitos de qualidade. Para isso, FPA considera as funcionalidades a serem implementadas no software, conforme os procedimentos apresentados na Figura 1.

A estimativa da complexidade funcional é baseada em um sistema de software que consiste em arquivos lógicos e funções que executam transações usando ou alterando os dados nos arquivos lógicos. Dessa forma, a quantidade de dados manipulados por um arquivo lógico ou por uma função de transação determina a complexidade funcional do software, com base na quantidade de funcionalidade que o software fornece. Para contar pontos de função, procedimentos como (1) obtenção da documentação disponível, (2) determinar escopo e fronteira de contagem, (3) medir funções de dados e de transações, (4) calcular a complexidade funcional e (5) documentar e relatar o processo, devem ser realizados (IFPUG, 2010).

Figura 1 – Fluxo de etapas da técnica FPA.

Fonte: Adaptado de Baklizky et al. (2013)

Como base para o cálculo cinco componentes são considerados: (1) entradas externas, (2) saídas externas, (3) consultas externas, (4) arquivos lógicos internos e (5) arquivos de interface externa. Por meio da complexidades destes componentes, que pode ser alta, média ou baixa, é realizada uma ponderação e a soma dos mesmos. Após esse processo, o valor é ajustado pelo uso de catorze características gerais do sistema para produzir uma medição de pontos de função, que podem ser encontrados na documentação do método.

Com base no número de pontos de função para um sistema de software, calculado por meio de FPA, um gerente de projetos pode derivar diferentes estimativas a serem usadas no projeto de desenvolvimento desse sistema, incluindo custo, tempo, recursos etc. (LONGSTREET, 2002).

2.4 A técnica análise de pontos de processos de negócio (BPPA)

A técnica análise de pontos de processo de negócio foi proposta por Baklizky et al. (2013) com o objetivo de adaptar a técnica análise de pontos de função, da engenharia de software, a fim ser aplicada em gestão de processos de negócio. BPPA é voltada para aplicação em modelos de processos de negócio para *Business Process Management Notation* (BPMN) enquanto o FPA da engenharia de software é voltado aos requisitos de software. A intenção da proposta de BPPA não é a de melhorar a técnica FPA, mas permitir sua aplicação em outro domínio (BAKLIZKY et al., 2017).

No contexto similar de engenharia de software, FPA possibilita medir a complexidade funcional de um software com base em seus requisitos funcionais. É baseada na métrica de pontos de função, cujo valor é independente dos métodos de desenvolvimento, tecnologias, das linguagens e da plataforma de hardware a serem usados para projetar e implementar o software (UEMURA; KUSUMOTO; INOUE, 2001). Com base no número de FPs para um sistema de software, calculado por meio de FPA, um gerente de projetos pode derivar diferentes estimativas a serem usadas no projeto de desenvolvimento desse sistema, incluindo custo, tempo, recursos etc. (LONGSTREET, 2002).

BPPA foi proposta para que gerentes de projeto da área de BPM fossem capazes de estimar sistematicamente a complexidade funcional de um processo de negócio a ser usado em um projeto de automação de processo de negócio. Trata-se da primeira técnica proposta para esse fim conforme análise realizada na literatura relacionada pelos autores da técnica BPPA (BAKLIZKY et al., 2013).

Buscando uma definição sólida de uma técnica que oferecesse esse resultado, BPPA foi definida com base em FPA, uma técnica amplamente usada em engenharia de software para fim similar, porém tendo especificamente como objeto a complexidade funcional de um software. Enquanto FPA é baseada em pontos de função, BPPA é baseada em uma medida conceitualmente similar, os pontos de processos de negócio (Business Process Points – BPPs). Como resultado da aplicação da técnica BPPA obtém-se a complexidade funcional de um processo de negócio expresso em BPPs. O cálculo de BPPs é feito com base em um modelo de processo de negócio expresso via BPMN (BAKLIZKY et al., 2013). O Quadro 1 apresenta as fases dos ciclos de vida de BPM e da engenharia de software.

Quadro 1 – Mapeamento entre os ciclos de vida de BPM e da engenharia de software.

Fases do ciclo de vida BPM	Fases do ciclo de vida da engenharia de software
Projeto e análise	Especificação de requisitos
	Design do sistema e software
Configuração	Implementação
	Integração
Execução	Operação e manutenção
Avaliação	

Fonte: Adaptado de Baklizky et al. (2013)

A fim de permitir o desenvolvimento da técnica BPPA semelhante a FPA, BPPA foi construída sobre o quadro FPA. Assim, da mesma forma que a documentação do projeto de software é entrada para FPA, a documentação do projeto de BPM é entrada para BPPA (BAKLIZKY et al., 2013). Embora a técnica BPPA tenha sido baseada em FPA, ela não depende de FPA para sua utilização, a relação entre as técnicas é apenas a adaptação, como um modelo ou boa prática para BPM. Desse modo, BPPA é vista como uma proposta de utilização a gerentes de projetos acostumados a utilização de FPA ao trabalharem com a gestão de processos de negócio (BAKLIZKY et al., 2017).

Dessa forma, para conduzir uma contagem de pontos de processos de negócio para projetos de BPM devem ser executadas as mesmas etapas que uma contagem de pontos de função aplicada ao contexto de FPA, porém, a documentação do projeto BPM é basicamente composta por modelos de processo, e o BPPA foca apenas nos modelos de processo especificados na notação BPMN versão 2.0.

Os autores desenvolveram um fluxograma, apresentado na Figura 2, que demonstra o fluxo das etapas de BPPA, conforme o diagrama original de FPA.

Assim como no processo de estimativa da complexidade funcional de FPA, a contagem dos BPPs é realizada em dois momentos: estimativa das funções de dados e estimativa das funções de transações. Em ambas as fases é necessário analisar o modelo de processos de negócio modelado em BPMN e, com base nas estruturas de dados presentes no modelo, a contagem é realizada e a complexidade pode ser medida. Os valores padrões usados em FPA para esse fim foram mantidos para a contagem para BPM.

Nesse caso, como base para o cálculo três componentes são considerados: (1) arquivos lógicos internos ou arquivos de interface externa, (2) entrada externa e (3) saída externa ou consulta externa. Por meio da complexidade desses componentes, é realizada uma ponderação e uma soma dos resultados (BAKLIZKY et al., 2013). A definição

Figura 2 – Fluxo de etapas da técnica BPPA

Fonte: Adaptado de Baklizky e Fantinato (2012).

completa do cálculo, assim como a variação em relação a técnica FPA são descritas com maiores detalhes em (BAKLIZKY; FANTINATO, 2012; BAKLIZKY et al., 2013; BAKLIZKY et al., 2017).

Junto a proposta inicial de BPPA, duas avaliações empíricas foram realizadas, porém, apenas com o propósito de confirmar a conformidade entre BPPA e FPA, uma vez que BPPA foi baseada conceitualmente em FPA (BAKLIZKY et al., 2013). A primeira avaliação foi baseada nas observações dos autores ao aplicar a técnica proposta a um cenário de uso específico, e a segunda se baseou na realização de dois procedimentos experimentais realizados um com estudantes outro com profissionais da indústria (BAKLIZKY; FANTINATO, 2012).

O experimento teve por objetivo avaliar a técnica BPPA, comparando-a com o FPA, de modo a identificar se BPPA é semelhante à técnica FPA em termos de facilidade de aplicação, viabilidade e potenciais benefícios, uma vez que ambas compartilham os mesmos conceitos básicos (BAKLIZKY et al., 2017). O experimento teve por questões de pesquisa que BPPA é próximo a FPA em termos de facilidade de aplicação, viabilidade e benefícios, não necessitando ser melhor, apenas similar (BAKLIZKY et al., 2017). Assumiu-se que:

se FPA oferece benefícios para engenharia de software e se BPPA é equivalente a FPA, então BPPA deveria oferecer benefícios similares a BPM.

Para a avaliação, os autores usaram o modelo “*The Travel Booking*” (MODEL, 2011). Trata-se de um projeto de desenvolvimento de BPM composto por apenas um PM-BPMN. Com o uso desse modelo, na primeira avaliação, os autores estimaram os BPPs do projeto e obtiveram como resultado, que em termos gerais, a técnica BPPA pode ser aplicada como projetado e proposto pelos autores (BAKLIZKY et al., 2017).

O estudo foi realizado com 28 estudantes de graduação com antecedentes em BPM e engenharia de software, divididos em duplas, a fim de simular ambientes empresariais. Para isso, foi realizado um experimento simples em que os participantes aplicaram ambas, BPPA e FPA, em um cenário simples, para permitir que fossem posteriormente coletadas suas opiniões a respeito de cada técnica, principalmente sobre suas semelhanças e diferenças, mesmo considerando que elas são projetadas para contextos distintos.

Após isso, eles responderam um questionário sobre suas experiências com as técnicas e sobre suas percepções e comparações entre BPPA e FPA (BAKLIZKY et al., 2017). O questionário continha perguntas com possibilidade de resposta de 0 a 10 em relação a percepção, o valor 5 significava igualdade, abaixo a isso que BPPA era pior que FPA e acima disso que BPPA era melhor que FPA (BAKLIZKY et al., 2017).

Estatística descritiva não paramétrica e teste de hipóteses foram realizados. Testes de estatística não paramétrica, usando o teste qui quadrado (x^2) foram aplicados para identificar se houve diferenças significativas entre os grupos separados em sujeitos experientes, médios e inexperientes. Após a avaliação, o teste de hipótese *Student* foi realizado usando um nível de significância de 5%, visando mitigar as ameaças de validade identificadas e vieses (BAKLIZKY et al., 2017).

Esse experimento apresentou evidência de que as técnicas são similares, porém, os participantes eram apenas estudantes de graduação de uma disciplina em qualidade de software, que trata de métricas de software.

A segunda parte do experimento, com profissionais da indústria, foi realizada de forma independente e complementar em relação ao primeiro estudo, entretanto, teve por objetivo avaliar os mesmos pontos do experimento com alunos de graduação. Este segundo experimento não foi realizado em ambiente controlado, com treze especialistas certificados

em pontos de função com contato diário com BPM e engenharia de software, selecionados por conveniência (BAKLIZKY et al., 2017).

Durante a análise de BPPA, realizada por avaliadores *ad hoc* (especialistas em BPM ou FPA), várias limitações, ameaças e sugestões foram apresentadas em relação à avaliação inicial de BPPA. Alguns dos pontos mencionados são: a necessidade de tratar fatores como confiabilidade e validade; a obrigatoriedade de comparação entre viabilidade e facilidade de uso da técnica; a inevitabilidade de identificar as limitações (ameaças a validade) da validade da técnica; a indispensabilidade de realizar a validação com recursos como profissionais da área, ou ao menos alunos de pós-graduação; e, por fim, ser capaz de identificar a validade da técnica.

3 Revisão da literatura

Com a finalidade de conhecer e compreender o cenário literário de exploração temática deste estudo, uma revisão da literatura com princípios sistemáticos foi realizada, objetivando investigar trabalhos com escopo similar ao desta pesquisa.

Esse tipo de abordagem sistemática é o processo que ampara um projeto de pesquisa, permitindo-o identificar a obtenção do conhecimento científico por meio de um planejamento, evitando retrabalho, e mitigando erros (KITCHENHAM; DYBA; JORGENSEN, 2004). É, ainda, um tipo de pesquisa rigorosa indicada para identificar estudos primários e secundários sobre determinado assunto de interesse.

Essa revisão da literatura com princípios sistemáticos, baseia-se no método de pesquisa usado por Loniewski, Insfran e Abrahão (2010), com base em Keele (2007). O método para a revisão da literatura é dividido em três fases: (1) planejamento, (2) realização e (3) captação dos resultados.

Uma revisão da literatura, mais ampla do que o necessário para o escopo desse estudo, foi realizada e resultou em um artigo científico que foi publicado e apresentado no 14th CONTECSI – International Conference On Information Systems and Technology Management. A referência para esse documento está disponível no Anexo A desta dissertação. Os resultados obtidos com essa revisão da literatura, procedida de modo amplo, foram refinados para atender as necessidades específicas deste trabalho. Neste capítulo os resultados desse refinamento aderente ao escopo deste trabalho são apresentados, direcionados à abordagem de sua proposta.

3.1 *Protocolo da revisão da literatura*

Esta seção apresenta as etapas seguidas para a definição do protocolo de pesquisa da revisão da literatura com princípios sistemáticos. São definidas também as informações que guiam as etapas da revisão realizada para atingir os seus objetivos por meio de suas questões de pesquisa, palavras-chave e *strings*, aplicados aos motores de busca, bem como, por meio da definição dos critérios de inclusão, exclusão e de classificação dos documentos resultantes com o apoio da ferramenta StArt da UFSCar, desse processo de investigação científica.

Objetivos e questões de pesquisa

Como não existem outras propostas na literatura para o objetivo deste estudo, não foi possível comparar os resultados obtidos com BBPA a outras técnicas similares. Além disso, foram identificados na literatura poucos trabalhos relacionados que preenchessem os critérios da revisão proposta nesta investigação, que apresentassem validações das técnicas propostas, mesmo que para outros tipos de métricas de medições funcionais.

Nessa revisão da literatura são apresentados estudos que enfocaram a avaliação de técnicas e métodos de medição funcional em geral e que apresentaram o processo de avaliação em seu conteúdo.

Dessa forma, o objetivo da revisão realizada foi o de encontrar, na literatura, trabalhos que apresentem técnicas/métodos de medição funcional em geral, similares ou não a FPA, que apresentem o processo de avaliação dessas técnicas. Com esse objetivo, foi definida a seguinte Questão de Pesquisa:

Quais as abordagens de medição de software encontradas na literatura para as quais foi apresentado um trabalho de avaliação ou validação?

Para abordagem da questão de pesquisa apresentada, trabalhos que, em geral, apresentem quaisquer técnicas de medição, como, por exemplo, escopo, custo, tempo, esforço, complexidade funcional, entre outros e que, obrigatoriamente, tenham sido submetidos à avaliação ou à validação, discutidos na abordagem do trabalho, foram considerados para fins da revisão da literatura.

Palavras-chave e bibliotecas de pesquisa

Visando à identificação de documentos que respondessem à questão de pesquisa definida, o processo de definição das palavras-chave intencionou auxiliar a construção de *strings* de buscas que retornassem trabalhos relevantes para a construção da revisão da literatura. Com o objetivo de responder a questão de pesquisa apresentada, as seguintes palavras-chave foram definidas: *business process*, *BPMN*, *process model*, *workflow*, *metric*, *measure*, *indicator*, *estimate*, *size*, *function* e *complexity*. As palavras-chave foram definidas com predominância no idioma inglês pois é o idioma com maior abrangência e índice de publicações científicas na área pesquisada.

Para automatização das buscas por documentos relevantes a revisão da literatura, a base digital da Scopus foi usada. Justifica-se o uso de apenas essa biblioteca digital, pelo fato de que ela indexa um volume de dados significativos e de trabalhos de fontes

suficientemente relevantes, como ACM Digital, IEEE Xplorer, SpringerLink, entre outras. A pesquisa na base digital foi realizada no período de 10 de novembro de 2016 a 15 de dezembro do mesmo ano, em que a disciplina “Metodologia de Pesquisa em Sistemas de Informação” estava sendo cursada e essa revisão da literatura nessa base digital foi realizada para obtenção dos créditos para sua conclusão.

Strings de consulta

A definição da *string* de busca foi realizada com base nas palavras-chave apresentadas nas seções acima, com o objetivo de permitir buscas automatizadas que encontrassem o maior número de trabalhos relacionados às palavras que compõem a *string*, seja no título, no resumo ou nas palavras-chave dos trabalhos. Para o refinamento da *string* apresentada, foram inseridos filtros que excluem dos resultados: trabalhos que não sejam relacionados às áreas de ciência da computação, engenharia, matemática, gestão, negócios, contas e ciência da decisão. Foi definido que apenas papéis de conferências, de artigos, de revisões e de capítulos de livros seriam aceitos como tipos de documentos para a condução da revisão da literatura e que apenas revistas, procedimentos de conferências, séries de livros e livros seriam aceitos como tipos de fonte de busca. Um filtro de idioma à *string* que permite apenas o retorno de documentos que estivessem no idioma inglês também foi inserido. Desse modo, a composição resulta na seguinte *string* de busca: *((“business process*” OR BPMN OR “process model*” OR workflow*) AND (metric* OR measure* OR indicator* OR estimat*) AND ((size AND function*) OR (size AND complexity) OR (function* AND complexity)) AND (limitto(language, “english”) AND (exclude(srctype, “d”) AND (exclude(srctype, “b”) AND (exclude(srctype, “k”) AND (exclude (doctype, “cr”) OR (exclude(doctype, “bk”) OR exclude (doctype, “le”)) AND (limit-to(subjarea, “comp”) OR (limit-to(subjarea, “engi”) OR (limit-to(subjarea, “deci”) OR limit-to(subjarea, “busi”))).*

Critérios de inclusão e de exclusão

Dois critérios de inclusão foram definidos visando auxiliar a seleção primária dos documentos retornados na *string* de busca:

- Documentos que apresentassem algum tipo de técnica/método de medição;
- trabalhos que, além de apresentar medidas, apresentassem avaliação ou validação da técnica.

Outros cinco critérios de exclusão também foram definidos para fins de revisão da literatura:

- Documentos que não estivessem no idioma inglês;
- documentos que não estivessem disponíveis gratuitamente para obtenção por meio do uso da rede virtual privada da Universidade de São Paulo, e/ou por fácil obtenção da internet;
- documentos que não fossem revisados pelos pares;
- trabalhos que não apresentassem técnicas de medição; e
- trabalhos que apresentassem técnicas de medição que não apresentassem avaliação ou validação.

Crítérios de classificação

Os seguintes critérios de classificação também foram estipulados para determinar a relevância dos documentos encontrados após a aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão: (1) os autores apresentaram alguma técnica de medição de software?, (2) qual a técnica de medição apresentada?, (3) o que ela mede?, (4) os autores apresentaram alguma técnica de avaliação ou validação da técnica? e (5) se sim, qual o processo de avaliação ou validação efetuado?

Com a aplicação desses critérios, foi possível avaliar de forma crítica, determinando quais estudos válidos seriam usados na revisão; e, em contrapartida, os estudos que não preencheram os critérios de classificação citados, foram rejeitados para a revisão e tiveram na subseção de condução da revisão a sua exclusão justificada.

A revisão da literatura, como resultado das etapas anteriores de busca e análise de um conjunto de documentos, foi obtida com a aplicação da *string* de buscas na biblioteca digital. Nas subseções abaixo, a definição do conjunto de dados selecionados é apresentada, descrevendo a aplicação dos critérios de inclusão, de exclusão e de classificação previamente estipulados.

Construção do conjunto de dados inicial

Nessa etapa, foi realizada a distinção dos dados que foram analisados para atingir os objetivos da revisão da literatura. Com a aplicação da *string* de buscas na biblioteca digital Scopus, 487 documentos foram retornados. Foi necessário analisar e decidir a relevância dos documentos, para tal, os 487 documentos obtidos foram submetidos a uma

ferramenta para permitir melhor organização desse processo de análise. Essa ferramenta permitiu a importação dos dados exportados da Scopus, a separação e a classificação primária dos documentos não classificados nessa etapa de seleção.

Filtro de documentos com base em critérios de inclusão e de exclusão

Para os filtros dos documentos, a ferramenta disponibiliza quatro classes classificatórias: (1) trabalhos aceitos na etapa de seleção, (2) trabalhos rejeitados na etapa de seleção, (3) trabalhos duplicados na etapa de seleção e, por fim, (4) trabalhos não classificados nessa etapa de seleção. Dessa forma, dos 487 artigos iniciais, 4 foram classificados como em duplicidade e dos 483 restantes, 468 foram rejeitados na etapa de seleção obedecendo aos critérios de exclusão previamente definidos e, por fim, 15 trabalhos foram aceitos nessa etapa de seleção.

Os 15 documentos aceitos nessa etapa de seleção foram submetidos a etapa de extração. Critérios de classificação previamente definidos foram aplicados. Nesse momento, dos 15 documentos aceitos na etapa de seleção, apenas 6 foram considerados aceitos na extração. Essa etapa contemplou a leitura completa dos 6 documentos e os critérios de classificação puderam ser aplicados. Os dois documentos rejeitados na etapa de extração apesar de terem sido previamente aceitos na seleção, não continham informações suficientemente relevantes ao escopo da proposta de revisão da literatura.

3.2 Resultados da revisão da literatura

Esta seção apresenta a descrição das técnicas/métodos de medição encontradas no resultado dessa revisão da literatura, bem como a abordagem proposta pelos respectivos autores na avaliação ou na validação realizada.

O primeiro artigo propõe a técnica de medição Package Points Based ERP Package Size Estimation (PPSE), para dimensionar pacotes ERP personalizados. A medição da técnica PPSE consiste basicamente em identificar as necessidades de negócio do cliente. A partir desses dados é possível definir quais são os requisitos de configuração, os requisitos funcionais, os componentes RICE e os requisitos de concepção da interface de utilizador para que os pontos de tarefa sejam estimados. Os pontos de tarefa são calculados a partir da somatória do número de tarefas e de processos necessários para implementar um requisito, levando em conta sua complexidade. Cada uma das tarefas é avaliada por meio do

processo denominado valores de complexidade, realizado com o uso de FPA, denominando os valor de complexidade como baixos, médios, ou altos. Por fim, o cálculo dos Pontos de Pacote é a somatória dos PP, que indica o tamanho do pacote ERP personalizado (CHANDRAKUMAR; PARTHASARATHY, 2016).

Com o objetivo de validar a técnica proposta, os autores usaram o procedimento de estudo de caso sugerido por Yin (YIN, 2013). Para a construção do conjunto de dados, alguns membros da equipe técnica que conheciam os requisitos de negócio da organização cliente e trabalharam no ciclo de engenharia de requisitos do projeto da organização cliente, bem como prepararam a especificação de requisitos de software para um módulo de ERP específico. A amostra usada foi constituída por desenvolvedores, analistas de dados, arquitetos de soluções, analistas de negócio, e experientes consultores funcionais e técnicos com mais de 10 anos de experiência na área. Catorze projetos ERP desenvolvidos pela empresa Axys foram usados. Os projetos selecionados foram os que tiveram o seu desenvolvimento finalizado com atrasos na implementação ou com erros de Esforços Reais comparados aos esforços estimados entre os anos de 2006 e 2012 (CHANDRAKUMAR; PARTHASARATHY, 2016).

A validação constituiu-se pela utilização de passos de Abrahão, Gómez e Insfran (2010). A extração do conjunto de dados descrito anteriormente foi realizada e os sujeitos calcularam os PP para cada um dos 14 projetos, seguindo os passos da técnica proposta, obtendo, assim, informações sobre os valor de complexidade e os pontos de tarefa. Foi realizada, ainda, a Estimativa de Esforços, usando o método COCOMO e a medição de pontos de função com FPA. Por fim, a avaliação da precisão da estimativa da técnica Ppse foi realizada, com a utilização do método estatístico de correlação para as variáveis PF e AE; PP e EE; e PP e AE (CHANDRAKUMAR; PARTHASARATHY, 2016).

O método UPROM Functional Size Estimation (UPROM FSE) foi desenvolvido em 2014, com o objetivo de medir o tamanho dos requisitos de usuário para os sistemas de informação orientados a processos nas fases iniciais do ciclo de vida de desenvolvimento de software. O método UPROM FSE faz parte de uma metodologia unificada de modelagem de processos de negócio, a UPROM, com o objetivo de analisar os processos de negócio e os requisitos dos usuários de forma integrada nas primeiras fases do ciclo de vida do desenvolvimento de software. O método UPROM não obriga os usuários a seguirem suas instruções para a estimativa de tamanho, uma vez que ele fornece regras para calcular

automaticamente o tamanho estimado a partir dos modelos já desenvolvidos para análise de requisitos de processos de negócio e de usuários. Desse modo, os usuários apenas precisam analisar os processos de negócio e os requisitos do usuário conforme as regras da UPROM, e obtêm o FSE (AYSOLMAZ; DEMIRÖRS, 2014) .

Esse método calcula o tamanho de um sistema somando todos os movimentos de dados. Os movimentos de dados podem ser de quatro tipos: entrada, saída, leitura e gravação. Primeiro, foi necessário identificar a estratégia de medição. Depois, os processos funcionais, os objetos de interesse e os grupos de dados. A terceira etapa foi a de medição, nessa etapa o tamanho foi calculado para aplicações em cada diagrama de alocação de função e somado para encontrar o tamanho total. Para cada aplicação foi necessário converter operações em modelos de dados, seja entrada, saída, leitura ou gravação somado a quantidade. Após isso, as regras especificadas no artigo original procedem a condução do cálculo de medição (AYSOLMAZ; DEMIRÖRS, 2014).

A técnica UPROM FSE foi submetida à validação. Para tal, a abordagem “estudo de casos múltiplos” foi utilizada. As fontes de evidência usadas na validação da técnica foram documentos existentes, entrevistas, observação direta de sujeito, artefatos físicos e perguntas como: “O método UPROM FSE pode ser usado para estimar o tamanho do sistema a partir de modelos de processo de negócio desenvolvidos de acordo com a notação UPROM?” e “Existe um desvio significativo entre os resultados identificados de UPROM FSE e COSMIC FSM?” foram usadas como objetivo de pesquisa para guiar o estudo. Em um dos casos, um perito externo foi usado para validar as informações obtidas por meio do relatório FSE gerado, para isso, o perito realizou os cálculos manualmente e os comparou (AYSOLMAZ; DEMIRÖRS, 2014). Os demais casos são descritos brevemente, de maneira que não se consegue fazer uma abstração suficiente para fins de demonstrar relação com essa proposta de mestrado.

Em 2006, o método OO-Method Function Points (OOmFP – Object-Oriented Method Function Points) foi desenvolvido para medir a complexidade funcional de sistemas orientados a objetos baseado na medição de esquemas conceituais. Trata-se de um método que mede a visão externa lógica do software da perspectiva do usuário, avaliando a quantidade de funcionalidade a ser entregue em uma fase inicial do ciclo de vida do desenvolvimento (ABRAHÃO; POELS; PASTOR, 2006).

Apesar do OOmFP ter sido projetado para ser usado em conjunto com o OO-Method, um método de modelagem e desenvolvimento orientado a objetos que permite a geração automática de código, muitas das primitivas de modelagem em seu metamodelo também podem ser encontradas em outros métodos de análise orientados a objetos. A complexidade de uma função transacional é uma função do número de tipos de elementos de dados e o número de tipos de arquivo referenciados durante a execução de uma função transacional. E que a complexidade de uma função de dados é uma função do número de tipos de elementos de dados e o número de tipos de elementos de registo (ABRAHÃO; POELS; PASTOR, 2006)

A validação da técnica OOmFP consiste em três fases, (1) validação da concepção do método; (2) validação da aplicação do método; e (3) validação da utilização dos resultados da medição. Para a primeira etapa, foi aplicado um modelo teórico para avaliação de métodos de projeto de IS, que incorpora aspectos duais do método, em que, “sucesso” é quando um método atinge os seus objetivos de uma forma eficiente e a “utilização efetiva” é quando o método usado na prática. Porém, se o processo de concepção do método é validado e a validade teórica é comprovada (fase 1), não há como garantir que as regras do método serão sempre aplicadas corretamente (fase 2). Assim, um processo de auditoria do resultado da medição é recomendado (fase 3) (ABRAHÃO; POELS; PASTOR, 2006).

Para fins da fase 2, o modelo de avaliação teórica foi aplicado por meio de um experimento laboratorial em um grupo de estudantes de ciência da computação treinados em OO-Method, FPA e OOmF, com o objetivo de avaliar “como” (eficácia) e “se” (eficiência) a estimativa de complexidade funcional de um sistema é melhorada se o método OOmFP for usado ao invés de FPA. No experimento, os sujeitos mediram o sistema usando ambas as técnicas e por fim seus resultados foram comparados, tendo por base a identificação de variáveis como: (1) eficiência, usando cálculo do tempo de medição do experimento; (2) reprodutibilidade, usando estatística descritiva; (3) acurácia, usando comparação por especialista; (4) percepção da facilidade de uso; (5) percepção da utilidade; e (6) intenção de uso, ambas usando questionário com questões fechadas. Entretanto, a fase 3, validação da utilização do método não abrangeu o escopo do trabalho (ABRAHÃO; POELS; PASTOR, 2006).

Em outra abordagem, três técnicas de medição são apresentadas com o objetivo de estimar valores de complexidade, tamanho e comprimento. Para este fim, três fórmulas

foram definidas com o objetivo de estimar os fatores propostos e essas podem ser encontradas no estudo em questão. A validação empírica das técnicas é descrita com base no conjunto de nove propriedades de medidas de software de complexidade proposto por Weyuker (1988) com base em (BRIAND; MORASCA; BASILI, 1996), que descobriu que as propriedades de Weyuker (1988) são consistentes com a complexidade da estrutura que categoriza medidas de software em tamanho, comprimento, complexidade, coesão e acoplamento (MARIN; LOTRIET; POLL, 2015).

Um outro artigo apresenta um método de estimativa chamado ERP Service, que é composto por quatro etapas de desenvolvimento: (1) requisitos do cliente, (2) formulação do escopo, (3) estimativa e (4) validação. Esse método tem o objetivo de facilitar estimativas de esforço de serviços de ERP, pois o inclui táticas e lições aprendidas com o objetivo de diminuir o viés de participação, ao mesmo tempo que melhora a precisão das estimativas. O método possui quatro etapas que incluem os conhecimentos especializados que usam, os tipos de peritos e partes interessadas envolvidas: (1) requisitos do cliente, (2) formulação do escopo, (3) estimativa e (4) validação (ERASMUS; DANEVA, 2013).

Uma pesquisa-ação foi realizada para investigar as atividades, as interações entre as partes interessadas e as práticas existentes usadas na estimativa do esforço a fim de usar esse conhecimento no desenvolvimento do método proposto para que se melhorem os julgamentos baseados em especialistas para fins de estimativa do esforço. Para isso, essa etapa consistiu-se em 10 entrevistas semiestruturadas e 3 observações do projeto, os sujeitos entrevistados e observados foram profissionais SAP que trabalharam em projetos de serviços ERP escolhidos por sua tipicidade. A aplicação da pesquisa-ação foi realizada em três ciclos: (1) identificação de problemas relacionados ao uso do conhecimento dos especialistas para fins de medição do esforço, de acordo com a literatura; (2) determinação e investigação de como os especialistas foram usados como parte da estimativa do esforço e onde os problemas ocorrem, de acordo com a literatura; e (3) validação com os sujeitos dos problemas relatados na literatura para a verificação se eles foram de fato problemas que enfrentaram na estimativa de esforço (ERASMUS; DANEVA, 2013).

Esse método foi aplicado em 3 projetos na SAP, inicialmente, com um grupo de especialistas que refletiu sobre suas experiências na utilização desse método, apresentando pontos de reflexão e *feedbacks*. Porém, eles deixaram claro que o valor-chave que o método oferece é a formalização da transferência de conhecimento e a validação das estimativas,

incorporando *feedback*. Eles forneceram *insights* sobre mudanças nesse método, sugerindo que ele fosse alterado de tal forma que diferentes especialistas pudessem influenciar qualquer fase de suas estimativas (ERASMUS; DANEVA, 2013).

A técnica Pontos de Função Hipermídia Orientados a Objetos (OO-HFP) é apresentada em uma outra abordagem, que é um procedimento de estimativa de complexidade funcional para projetos da Web desenvolvidos usando o método Hipermídia Orientada a Objetos (OO-H). Quatro atividades compõem esse método: a definição dos objetivos, a caracterização do conceito a ser medido, a definição ou seleção do metamodelo e a definição das regras de atribuição numérica. A última atividade é a relevante ao escopo da revisão da literatura, pois traz a abordagem quantitativa representando a complexidade funcional da aplicação. Para tanto, o primeiro passo foi estimar os número de tipos de elementos de dados, o número de tipos de elementos de registro e o número de funções transacionais de registro. Em seguida, as regras do FPA devem ser aplicadas para classificar a complexidade de cada função, atribuir pesos às funções para agregar os valores atribuídos a um valor de complexidade funcional global para o aplicativo. Depois, um valor de pontos de função é atribuído para cada função dependendo de sua complexidade (ABRAHÃO et al., 2007).

E, por fim, a validação do método OO-HFP é realizada por meio da comparação da precisão de predição que a estimativa fornece com a precisão fornecida por outro conjunto de medidas de tamanho validados. A pesquisa foi realizada por meio de um *survey*, usando dados de 133 formulários web para dar citações em projetos de desenvolvimento da Web, as medidas foram validadas empiricamente como bons preditores de esforço da Web (ABRAHÃO et al., 2007).

O Quadro 2 apresenta as abordagens de pesquisa empregadas na avaliação ou na validação de cada uma das seis técnicas descritas nesta seção. Para cada técnica foram categorizadas informações relacionadas à pesquisa como: o gênero, a natureza, o objetivo, o procedimento, a técnica de coleta de dados, o procedimento de análise de dados, o local onde o procedimento de pesquisa foi realizado e as informações referentes ao número de sujeitos que participaram do procedimento.

Quadro 2 – Métodos de pesquisas aplicados nos estudos relacionados.

	Gênero	Natureza	Objetivo	Abordagem	Procedimento	Técnica	Análise	Local	Sujeitos
PPSE	empírico	aplicada	descritivo	qualitativo	estudo de caso	comparação	correlação	empresa	especialistas
Uprom FSE	empírico	aplicada	descritivo	qualitativo	estudo de caso	documentos existentes	correlação	N/A	especialistas
						entrevistas			
						observação direta			
						observação participante			
						artefatos físicos			
OOmFP	empírico	aplicada	N/A	qualitativo	experimento	esforço	diferença e média	universidade	estudantes
						questionário	comparação		
CC, CS e CL	empírico	aplicada	descritivo	qualitativo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ERP Service	empírico	aplicada	N/A	mista	pesquisa-ação	entrevistas semi-estruturadas	correlação	N/A	N/A
						observação			
						dados históricos			
OO-HFP	empírico	aplicada	descritivo	qualitativo	<i>survey</i>	formulário	mediana	online	N/A
						raciocínio baseado em casos			

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Analisando o quadro, é possível identificar que todos os trabalhos encontrados nessa revisão da literatura realizaram pesquisa de procedimento empírico com natureza aplicada. Todos os trabalhos que descreveram informações sobre o objetivo da pesquisa às qualificaram como pesquisa de objetivo descritivo e, em todos os casos, as abordagens foram qualitativas, sendo que um dos estudos abordaram, também, fatores quantitativos.

Desse modo, foi possível identificar que todas as abordagens das técnicas encontradas na literatura, com propostas similares a deste trabalho de pesquisa, buscaram realizar avaliações e validações empíricas, com o objetivo de qualificar as técnicas propostas.

Os procedimentos usados pelos autores para avaliar ou para validar as técnicas citadas, são distintos. Aproximadamente 33% dos casos utilizaram como procedimento o método estudo de caso, entretanto, um desses casos realizou estudos de casos múltiplos na validação da técnica. Os demais casos utilizaram experimentos, pesquisa-ação e *survey* como procedimento de pesquisa. Este trabalho de pesquisa propôs a realização de um processo experimental, conforme a técnica OOmFP.

3.3 Considerações finais

Como resposta às questão de pesquisa, descritas nas subseções anteriores, seis técnicas de medição foram encontradas nos estudos relacionados, apresentando a aplicação da medição e algum processo de avaliação ou de validação. Todas as abordagens encontradas são de gênero de pesquisa empírico, de natureza aplicada e com abordagem qualitativa, entretanto, um deles de abordagem qualitativa, trata ainda a abordagem quantitativa. Procedimentos de pesquisas variados foram usados, tais como: estudos de caso, experimentos, pesquisa-ação e *surveys*, assim como foi encontrada uma variada gama de técnicas de coleta e dados. É possível identificar que aproximadamente 50% das abordagens analisaram com técnicas estatísticas de correlação, e os demais estudos usaram regressão e mediana.

A análise da literatura relacionada auxiliou na identificação das lacunas existentes, relacionados ao problema de pesquisa, e a entender o estilo de pesquisas e as avaliações realizadas em estudos de técnicas de medição. Dessa forma, foi possível refinar os objetivos da pesquisa e, assim, dar início ao desenvolvimento da abordagem de proposta de solução.

4 Experimento

Este capítulo descreve os passos seguidos para a realização do experimento realizado, a fim de avaliar a acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA. Nas próximas sessões, o protocolo do experimento e seus resultados são descritos, por meio de subseções em que o planejamento, a seleção de sujeitos, as variáveis, as tarefas do experimento, a instrumentação, a formulação de questões de pesquisas, o processo experimental e os resultados do experimento em relação a acurácia e reprodutibilidade são discutidos.

4.1 Protocolo do experimento

Esse protocolo se baseia nos princípios experimentais proposto por Wohlin et al. (2012), conforme apresentado na Figura 3, que foi definido em cinco grandes fases: a definição do experimento, o planejamento do experimento, a operação do experimento, a análise e interpretação e a apresentação e empacotamento. Entretanto, utilizamos mais quebras de fases para permitir melhor organização do processo experimental baseado na proposta do autor.

Figura 3 – *Framework* do processo experimental com base na proposta de Wohlin et al. (2012).

Fonte: Adaptado de Wohlin et al. (2012)

A Figura 4 apresenta, detalhadamente, as fases propostas pelo autor para a realização de processos experimentais na engenharia de software.

Figura 4 – *Framework* expandido do processo experimental com base na proposta de Wohlin et al. (2012).

Fonte: Adaptado de Wohlin et al. (2012)

Nessa figura adaptada, foram consideradas somente as etapas das fases pertinentes para o propósito do escopo do experimento em questão. Foi desconsiderada a etapa ‘redução do conjunto de dados’ da fase de ‘análise e interpretação’. A redução do conjunto de dados não foi considerada para fins desse experimento, pois, com a realização do experimento não seria obtido um conjunto muito grande de dados para análise, tornando a análise impraticável ou ineficiente. Dessa forma, técnicas de redução de dados não foram aplicadas para obter uma representação reduzida do conjunto de dados.

4.1.1 Escopo do experimento

A definição do experimento é a primeira etapa. Nessa etapa ocorreu a definição do problema, dos objetivos e de como as metas deveriam acontecer. A intenção foi explicar por que o experimento estava sendo realizado. Para isso, o autor sugere o uso do modelo Meta Pergunta Métrica (*Goal Question Metric* – GQM) (BASILI; ROMBACH, 1988) para medição de software orientada por objetivos.

O modelo GQM é uma abordagem que apoia a definição e implantação de metas de melhoramento operacionais mensuráveis, pois suporta a definição *top-down* de medidas relevantes via metas, perguntas e modelos e a análise e interpretação *bottom-up* dos dados coletados.

Wohlin et al. (2012) descreveu que o modelo de medição resultante possui três níveis, conforme ilustrado pela estrutura hierárquica na Figura 5:

Figura 5 – Ilustração do modelo Meta Pergunta Métrica (GQM)

Fonte: Adaptado de Wohlin et al. (2012)

1. Nível conceitual (meta).

- Avaliar os índices de acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA a partir de três modelos de processos de negócio.
2. Nível operacional (pergunta).
- Qual o índice de acurácia da técnica BPPA?
  - Qual o índice de reprodutibilidade da técnica BPPA?
3. Nível quantitativo (métrico).
- Valores estimados entre diversos sujeitos com baixo coeficiente de variação.
  - Baixa variação em relação ao padrão de medição entre modelos de processos de negócio diferentes.

O escopo do experimento é definido a partir das metas. Desta forma, o objetivo de um modelo de definição de metas é garantir que os aspectos importantes de uma experiência sejam definidos antes do planejamento e execução (WOHLIN et al., 2012). Para isso, o autor sugere o uso do modelo de definição de metas a seguir:

Avaliar **a técnica BPPA**

Para fins de **identificar contribuições e limitações da técnica**

Com relação à sua **capacidade de ser acurável e reprodutível**

Do ponto de vista do **analista de processos**

No contexto de **mensuração de projetos BPM para organizações**

Nesta dissertação são usadas as definições do VIM para acurácia e reprodutibilidade (BIPM et al., 2012)

- Acurácia, também conhecida como precisão, é definida pelo acordo entre a proximidade dos resultados da medição dos sujeitos e o valor real.
- Reprodutibilidade, definida pelo acordo entre os resultados das medições de diferentes sujeitos usando a mesma técnica.

4.1.2 Sujeitos do experimento

Também conhecida como amostra de uma população, a seleção dos sujeitos é um dos fatores mais delicados que podem gerar impactos nos resultados, pois a seleção está fortemente ligada à generalização dos resultados da experiência. Dessa forma, a seleção deve ser representativa para a população (WOHLIN et al., 2012).

A amostragem pode ser probabilística ou não. Na amostragem probabilística, a probabilidade de selecionar cada sujeito é conhecida e na amostragem não probabilística é desconhecida (WOHLIN et al., 2012). Assim, para fins deste estudo, não há a necessidade de se conhecer probabilisticamente os sujeitos, permitindo que a seleção ocorra por meio de amostragem não-probabilística.

As técnicas de amostragem não probabilísticas são duas: amostragem por conveniência e amostragem por cota (WOHLIN et al., 2012). Como não existia a necessidade de se obter sujeitos de vários elementos de uma população, a opção foi realizar a seleção por amostragem de conveniência, podendo assim selecionar os sujeitos com perfis mais próximos do desejado para o escopo do experimento.

O tamanho da amostra é outro fator que pode afetar os resultados ao generalizar. Quanto maior o tamanho da amostra, a probabilidade de erro se torna menor quando os resultados forem generalizados (WOHLIN et al., 2012). O tamanho da amostra também está intimamente relacionado ao poder do teste estatístico, dessa forma o planejamento de análise de dados foi definido antes da realização do experimento para reduzir um possível impacto nos resultados (WOHLIN et al., 2012).

Desse modo, o processo de seleção dos sujeitos do experimento ocorreu por meio de amostragem não probabilística por conveniência, participando do experimento alunos de graduação e pós-graduação de renomadas instituições de ensino superior. Foram 8 alunos da disciplina “Gestão computacional de processos de negócio” do Programa de Pós-graduação acadêmica *stricto sensu* em Sistemas de Informação da Universidade de São Paulo, 46 alunos da disciplina “Prática e Gerenciamento de Projetos” do terceiro ano da graduação em Sistemas de Informação da Universidade de São Paulo, e 4 alunos da disciplina “Tópicos Especiais em Computação DLXXXVII: Modelagem e Gerenciamento de Processos de Negócio” do Programa de Pós-graduação acadêmica *stricto sensu* em Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A seleção dos sujeitos do experimento com as condições descritas, evitou a aleatoriedade, permitindo absorver as propriedades e características inerentes à formação acadêmica dos sujeitos. As Tabelas 1, 2 e 3, apresentam as características dos sujeitos participantes do experimento.

A escolha por tais sujeitos se deve:

Tabela 1 – Frequência de participantes do experimento por idade

Idade	Número de participantes
20-24	51
25-29	4
30-34	3

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Tabela 2 – Frequência de participantes do experimento por formação

Gênero	Número de participantes
Feminino	10
Masculino	48

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Tabela 3 – Participantes do experimento por perfil acadêmico e profissional

Perfil	Número de participantes
Mestrando	11
Graduando	47
Profissional de medição	3
Profissional de BPMN	2

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

- Às limitações de tempo de profissionais do setor dedicarem a quantidade de horas necessária para a realização do experimento, somando-se ao tempo de deslocamento até a instituição onde os conceitos sobre a técnica e o processo de medição ocorreram – O tempo necessário para o treinamento em BPPA e a realização da contagem funcional dos modelos de processos de negócio, que demanda aproximadamente seis horas, o que torna a disponibilidade de voluntários para o experimento muito baixa.
- à conveniência de contar em grande parte com a participação de alunos da instituição em que este estudo foi conduzido – Universidade de São Paulo –, que permite que a adesão dos sujeitos seja maior em relação a seleção de sujeitos externos;
- à base intelectual de formação que os alunos participantes têm, pois todos os sujeitos selecionados deveriam ter no histórico a participação em disciplinas relacionadas a gestão de projetos, tendo cursado aulas referentes aos processos de negócio prévias a data de realização do experimento, que contribuiria para que princípios básicos em relação a modelagem de processos de negócio fossem usados como contribuição na sua realização.

4.1.3 Variáveis do experimento

Wohlin et al. (2012) explica que ao realizar uma experiência formal, objetiva-se estudar o resultado na variação de algumas das variáveis de entrada. Para isso, os dois tipos de variáveis existentes para sua experiência são utilizadas: as variáveis independentes e dependentes, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Ilustração das variáveis dependentes e independentes

Fonte: Adaptado de Wohlin et al. (2012)

As variáveis que surtem efeito sobre as variáveis independentes (ou variáveis de resposta) são chamadas variáveis dependentes. O autor explica que, muitas vezes, há apenas uma variável independente em uma experiência (WOHLIN et al., 2012). Todas as variáveis que são manipuladas e controladas em um processo experimental são chamadas de variáveis dependentes (WOHLIN et al., 2012). Neste experimento definimos duas: acurácia e reprodutibilidade, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Ilustração do processo do experimento com a técnica BPPA

Fonte: Adaptado de Wohlin et al. (2012)

A Figura 7, explica a ação das variáveis dependentes e independentes sobre um experimento que estuda o efeito da mudança de um ou mais fatores (variáveis dependentes).

Para fins deste experimento, BPPA é o fator de entrada para o design experimental. Nessa etapa os tratamentos e níveis fixos podem ser aplicados para que, com o processo experimental, seja possível medir a ação das variáveis dependentes sobre a variável independente.

Uma vez que um processo experimental é composto por um conjunto de testes que compõem o protocolo do experimento, cada um desses testes deve ser uma combinação de seus elementos, tais como: o tratamento do dado, o sujeito e o objeto.

O número de testes executados afeta o erro experimental que, por sua vez, nos ajuda a saber quanta confiança podemos colocar nos resultados do experimento (WOHLIN et al., 2012). Por exemplo, para o experimento em questão, em um teste pode ser que a pessoa X (sujeito) use sua capacidade de ser acurável e reproduzível (tratamento) para estimar a complexidade funcional de um modelo de processo de negócio (objeto), visto que a dependência de seres humanos para a execução de processos experimentais implicam na presença ou ausência de habilidades e de experiências particulares de cada sujeito de experimentações e do possível impacto causado pelo processo de aprendizagem adquirido por eles no decorrer de experimentações. Entretanto, neste experimento, variáveis de controle não são observadas, pois trata-se de uma técnica desconhecida pelos sujeitos, o que torna irrelevante a bagagem de conhecimento por ele adquirida previamente ao processo experimental, bem como a associação de conhecimento adquirido entre a realização de um experimento e outro. Desta forma, esses fatores deixam de ser impactantes, pois, para o cenário de experimentação aqui considerado, não foram encontrados impactos significativos no resultado em questão.

As variáveis dependentes acurácia e reprodutibilidade, consideradas para fins deste experimento, serão avaliadas em relação a valores de referências obtidos a partir de trabalhos relacionados à FPA, pois, devido à falta de experiências com técnicas para BPM, são os valores que melhor se relacionam com o propósito da experiência. Dessa forma, para reprodutibilidade o valor máximo esperado para a variável é de 17,67% (CONNOLLEY, 1990; LOW; JEFFERY, 1990; KEMERER, 1993) e para acurácia 10,71% (ABRAHÃO; INSFRAN, 2008; ADEM; KASIRUN, 2010; EDAGAWA et al., 2011; FRATERNALI; TISI; BONGIO, 2006; LAMMA; MELLO; RIGUZZI, 2004; MIYAWAKI; IIJIMA; HO, 2008; UEMURA; KUSUMOTO; INOUE, 2001). Esses valores serão melhor explicados nas sessões a seguir.

4.1.4 Instrumentação do experimento

A instrumentação possível para um experimento pode ser de três tipos: objetos, diretrizes e instrumentos de medição (WOHLIN et al., 2012). Dessa forma, a instrumentação usada neste experimento inclui o objeto experimental, materiais de treinamento e documentação referente a técnica BPPA.

- **Materiais de treinamento** – Os seguintes materiais de treinamento foram preparados para todas as turmas participantes do processo experimental: o slide usado na etapa de treinamento, descrevendo a técnica BPPA e o procedimento para aplicá-lo; em cada etapa da aplicação da técnica, um exemplo foi apresentado, mostrando como a técnica poderia ser aplicada, disponível no Anexo B e o poster de BPMN 2.0 com todas as diretrizes de utilização/aplicação de BPMN foi disponibilizado para que fosse consultado em caso de dúvidas com o entendimento dos fluxos dos modelos de processos de negócio, disponível no Apêndice A.

O treinamento ocorreu no período de aulas dos sujeitos, onde uma aula com duração de 1h30 foi usada para apresentar o processo completo de aplicação. Os exemplos usados durante o treinamento foram diversos, sem conexão entre si, com o objetivo de evitar direcionar o raciocínio dos participantes para um escopo específico. Todos os exemplos eram modelos de processos de negócio selecionados *ah-doc*, com o objetivo de exemplificar a realização das etapas da medição de BPPA.

- **Documentação BPPA** – O relatório técnico que descreve todas as fases e as etapas do processo de aplicação da técnica BPPA elaborado pelos autores da técnica Baklizky e Fantinato (2012) foi disponibilizado como material de apoio. Esse documento contém todas as informações pertinentes à definição de contagem funcional, às regras de sua aplicação, um dicionário com todos os termos e definições necessários para compreensão da técnica BPPA, conforme o entendimento dos autores sobre a técnica.
- **Objeto experimental** – O objeto experimental foi composto por três especificações de modelos de processo de negócio modeladas em BPMN 2.0. O modelo de processo de negócio 1 trata da modelagem de um processo de reserva de viagens, conforme apresentado no Apêndice B. Já o modelo 2 trata da modelagem de um processo de premiação Nobel, conforme apresentado no Apêndice C e, por fim, o modelo de processo de negócio 3 trata da modelagem de um processo de empréstimo bancário,

conforme apresentado no Apêndice D. Os três modelos de processos de negócio, são a base para a realização da estimativa funcional.

Junto a cada um dos modelos, um documento base para a realização da medição de cada um dos modelos foi disponibilizado. O documento em formato de edição de texto, é composto por 19 páginas, em que, em seu conteúdo, os passos da medição são escritos e lacunas para preenchimento dos valores de estimativa são sinalizados. Em alguns casos, imagens dos modelos de processos de negócio 1, 2 e 3 aparecem, a fim de que os sujeitos sinalizem através de formas e cores a resposta da etapa de medição. No início do documento base, a descrição da modelagem do processo de negócio a ser estimada é apresentada. Essa descrição foi confeccionada pelos autores deste estudo.

4.1.5 Tarefas do experimento

O experimento incluiu as seguintes tarefas experimentais: aula sobre a notação BPMN, treinamento sobre a técnica BPPA, estimativa funcional dos três modelos de processos de negócio e documentação das etapas na folha de resposta.

Na primeira etapa uma aula sobre a notação BPMN ministrada pelo prof. Dr. Marcelo Fantinato foi compartilhada com os os sujeitos de turmas que não haviam cursado essa aula em grades didáticas anteriores à data de realização do experimento. A aula em formato de vídeo foi apresentada aos sujeitos em sala de aula, anteriormente à realização do experimento e contemplou a explicação referente a todos os ícones padrões da modelagem de processos de negócio do poster de BPMN 2.0 (BERLIN, 2011).

Na segunda tarefa experimental, um treinamento sobre a técnica BPPA foi ministrado aos sujeitos. Esse treinamento contemplou a explicação de todas os passos da estimativa funcional da técnica BPPA. O material utilizado neste treinamento foi elaborado com base na relatório técnico (BAKLIZKY; FANTINATO, 2012) desenvolvido pelos autores da técnica BPPA. Esse material continha toda a teoria necessária para o entendimento da etapa e exemplos de aplicação para facilitar a compreensão da aplicação.

A tarefa de estimativa da complexidade funcional dos modelos de processos de negócio foi iniciada em seguida ao treinamento sobre a técnica BPPA. Essa tarefa foi sugerida aos sujeitos por meio de três modelos de processos de negócio a serem estimados.

Cada sujeito estimou a complexidade funcional da quantidade de modelos de processos de negócio que se sentiu confortável em relação ao tempo disponibilizado, conciliando suas demais tarefas diárias ao experimento proposto. Aos sujeitos que estimaram a complexidade funcional de mais de um modelo de processos de negócio, não lhes foi proposta uma ordem de realização, pois, foi considerado que o processo de aprendizagem entre a estimativa de um modelo de processos e outro não impactariam no resultado final.

Por fim, a última tarefa experimental foi a de transcrição dos dados de estimativa funcional para a folha de resposta, pois, conforme previsto pelos autores, há a necessidade de documentar todas as etapas de medição do processo de negócio.

4.1.6 Questões de pesquisa do experimento

A fim de avaliar se a técnica BPPA é reprodutível e acurável, duas questões de pesquisa foram definidas, abordando as variáveis dependentes em relação à variável independente.

- **Acurácia:**

- QP_1 – A técnica BPPA apresenta um coeficiente de variação de acurácia igual ou inferior a 10,71%, ou seja, a técnica BPPA apresenta um grau de acurácia equivalente ou menor que o valor de referência?

- **Reprodutibilidade:**

- QP_2 – A técnica BPPA apresenta um coeficiente de variação de reprodutibilidade igual ou inferior a 17,67%, ou seja, a técnica BPPA apresenta grau de reprodutibilidade equivalente ou menor que o valor de referência?

A capacidade de se reproduzir o valor ‘correto’ com o uso de uma técnica de medição funcional, está totalmente relacionado à precisão (acurácia), pois, apesar dos valores obtidos serem próximos entre si (reprodutibilidade), muitas vezes podem estar distantes do valor funcional considerado ‘correto’ (ABRAHAO, 2004).

4.1.7 Processo do experimento

Wohlin et al. (2012), descreve a fase operacional de um experimento em três etapas: a fase de preparação, em que escopo, sujeitos, variáveis, instrumentação, etc., são preparadas e definidas; a fase de execução, em que os sujeitos executam as tarefas definidas na etapa de definição das etapas do experimento, por meio de diferentes tratamentos; e a fase de coleta e validação dos dados, em que os dados coletados com a execução do experimento são validados. As três etapas são exibidas na Figura 8.

Figura 8 – Ilustração de um processo experimental

Fonte: Adaptado de Wohlin et al. (2012)

Mesmo que um experimento tenha sido perfeitamente planejado, os seus dados tenham sido muito bem coletados e analisados com os métodos de análise apropriados, o resultado será inválido se os sujeitos não estiverem participado do processo experimental com seriedade (WOHLIN et al., 2012).

Preparação do experimento

Um experimento com envolvimento de seres humanos é uma atividade séria que requer cuidados especiais. Dessa forma, quanto melhor forem as preparações, mais fácil será a execução o experimento. Existem dois aspectos importantes na preparação: a seleção dos participantes; e a preparação dos materiais e das ferramentas necessárias para a execução do experimento (WOHLIN et al., 2012).

No planejamento do experimento realizado com os sujeitos alunos de cursos de graduação e pós-graduação, foi alinhado com os professores que cederam as aulas para a realização do processo experimental, que um incentivo deveria ser oferecido a esses sujeitos

para que eles pudessem realizar a atividade com seriedade, sem comprometer a validade do resultado do experimento. Dessa forma, os professores responsáveis pelas aulas cedidas para a experimentação ofereceram notas semestrais para os que realizassem o experimento completo.

No primeiro contato com os sujeitos, que ocorreu em data anterior a da realização do experimento, os detalhes referentes ao experimento foram transmitidos abertamente aos possíveis participantes. Informações sobre escopo, motivação, método e impactos dos resultados foram discutidas com todos, para que tivessem noção da real importância da realização desses procedimentos com seriedade.

Execução do experimento

O experimento supracitado foi realizado no final do segundo semestre letivo de 2017 na Universidade de São Paulo e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em dias e horários letivos das turmas de graduação e pós-graduação. Todos os sujeitos receberam um treinamento presencial sobre a técnica BPPA, no qual conceitos, definições e modo de aplicação da técnica foram explicados, a partir de definições estabelecidas pelos autores da técnica BPPA registradas em seu relatório técnico (BAKLIZKY; FANTINATO, 2012).

Exemplos de aplicação da técnica foram apresentados junto a explicação de cada uma das fases de estimativa da complexidade funcional. Eles foram apresentados a partir de modelos de processos de negócio modelados em BPMN diversos, sem relação entre si, foram usados com a intenção de facilitar o entendimento e auxiliar na fixação da aprendizagem. Esse treinamento teve a duração de 1h30 e ocorreu nas salas de aula cedidas pelos professores das turmas.

Obtenção dos dados do experimento

Na aula seguinte, cada um dos sujeitos recebeu todos os instrumentos da experimentação e a partir dos conhecimentos obtidos por meio do treinamento e a possibilidade de consultar materiais de apoio e auxílio para sanar eventuais dúvidas que surgissem no decorrer do processo experimental. Os sujeitos estimaram a complexidade funcional dos modelos de processo de negócio. Todo esse processo de estimativa funcional ocorreu

em duas aulas de 1h30 cada e, em situações em que o tempo tenha sido insuficiente, os participantes tiveram a oportunidade de terminar em horário de sua preferência em até sete dias corridos.

Dois dos modelos de processo de negócio modelados em BPMN, usados na execução do experimento, foram selecionados a partir do experimento realizado pelos autores da técnica BPPA que usou os mesmos modelos de processo de negócio para avaliar a usabilidade da técnica quando ela fora desenvolvida. Esses modelos de processos de negócio estão disponíveis nos Apêndice B e C deste estudo. Já o terceiro modelo de processo de negócio foi selecionado pelos autores deste estudo, em que um modelo de processo de negócio maior e não necessariamente mais complexo foi selecionado (Apêndice D).

Validação dos dados do experimento

Durante a realização do experimento, fatores comportamentais dos sujeitos foram analisados, a fim de diminuir possíveis impactos que contribuíssem para o insucesso do experimento. Dessa forma, sujeitos que não participaram ou se atrasaram para o treinamento sobre a técnica BPPA, tiveram os resultados desconsiderados no resultado final, pois abrem precedente para a falta de informações suficientes para a realização do experimento. Essa abordagem foi feita levando em consideração de que incorreções podem ser agregadas, como sujeitos participantes que usem a navegação a internet em seus aparelhos móveis para obter mais informações sobre a técnica BPPA.

Foram desconsiderados no resultado final, também, sujeitos que demonstraram desinteresse a partir de ociosidade, navegando na internet para fins diferentes do estabelecido, usando o aparelho celular e com mais de 30% do tempo em conversas paralelas. Por fim, sujeitos que apresentaram valores extremos tiveram seus valores desconsiderados do resultado final, pois, comprometeriam grandemente o resultado final da experimentação.

De todo modo, todos os resultados foram analisados de forma estratificada conforme apresentado nas linhas 2 e 3 das Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 entretanto, o resultado final considerado para o experimento exclui essas situações.

Análise e interpretação do experimento

Com base nos números de BPPs calculados pelos sujeitos, avaliações referentes à acurácia e à reprodutibilidade foram realizadas. Os valores reais foram calculados

previamente pelos pesquisadores proponentes, por serem os únicos especialistas em BPPA. A Tabela 4 apresenta os valores reais considerados. A definição desses valores foi definida da seguinte forma: para os modelos 1 e 2 os valores definidos pelos autores da técnica BPPA foram considerados e para o modelo 3, a média entre os dois autores desta dissertação foi considerada.

Tanto para fins de cálculo de acurácia quanto de reprodutibilidade, para obtermos os valores referentes aos coeficientes de variação, primeiro é necessário a partir da média/valor real obtidos, calcular o desvio padrão, conforme a Equação 1.

$$dp = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |x_i - m_a|^2}{n}} \quad (1)$$

Sendo,

dp = o desvio padrão

x_i = o valor na posição i no conjunto de dados

m_a = a média aritmética do conjunto de dados

n = o número de dados na população

Em seguida, o cálculo do coeficiente de variação é feito conforme a Equação 2.

$$cv = 100 * (dp/m_a) \quad (2)$$

Sendo,

cv = é o coeficiente de variação

dp = é o desvio padrão

m_a = é a média dos dados

Como referência para avaliar a acurácia e reprodutibilidade em termos de desvio padrão, foram usados valores de referência publicados na literatura sobre experimentos similares envolvendo FPA. Valores de referência de FPA foram usados devido à falta de experiências com técnicas para BPM, uma vez que se tratam de técnicas equivalentes para domínios diferentes, podendo então utilizar referências de FPA para BPPA (BAKLIZKY et al., 2017).

Segundo trabalhos relacionados à reprodutibilidade em FPA, o coeficiente de variação esperado deve ser um valor inferior a 17,67% (CONNOLLEY, 1990; LOW;

JEFFERY, 1990; KEMERER, 1993). Esse valor foi usado como referência, pois o resultado pode ser mantido sem alterações substanciais ao longo dos anos para medições de técnicas de medição funcional. Para acurácia, a comparação entre os valores encontrados pelos sujeitos com o valor real deveria resultar em um coeficiente de variação inferior a 10,71%, que é a média dos coeficientes de variação encontrados em trabalhos relacionados à acurácia para FPA (ABRAHÃO; INSFRAN, 2008; ADEM; KASIRUN, 2010; EDAGAWA et al., 2011; FRATERNALI; TISI; BONGIO, 2006; LAMMA; MELLO; RIGUZZI, 2004; MIYAWAKI; IJIMA; HO, 2008; UEMURA; KUSUMOTO; INOUE, 2001).

Para fins da avaliação da reprodutibilidade, o coeficiente de variação é obtido a partir do desvio padrão do valor calculado por cada sujeito em relação à média dos valores encontrados por todos os sujeitos. O valor do coeficiente de variação encontrado foi comparado ao valor de referência 17,67%, porque para que seja classificada como reprodutível a técnica deve obter um valor equivalente ou inferior a esse valor de referência.

Para fins da avaliação da acurácia, foram verificados os desvios padrões entre os valores calculados por cada sujeito em relação ao valor real e, ao fim, a média de todos os desvios padrões. O valor do coeficiente de variação encontrado foi comparado ao valor de referência de 10,71%, porque para que seja classificada como acurável, a técnica deve obter um valor equivalente ou inferior a esse valor de referência.

A avaliação dos resultados obtidos com a realização do experimento foi realizada usando estatística descritiva, com o objetivo de avaliar as questões de pesquisa, de modo a obter informações o suficiente para identificar se a técnica BPPA é reprodutível e acurável e, conseqüentemente, suas limitações.

4.2 Resultados do experimento

Durante o treinamento prévio sobre a técnica BPPA aos sujeitos, uma avaliação comportamental foi realizada a fim de identificar fatores que pudessem impactar negativamente o resultado do experimento, conforme discutido na seção 4.1.7.

As Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 das subseções a seguir, apresentam os valores para três grandes grupos de análise de resultados: os que consideram todos os valores obtidos, independente dos valores desconsiderados, totalizando 137 estimativas de complexidade funcional analisadas; os que desconsideraram atrasos e ociosidades, excluindo 53 esti-

mativas, restando 84 estimativas válidas; e os que além de desconsiderarem atrasos e ociosidades, também desconsideraram valores extremos, excluindo mais 15 estimativas, totalizando 69 estimativas válidas. Dessa forma, é possível fazer um comparativo entre os três grandes grupos e, assim, compreender o impacto negativo que os valores que foram desconsiderados geram sobre o valor final.

Acurácia

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam os resultados obtidos com a avaliação da acurácia. As primeiras colunas das tabelas identificam os grupos de análise, em que cada grupo é composto por uma média de um desvio padrão e de um coeficiente de variação. A linha ‘valor real’ representa o valor esperado com relação à estimativa obtida em BPPs, esse valor foi previamente definido pelos pesquisadores proponentes. A linha ‘desvio padrão’ representa o desvio padrão em relação ao valor real definido e, finalmente, a linha ‘coeficiente de variação’ representa o valor encontrado para o cálculo do coeficiente de variação. As tabelas são separadas, também, por fases de estimativa funcional como nas Tabelas 5 e 6, que apresentam as estimativas funcionais da etapa de dados e da etapa de transações.

4.2.1 Resultados de acurácia

Para fins de estimativa da acurácia, o coeficiente de variação é calculado com base no desvio padrão de cada estimativa de BPPs feita pelos sujeitos em relação ao valor real estimado pelos pesquisadores proponentes. Desse modo, considerando para fins de análise, todas as estimativas iniciais, sem casos a serem desconsiderados, englobando as fases de estimativa funcional de dados e de transações, para o modelo de processos de negócio 1, o coeficiente de variação foi de 85,08%, para o modelo de processos de negócio 2, o coeficiente de variação encontrado foi de 97,06% e para o modelo de processos de negócio 3, coeficiente de variação foi de 132,64%, conforme apresentado na Tabela 4.

Quando desconsideramos os resultados de estimativas de sujeitos que foram classificados com atrasos e ociosidades para os mesmos modelos de processos de negócio, obtivemos coeficientes de variação de 64,34%, 53,44% e 93,58%, respectivamente. Por fim, desconsiderando os resultados de estimativas que, além de serem classificados como atrasos e ociosidade, apresentaram valores extremos, para os mesmos modelos de processos

de negócio citados acima, um coeficiente de variação de 63,81% foi obtido para o modelo de processo de negócio 1, o coeficiente de variação de 43,36% foi obtido para o modelo de processos de negócio 2 e 60,15% foi o coeficiente de variação obtido para o modelo de processos de negócio 3, para a estimativa total de BPPs.

Tabela 4 – Análise da acurácia da técnica BPPA - resultado total BPPs

		Total de BPPs		
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
contando	Valor real	53	70	53,50
todos	Desvio padrão	45,09	67,94	70,96
os valores	Coeficiente de variação	85,08%	97,06%	132,64%
sem contar	Valor real	53	70	53,50
atrasos e	Desvio padrão	34,10	37,41	50,07
ociosidade	Coeficiente de variação	64,34%	53,44%	93,58%
sem contar atrasos,	Valor real	53	70	53,50
ociosidade e	Desvio padrão	33,82	30,36	32,18
valores extremos	Coeficiente de variação	63,81%	43,36%	60,15%
Valor de referência	$\leq 10,71\%$			

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Tabela 5 – Análise da acurácia da técnica BPPA - resultado funções de dados

		Funções de dados		
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
contando	Média	19	35	31,5
todos os	Desvio padrão	16,72	48,10	47,50
valores	Coeficiente de variação	88,02%	137,43%	150,78%
sem contar	Média	19	35	31,5
atrasos e	Desvio padrão	12,66	26,62	30,93
ociosidade	Coeficiente de variação	66,61%	76,06%	98,20%
sem contar atrasos,	Média	19	35	31,5
ociosidade e	Desvio padrão	12,09	39,25	30,02
valores extremos	Coeficiente de variação	63,61%	112,13%	95,31%
Valor de referência	$\leq 17,67\%$			

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Na estimativa funcional de dados, considerando todas as etapas de medição para o modelo de processos de negócio 1, o coeficiente de variação estimado foi de 88,02%, conforme apresentado na Tabela 5. Ao se desconsiderar os resultados de estimativas de sujeitos classificados com atrasos e ociosidade, o modelo de processo de negócio 1 apresenta 66,61% e, desconsiderando também valores extremos, o coeficiente de variação foi de 63,61%.

Já no modelo de processos de negócio 2, cerca de 137,43%, 76,06% e 112,13%, respectivamente, foram os valores observados para o coeficiente de variação para cada

um dos três grupos. Por fim, para o modelo de processos de negócio 3, a estimativa do coeficiente de variação obtido para cada um dos três grupos foi de 150,78%, 98,20% e 95,31%, respectivamente.

Tabela 6 – Análise da acurácia da técnica BPPA - resultado funções de transações

		Funções de transações		
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
contando todos os valores	Média	34	35	22
	Desvio padrão	37,39	42,46	33,74
	Coeficiente de variação	109,97%	121,30%	153,36%
sem contar atrasos e ociosidade	Média	34	35	22
	Desvio padrão	27,16	25,73	24,64
	Coeficiente de variação	79,89%	73,52%	111,98%
sem contar atrasos, ociosidade e valores extremos	Média	34	35	22
	Desvio padrão	13,08	51,38	38,45
	Coeficiente de variação	38,48%	146,81%	174,76%
Valor de referência		$\leq 17,67\%$		

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Na estimativa funcional de transações, como é apresentado na Tabela 6, para o modelo de processos de negócio 1, considerando todas as estimativas iniciais, o coeficiente de variação de 109,97% foi estimado, para o modelo de processos de negócio 2, 121,30% e para o modelo de processos de negócio 3, o coeficiente de variação de foi de 153,36%. Quando descon sideradas as estimativas de sujeitos que foram classificados como atrasos e ociosidade, para o modelo de processos de negócio 1, a variação foi de 79,89%, para o modelo de processos de negócio 2, 73,52% e para o modelo de processos de negócio 3, o coeficiente de variação foi de 111,98%.

Por fim, ao se descon siderar as estimativas de sujeitos que tiveram suas respostas classificadas com valores extremos, obtivemos como coeficiente de variação para o modelo de processos de negócio 1, 38,48%, para o modelo de processos de negócio 2, 146,81% e para o modelo de processos de negócio 3, um coeficiente de variação de 174,76%.

4.2.2 Análise dos resultados de acurácia

O valor de referência para acurácia para fins de análise desse trabalho de pesquisa, indica que o resultado obtido com o coeficiente de variação deve ser menor ou igual a 10,71%. Os valores apresentados na subseção anterior, referentes aos resultados obtidos por meio do experimento realizado, mostram que em todas as etapas de medição, para

todos os modelos de processos de negócio, os resultados são demasiadamente maiores que o valor de referência. Assim, nesta subseção, são apresentadas discussões e comparativos, que auxiliaram a encontrar problemas no processo de estimativa funcional, que tenham auxiliado na obtenção de resultados tão distantes em relação ao valor de referência.

Com base nos resultados apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6, é possível perceber que não há importância do distanciamento dos valores obtidos na etapas de estimativa funcional de dados e de transações, pois aqui se preocupa com o distanciamento dos valores obtidos em relação ao valor real. Entretanto, é possível perceber que esse distanciamento acontece em todas as etapas de medição, para todos os grupos de análise.

É notável que os dados de acurácia tem um grande distanciamento em relação ao valor de referência. Os coeficientes de variação obtidos são em média 5,21 vezes superiores ao valor de referência de 10,71%. O modelo de processos de negócio 1, obteve um coeficiente de variação de 63,81%, um valor 5,96% superior ao valor de referência. O modelo de processos de negócio 2, obteve como coeficiente de variação 43,36% e o modelo de processos de negócio 3, obteve 60,15%. Esses valores são 4,05% e 5,62% vezes maiores, respectivamente, que o valor de referência para cada um dos modelos de processo.

Para o cálculo das funções de dados valores de coeficiente de variação de 63,61%, 112,13% e 95,31% foram obtidos respectivamente para os modelos de processos de negócio 1, 2 e 3. Já em relação a funções de transações, os valores 38,48%, 146,81% e 174,76% foram obtidos. Esses valores são 1,31 e 1,83 vezes maiores nas etapas de estimativas funcionais de transações do que na etapa de estimativa funcional de dados para os modelos de processos de negócio 2 e 3. Entretanto, o modelo de processos de negócio 1 obteve valores 1,65 vezes inferior nas funções de transações em relação as funções de dados.

Mesmo quando as variações dos resultados são analisadas, por meio da desconsideração dos grupos de sujeitos que apresentaram resultados comportamentais diferentes do esperado no decorrer do processo experimental, os resultados são demasiadamente superiores ao valor de referência.

Na estimativa funcional de dados, o modelo de processo de negócio 1 apresentou uma melhora de 1,38%, quando todos os fatores comportamentais citados são desconsiderados do processo experimental. O mesmo processo aconteceu para o modelo de processo de negócio na estimativa funcional de transações, em que houve uma melhora de 2,86%, o que representa na estimativa total, uma diminuição no coeficiente de variação de 1,33%.

Para o modelo de processos de negócio 2, na estimativa funcional de dados, foi notada uma melhora de 1,23% quando os fatores comportamentais são desconsiderados do experimento. Na estimativa funcional de transações a melhora foi de 0,83%, o que representa na estimativa total de BPPs para o modelo de processo de negócio 2, um total de 2,24% no coeficiente de variação. E, por fim, para o modelo de processo de negócio 3, foi observado para a estimativa funcional de dados uma melhora de 1,58%, para a estimativa funcional de transações 0,88%, resultando na estimativa total de BPPs uma redução de 2,20% no coeficiente de variação.

Os dados obtidos nos resultados da experimentação para acurácia, apresentaram baixos índices de acurácia para todos os modelos de processos de negócio experimentados neste estudo.

Reprodutibilidade

As Tabelas 7, 8 e 9 apresentam os resultados obtidos com a avaliação da reprodutibilidade. As primeiras colunas das tabelas identificam os grupos de análises, cada grupo é composto por uma média, um desvio padrão e um coeficiente de variação. A linha ‘media’ representa a média entre os resultados de todos os sujeitos do grupo em questão. A linha ‘desvio padrão’ representa o desvio padrão em relação à média e, por fim, a linha ‘coeficiente de variação’ representa o valor encontrado para o cálculo do coeficiente de variação. As tabelas são separadas também por fases de estimativa funcional, como apresentado nas Tabelas 8 e 9.

4.2.3 Resultados de reprodutibilidade

Para fins de estimativa de reprodutibilidade, o coeficiente de variação é calculado com base no desvio padrão da média dos resultados obtidos pelos sujeitos. Desse modo, considerando todas as estimativas de complexidades funcionais, conforme apresentado na Tabela 7, englobando as fases de estimativa funcional de dados e de funções de transações, para o modelo de processos de negócio 1, o coeficiente de variação foi de 53,81%, para o modelo de processos de negócio 2, o coeficiente de variação foi de 48,22% e para o modelo de processos de negócio 3, o coeficiente de variação encontrado foi de 46,15%.

Ainda para o cálculo total de BPPs, desconsiderando resultados de estimativas de sujeitos que foram classificados em atrasos e ociosidades para os mesmos modelos de

processos de negócio 1, 2 e 3, obtivemos coeficientes de variação de 34%, 43,64% e 42,14%, respectivamente. E, finalmente, desconsiderando resultados de estimativas que além serem classificados como atrasos e ociosidade, apresentaram valores extremos para o modelo de processos de negócio 1, um coeficiente de variação de 30,92% foi obtido, para o modelo de processos de negócio 2, um índice de 35,04% e para o modelo de processos de negócio 3, um índice de 37,56% referente ao coeficiente de variação para a estimativa total de BPPs.

Tabela 7 – Análise da reprodutibilidade da técnica BPPA - resultado total de BPPs

		Total de BPPs		
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
contando todos os valores	Média	34,08	67,67	75,10
	Desvio padrão	18,34	32,63	34,65
	Coeficiente de variação	53,81%	48,22%	46,15%
sem contar atrasos e ociosidade	Média	37,74	69,06	80,07
	Desvio padrão	12,83	30,14	33,74
	Coeficiente de variação	34,00%	43,64%	42,14%
sem contar atrasos, ociosidade e valores extremos	Média	34,35	54,5	67,78
	Desvio padrão	10,62	19,10	25,46
	Coeficiente de variação	30,92%	35,04%	37,56%
Valor de referência		$\leq 17,67\%$		

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Na etapa de função de dados, apresentada na Tabela 8, considerando todas as estimativas participantes para o modelo de processos de negócio 1, o valor encontrado para o coeficiente de variação é de 45,48%, quando desconsiderados os resultados de estimativas de sujeitos classificados com atrasos e ociosidade esse mesmo processo de negócio apresenta 34,29% e desconsiderando também valores extremos o coeficiente de variação fica 36,29%.

Para o modelo de processo de negócio 2, 54,71%, 48,90% e 52,34% foram calculados como coeficiente de variação para os grupos que consideram todas as estimativas, os que excluem atrasos e ociosidade e os que excluem também valores extremos, respectivamente. Assim, para esta etapa, para o modelo de processo de negócio 3, o coeficiente de variação obtido para cada um dos três grupos foi de 44,93%, 41,66% e 34,30%, respectivamente.

Tabela 8 – Análise da reprodutibilidade da técnica BPPA - resultado funções de dados

		Funções de dados		
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
contando todos os valores	Média	21,45	48,67	50,34
	Desvio padrão	9,76	26,63	22,62
	Coefficiente de variação	45,48%	54,71%	44,93%
sem contar atrasos e ociosidade	Média	21,7	44,97	49,04
	Desvio padrão	7,44	21,99	20,43
	Coefficiente de variação	34,29%	48,90%	41,66%
sem contar atrasos, ociosidade e valores extremos	Média	20,61	37,32	43,65
	Desvio padrão	7,48	19,53	14,97
	Coefficiente de variação	36,29%	52,34%	34,30%
Valor de referência	$\leq 17,67\%$			

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Tabela 9 – Análise da reprodutibilidade da técnica BPPA - resultado funções de transações

		Funções de transações		
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
contando todos os valores	Média	12,63	19,00	24,76
	Desvio padrão	12,72	18,96	21,00
	Coefficiente de variação	100,71%	99,79%	84,83%
sem contar atrasos e ociosidade	Média	16,04	24,10	31,04
	Desvio padrão	9,57	20,42	20,36
	Coefficiente de variação	59,67%	84,73%	65,62%
sem contar atrasos, ociosidade e valores extremos	Média	13,74	17,18	24,13
	Desvio padrão	7,47	12,21	11,48
	Coefficiente de variação	54,34%	71,07%	47,57%
Valor de referência	$\leq 17,67\%$			

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Na etapa de estimativa de funções de transações, apresentada na Tabela 9, para o modelo de processos de negócio 1, considerando todas as estimativas, um coeficiente de variação de 110,71% foi encontrado. Para o modelo de processos de negócio 2, a variação foi de 99,79%. Para o modelo de processos de negócio 3, a variação foi de 84,83%.

Nessa perspectiva, salienta-se que quando desconsideradas as estimativas de sujeitos classificados com atrasos e ociosidade, para o modelo de processos de negócio 1, a variação foi de 59,67%, para o modelo de processos de negócio 2, a variação foi de 84,73% e para o modelo de processos de negócio 3, a variação foi de 65,62%.

Portanto, quando desconsiderados também, as estimativas de sujeitos classificados com resultados de valores extremos para o modelo de processos de negócio 1, foi obtido

um coeficiente de variação de 54,34% para o modelo de processos de negócio 2, a variação foi de 71,07% e para o modelo de processos de negócio 3 a variação foi 47,57%.

4.2.4 Análise dos resultados de reprodutibilidade

Partindo do princípio de que, para fins da análise deste trabalho de pesquisa o valor de referência para reprodutibilidade deve ser menor ou igual a 17,67%, os valores obtidos por meio do experimento realizado apresentados na subseção anterior mostram que, para todas as etapas e para os três modelos de processos de negócio em questão, os resultados são demasiadamente maiores do que o esperado.

Dessa forma, nesta subseção, são apresentadas discussões e comparativos, que ajudam a traçar um primeiro raciocínio para auxiliar a encontrar pontos de potências problemas no processo de estimativa funcional que justifiquem tamanha discrepância nos valores obtidos.

Com os resultados obtidos e apresentados nas Tabelas 8 e 9, é possível notar que apesar do processo de estimativa funcional ser dividido em apenas duas etapas principais, os resultados das duas etapas são muito distantes. O coeficiente de variação encontrado para a etapa de estimativa funcional de dados é demasiadamente menor do que o resultado obtido na etapa posterior de estimativa funcional de transações para os três modelos de processos de negócio usados nesse processo experimental.

Entretanto, apesar da etapa de estimativa funcional de transações ter resultado em valores demasiadamente superiores a estimativa funcional de dados, os valores resultantes na estimativa funcional de dados também não apresentaram um índice satisfatório de reprodutibilidade para nenhum dos três modelos de processos de negócio usados na experimentação.

Novamente, mesmo com as descon siderações dos grupos comportamentais, os resultados permanecem demasiadamente superiores que o valor de referência. Na estimativa funcional de dados, o modelo de processo de negócio 1 apresentou uma melhora de 1,25%, na estimativa funcional de transações houve uma melhora de 1,85%, o que representa na estimativa total, uma diminuição no coeficiente de variação de 1,74%, excluindo os fatores comportamentais.

Para o modelo de processos de negócio 2, na estimativa funcional de dados, houve uma melhora de 1,05%, na estimativa funcional de transações a melhora foi de 1,40%, e na estimativa total de BPPs, um total de 1,38% de melhora no coeficiente de variação.

Por fim, para o modelo de processo de negócio 3, foi observado uma melhora de 1,31% para a estimativa funcional de dados, para a estimativa funcional de transações 1,78%, e na estimativa total de BPPs uma redução de 1,23% no coeficiente de variação.

Com essa análise é possível se observar uma melhora nos índices de reprodutibilidade, todavia, manteve-se, para todos os casos, muito distante do valor ideal de variação de menor ou igual a 17,67%. Apesar disso, é possível notar que na etapa de estimativa funcional de transações, o coeficiente de variação no modelo de processos de negócio 1 foi 1,49 vezes maior que na estimativa funcional de dados para o mesmo modelo de processos de negócio. O mesmo processo ocorre para o modelo de processos de negócio 2, em que o coeficiente de variação foi 1,36 vezes maior, assim como o modelo de processos de negócio 3, em que coeficiente de variação foi 1,38 vezes maior que a estimativa funcional de dados.

Dessa forma, é possível identificar que para todos os modelos de processos de negócio, houve um índice de variação maior na etapa de estimativa funcional de transações em relação à estimativa funcional de dados, o que abre precedente pra a realização de uma investigação mais adequada pelos reais motivos de uma discrepância maior de valores nessa etapa.

É possível confirmar com a realização desse experimento que a técnica BPPA permite maior reprodutibilidade na etapa de estimativa funcional de dados que na etapa de estimativa funcional e transações com esses sujeitos.

Os resultados do experimento apontam que para o caso analisado a técnica BPPA apresentou baixos índices de reprodutibilidade, pois os valores obtidos estão em média 1,96 vezes maiores em relação ao valor de referência. O modelo de processos de negócio 1 obteve um coeficiente de variação de 34%, um valor em média 1,93 vezes maior que o valor de referência de 17,67%. Os modelos de processo de negócio 2 e 3, obtiveram coeficientes de variação de 43,64% e 42,14%, respectivamente, valores 2,47 e 2,39 vezes maiores que o valor de referência.

Para a estimativa funcional de dados valores de coeficiente de variação de 34,29%, 48,90% e 41,66% foram encontrados para os modelos de processo de negócio 1, 2 e 3. Já nas funções de transações 59,67%, 84,73% e 65,62% foram encontrados para os coeficientes de

variação dos mesmos modelos. Valores em média 1,74, 1,73 e 1,57 vezes, respectivamente, maiores que os obtidos na estimativa funcional de dados.

Os valores obtidos na estimativa funcional do modelo de processo de negócio 1 obtiveram um coeficiente de variação de 30,92%, um valor 1,75 vezes maior que o valor de referência de 17,67%. Um fenômeno similar a isso ocorreu com os modelos de processo de negócio 2 e 3, em que 35,04% e 37,56%, nessa ordem, foram obtidos como coeficiente de variação resultando em 1,98 vezes e 2,16 vezes, respectivamente, maiores que o valor referência citado para o resultado total do cálculo de BPPs.

Em relação à estimativa funcional de dados, obteve-se coeficientes de variação de 36,29%, 52,34% e 34,30% para os modelos de processo de negócio 1, 2 e 3, respectivamente. E para a estimativa funcional de transação, coeficientes de variação de 54,34%, 71,07% e 47,57% foram obtidos para os modelos de processo de negócio 1, 2 e 3, nessa ordem. Novamente, valores de cerca 1,49, 1,36 e 1,38 vezes maiores que os referentes ao coeficiente de variação para funções de dados.

5 Avaliação do experimento

Após a realização do experimento descrito no capítulo anterior ter obtido resultados com baixos índices de acurácia e de reprodutibilidade da técnica BPPA, julgou-se necessário abrir precedente para compreender as principais razões pelas quais não foi possível classificar a técnica como acurável e reprodutível. Dessa forma, uma entrevista semiestruturada foi realizada com alguns dos sujeitos do processo experimental, com o objetivo de obter percepções sobre o processo de estimativa funcional dos BPPs.

A entrevista semiestruturada foi considerada o melhor método para a obtenção da percepção dos sujeitos do experimento em relação ao processo de estimativa funcional dos BPPs, bem como do relatório técnico disponibilizado para consulta, do treinamento contemplado e do protocolo de realização seguido, pois, trata-se da maneira que melhor contempla a capacidade de conhecer o que os participantes do processo experimental têm a dizer sobre todo o procedimento que realizaram.

Este capítulo apresenta em duas seções a avaliação do experimento realizado. A primeira seção apresenta o protocolo seguido para avaliar o experimento com base nos resultados de acurácia e reprodutibilidade obtidos e apresentados no capítulo anterior. A segunda seção apresenta os resultados obtidos com a avaliação do experimento.

5.1 *Protocolo da avaliação do experimento*

Este protocolo descreve os passos seguidos para a realização da avaliação do experimento realizado, a fim de entender os principais pontos que levaram a obtenção de resultados com índices tão baixos de acurácia e reprodutibilidade da técnica avaliada. Este estudo foi realizado com a intenção de apresentar por meio qualitativo indicativos que justifiquem resultados quantitativos expressivamente ruins.

As subseções que se seguem, enfocam em apresentar o passo a passo da estruturação realizada para qualificar esse estudo. Na primeira subseção a seleção dos sujeitos é apresentada, a segunda subseção apresenta a elaboração das perguntas que compõem o roteiro da entrevista, posteriormente, a formulação das questões de pesquisa da avaliação do experimento é apresentada, na subseção quatro o processo de registro e transcrição da entrevista é apresentado, depois, a condução da entrevista é explicada, a sexta subseção

apresenta a análise dos dados da entrevista, em seguida a apresentação dos resultados da entrevista é apresentada e ao final, a avaliação dos resultados da avaliação é apresentado.

5.1.1 Sujeitos da avaliação

A entrevista aconteceu no semestre seguinte ao da realização do experimento e ocorreu independente de turmas regulares, pois, nem todos os sujeitos foram necessários para essa etapa. Assim como na seleção dos sujeitos do experimento, a amostragem foi não probabilística por conveniência, pois não há a necessidade de se conhecer probabilisticamente os sujeitos e podendo, assim, selecionar os sujeitos com maior facilidade de contato dado que os alunos em grande maioria já se formaram e não tem mais vínculo com as Universidades.

Foram 137 estimativas de complexidade funcional obtidas com a aplicação do experimento, realizados por 58 sujeitos. Desse modo, a seleção dos sujeitos aconteceu por meio de amostragem não probabilística por conveniência, em que foram selecionados cerca de 10% dos sujeitos, a fim de não gerar impactos sobre possível generalização dos resultados. Seis sujeitos com disponibilidade para participar da entrevista individual com duração média de 25 minutos, podendo ser realizada presencialmente por videoconferência foram selecionados.

Os sujeitos são identificados neste estudo por meio numeração sequencial, de 1 a 6, conforme a Tabela 12. As Tabelas 10, 11 e 12 apresentam os perfis dos sujeitos entrevistados.

Tabela 10 – Frequência de participantes da entrevista por gênero

Gênero	Número de participantes
Feminino	3
Masculino	3

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Tabela 11 – Frequência de participantes da entrevista por experiência

Experiência	Número de participantes
Medição funcional	2
BPMN	2
Nenhuma	4

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Tabela 12 – Participantes da entrevista por perfil acadêmico e profissional

Perfil	Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3	Sujeito 4	Sujeito 5	Sujeito 6
Mestrando		X				X
Graduando	X		X	X	X	
Profissional de medição						
Profissional de BPMN	X					X

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Os sujeitos não tiveram suas identidades divulgadas e aceitaram participar da entrevista com fins acadêmicos e ter suas opiniões expostas neste estudo. Todos os sujeitos dessa etapa da pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento disponível no Anexo C desta dissertação e estão de acordo com suas intenções.

5.1.2 Roteiro da entrevista da avaliação

Por se tratar da condução de uma entrevista semiestruturada e pelo tempo pre-determinado para sua realização, poucas perguntas foram elaboradas para o roteiro de condução da entrevista. A intenção a pré-elaboração de perguntas para a condução da entrevista, teve o objetivo de ser capaz de conduzir um diálogo de forma consistente e sistemática visando a obter respostas elaboradas, de modo que os entrevistados não se sentissem presos a um roteiro pré-estabelecido, nem pressionados a optar por respostas pré-estabelecidas, sem a possibilidade de opinarem e se expressarem sobre o assunto.

A elaboração das perguntas que contemplam a entrevista tem o objetivo de cercar o diálogo para a obtenção de informações qualitativas sobre potenciais problemas que tenham sido notados pelos sujeitos na construção do experimento, na elaboração do treinamento, no relatório técnico, na condução das etapas do experimento e em outro possível momento notado por eles. Toda e qualquer informação de relevância qualitativa que auxiliasse no entendimento de falhas no experimento como um todo foi considerada na condução da entrevista.

Desse modo, oito perguntas foram elaboradas de modo que em média houve 3,1 minutos para a discussão de cada pergunta, com os sujeitos. Essas perguntas seguem os sete tipos de perguntas apontados anteriormente e são:

1. Quanto você se recorda do experimento realizado no semestre anterior?
2. Quanto você se dedicou à realização do experimento?

3. Quanto de dificuldade você sentiu na realização do experimento?
4. Os materiais de apoio foram suficientes para seu completo entendimento sobre a realização do experimento?
5. Você identificou problemas de ambiguidade, incompletude ou incoerência na realização do experimento? Quais?
6. Você acredita que o tempo disposto para a realização do experimento foi suficiente? Por quê?
7. Você estava em um período com mais/menos tempo para se dedicar ao experimento comparado com seu ritmo normal?
8. O que você acredita que tenha contribuído para que os resultados obtidos com a realização do experimento tenham sido tão ruins? (relatório técnico, treinamento, duração do processo, dedicação dos participantes, técnica mal formulada, má condução do processo de experimentação, mau planejamento, etc)

Apesar da elaboração das perguntas acima, sons vocais, expressões corporais, silêncio e olhares questionadores foram utilizados como ferramenta de obtenção de maiores informações relacionadas a cada um dos pontos quando notado que as respostas obtidas pelos sujeitos não foram suficientes.

5.1.3 Questões de pesquisa da avaliação

Os dados obtidos com a condução das entrevistas foram analisados com base em sete questões de pesquisa identificadas como potenciais focos de problemas que auxiliaram a obtenção de resultados tão distantes do esperado, elas são:

- **Questão de Pesquisa A:** A técnica BPPA

- QP_A – A técnica BPPA é falha?

Essa questão de pesquisa verifica a formulação da técnica, conforme apresentada por Baklizky et al. (2013), verificando a possibilidade de existirem erros em sua formulação.

- **Questão de Pesquisa B:** Os materiais de apoio que descrevem a técnica BPPA

- QP_B – Os materiais de apoio que descrevem a técnica BPPA produzidos pelos autores da técnica é falho?

Essa questão de pesquisa verifica a qualidade dos materiais de apoio que descrevem a técnica BPPA desenvolvido pelos autores da técnica, em que conceitos, definições e protocolo de aplicação da estimativa funcional dos BPPS são apresentados, a fim de entender se houve margem para erro que justifique os resultados obtidos com a experimentação.

- **Questão de Pesquisa C:** O treinamento sobre a técnica BPPA

- QP_C – O treinamento sobre a técnica BPPA ministrado aos sujeitos foi falho?

Essa questão de pesquisa verifica a validade do treinamento sobre a técnica BPPA ministrado aos sujeitos sobre a técnica BPPA, anteriormente a execução do experimento, verificando possíveis falhas que justifiquem os resultados obtidos com a experimentação;

- **Questão de Pesquisa D:** O tempo de realização do experimento

- QP_D – O tempo destinado à realização do processo experimental foi suficiente?

Essa questão de pesquisa verifica se o tempo determinado para a realização do experimento foi suficiente, considerando as demais atividades acadêmicas, profissionais, familiares, etc dos sujeitos, gerando ou não impactos sobre o resultado do experimento.

- **Questão de Pesquisa E:** O tamanho do processo experimental

- QP_E – O processo experimental foi longo?

Essa questão de pesquisa verifica se o tamanho do experimento proposto era demasiadamente longo, permitindo que houvesse perda de foco, de atenção e de produtividade dos sujeitos, de modo a agregar potenciais problemas que acarretassem resultados insatisfatórios ao experimento.

- **Questão de Pesquisa F:** O projeto piloto

- QP_F – Faltou o projeto piloto?

Essa questão de pesquisa verifica se a ausência da realização de um experimento piloto gerou impactos sobre a qualidade dos resultados obtidos com a realização do processo experimental.

- **Questão de Pesquisa G:** A dedicação dos participantes

- QP_G – Os participantes dedicaram o seu máximo?

Essa questão de pesquisa verifica se a dedicação dos sujeitos destinada à realização do experimento foi suficiente para a obtenção de bons resultados no processo experimental, evitando que demais fatores externos tenham impactado na qualidade do experimento realizados.

5.1.4 Registro e transcrição da entrevista da avaliação

As entrevistas realizadas com os sujeitos foram registradas por meio de gravação de áudio autorizada. A gravação foi a forma mais eficiente encontrada para que informações relevantes não fossem perdidas ou esquecidas. Com a gravação de áudio da entrevista é possível retomar quantas vezes forem necessárias as perguntas e as respostas obtidas no diálogo com os sujeitos do experimento. Porém, é importante lembrar que todas as gravações de entrevistas precisam ser transcritas (TEIJLINGEN, 2014). Dessa forma, a transcrição das entrevistas aconteceu nas semanas seguintes as de sua realização, a partir das quais, as informações de todas as entrevistas podem ser encontradas no Apêndice D desta dissertação.

5.1.5 Condução da entrevista da avaliação

A condução da entrevista semiestruturada aconteceu no mês de julho de 2018, após prévio agendamento com os sujeitos, tendo duração média de 25 minutos e foram realizadas presencialmente ou por videoconferência. Todos os sujeitos foram informados sobre a intenção da entrevista, em uma conversa inicial e foram lembrados do processo experimental ao qual foram submetidos, de modo a auxiliar na obtenção de lembranças sobre o experimento que ocorreu 8 meses antes da condução da entrevista. Um resumo dos resultados obtidos foi apresentado, visando a salientar a importância da etapa qualitativa do estudo.

Nesse momento, o Termo de Consentimento foi entregue aos sujeitos em duas vias para que fossem assinados, das quais uma ficou em posse deles e a outra foi devolvida. Após os trâmites iniciais, a entrevista foi conduzida, tendo o áudio gravado e transcrito para fins da análise desta etapa do trabalho da pesquisa. O Termo de Consentimento

explicava que os dados obtidos por meio da entrevista semiestruturada seriam usados exclusivamente para fins acadêmicos e garantia o anonimato dos participantes.

5.1.6 Análise dos dados da entrevista da avaliação

A análise dos dados coletados por meio da entrevista semiestruturada ocorreu pelo método de análise de conteúdo. Esse método é conhecido como um conjunto de técnicas de pesquisa com o objetivo de encontrar o sentido de um documento (VIEIRA; ZOUAIN, 2005), é uma técnica quantitativa usada por meio de medidas padronizadas aplicadas a unidades métricas definidas usadas para caracterizar e comparar documentos (CAMPOS et al., 2004). Além disso, tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação (BARDIN, 2011), muito usada em estudos qualitativos.

A análise de conteúdo auxilia as descrições sistemáticas, sendo elas qualitativas ou quantitativas, ajudando a reinterpretar as descrições textuais, neste caso, de entrevistas transcritas, atingindo compreensões em relação aos seus significados, por meio de categorizações capazes de representar todo o conteúdo obtido (BARDIN, 2011). O processo executado em relação a análise de conteúdo neste estudo foi realizado com o apoio da ferramenta Excel.

Godoy (1995) apresenta a utilização do método de análise de conteúdo por meio de três fases, conforme Figura 9:

Figura 9 – Método de análise de dados - análise de conteúdo

Fonte: Adaptado de Benites et al. (2016)

- A pré-análise é definida por meio de procedimentos bem definidos, embora flexíveis, em que realiza-se a chamada “leitura flutuante”, que permite conhecer o documento, fazer anotações e obter algumas impressões.
- A exploração do material busca compreender o significado dado pelos envolvidos no estudo ao corpus da pesquisa, para isso, essa fase é dividida em outras duas etapas:
  - unidades de registro – são palavras, frases ou temas repetidos ao longo dos textos e encontrados nos diferentes documentos analisados, os quais permitem traçar o perfil dos participantes e conhecer as convergências e divergências sobre algum ponto;
  - unidades de contexto – são palavras que colocam em evidência onde ocorrem os eventos das unidades de registro;
- A etapa de categorização contempla o tratamento, inferência e interpretação dos resultados. É considerada a etapa chave do processo, pois contempla a categorização de análise. Tais categorias reúnem o maior número possível de informações advindas das fontes (entrevista) e têm a intenção de relacionar e organizar os fatos.

5.2 Resultados da avaliação do experimento

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com seis sujeitos e após a transcrição, a análise de conteúdo foi realizada. Para isso, o texto obtido com as transcrições das entrevistas foi adequado ao processo de análise descrito por Bardin (2011).

A primeira etapa foi a pré-análise que ocorreu com base nos textos transcritos, em que todo o material obtido foi preparado, considerando as questões de pesquisas da avaliação deste trabalho de pesquisa, por meio da leitura flutuante. Essa etapa, compõe a base textual objetiva para a realização da codificação e análise.

Em seguida, na etapa de codificação, as unidades de registro e de contexto foram determinadas. As unidades de contexto foram construídas a partir da base textual formada na etapa anterior, e por meio da leitura e recorte do texto formado, foi possível obter mensagens e pensamentos dos sujeitos que participaram das entrevistas semiestruturadas em relação a técnica BPPA. Os recortes variaram em sua composição e tamanho e foram numerados sequencialmente.

As unidades de registro foram identificadas em cada unidade de contexto, após leitura reflexiva, buscando identificar pontos e temas que poderiam ser expressos por rótulos, palavras-chave e expressões significativas. Assim como as unidades de contexto, as unidades de registros foram numeradas com base em suas respectivas unidades de contexto e a base textual. Isso ocorreu por meio da leitura e recorte das entrevistas transcritas, buscando identificar palavras, frases e mensagens que correspondessem ao pensamento do sujeitos. Cada um desses recortes identificados foram numerados sequencialmente.

Ao fim 45 unidades de contexto e 62 unidades de registro foram definidas e podem ser encontradas com mais detalhes para consulta no Apêndice D desta dissertação.

Por fim, na etapa de categorização, as 62 unidades de registro foram agrupadas, com base no critério de semelhança de conteúdo, a elementos de análise (propriedades). Dessa forma, foi possível reduzir a quantidade de unidades de registro a um total de 19 propriedades. Essas propriedades foram novamente agrupadas, por critério de afinidade de conteúdo, a blocos de componentes de análise (sub-categorias), com o objetivo de reduzir as informações da base textual, a blocos fundamentais que auxiliam na compreensão e entendimento dos resultados, conforme apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Elementos de análise e componentes de análise da análise de conteúdo.

Elementos de análise: propriedade	Componentes de análise: sub-categorias
1. Boas recordações sobre o experimento realizado	1. Recordação sobre o experimento realizado
2. Poucas recordações sobre o experimento realizado	
3. Alta dedicação na realização do experimento	2. Dedicação ao experimento
4. Baixa dedicação na realização do experimento	
5. Média dedicação na realização do experimento	
6. Informações conflitantes no material de apoio	3. Conflito de informações
7. Difícil entendimento da técnica	4. Dificuldades de entendimento
8. Relatório técnico confuso	
9. Gerou muitas dúvidas	
10. Processo de estimativa funcional muito longo	5. Tamanho da estimativa funcional
11. A rotina não atrapalhou a realização da estimativa	6. Impactos da rotina no experimento
12. A rotina atrapalhou a realização da estimativa	
13. Nenhuma dificuldade na realização do experimento	7. Dificuldades na realização do experimento
14. Grandes dificuldades na realização do experimento	
15. Não encontrou a forma correta de executar o passo	8. Falta de informações o suficiente
16. Falta de detalhes	
17. Falta de exemplos	
18. Haviam pontos de ambiguidade e incompletude	9. Falhas textuais
19. O tempo foi suficiente	10. Duração da estimativa funcional

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

As 10 sub-categorias foram analisadas com o objetivo de encontrar pontos em comum, que permitissem novamente realizar o agrupamento de tais componentes. Essa análise resultou em 4 categorias finais, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Categorias definidas com a análise de conteúdo

ID	Categorias
1	Efeitos da execução do experimento
2	Qualidade dos materiais sobre a técnica BPPA
3	Dificuldades encontradas com a realização do experimento
4	Empenho dos sujeitos dedicado a realização do experimento

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

A Figura 10 apresenta a porcentagem do resultado da etapa de categorização. As categorias ‘Qualidade dos materiais sobre BPPA’ e ‘Dificuldades encontradas’ são apresentadas com índices de 32,26% de recorrência cada. Em seguida, a categoria ‘Efeitos da execução do experimento’, com 20,97% de recorrência e por fim a categoria ‘Empenho dedicado ao experimento’ com 14,52% de recorrência.

Figura 10 – Recorrência em porcentagem das categorias nas entrevistas

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

As categorias ‘Qualidade dos materiais sobre BPPA’ e ‘Dificuldades encontradas’ têm indicadores que apresentam os pontos mais ressaltados e apresentados pelos participantes da entrevista. Os trechos abaixo apresentam alguns desses apontamentos:

“O relatório técnico não estava detalhado o suficiente para que pudesse servir de apoio para os participantes.” – Sujeito 1.

“Por ser a primeira vez que eu estava tendo contato com a técnica, eu senti falta de ter exemplos relacionados com os modelos de processos de negócios que deveriam ser estimados. Apesar de haver exemplos, nem sempre eles contemplavam todos os tipos de atividades e de processos da notação BPMN, o que fez gerar muitas dúvidas.” – Sujeito 1.

“Houveram momentos em que eu compreendia algo de uma forma e no detalhe eu entendia de outra forma. Até precisei de ajuda e perguntei qual era a maneira correta, pois notei pontos de ambiguidade e incompletude nas documentações.” – Sujeito 3.

“Faltaram exemplos nos materiais que mostrasse como realizar as etapas, pois somente a informação textual deixou muitas dúvidas. Acabei perguntando para colegas que participaram do experimento, mas em alguns casos nem eles sabiam, ou em outros casos eles entendiam de forma diferente e isso gerava muitas dúvidas.” – Sujeito 4.

“O relatório técnico era confuso e pouco explicado, ele só serve pra quem já conhece a técnica, pois um leigo como eu que o lê não consegue entender muito. O relatório técnico foi considerado inútil por mim, pois eu não conseguia entender nada, preferi usar somente o slide do treinamento.” – Sujeito 5.

“Eu senti dificuldade sim, porque em diversos momentos que eu não tinha certeza sobre algo e procurava no relatório técnico, eu sentia ainda mais dúvida após ler. Mesmo com o treinamento que recebemos, eu tive muitas dúvidas, pois o treinamento não foi totalmente aplicado, ele apenas tentava facilitar o entendimento do que está naquele imenso texto do relatório técnico.” – Sujeito 5.

“O slide do treinamento era muito bem explicado, mas não continha exemplos para as complexidades mais difíceis e no relatório técnico não ha exemplo nenhum.” – Sujeito 6.

5.2.1 Problemas identificados no experimento

Por meio da análise do conteúdo dos dados obtidos com as entrevistas realizadas, foi possível elencar, com a recorrência e proximidade de argumentos citados pelos entrevistados, pontos de potenciais problemas no processo experimental a que os sujeitos foram submetidos. Esses pontos são discutidos nessa subseção, referenciando as citações dos entrevistados e assimilando os levantamentos aos objetivos específicos de avaliação deste estudo de mestrado.

Os trechos abaixo, das entrevistas realizadas com os Sujeitos 1, 2, apresentam dois pontos diretamente ligados aos objetivos de análise específico deste trabalho: o tempo de realização do experimento e o tamanho do processo experimental. Esses foram pontos citados por outros três sujeitos entrevistados, o que permitiu elencar esses dois pontos como alguns dos problemas relacionado a realização do experimento.

“O processo de estimativa começou a ficar muito longo a partir do modelo de processo de negócio 2. O tempo foi suficiente, mas as etapas eram muito longas e confusas devido a quantidade de atividades do modelo BPMN. Não era difícil, mas começou a demandar muito tempo para fazer a atividade.” – Sujeito 1.

“Eu não senti nenhuma dificuldade para realizar o experimento, pois achei o treinamento muito bem aplicado, os documentos muito bem escritos, mas a extensão da estimativa era muito grande, o que fez com que o foco não fosse total.” – Sujeito 2.

Esses pontos de atenção em relação ao processo de estimativa funcional dos BPPs por meio do três modelos de processos de negócio, foram apontados pelo fato dos sujeitos terem usado em média de 4 a 6 horas para realizar a estimativa funcional do modelo de processos de negócio 1, de 5 a 6 horas para estimar a complexidade funcional do modelo de processo de negócio 2 e de 6 a 9 horas para estimar a complexidade funcional do modelo de processo de negócio 3.

Previamente à realização do experimento, acreditava-se que os participantes gastariam em média 3 horas para realizar a medição de cada um dos modelos. Tempo que, apesar de longo, demandaria muito menos horas e esforço do que realmente foi usado.

Essa estimativa foi usada como referência pois foi o tempo gasto pelos pesquisadores proponentes do experimento para a realização da medição de complexidade funcional. Além disso, as folhas de respostas as quais os sujeitos estimaram a complexidade funcional com os resultados das etapas de estimativa para os modelos de processos de negócio 1, 2 e 3, continham 30, 36 e 50 folhas em média, respectivamente.

O trecho de entrevista abaixo mostra que o Sujeito 2, assim como outros dois sujeitos, alegou que haviam outras atividades acadêmicas importantes a serem realizadas em paralelo à realização do experimento. Em dois dos casos, alegam ter impactado diretamente na dedicação da realização da estimativa funcional, em outro caso o impacto foi menor, porém existente e somente um sujeito alegou não ter tido nenhum impacto na tarefa experimental por ter se dedicado muito à realização da estimativa.

A recorrência dessa afirmação também é considerada um problema identificado na tarefa experimental e diretamente relacionado ao objetivo específico de avaliar o impacto da dedicação do participantes nos índices de acurácia e reprodutibilidade obtidos.

“Eu me dediquei muito pouco, pois o experimento era muito extenso e o semestre foi muito corrido, pois eu estava cursando outras disciplinas muito difíceis, que também demandavam muita dedicação.” – Sujeito 2.

Entrevistas com os sujeitos 1, 3 e 6 levantaram pontos de atenção em relação ao objetivo específico de avaliação da qualidade técnica dos materiais de apoio cedidos aos sujeitos para a realização da estimativa funcional. Os trechos abaixo destacam a percepção de três dos cinco sujeitos que relataram problemas em relação a qualidade técnica dos materiais de apoio.

Dos 48 relatos obtidos com a realização da entrevista com os sujeitos, foram mencionados 23 vezes problemas relacionados com a qualidade técnica dos materiais de apoio que descrevem a técnica BPPA e sua aplicação. Cinco, dos seis sujeitos, sentiram falta de existir exemplos de aplicação da técnica nas fases de estimativa que auxiliassem a nortear o entendimento. Esses mesmos sujeitos ressaltaram que tiveram dificuldades em entender o processo de estimativa ou algumas fases dele. Alguns desses sujeitos disseram não encontrar informações relevantes que auxiliassem na compreensão das etapas no relatório técnico.

“Como não havia um material com todos os tipos de detalhamentos da BPMN, pode ter prejudicado um pouco no resultado, devido a falta de alinhamento de entendimento.” – Sujeito 1.

“Por ser o primeiro contato com a técnica e o único material que descreve a aplicação da mesma, acredito que a qualidade da descrição das tarefas é baixa, pois deixa muitas dúvidas e faltam exemplos, pois, por mais que eu lesse, eu nem sempre conseguia entender como realizar aquela tarefa.” – Sujeito 3.

“Eu tive muita dificuldade, principalmente em entender como realizar as etapas. Apesar do treinamento que ajudou muito, eu descobri dúvidas específicas.” – Sujeito 6.

Estes depoimentos ajudam a perceber que os materiais que descrevem a técnica deveriam ser mais explicados, principalmente para que pessoas que não tenham conhecimentos relacionados à medição, processos de negócio e BPMN, de modo que consigam compreender todas as etapas e replicá-las sem dificuldade.

O relatório técnico que descreve as etapas de medição da complexidade funcional dos modelos de processos de negócio foi amplamente citado por cinco dos seis sujeitos participantes das entrevistas. Foram 11 trechos de entrevistas que apontaram para a baixa qualidade técnica do relatório técnico em relação a qualidade textual, capacidade explicativa, pontos de incompletude e divergência de informações.

A ausência de exemplos foi o ponto mais discutido, 8 vezes em cinco entrevistas. Os sujeitos sentiram falta de encontrar textos e imagens que exemplificassem como executar determinadas etapas de medição, principalmente para os demais tipos de atividades da notação BPMN, que tornam o modelo de processo de negócio mais complexo.

“Eu senti dificuldade sim, porque em diversos momentos que eu não tinha certeza sobre algo e procurava no relatório técnico, eu sentia ainda mais dúvida após ler. Mesmo com o treinamento que recebemos, eu tive muitas dúvidas, pois o treinamento não foi totalmente aplicado, ele apenas tentava facilitar o entendimento do que está naquele imenso texto do relatório técnico.” – Sujeito 5.

“Muitos termos eram empregados de maneira diferente do que eu interpretava no relatório técnico, palavras como 'classifique' onde muitas vezes parecia ser 'categorize' e vice e versa.” – Sujeito 6.

5.2.2 Problemas identificados na técnica BPPA

O relatório técnico que norteou o experimento foi desenvolvido em 2012 pelos autores da técnica BPPA (BAKLIZKY; FANTINATO, 2012). Esse documento define e descreve cada etapa da contagem funcional dos BPPs. Entretanto, foram identificados diversos pontos que geram interpretações diferentes em seu entendimento, o que dificulta a compreensão. Apesar da técnica ser desenvolvida com base em FPA, a adaptação para BPM deixou pontos a serem melhorados.

No passo de determinação da fronteira a identificação do participante principal do processo de negócio modelado em BPMN é realizada, de modo que este participante seja a representação gráfica da fronteira, através de piscinas ou raias. Aqui, ambiguidades na compreensão acontecem, pois, a percepção individual em relação ao participante principal do modelo de processo de negócio modelado em BPMN pode variar de sujeito para sujeito.

No passo de identificação das funções de dados, novamente problemas relacionados a percepção ocorrem, pois, existem diversas ferramentas usadas para modelar um processo de negócio em BPMN e apesar de ser uma notação de modelagem de processo de negócio muito bem estabelecida, essas ferramentas têm suas características individuais.

O relatório técnico desenvolvido pelos autores apresenta a representação gráfica de cada elemento de BPMN e sua nomenclatura, que nem sempre coincide com a representação gráfica de determinada ferramenta de modelagem. Se o modelo de processo de negócio não estiver modelado exatamente com as representações definidas no relatório técnico, problemas de compreensão podem ocorrer.

No decorrer do relatório técnico, problemas relacionados ao uso de termos específicos, sem definição prévia de seu significado no documento, foram alvos de ambiguidade na compreensão. A ausência da definição desses termos permite que diferentes pessoas compreendam de modo diferente informações que impactam fortemente no resultado da estimativa funcional. Termos como: classificação, categorização, identificação, determinação

e agrupamento, foram empregados diversas vezes com diferentes intenções, o que novamente permite problemas na realização da estimativa.

No relatório técnico há a especificação de todos os elementos de BPMN, entretanto, a contagem pode ser impactada quando um elemento é interno a outro, como no caso de subprocessos expandidos ou não. A identificação de estruturas de dados e de atividades pode sofrer diferenças se forem considerados ou não os valores internos aos subprocessos. Não são encontradas informações sobre os subprocessos expandidos (por serem definidos como elementos de atividades), que determinem se devem ou não serem contados como atividades além de suas atividades e estruturas de dados internas. Em ambas as situações, o valor encontrado pode impactar no cálculo final de BPPs.

Por fim, problemas na classificação dos tipos de funções de transações ocorreram. As funções de transações podem ser classificadas como entrada externa, saída externa e consulta externa, entretanto, nem sempre os modelos de processos de negócio são compostos por mais de uma raia ou piscina para definir entradas ou saídas na fronteira. Assim, apenas as consultas externas sobram, mas também não podem ser usadas, pois uma vez que realizam consultas externas à fronteira, o que faz com que os valores das transações sejam zerados, impactando no valor final de BPPs.

Esses fatores, identificados como limitações da técnica BPPA, não permitem responder favoravelmente a questão de pesquisa A da avaliação deste estudo, pois, não há comprovações de que a técnica BPPA seja falha, eles apenas são fatores que indicam que o relatório técnico usado como base para a realização desse experimento deve ser melhorado nos pontos citados, de modo que a técnica venha a obter maiores índices de compreensão por parte dos interessados, permitindo que possam haver melhores índices de acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA.

Todos os fatores apresentados desde a experimentação até esta análise apontam para a imaturidade da técnica BPPA, pois, os resultados do experimento em relação a acurácia e a reprodutibilidade, bem como a análise realizada em relação ao entendimento dos sujeitos que participaram do experimento, apresentam a baixa capacidade de se reproduzir resultados esperados devido a baixo refinamento técnico da mesma. Desta forma, é possível relacionar os baixos índices obtidos com a experimentação com o baixo grau de maturidade da técnica BPPA.

6 Conclusão

Esta pesquisa de mestrado teve por finalidade apresentar contribuições relacionadas à técnica BPPA, no que diz respeito a capacidade de ser acurável e reprodutível, bem como avaliar os índices de acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA com base em fatores qualitativos, ao relatório técnico que norteia o processo de estimativa funcional dos BPPs, ao treinamento fornecido aos sujeitos participantes do processo de estimativa funcional, ao tamanho do experimento, ao tempo de realização da medição funcional, a ausência de realização de um experimento piloto e à dedicação dos sujeitos que participaram do processo experimental como um todo.

Um estudo bibliográfico com princípios sistemáticos foi conduzido, a fim de auxiliar a fundamentação que norteia esta pesquisa, assim como as escolhas metodológicas que englobam este estudo como um todo, que teve por objetivo obter uma visão geral em relação a outros estudos relacionados a propostas de técnicas para a realização de medição funcional e avaliação de resultados, de modo a embasar teoricamente este estudo.

Com base nos objetivos de pesquisa e no embasamento teórico obtido com base no estudo bibliográfico realizado, duas questões de pesquisa (QP_1 e QP_2) foram definidas norteando que as variáveis dependentes apresentariam índices de acurácia e reprodutibilidade menores que os valores de referência de 10,71% e 17,67%, respectivamente.

Para obter os índices de acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA, um quase-experimento foi realizado com 58 sujeitos selecionados por amostragem não probabilística por conveniência, alunos de graduação e pós-graduação da Universidade de São Paulo e Universidade Federal do Rio Grande do Sul, evitando a aleatoriedade, com o intuito de absorver características inerentes dos sujeitos. Esse experimento ocorreu no segundo semestre letivo de 2017, inicialmente em sala de aula das turmas dispostas pelos professores responsáveis.

O processo experimental contou com quatro etapas fundamentais, aula sobre BPMN para os sujeitos participantes que não tinham cursado disciplinas relacionadas a BPMN anteriormente, treinamento sobre a técnica BPPA confeccionado com base no relatório técnico produzido pelos autores da técnica, etapa de estimativa funcional dos BPPs em que os sujeitos realizaram a estimativa funcional dos BPPs de até três modelos de processos

de negócio com complexidades distintas e documentação do procedimento de medição na folha de resposta.

Como apoio a realização da medição funcional, os sujeitos tinham acesso a materiais relacionados a técnica BPPA elaborados pelos autores da técnica, com detalhes referentes ao processo de estimativa funcional dos BPPs e um poster e BPMN para auxiliar no entendimento de regras sobre a notação.

Dessa forma, as questões de pesquisa definidas para o experimento foram respondidas com base em cálculos de estatística descritivas, desfavoravelmente, e apresentaram índices de acurácia e reprodutibilidade superiores aos valores de referência de 10,71% e 17,67%, respectivamente.

Cálculos complementares apresentaram índices de acurácia e reprodutibilidade superiores aos valores de referência supracitados para as etapas de estimativa funcional da etapa de transações em relação aos índices de acurácia e reprodutibilidade obtidos com a estimativa da etapa de dados. Ambos os casos se repetiram para os três modelos de processos de negócio com complexidade funcional diferentes propostos para a estimativa. As diferenças expressas nas estratificações também não computam valores que melhorem significativamente os índices obtidos com o processo experimental. Os índices de acurácia e reprodutibilidade superiores na etapa de estimativa funcional de transações auxiliam na causa de um maior distanciamento dos valores obtidos com os cálculos de BPPs finais em relação aos valores de referência.

Com base nos baixos índices de acurácia e reprodutibilidade obtidos com a realização do experimento, que apontam para a dificuldade da técnica BPPA ser acurável e reprodutível para o cenário definido nesta pesquisa, entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com uma amostra de cerca de 10% dos sujeitos que participaram da estimativa funcional dos BPPs no processo experimental. Tal amostra foi selecionada novamente por amostragem não-probabilística por conveniência. Essa etapa qualitativa do estudo buscou investigar objetivos específicos para avaliar os índices de acurácia e reprodutibilidade da técnica BPPA em relação à qualidade da técnica, ao relatório técnico da técnica BPPA, ao treinamento cedido sobre a técnica, ao tempo de realização do experimento, ao tamanho do processo experimental, à ausência da realização de um experimento piloto e a dedicação dos participantes do experimento.

Entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com 6 sujeitos presencialmente ou por vídeo conferências, com duração de aproximadamente 25 minutos cada. A entrevista seguiu um roteiro predeterminado de 8 perguntas, visando a atingir os objetivos específicos propostos a priori. Todas as entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas, para que pudesse ser realizada a análise dos dados obtidos por meio dela.

O método de análise de conteúdo foi usado para realizar descrições objetivas e sistemáticas do conteúdo obtido por meio da identificação e definição da base textual composta, codificação e definição das unidades de registro, unidades de contexto e categorização dos dados. Ao final desse processo, as 62 unidades de contexto foram agrupadas em 19 propriedades (elementos de análise) para as quais foram definidas 10 sub-categorias (componentes de análise) que foram reduzidas a 4 categorias finais de análise. Cada uma dessas quatro categorias finais foram analisadas em relação ao seu percentual de recorrência.

Com a realização da análise de conteúdo foi possível denotar índices percentuais que permitiram responder favoravelmente as questões de pesquisas QP_B , QP_C , QP_D e QP_E , por meio da recorrência de apontamento dos sujeitos participantes em relação a observação dos pontos analisados e categorizados. A questão de pesquisa QP_G , referente a dedicação dos sujeitos participantes foi respondida desfavoravelmente. E por fim, a questão de pesquisa QP_A referente qualidade da técnica BPPA não teve indícios o suficiente para ter sua questão de pesquisa comprovada, pois, apesar de ter sido citada por alguns dos sujeitos participantes, foram citações isoladas e pouco recorrentes, o que mostra a baixa significância dos apontamentos do ponto de vista dos entrevistados.

No entanto, acredita-se que o fato de um experimento piloto não ter sido realizado de antemão, houve a abertura de precedentes para que falhas tenham sido absorvidas ao processo experimental a que os sujeitos foram submetidos e, conseqüentemente, a mitigação planejada dessas falhas não tenham ocorrido. Desse modo, teria sido possível identificar que o tempo gasto pelos sujeitos na realização do experimento seria demasiadamente maior do que o planejado; que o relatório técnico proposto como material de apoio agregaria dúvidas aos sujeitos; que o treinamento fornecido aos sujeitos necessitaria de mais exemplos para torná-lo mais claro, mas, ainda assim, a realização do experimento piloto não garantiria que haveria uma melhora significativa nos resultados obtidos com o processo experimental. A qualidade da técnica BPPA é outro fator que não pôde ter

questão de pesquisa respondida desfavoravelmente, pois, não foram citados exemplos que apresentassem indícios de baixa qualidade da mesma, apesar dos índices de acurácia e reprodutibilidade obtidos.

Por fim, pode-se concluir que os baixos índices de acurácia e reprodutibilidade obtidos com o experimento realizado podem ser justificados principalmente por fatores ligados à baixa qualidade textual dos documentos que descrevem BPPA e consequentemente, a ausência de informações e exemplos que auxilie o primeiro contato de pessoas com pouco ou nenhum conhecimento relacionado à estimativa funcional de processos de negócio. Assim, podemos relacionar os baixos índices obtidos com o baixo grau de maturidade da técnica BPPA.

De modo geral, trabalhos futuros podem ser direcionados para estudos que objetivem melhorar a formulação textual da técnica BPPA e suas etapas de medição, por meio de exemplos de aplicação nas etapas de medição funcional dos BPPs, visando mitigar problemas de interpretação e ambiguidade na estimativa funcional e, assim, aumentar os índices de reprodutibilidade e acurácia da técnica. Sugere-se também a realização de um novo experimento com sujeitos profissionais de estimativa funcional e, possivelmente, profissionais com familiaridade com a técnica FPA, que é conceito base para a criação da técnica BPPA. Essas são ações necessárias para permitir que a técnica BPPA tenha maior visibilidade na literatura e na indústria, para permitir o seu uso por gerentes em cenários de automação de processos de negócio.

Referências¹

ABRAHÃO, S.; GÓMEZ, J.; INSFRAN, E. Validating a size measure for effort estimation in model-driven web development. *Information Sciences*, Elsevier, v. 180, n. 20, p. 3932–3954, 2010. Citado na página 37.

ABRAHÃO, S.; INSFRAN, E. A metamodeling approach to estimate software size from requirements specifications. In: IEEE (Ed.). *Proceedings of the 34th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*. Washington: IEEE, 2008. p. 465–475. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 59.

ABRAHÃO, S. et al. A model-driven measurement procedure for sizing web applications: design, automation and validation. In: SPRINGER (Ed.). *International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems*. Berlin: Springer, 2007. p. 467–481. Citado na página 41.

ABRAHÃO, S.; POELS, G.; PASTOR, O. A functional size measurement method for object-oriented conceptual schemas: design and evaluation issues. *Software & Systems Modeling*, Springer, Berlin, v. 5, n. 1, p. 48–71, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 39.

ABRAHÃO, S. M. *On the Functional Size Measurement of Object-oriented Conceptual Schemas: Design and Evaluation Issues*. Tese (Doutorado), 2004. AAI3154436. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 54.

ADEM, N. A.; KASIRUN, Z. M. Automating function points analysis based on functional and non functional requirements text. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering*. Washington: IEEE, 2010. p. 664–669. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 59.

ALBRECHT, A. J. Measuring application development productivity. In: *Proceedings of the joint SHARE/GUIDE/IBM application development symposium*. [S.l.: s.n.], 1979. v. 10, p. 83–92. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 24.

ALLEN, M. R.; WRIGHT, P. M. Strategic management and HRM. *Center for Advanced Human Resource Studies (CAHRS) Working Paper Series*, p. 404, 2006. Citado na página 21.

ARSANJANI, A. et al. *Business Process Management Design Guide: Using IBM Business Process Manager*. [S.l.]: IBM Redbooks, 2015. Citado na página 22.

AYSOLMAZ, B.; DEMIRÖRS, O. Automated functional size estimation using business process models with UPROM method. In: *Software Measurement and the International Conference on Software Process and Product Measurement (IWSM-MENSURA)*. Washington: IEEE, 2014. p. 114–124. Citado na página 38.

BAKLIZKY, M.; FANTINATO, M. Relatório Técnico PPgSI-003/2012 FPA4BPM–Function Point Analysis for Business Process Management (v. 1.0). 2012. Citado 6 vezes nas páginas 24, 29, 52, 53, 56 e 85.

---

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BAKLIZKY, M. et al. Business Process Points – A Proposal to Measure BPM Projects. In: *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems (ECIS)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 2. Citado 7 vezes nas páginas 15, 16, 26, 27, 28, 29 e 73.

BAKLIZKY, M. et al. Business process point analysis: survey experiments. *Business Process Management Journal*, Emerald Publishing Limited, v. 23, n. 2, p. 399–424, 2017. Citado 8 vezes nas páginas 15, 16, 27, 28, 29, 30, 31 e 58.

BARCELLOS, M. P. *Uma estratégia para medição de software e avaliação de bases de medidas para controle estatístico de processos de software em organizações de alta maturidade*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009. Citado na página 22.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo - Edição revista e ampliada*. 2nd. ed. São Paulo: Edições 70 - AlmedinaBrasil, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 76 e 78.

BASILI, V. R.; ROMBACH, H. D. The tame project: Towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on software engineering*, IEEE, Washington, v. 14, n. 6, p. 758–773, 1988. Citado na página 46.

BASILI, V. R.; SELBY, R. W.; HUTCHENS, D. H. Experimentation in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, Washington, n. 7, p. 733–743, 1986. Citado na página 17.

BENITES, L. C. et al. Análise de conteúdo na investigação pedagógica em educação física: estudo sobre estágio curricular supervisionado. *Movimento*, Escola de Educação Física, v. 22, n. 1, 2016. Citado na página 77.

BERLIN, B. O. *BPMN 2.0 Business Process Model and Notation, Poster*. 2011. Citado na página 53.

BIPM, I. et al. The International Vocabulary of Metrology—basic and general concepts and associated terms (VIM). *Joint Committee for Guides in Metrology*, v. 3, 2012. Citado na página 47.

BRIAND, L. C.; MORASCA, S.; BASILI, V. R. Property-based software engineering measurement. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, Washington, v. 22, n. 1, p. 68–86, 1996. Citado na página 40.

CAMPOS, C. J. G. et al. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, SciELO Brasil, 2004. Citado na página 76.

CARDOSO, J. Business process control-flow complexity: metric, evaluation, and validation. *International Journal of Web Services Research*, IGI Global, v. 5, n. 2, p. 49, 2008. Citado na página 24.

CBOK, B. *Guide to the business process management common body of knowledge Version 2.0*. [S.l.]: Association of Business Process Management Professionals, Chicago, 2009. 21 p. Citado na página 15.

CBOK, B. *Guide to the business process management common body of knowledge Version 3.0*. [S.l.]: Association of Business Process Management Professionals Chicago, 2011. Citado na página 22.

CHANDRAKUMAR, T.; PARTHASARATHY, S. An approach to estimate the size of ERP package using package points. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 47, p. 100–107, 2016. Citado na página 37.

CLAES, W. et al. Experimentation in software engineering: an introduction. *Online Available: <http://books.google.com/books>*, Kluwer Academic Publishers, 2000. Citado na página 18.

CONNOLLEY, M. J. *An empirical study of Function Points Analysis reliability*. Tese (Doutorado) — Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management, junho 1990. Citado 3 vezes nas páginas 51, 58 e 59.

DUMAS, M. et al. *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin: Springer, 2013. v. 1. Citado na página 21.

EDAGAWA, T. et al. Function point measurement from web application source code based on screen transitions and database accesses. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 84, n. 6, p. 976–984, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 59.

ERASMUS, I. P.; DANEVA, M. ERP effort estimation based on expert judgments. In: *International Workshop on Software Measurement and the International Conference on Software Process and Product Measurement (IWSM-MENSURA)*. Washington: IEEE, 2013. p. 104–109. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

FANTINATO, M.; GIMENES, I. M. d. S.; TOLEDO, M. B. F. de. Product line in the business process management domain. In: *Applied Software Product Line Engineering*. [S.l.]: Auerbach Publications, 2009. p. 501–534. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.

FENTON, N.; BIEMAN, J. *Software metrics: a rigorous and practical approach*. [S.l.]: CRC Press, 2014. Citado na página 22.

FENTON, N. E.; NEIL, M. Software metrics: roadmap. In: *Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering*. New York: ACM, 2000. p. 357–370. Citado na página 22.

FLINDERS, D. J. *InterViews: An introduction to qualitative research interviewing*. [S.l.]: Journal of Phenomenological Psychology - Pergamon, 1997. Citado na página 20.

FRATERNALI, P.; TISI, M.; BONGIO, A. Automating function point analysis with model driven development. In: *Proceedings of the 2006 conference of the Center for Advanced Studies on Collaborative research*. New York: ACM, 2006. p. 18. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 59.

GARCÍA, F. et al. Towards a consistent terminology for software measurement. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 48, n. 8, p. 631–644, 2006. Citado na página 23.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, SciELO Brasil, v. 35, n. 3, p. 20–29, 1995. Citado na página 76.

HOU, H. et al. The research of metrics repository for business process metrics. In: *Second International Symposium on Computational Intelligence and Design, ISCID'09*. Washington: IEEE, 2009. v. 2, p. 168–171. Citado na página 24.

IFPUG. *Function Point Counting Practices Manual*. [S.l.]: International Function Point User Group, 2010. Release 4.3.1. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 24.

(ISO/IEC), I. O. for S. *Functional Size Measurement. Part 1: Definition of Concepts*. [S.l.], 1998. Citado na página 23.

JURISTO, N.; MORENO, A. M. *Basics of software engineering experimentation*. Berlin: Springer Science & Business Media, 2013. Citado na página 18.

KEELE, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In: *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*. [S.l.]: sn, 2007. Citado na página 32.

KEMERER, C. F. Reliability of function points measurement: a field experiment. *Communications of the ACM*, ACM, New York, v. 36, n. 2, p. 85–97, 1993. Citado 3 vezes nas páginas 51, 58 e 59.

KITCHENHAM, B. A.; DYBA, T.; JORGENSEN, M. Evidence-based software engineering. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering*. Washington: IEEE Computer Society, 2004. p. 273–281. Citado na página 32.

KITCHENHAM, B. A. et al. Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, Washington, v. 28, n. 8, p. 721–734, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

LAMMA, E.; MELLO, P.; RIGUZZI, F. A System for Measuring function Points from an ER–DFD Specification. *The Computer Journal*, Oxford University Press, v. 47, n. 3, p. 358–372, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 59.

LAZIC, L.; MASTORAKIS, N. Cost effective software test metrics. *WSEAS Transactions on Computers*, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), v. 7, n. 6, p. 599–619, 2008. Citado na página 22.

LONGSTREET, D. Fundamentals of Function Point Analysis. *Longstreet Consulting, Inc*, 2002. Citado 3 vezes nas páginas 25, 26 e 27.

LONIEWSKI, G.; INSFRAN, E.; ABRAHÃO, S. A systematic review of the use of requirements engineering techniques in model-driven development. *Model Driven Engineering Languages and Systems*, Springer, Berlin, p. 213–227, 2010. Citado na página 32.

LOW, G. C.; JEFFERY, D. R. Function points in the estimation and evaluation of the software process. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, Washington, v. 16, n. 1, p. 64–71, 1990. Citado 3 vezes nas páginas 51, 58 e 59.

MARIN, M. A.; LOTRIET, H.; POLL, J. A. V. D. Metrics for the Case Management Modeling and Notation (CMMN) specification. In: *Proceedings of the 2015 Annual Research Conference on South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists*. New York: ACM, 2015. p. 28. Citado na página 40.

- MIYAWAKI, T.; IJIMA, J.; HO, S. Measuring function points from VDM-SL specifications. In: *Proceedings of the International Conference on Service Systems and Service Management*. Washington: IEEE, 2008. p. 1–6. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 59.
- MODEL, B. P. Notation (BPMN) version 2.0. *OMG Specification, Object Management Group*, 2011. Citado na página 30.
- MONSALVE, C.; ABRAN, A.; APRIL, A. Measuring software functional size from business process models. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, World Scientific, v. 21, n. 03, p. 311–338, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 23.
- QU, S. Q.; DUMAY, J. The qualitative research interview. *Qualitative Research in Accounting & Management*, Emerald Group Publishing Limited, v. 8, n. 3, p. 238–264, 2011. Citado na página 20.
- SERRANO, M.; CALERO, C.; PIATTINI, M. Validating metrics for data warehouses. *IEE Proceedings-Software*, IET, v. 149, n. 5, p. 161–166, 2002. Citado na página 16.
- SONI, D.; SHRIVASTAVA, R.; KUMAR, M. A framework for validation of object oriented design metrics. *ArXiv Preprint ArXiv:1001.1970*, 2010. Citado na página 16.
- TEIJLINGEN, E. V. Semi-structured interviews. In: *PGR Workshop December*. [S.l.: s.n.], 2014. Citado na página 75.
- TICHY, W. F. Should computer scientists experiment more? *Computer*, IEEE, Washington, v. 31, n. 5, p. 32–40, 1998. Citado na página 17.
- TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. *Introdução à engenharia de software experimental*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. Citado na página 18.
- UEMURA, T.; KUSUMOTO, S.; INOUE, K. Function-point analysis using design specifications based on the unified modelling language. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, Wiley Online Library, v. 13, p. 223–243, 2001. Citado 5 vezes nas páginas 15, 24, 27, 51 e 59.
- VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. *Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2005. Citado na página 76.
- WESKE, M. *Business process management: concepts, languages, architectures*. Berlin: Springer Publishing Company, Incorporated, 2010. Citado na página 21.
- WESKE, M. Business process management architectures. In: *Business Process Management*. Berlin: Springer, 2012. p. 333–371. Citado na página 21.
- WEYUKER, E. J. Evaluating software complexity measures. *IEEE transactions on Software Engineering*, IEEE, Washington, v. 14, n. 9, p. 1357–1365, 1988. Citado na página 40.
- WOHLIN, C. et al. *Experimentation in software engineering*. Berlin: Springer Science & Business Media, 2012. Citado 11 vezes nas páginas 8, 18, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52 e 55.

YEN, V. C. An integrated model for business process measurement. *Business Process Management Journal*, Emerald Group Publishing Limited, v. 15, n. 6, p. 865–875, 2009. Citado na página 23.

YIN, R. K. *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks: Sage publications, 2013. Citado na página 37.

ZELKOWITZ, M. V.; WALLACE, D. R. Experimental models for validating technology. *Computer*, IEEE, Washington, v. 31, n. 5, p. 23–31, 1998. Citado na página 17.

Apêndice A – Poster de BPMN 2.0

O poster de BPMN 2.0 em sua versão em português é um trabalho de tradução dos pesquisadores Lucinéia Heloisa Thom e Cirano Iochpe do Instituto de Informática da UFRGS. Este documento foi disponibilizado aos sujeitos participantes com o objetivo de auxiliá-los em conceitos relacionados a notação BPMN.

Apêndice B – Modelo de processo de negócio 1: Reserva de viagem

O modelo de processos de negócio 1, modelado em BPMN, apresenta a modelagem de processos relacionados a reserva de uma viagem. Este modelo de processos de negócio foi utilizado pelos autores da técnica BPPA, na realização de um experimento, com o objetivo de confirmar a conformidade entre a técnica FPA e a técnica BPPA.

Figura 11 – Modelo de processo de negócio 1

Apêndice C – Modelo de processo de negócio 2: Prêmio Nobel

O modelo de processos de negócio 2 apresenta a modelagem do processo de nomeação de candidatos a receber o Prêmio Nobel de Medicina. Este modelo de processo de negócio é composto por quatro entidades: comitê Nobel, nomeador, especialista e assembleia Nobel.

Esse modelo de processos de negócio, assim como o modelo 1, também foi usado pelo autores da técnica BPPA no experimento realizado, a fim de confirmar a conformidade de FPA e BPPA.

Figura 12 – Modelo de processo de negócio 2

Apêndice D – Modelo de processo de negócio 3: Empréstimo

A Figura 13 apresenta o modelo de processos de negócio 3 ofertado aos sujeitos que participaram do processo experimental para a estimativa de complexidade funcional dos BPPs. Esse modelo de processos de negócio é maior, porém, não necessariamente mais complexo.

A modelagem de processos de negócio abaixo, apresenta o processo de um empréstimo solicitado por um cliente a um banco, intermediado por uma corretora.

O modelo de processo de negócio, apesar de grande, foi delimitado para fins de estimativa de complexidade funcional apenas para a entidade Banco, representada pela terceira piscina, dividida em três raias.

Figura 13 – Modelo de processo de negócio 3

Anexo A – Técnica de medição para BPM: uma revisão sistemática

O anexo abaixo apresenta a primeira página de um artigo mais completo sobre a primeira revisão sistemática publicada no decorrer do programa de pós-graduação. Trata-se de uma versão mais completa do que a apresentada nessa dissertação com um âmbito diferente.

O artigo foi publicado no 14th CONTECSI - International Conference on Information Systems and Technology Management, no ano de 2017 e apresenta 23 técnica de medição, sendo 11 de complexidade funcional.

DOI: 10.5748/9788599693131-14CONTECSI/PS-4962

MEASUREMENT TECHNIQUES FOR BPM: THE SYSTEMATIC REVIEW

Natália Oliveira (Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil) – n.oliveira@usp.br

Marcelo Fantinato (Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil) – m.fantinato@usp.br

In Business Process Management (BPM) projects, the achievement of related measures to the product being developed has presented itself as a challenging task by its complexity and time demanded. In this context, related measures to the functional size of the process being automated can contribute especially for the project managers involved. This article presents the results of a systematic review performed to identify measures of size already proposed in the literature for the BPM area, as well as which of these measures were validated and Function Point Analysis (FPA) is using. Many of the measures found are extensions of software engineering measures, since both areas share similar needs and difficulties. We found 23 measures, 11 of which measure functional size. Of the 20 studies used, 7 present a validation process. Only 6 of the 20 studies use FPA.

Keywords: Measures, Metrics, Functional size, Business process management.

TÉCNICAS DE MEDIÇÃO PARA BPM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Em projetos na área de Gestão de Processos de Negócio (BPM – *Business Process Management*), a obtenção de medidas relacionadas ao produto sendo desenvolvido tem se apresentado como uma tarefa desafiadora pela sua complexidade e tempo demandado. Dentro desse contexto, medidas relacionadas ao tamanho funcional do processo sendo automatizado podem contribuir sobremaneira para os gerentes de projeto envolvidos. Este artigo apresenta os resultados de uma revisão sistemática realizada para identificar medidas de tamanho já propostas na literatura para a área de BPM, bem como apresentar quais destas medidas foram validadas e se utilizam Análise de Pontos de Função (FPA - *Function Point Analysis*). Muitas das medidas encontradas são extensões de medidas da engenharia de software, já que ambas as áreas compartilham necessidades e dificuldades similares. Foram encontradas 23 medidas, sendo que 11 medem tamanho funcional. Dos 20 estudos utilizados, 7 apresentam processo de validação. Somente 6 dos 20 estudos utilizam FPA.

Palavras-chaves: Medidas, Métricas, Tamanho funcional, Gestão de processos de negócio.

Anexo B – Slide de treinamento sobre a técnica BPPA

Este anexo refere-se ao slide que foi apresentado aos sujeitos participantes no ato do treinamento sobre a técnica BPPA. Este documento contempla todas as etapas de estimativa funcional de BPPs e foi baseado nos passos do Relatório Técnico desenvolvidos pelos autores da técnica BPPA. Para cada etapa do treinamento um exemplo de aplicação é apresentado. Os exemplos foram elaborados pelo pesquisador proponente do experimento em relação ao seu entendimento da estimativa funcional descrita no Relatório Técnico.

Business Process Point Analysis

Motivação

A base da técnica

- FPA - Function Point Analysis (APF - Análise de Pontos de Função)
- Para conduzir uma contagem de Pontos de Função (PFs) para projetos de BPM devem ser executadas as mesmas etapas que uma contagem de PFs aplicada ao contexto de Engenharia de Software.
- A FPA foi utilizada como base para a técnica proposta.
- O processo proposto é uma adaptação do procedimento de contagem da FPA.

Visão geral

Etapa 1 - Reunir a documentação disponível

- Em BPM, os MPN-BPMNs representam os requisitos funcionais do usuário.
- Assim, a documentação do projeto de BPM a ser medido deve, obrigatoriamente, ser composta por um conjunto de MPN-BPMNs.
- Pode conter ainda: descrições textuais dos MPN-BPMNs que compõem o detalhamento de atividades inerentes a esses MPN-BPMNs.

Etapa 2 – Determinar o escopo/fronteira e RFUs

- Para determinar o escopo e a fronteira da contagem e identificar os RFUs, devem ser executados os seguintes passos:
  - Estabelecer o propósito da contagem;
  - Determinar o tipo de contagem;
  - Determinar o escopo da contagem;
  - Determinar a fronteira.

Passo 2.1 – Propósito da contagem

- Uma contagem de PF é conduzida para prover uma resposta a uma necessidade do negócio.

Exemplos:

- Fornecer o tamanho funcional de um projeto BPM como entrada para estimar o esforço de configuração dos BPMs que darão suporte à execução das instâncias dos MPN-BPMNs desse projeto;
- Fornecer o tamanho funcional de um projeto BPM para determinar custos de configuração por ponto de função.
- **Ex:** Fornecer o tam. funcional de um projeto BPM pra estimar os custos/esforços para a execução do processo de solicitação de insumos

Passo 2.2 – Tipo de contagem

- Projeto de desenvolvimento

Passo 2.3 – Escopo da contagem

- (Requisitos funcionais do usuário RFUs)
- Para o BPPA, o escopo define o conjunto de MPN-BPMNs para ser incluído na contagem de PF.
- O escopo:
  - Define o projeto BPM sendo medido;
  - É determinado pelo propósito para realização da contagem de PFs; e
  - Identifica quais funções serão incluídas na medida de tamanho funcional, assim como fornecer respostas relevantes para o propósito da contagem.

Passo 2.4 – Fronteira

- Indica o limite entre o participante principal do PN e os demais participantes desse mesmo PN;
- Define as ações e dados que não estão no escopo de responsabilidade do participante principal;
- Atua como 'membrana' através da qual os dados processados pelas funções de transação passam;
- Deve ser identificada com base na visão utilizada para modelagem do MPN-BPMN sendo medido.

Passo 2.4 – Fronteira

- Portanto, o procedimento para executar esse passo é:
  - Identificar os participantes do processo de negócio;
  - Verificar a visão utilizada para modelagem do MPN-BPMN sendo medido;
  - Definir o participante principal do processo de negócio, de acordo com o passo anterior;
  - Definir a fronteira.

Passo 2.4 – Fronteira

Passo 2.4 – Fronteira

Etapa 3.1 – Medir funções de dados

- As funções de dados têm como objetivo satisfazer um ou mais requisitos de dados, tais como ações de leitura, escrita, entrada, saída, recebimento e/ou envio de dados dentro do escopo de um MPN-BPMN.
- Uma FD pode ser:
  - ALI - arquivo lógico interno; ou
  - AIE - arquivo de interface externa.

Etapa 3.1 – Medir funções de dados

- Para medir as funções de dados em MPN-BPMNs, é necessário executar os seguintes passos:
  - Passo 3.1.1 - Identificar as funções de dados;
  - Passo 3.1.2 - Classificar cada função de dados como um ALI ou AIE;
  - Passo 3.1.3 - Determinar a complexidade dos ALIs e AIEs;
  - Passo 3.1.4 - Determinar a contribuição dos ALIs e AIEs.

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Identificar todas as EDs do MPN-BPMN em análise;

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Agrupe as EDs identificadas na tarefa anterior de acordo com sua forma de representação (direta ou indireta);

EDs Diretamente Representadas:

???

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Agrupe as EDs identificadas na tarefa anterior de acordo com sua forma de representação (direta ou indireta);

EDs Diretamente Representadas: 1 e 2

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Agrupe as EDs identificadas na tarefa anterior de acordo com sua forma de representação (direta ou indireta);

EDs Indiretamente representadas:

???

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Agrupe as EDs identificadas na tarefa anterior de acordo com sua forma de representação (direta ou indireta);

EDs Indiretamente representadas: N/H

Mensagem de alto nível

Mensagem interrompe subprocesso

Mensagem não interrompe subprocesso

Evento de mensagem

Mensagem de captura

Mensagem interrompe execução de instância

Mensagem de lançamento

Mensagem não interrompe execução de instância

!!

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Para cada grupo da tarefa anterior, categorizar as EDs como:

ED simples; ou
ED complexa;

Repositório de
dados

EDs simples e diretamente Representadas:
EDs complexas e diretamente Representadas:
EDs simples e indiretamente representadas:

???

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Para cada grupo da tarefa anterior, categorizar as EDs como:

ED simples; ou
ED complexa;

EDs simples e diretamente Representadas: 1
EDs complexas e diretamente Representadas: 2
EDs simples e indiretamente representadas: N/H

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Para cada ED da categoria "EDs simples e indiretamente representadas", executar as seguintes ações:
  - Localizar o nome do evento ao qual há uma mensagem associada;
  - Verificar a mensagem associada;
  - Nomear a mensagem utilizando um termo que se relacione ao máximo com o conteúdo da mensagem.

??? - N/H

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Contar o número de atividades com as quais cada uma das Eds identificadas na tarefa 1, se relaciona

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Contar o número de atividades com as quais cada uma das Eds identificadas na tarefa 1, se relaciona
- EDs do tipo **“Diretamente representadas”**: contar uma nova relação para cada atividade que tiver como entrada ou saída uma ED do tipo objeto de dados, ou que ler ou gravar em algum repositório de dados;
  - EDs simples e diretamente Representadas: ED 1 - qtd relações - 1
  - EDs complexas e diretamente Representadas: ED 2 - qtd relações - 1
- EDs do tipo **“Indiretamente representadas”**: contar uma nova relação para cada atividade que processar (enviar ou receber) cada ED relacionada à ocorrência de um evento de mensagem.

EDs simples e indiretamente representadas: N/H

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Analisar os dois grupos de EDs do tipo simples:
    - Agrupar as EDs logicamente relacionadas, não agrupando EDs de tipos diferentes:
      - Agrupar EDs do tipo **“Diretamente representadas”** apenas com EDs deste mesmo tipo;
      - Agrupar EDs do tipo **“Indiretamente representadas”** apenas com EDs deste mesmo tipo.
- diretamente representadas: ED 1 - preenchimento solicitação - qtd relações - 1**
indiretamente representadas: N/H
- Garantir unicidade das EDs, agrupando as EDs dependentes.

Nota: Ao final da execução desta tarefa, as “EDs simples” se tornam “EDs complexas”.

Etapa 3.1.1 – Identificar as FDs

- Classificar as EDs como FDs.

Função de dados: Preenchimento solicitação
Formulário de solicitações
Qtd relações: 1

Etapa 3.1.2 – Classificar cada FD como ALI ou AIE

- ALI - Grupo de dados logicamente relacionados (repositório de dados), no MPN-BPMN mantido dentro da fronteira desse MPN-BPMN.
- Tipos de ALI:
  - ALI-1: repositório de dados existente dentro da fronteira;

!!

ALI-2: união de dados voláteis provenientes de objetos de dados processados dentro da fronteira;

ALI-3: união de dados voláteis provenientes de eventos de mensagem que partem da fronteira.

Etapa 3.1.2 – Classificar cada FD como ALI ou AIE

- AIE - Grupo de dados logicamente relacionados (repositório de dados), no MPN-BPMN referenciado durante a execução de uma instância deste MPN-BPMN, mantido dentro da fronteira de outro MPN-BPMN.
- Tipos de AIE:
  - AIE-1: repositório de dados existente dentro da fronteira de outro MPN-BPMN;

Etapa 3.1.2 – Classificar cada FD como ALI ou AIE

- AIE-2: união de dados voláteis provenientes de eventos de mensagem que partem da fronteira de outro MPN-BPMN e atravessam a fronteira do MPN-BPMN sendo medido.

???

Função de dados: Preenchimento solicitação

Base de dados do estoque

Qtd relações: 1

Tipo: ALI-2

ALI-2: união de dados voláteis provenientes de objetos de dados processados dentro da fronteira;

Etapa 3.1.3 – Determinar a complexidade das ALIs e AIEs

- Para determinar a complexidade de cada FD, deve-se:
  - Obter o número de EDRs: o número de EDs que foram agrupada durante o Passo 3.1.1 e que juntas compõe a FD sendo analisada;

Função de dados: Preenchimento solicitação

Base de dados do estoque

Qtd relações: 1

Tipo: ALI-2

EDRs: 1

Etapa 3.1.3 – Determinar a complexidade das ALIs e AIEs

- Obter o número de RFAs: número de relações entre a FD sendo analisada e as atividades do MPN-BPMN. Para tal, aplicar a seguinte regra:
  - Contar uma nova relação para cada atividade que estiver ligada à FD em questão.

Função de dados: Preenchimento solicitação

Base de dados do estoque

Qtd relações: 1

Tipo: ALI-2

EDRs: 1

RFAs: 1

Etapa 3.1.3 – Determinar a complexidade dos ALIs e AIEs

Relacionar os dois valores obtidos anteriormente, identificando a complexidade de cada FD de acordo com a Tabela 1

A combinação da quantidade de EDA e RFA irá determinar a complexidade da função		RFA		
		1 – 19	20 – 50	>50
EDA	1	Baixa	Baixa	Média
	2 – 5	Baixa	Média	Alta
	>5	Média	Alta	Alta

EDRs: 1

RFAs: 1

Complexidade: baixa

Etapa 3.1.3 – Determinar a contribuição dos ALIs e AIEs

- “O tamanho funcional de cada FD deve ser determinado utilizando-se o tipo e a complexidade funcional [...]”. Dessa forma, será utilizada a Tabela 2 para determinar o tamanho em PFs de cada FD.
- A contribuição das FDs sobre o tamanho funcional do projeto BPM é calculada somando-se o tamanho, em PFs, de todas as FDs identificadas nos MPN-BPMNs que compõe o projeto BPM sendo medido.

Função de dados: Preenchimento solicitação

Base de dados do estoque

Qtd relações: 1

Tipo: ALI-2

EDRs: 1

RFAs: 1

Complexidade: baixa

PFs: 7

Complexidade	ALI	AIE
Baixa	7	5
Média	10	7
Alta	15	10

Etapa 3.2 – Medir as funções de transações

- As FTs têm como objetivo satisfazer um ou mais requisitos de execução de ações necessárias para a execução de um processo de negócio.
- Essas ações podem ser de processamento de dados, validação, gerenciamento, etc., e para e que estejam dentro do escopo do MPN-BPMN sendo medido. Uma FT pode ser:
  - EE - entrada externa;
  - SE - saída externa; ou
  - CE - consulta externa.

Etapa 3.2 – Medir as funções de transações

- Para medir as funções de transação em MPNs-BPMN, a execução das seguintes tarefas se faz necessária:
  - Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar;
  - Passo 3.2.2 - Determinar processos elementares únicos;
  - Passo 3.2.3 - Classificar cada função de transação como uma EE, SE ou CE;
  - Passo 3.2.4 - Determinar a complexidade das EEs, SEs e CEs;
  - Passo 3.2.5 - Determinar a contribuição das EEs, SEs e CEs.

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- Identificar todas as atividades do MPN-BPMN em análise;

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- Definir qual o tipo de cada atividade identificada:
  - Classificar como: atividade de chamada, subprocesso, tarefa, transação ou subprocesso de evento;
1- Tarefa, 2- Tarefa, 3- Tarefa, 4- Subprocesso, 5- Tarefa, 6- Tarefa
  - Unir a atividade ao grupo que ela pertence "Atividade simples" ou "Atividade complexa".
Atividade simples: 1, 2, 3, 5 e 6
Atividade complexas: 4

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- No caso das "Atividades simples": identificar o tipo da tarefa.
1- Usuário, 2- Usuário, 3- Invocação de serviço, 5- Usuário, 6- Usuário
- No caso das "Atividades complexas": identificar os marcadores de atividades.
4- Abstrato

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- Verificar as dependências entre as "Atividades simples". Para cada atividade:
    - Verificar sua ordem de precedência com relação às outras atividades;
- 1- Usuário, ordem de precedência: nenhuma**
2- Usuário, ordem de precedência: 1 > 2
3- Invocação de serviço, ordem de precedência: 1 > 2 > 3
5- Usuário, ordem de precedência: 1 > 2 > 5
6- Usuário, ordem de precedência: 1 > 2 > 5 > 6

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- Caso existir, verificar os eventos que a antecedem e a procedem diretamente;

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- Caso existir, verificar os desvios que a antecedem e procedem diretamente.

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- Identificar as relações entre as atividades e as FDs presentes no MPN-BPMN:
  - Verificar a quais funções de dados cada atividade se relaciona (isto é, se a atividade envia/recebe e/ou tem como entrada/saída dados pertencentes a funções de dados identificadas conforme seção 5.3 -- Medir funções de dados).
  - Se a atividade não se relacionar a nenhuma FD, desconsiderar a atividade.

Passo 3.2.1 - Identificar cada processo elementar

- Analisar o grupo de "Atividades simples":
  - Verificar a intenção primária de cada atividade.
  - Agrupar uma ou mais atividades simples que são semanticamente dependentes, para formar uma atividade complexa;.
  - Classificar os grupos como Processos Elementares (PE) e nomeá-los de acordo com sua intenção primária.

Nota: Ao final da execução desta tarefa, as "Atividades simples" se tornam "Atividades complexas".

Passo 3.2.2 – Determinar os PEs únicos

- Com base nos PEs identificados no passo anterior, para testar sua unicidade devem ser executadas as seguintes tarefas:
  - Comparar entre si os PEs identificados. Unir os que:
    - Demandam as mesmas FDs;
    - Demandam a execução das mesmas atividades.
  - Classificar os PEs resultantes da tarefa anterior como uma FT.

Passo 3.2.3 – Classificar cada FT como uma EE, SE ou CE

- EE – PE que processa dados recebidos de fora da fronteira do MPN-BPMN sendo medido.
- SE – PE que envia dados para fora de fronteira do MPN-BPMN sendo medido.
  - Deve realizar, no mínimo, uma das seguintes lógicas de processamento:
  - Efetuar cálculos ou resolver fórmulas matemáticas;
  - Criar dados derivados;
  - Manter um ALI.
- CE – PE que envia dados fora de fronteira do MPN-BPMN sendo medido, por meio da simples recuperação das informações de um ALI ou AIE.
  - Não pode realizar nenhuma das lógicas de processamento citadas acima.

Passo 3.2.3 – Classificar cada FT como uma EE, SE ou CE

Função de Transação: Enviar formulário de solicitação de insumo para o almoxarife

ex: Atividade 1

tipo: tarefa - usuário

ordem de precedência: nenhuma

Eventos (1) antecede: início simples , (2) procede: nenhum

Desvios procede: nenhum

Função de dados: Preenchimento de solicitação

Intenção primária: Enviar formulário de solicitação de insumo para o almoxarife

Tipo: SE

Passo 3.2.4 – Complexidade das EEs, SEs e CEs

- Para determinar a complexidade de cada FT, deve-se:
  - Obter o número de ARs: a quantidade de atividades que foram agrupadas para formar cada FT (ver Passo 3.2.1);
  - Obter o valor de PFT: o peso total com base nos atributos marcador de atividade ou tipo de Tarefa que compõe cada FT.
    - Peso das FTs provenientes de atividades não atômicas e do tipo atividade de chamada ou transação: é calculado somando-se o peso do marcador de cada atividade que compõe a FT, conforme descrito a seguir:
      - Repetição: peso 2.
      - Instâncias Múltiplas em Paralelo: peso 3.
      - Instâncias Múltiplas em Sequência: peso 3.
      - Compensação: peso 3.

Passo 3.2.4 – Complexidade das EEs, SEs e CEs

- Peso das FTs provenientes de atividades não atômicas e do tipo subprocesso (comum, de evento ou ad hoc): é calculado pela soma dos pesos das Tarefas e/ou subprocessos que as compõe, conforme descrito a seguir:
  - Atribuir a cada Tarefa os mesmos pesos apresentados na tarefa 2b;
  - Executar as tarefas 1 e 2 para cada subprocesso que compor essas FTs.

Passo 3.2.4 – Complexidade das EEs, SEs e CEs

- Peso das FTs provenientes do agrupamento de atividades atômicas é calculado somando-se o peso do tipo de cada Tarefa que compõe a FT, conforme descrito a seguir:
  - Abstrata (sem tipo definido): peso 2.
  - Envio: peso 1.
  - Recebimento: peso 1.
  - Usuário: peso 3.
  - Manual: peso 0.
  - Regra de Negócio: peso 2.

Passo 3.2.4 – Complexidade das EEs, SEs e CEs

- Invocação de Serviço:
  - Caso 1: O serviço invocado é implementado pela equipe que realiza a automação do MPN-BPMN: peso 3.
  - Caso 2: O serviço invocado já estiver implementado (reuso de serviço já existente) ou o esforço para implementação do serviço invocado pertencer a uma equipe, que não a mesma que automatiza o MPN-BPMN: peso 1.

Passo 3.2.3 – Classificar cada FT como uma EE, SE ou CE

Função de Transação: Enviar formulário de solicitação de insumo para o almoxarife

ex: Atividade 1

tipo: tarefa - usuário

ordem de precedência: nenhuma

Eventos (1) antecedem: início simples , (2) procedem: nenhum

Desvios procedem: nenhum

Função de dados: Preenchimento de solicitação

Intenção primária: Enviar formulário de solicitação de insumo para o almoxarife

Tipo: SE

ARs: 1

PFT: 2

???

EE, SE, CE
quantidade de atividades agrupadas
PF

Passo 3.2.4 – Complexidade das EEs, SEs e CEs

- Relacionar os dois valores obtidos anteriormente, identificando a complexidade de cada FT de acordo com a Tabela 3 e com a Tabela 4.

Nota: Na Tabela 3 e na Tabela 4 estão sendo assumidos os mesmos intervalos numéricos presentes no CPM para a determinação da complexidade funcional das FTs, de acordo com seu tipo (EEs, SEs ou CEs).

A combinação da quantidade de PFT e AR irá determinar a complexidade da função		AR		
		1 – 4	5 – 15	>15
PFT	0 – 1	Baixa	Baixa	Média
	2	Baixa	Média	Alta
	>2	Média	Alta	Alta

Passo 3.2.4 – Complexidade das EEs, SEs e CEs

A combinação da quantidade de PFT e AR irá determinar a complexidade da função		AR		
		1 – 5	6 – 19	>19
PFT	0 – 1	Baixa	Baixa	Média
	2 – 3	Baixa	Média	Alta
	>3	Média	Alta	Alta

Passo 3.2.5 – Contribuição das EEs, SEs e CEs

- Segundo o IFPUG (2010, p.14), "O tamanho funcional de cada FT será determinado utilizando-se o tipo e a complexidade funcional [...]". Dessa forma, será utilizada a Tabela 5 para determinar o tamanho em PFs de cada FT.

Nota: Na Tabela 5 estão sendo usados os mesmos valores em PF presentes no CPM para a determinação do tamanho funcional das FTs, de acordo com seu tipo (EEs, SEs ou CEs).

Complexidade	EE	SE	CE
Baixa	3	4	3
Média	4	5	4
Alta	6	7	6

Passo 3.2.3 – Classificar cada FT como uma EE, SE ou CE

Função de Transação: Enviar formulário de solicitação de insumo para o almoxarife

ex: Atividade 1

tipo: tarefa - usuário

ordem de precedência: nenhuma

Eventos (1) antecedem: início simples , (2) procedem: nenhum

Desvios procedem: nenhum

Função de dados: Preenchimento de solicitação

Intenção primária: Enviar formulário de solicitação de insumo para o almoxarife

Tipo: SE

ARs:1

PFT: 2

Complexidade: baixa

PFs: 4

Etapa 4 - Calcular o tamanho funcional

- Uma das etapas finais da técnica BPPA é a de calcular o tamanho funcional total do projeto BPM sendo medido. A seguir é apresentada a fórmula a ser usada para obter tal informação:

$$TFP = CFD + CFT, \text{ onde}$$

- TFP é o tamanho funcional do projeto BPM medido
- CFD é a contribuição em PFs das FDs do projeto BPM medido
- CFT é a contribuição em PFs das FTs do projeto BPM medido

Etapa 5 -- Documentar a contagem de pontos de função

- A contagem de PFs deve ser documentada como segue:
  - O propósito e tipo da contagem;
  - O escopo da contagem e a fronteira da aplicação;
  - A data da contagem;
  - Uma lista de todas as FDs e FTs, incluindo o respectivo tipo e complexidade, bem como o número de PFs atribuído a cada uma;
  - O resultado da contagem (ver Etapa 6);
  - Quaisquer suposições feitas e questões resolvidas.

Etapa 6 -- Reportar o resultado da contagem de pontos de função

- Deve-se reportar o resultado da contagem de PFs como:
S FP (BPPA--v)
- onde
- S é o resultado da contagem de PFs;
- FP é a unidade de tamanho da técnica BPPA, os Pfs (do inglês, function points, ou FP);
- v é a versão da técnica BPPA aplicada durante a contagem.

BPPA

Obrigada!

Anexo C – Termo de consentimento

Neste anexo o termo de consentimento assinado pelos participantes da entrevista semiestruturada. O termo foi confeccionado pelos pesquisadores proponentes desta pesquisa e foi elaborado com o objetivo de registrar a concordância do sujeito entrevistado em participar, explicar os termos da entrevista e assegurar o participante sobre a confidencialidade de seus dados.

O termo foi elaborado e assinado em duas vias, um deixada com o participante e outra em posse dos autores desta dissertação.

Termo de Consentimento

O (a) Sr. (a) está sendo convidado (a) a participar da etapa qualitativa da pesquisa “Estudo da reprodutibilidade e da acurácia da técnica análise de pontos de processos de negócio”.

Uma entrevista será realizada com objetivo de identificar aspectos gerais sobre sua participação no experimento de análise de reprodutibilidade e acurácia da técnica BPPA, que ocorreu em setembro de 2017. O Sr. (a) tem o direito de interromper sua participação na pesquisa a qualquer momento.

- Leia atentamente os itens a seguir:

1 - A entrevista será gravada e uma transcrição será realizada.

2 - A transcrição da entrevista será realizada e analisada pela pesquisadora principal do projeto: Natália Pereira de Oliveira.

3 - O acesso à transcrição da entrevista será limitado à pesquisadora principal do projeto e demais colaboradores desta pesquisa.

4 - Resumos do conteúdo desta entrevista ou citações diretas a trechos dela, poderão ser utilizados em publicações acadêmicas ou outros meios acadêmicos, entretanto sua participação será apresentada de forma anônima, de maneira a garantir que sua identidade não seja revelada.

5 - A gravação da entrevista será mantida para registro da pesquisa e possível análise por outros pesquisadores durante um período de cinco anos. Durante esse período, todos os cuidados de sigilo serão mantidos quanto à utilização do conteúdo da entrevista.

- No que diz respeito a citações do trabalho em publicações:

1 - Concordo em ser citado diretamente se meu nome não for publicado e um pseudônimo for utilizado.

2 - Concordo que os pesquisadores podem publicar documentos que contém trechos da entrevista.

Por favor, digite seu nome completo para ser utilizado como forma de controle apenas para a pesquisadora.

Após ter lido as condições para participar da pesquisa, está de acordo a participar?

( ) sim

( ) não

Anexo D – Análise de conteúdo

Este capítulo apresenta a etapa de codificação das unidades de contexto e de registro, da análise de conteúdo realizada, com os dados obtidos com a entrevista semiestruturada.

As Tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam todos o trechos de entrevistas codificados e suas respectivas codificações em unidades de contexto.

Quadro 5 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 1.

Unidade de contexto	Unidades de registro
UC1 - Eu me lembro perfeitamente bem do experimento	UR1.1 - Boas recordações sobre o experimento realizado
UC2 - Eu me dediquei bastante, usei o feriado prolongado inteiro e o tempo em sala para realizar o experimento, porque eu queria que as minhas respostas fossem o mais próximas do que era esperado, pra que a contribuição fosse satisfatória.	UR2.1 - Alta dedicação na realização do experimento
UC3 - Eu senti um pouco de dificuldade, pois eu me lembro que haviam informações que eram conflitantes no slide e no relatório técnico. Mesmo lendo toda a apresentação e buscado informações complementares no relatório técnico para sanar minhas dúvidas, eu não conseguia encontrar a forma correta de executar o passo. Faltavam muitos detalhes e haviam muitos conflitos de informações. Mesmo tendo conhecimento e experiências com medição de pontos de função e tendo familiaridade com processos de negócios eu senti dificuldades.	UR3.1 - Informações conflitantes no material de apoio
	UR3.2 - Não encontrou a forma correta de executar o passo
UC4 - Apesar de ter entendido bem a proposta, houveram alguns pontos que não ficaram muito claros mesmo após a leitura do material disponibilizado	UR4.1- Gerou muitas dúvidas
UC5 - Havia pontos de divergência de entendimento em relação ao treinamento e ao relatório técnico. Quando eu tinha dúvidas eu muitas vezes não conseguia encontrar respostas para perguntas específicas, o material era incompleto.	UR5.1- Informações conflitantes no material de apoio
	UR5.2 - Não encontrou a forma correta de executar o passo
UC6 - O processo de estimativa começou a ficar muito longo a partir do modelo de processo de negócio 2. O tempo foi suficiente, mas as etapas eram muito longas e confusas devido a quantidade de atividades do modelo BPMN. Não era difícil, mas começou a demandar muito tempo para fazer a atividade.	UR6.1 - Processo de estimativa funcional muito longo
	UR6.2 - O tempo foi suficiente
UC7 - O meu ritmo é sempre bem corrido, mas o fato de eu ter outras coisas para fazer não me prejudicou em relação a proposta do experimento.	UR7.1 - A rotina não atrapalhou a realização da estimativa

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Quadro 6 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 2.

Unidade de contexto	Unidades de registro
UC8 - O relatório técnico não estava detalhado o suficiente para que pudesse servir de apoio para os participantes.	UR8.1 - Falta de detalhes
UC9 - Acredito que a ideia do treinamento sobre a técnica BPPA tenha sido justamente para detalhar e exemplificar mais o relatório técnico facilitando o entendimento.	UR9.1 - Falta de detalhes
UC10 - Por ser a primeira vez que eu estava tendo contato com a técnica, eu senti falta de ter exemplos relacionados com os modelos de processos de negócios que deveriam ser estimados. Apesar de haver exemplos, nem sempre eles contemplavam todos os tipos de atividades e de processos da notação BPMN, o que fez gerar muitas dúvidas.	UR10.1 - Falta de exemplos
	UR10.2 - Gerou muitas dúvidas
UC11 - Um estrutura de dados ou um processo que você deixa de contar, faz diferença no cálculo lá na frente, senti falta de exemplos para resolver esses problemas.	UR11.1 - Faltam de exemplos
UC12 - Como não havia um material com todos os tipos de detalhamentos da BPMN, pode ter prejudicado um pouco no resultado, devido a falta de alinhamento de entendimento	UR12.1 - Falta de detalhes
UC13 - Eu não conseguiria entender o relatório técnico se eu não tivesse participado do treinamento	UR13.1 - Relatório técnico confuso
UC14 - Os modelos de processos e negócio 2 e 3 eram muito longos e complexos, o que tornou o processo de estimativa cansativo.	UR14.1 - Processo de estimativa funcional muito longo
UC15 - Eu me dediquei muito pouco, pois o experimento era muito extenso e o semestre foi muito corrido, pois eu estava cursando outras disciplinas muito difíceis, que também demandava muita dedicação.	UR15.1 - Baixa dedicação na realização do experimento
	UR15.2 - Processo de estimativa funcional muito longo
UC16 - Eu não senti nenhuma dificuldade para realizar o experimento, pois achei o treinamento muito bem aplicado, os documentos muito bem escritos, mas a extensão da estimativa era muito grande, o que fez com que o foco não fosse total.	UR16.1 - Nenhuma dificuldade na realização do experimento

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Quadro 7 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 3.

Unidade de contexto	Unidades de registro
UC17 - Eu estava extremamente sobrecarregado na época de realização do experimento	UR17.1 - A rotina atrapalhou a realização da estimativa
UC18- Eu me dediquei bastante para a realização do experimento.	UR18.1 - Alta dedicação na realização do experimento
UC19 - As minhas dificuldades foram grandes, pois eu não conhecia a técnica nem algumas nomenclaturas, então por muitas vezes eu precisei recorrer a documentação para me alinhar com os termos, mas a medida que o processo foi evoluindo eu percebi que foi ficando mais fácil, pois eu comecei a entender a dinâmica da estimativa.	UR19.1 - Grandes dificuldades na realização do experimento
UC20 - O material de apoio não foi o suficiente para eu compreender o que e como fazer, principalmente devido ao relatório técnico que descreve a técnica, que não descreve com detalhes as fases de estimativa e como as realizar. Quando eu sentia dificuldade e procurava por respostas específicas, eu dificilmente encontrava algo.	UR20.1- Informações conflitantes no material de apoio
	UR20.2 - Não encontrou a forma correta de executar o passo
UC21 - Por ser o primeiro contato com a técnica e o único material que descreve a aplicação da mesma, acredito que a qualidade a descrição das tarefas é baixa, pois deixa muitas dúvidas e faltam exemplos, pois por mais que eu lesse eu nem sempre conseguia entender como realizar aquela tarefa.	UR21.1 - Gerou muitas dúvidas
	UR21.2 - Falta de exemplos
	UR21.3 - Não encontrou a forma correta de executar o passo
UC22 - Houveram momentos em que eu compreendia algo de uma forma e no detalhe eu entendia de outra forma. Até precisei de ajuda e perguntei qual era a maneira correta, pois notei pontos de ambiguidade e incompletude nas documentações.	UR22.1 - Havia pontos de ambiguidade e incompletude
UC23 - A minha rotina diária não impactou a minha dedicação ao experimento.	UR23.1 - A rotina não atrapalhou a realização da estimativa
	UR23.2 - Alta dedicação na realização do experimento
UC24 - A técnica precisa ser melhor explicada e exemplificada, pois o relatório técnico é muito incompleto	UR24.1 - Falta de exemplos
	UR24.2 - Relatório técnico confuso

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Quadro 8 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 4.

Unidade de contexto	Unidades de registro
UC25 - A falta de exemplos tornou o entendimento da técnica muito mais difícil	UR25.1 - Difícil entendimento da técnica
UC26 - Me lembro pouco	UR26.1 - Poucas recordações sobre o experimento realizado
UC27 - Em sala de aula a minha dedicação a estimativa do experimento foi muito maior do que fora da sala de aula, pois era fim de semestre e haviam muitos trabalhos para serem entregues	UR27.1 - Média dedicação na realização do experimento
UC28 - Eu achei muito difícil realizar o experimento, pois a complexidade do modelo de processo de negócio 2 era muito maior que a do modelo de processo 1, assim como o modelo de processo 3 era muito mais complexo que o modelo de processos de negócio 2. Sem saber se a estimativa do modelo 1 estava correta, certamente os mesmos erros cometidos na estimativa 1, foram replicadas para os demais modelos e suas respectivas estimativas.	UR28.1 - Difícil entendimento da técnica
UC29 - Os materiais de apoio ajudaram a dar um entendimento sobre o que fazer, mas somente os materiais não foram suficientes para eu realizar a estimativa, principalmente nos modelos de processos e negócio 2 e 3.	UR29.1 - Gerou muitas dúvidas
UC30 - Faltou exemplos nos materiais que mostrasse como realizar as etapas, pois somente a informação textual deixou muitas dúvidas. Acabei perguntando para colegas que participaram do experimento, mas em alguns casos nem eles sabiam, ou em outros casos eles entendiam de forma diferente e isso gerava muitas dúvidas	UR30.1 - Falta de exemplos
	UR30.2 - Gerou muitas dúvidas
UC31 - O tempo disponibilizado para a estimativa do experimento, foi suficiente, mas e nada adiantava esse tempo se eu não tivesse a informação precisa sobre o que e como fazer.	UR31.1 - O tempo foi suficiente
	UR31.2 - Gerou muitas dúvidas
UC32 - A dedicação para o experimento não foi o ideal, pois era fim de semestre e haviam várias outras disciplinas que demandavam trabalhos e provas na mesma época.	UR32.1 - Baixa dedicação na realização do experimento

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Quadro 9 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 5.

Unidade de contexto	Unidades de registro
UC33 - No material técnico deveriam existir exemplos para todos os tipos de atividades da notação BPMN	UR33.1 - Falta de exemplos
UC34 - Eu me dediquei de forma razoável, usei o feriado prolongado para realizar o experimento, mas como eu tive alguma dificuldade e não tinha muitas informações nos documentos eu não fiquei me matando.	UR34.1 - Difícil entendimento da técnica
	UR34.2 - Média dedicação na realização do experimento
UC35 - Eu senti dificuldade sim, porque em diversos momentos que eu não tinha certeza sobre algo e procurava no relatório técnico, eu sentia ainda mais dúvida após ler. Mesmo com o treinamento que recebemos, eu tive muitas dúvidas, pois o treinamento não foi totalmente aplicado, ele apenas tentava facilitar o entendimento do que está naquele imenso texto do relatório técnico.	UR35.1 - Difícil entendimento da técnica
	UR35.2 - Relatório técnico confuso
UC36 - O tempo foi suficiente, mas era muito longo e complexo. Começou a ficar difícil e a demandar muito tempo para fazer a atividade.	UR36.1 - Difícil entendimento da técnica
	UR36.2 - O tempo foi suficiente
	UR36.3 - Processo de estimativa funcional muito longo
UC37 - Eu tinha diversos outros trabalhos pra fazer e provas pra estudar, porém, eu lembro de ter me dedicado muito a realização do experimento	UR37.1 - Alta dedicação na realização do experimento
UC38 - O relatório técnico era confuso e pouco explicado, ele só serve pra quem já conhece a técnica, pois um leigo como eu que o lê não consegue entender muito. O relatório técnico foi considerado inútil por mim, pois eu não conseguia entender nada, preferi usar somente o slide do treinamento.	UR38.1 - Relatório técnico confuso
UC39 - Precisava ter mais exemplos de aplicação nos modelos de processos de negócios.	UR39.1 - Falta de exemplos
UC40 - Eu me dediquei pouco e estimei somente um modelo de processos de negócio, pois eu achei muito difícil	UR40.1 - Difícil entendimento da técnica
	UR40.2 - Grandes dificuldades na realização do experimento

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018

Quadro 10 – Apresentação do dados da etapa de codificação da análise de conteúdo - parte 6.

Unidade de contexto	Unidades de registro
UC41 - Muita dificuldade, principalmente em entender como realizar as etapas. Apesar do treinamento que ajudou muito, eu descobri dúvidas específicas	UR41.1 - Difícil entendimento da técnica
	UR41.2 - Grandes dificuldades na realização do experimento
UC42 - O slide do treinamento era muito bem explicado, mas não continha exemplos para as complexidades mais difíceis e no relatório técnico não ha exemplo nenhum	UR42.1 - Falta de exemplos
UC43 - Muitos termos eram empregados de maneira diferente do que eu interpretava no relatório técnico, palavras como "classifique" onde muitas vezes parecia ser "categorize" e vice e virsa.	UR43.1 - Haviam pontos de ambiguidade e incompletude
UC44 - O tempo foi mais que suficiente pra mim, pois só realizei a estimativa de um modelo de processos de negócio.	UR44.1 - O tempo foi suficiente
UC45 - Por ser um processo muito longo, isso causa dispersão e faz com que percamos o foco, preferi realizar somente uma estimativa, do que correr o risco de prejudicar o resultado.	UR45.1 - Processo de estimativa funcional muito longo

Fonte: Natália Pereira de Oliveira, 2018