



Uma ferramenta de apoio a análise de complexidade de modelos de processos de negócios

Célio de Almeida Ramos Júnior

JUIZ DE FORA
DEZEMBRO, 2016

Uma ferramenta de apoio a análise de complexidade de modelos de processos de negócios

CÉLIO DE ALMEIDA RAMOS JÚNIOR

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Ciência da Computação

Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Marco Antônio Pereira Araújo

JUIZ DE FORA

DEZEMBRO, 2016

UMA FERRAMENTA DE APOIO A ANÁLISE DE
COMPLEXIDADE DE MODELOS DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS

Célio de Almeida Ramos Júnior

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

Aprovada por:

Marco Antônio Pereira Araújo
Doutor

JUIZ DE FORA
13 DE DEZEMBRO, 2016

Resumo

Em um ambiente organizacional, processos de negócios são fatores importantes que influenciam na qualidade de seu produto final e na satisfação dos clientes. Tanto a qualidade do produto, quanto a satisfação dos clientes são de fundamental importância para a sobrevivência de uma ferramenta no mercado de softwares. O sucesso do processo de negócio também depende de modelos bem desenhados e com baixa complexidade, tendo em vista que a implantação de um modelo inviável em uma empresa pode gerar perdas irreparáveis ou não trazer o resultado esperado. Levando em consideração estes fatos, as seguintes questões foram levantadas: existem ferramentas de apoio a análise de complexidade de processos de modelos de negócio? Quais métricas são utilizadas para a análise de complexidade dos processos de modelos de negócios?

Portanto, um mapeamento sistemático fez-se necessário para estruturar os estudos existentes e revelar evidências que respondessem às questões de pesquisa. Observou-se que existem poucas referências às ferramentas de apoio à análise de complexidade de processos de modelos de negócios e uma gama de métricas utilizadas para medir a complexidade de processos de modelos de negócios. Diante disto, foi proposto neste trabalho uma ferramenta para apoiar na análise de complexidade de modelos de processos de negócios, na qual foram implementadas as métricas encontradas na revisão da literatura.

Palavras-chave: Complexidade, Modelo de Processo de negócio, Software, Métrica.

Abstract

In an organizational environment, business processes are important factors influencing final product quality which are of fundamental importance for the survival of a tool in the software market. The success of a business process also depends on well-designed and low complexity models, considering that the implementation of an impractical model in a company can generate irreparable losses or not bring the expected result. Taking these facts into account, the following questions were raised: Are there any tools to support the complex analysis of business model processes? What metrics are used to complex analysis of business model processes?

Therefore, it was necessary to map the existing studies in order to search for evidence that answered the questions raised. It was observed that there are few references to tools supporting the complex analysis in business model processes and a wide range of metrics used to measure such complexity. Thus, a tool was proposed in this study in order to support the complex analysis of business processes models whose metrics found in the literature review were implemented.

Keywords:Complexity, Business process model, Software, Metrics.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus e todos que me apoiaram diretamente ou indiretamente neste trabalho. Em especial: **Aos meus pais**, Célio e Rosania, por tudo que fizeram e fazem por mim, sem a educação e ensinamento de vocês eu não chegaria a lugar algum; **A minha irmã**, Priscila, pelo simples fato de ser minha irmã e por sempre estar ao meu lado; **A minha esposa**, Verônica, por ser minha companheira, por ter sido paciente, por todo apoio dado em todo esse tempo e por nunca me deixar desistir; **Ao meu filho**, Pedro Luca, além do simples fato de ser meu filho, pelos milhares de momentos de carinho e alegria; **Ao meu cunhado**, Anselmo, pelos conselhos dados, eles foram essenciais nessa jornada e na vida; **A minha cunhada**, Luiza, pela alegria que sempre irradia, por sempre ser colaborativa e pelo apoio dado todo este tempo; **A todos meus parentes e agregados**, por entenderem minhas desculpas por não sair, porque tinha que continuar com minha monografia; **Ao meu orientador**, doutor Marco Antônio, por ter me recebido como orientando, mesmo com tantos outros alunos para orientar. **Muito Obrigado a todos!**

”Não há nada que dominemos inteiramente a não ser os nossos pensamentos”.

René Descartes

Conteúdo

Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	9
Lista de Abreviações	10
1 Introdução	12
1.1 Justificativa	13
1.2 Questões	13
1.3 Objetivo geral	13
1.4 Objetivos específicos	13
1.5 Metodologia	14
1.6 Organização do trabalho	15
2 Fundamentação das áreas de investigação	16
2.1 Business Process Management(BPM)	16
2.2 Complexidade de modelo de processos de negócio	16
2.3 Business Process Model and Notation (BPMN)	18
2.4 Definição de medição, medidas, métricas e indicadores	21
2.5 Mapeamento Sistemático	22
2.6 Considerações finais do capítulo	22
3 Mapeamento sistemático	24
3.1 Questões de pesquisa	24
3.1.1 Questão de Pesquisa 1 QS1	24
3.1.2 Questão de Pesquisa 2 QS2	25
3.2 Processo de Seleção dos Estudos Preliminares	26
3.3 Avaliação da Qualidade dos Estudos Primários	27
3.4 Estratégia de Extração de Informação	27
3.5 Sumarização de Resultados	27
3.6 Busca	28
3.7 Considerações finais do capítulo	33
4 Ferramenta proposta	35
4.1 Requisitos	35
4.1.1 Identificação dos requisitos	35
4.1.2 Prioridades dos requisitos	35
4.1.3 Descrição dos requisitos	36
4.1.4 Diagrama de classe	36
4.1.5 Diagrama de caso de uso	36
4.2 Ferramenta implementada	39
4.2.1 Passos para utilização da ferramenta	39
4.2.2 Modelo utilizado para validação	40
4.2.3 Tela inicial do SISComplexBPM	41
4.2.4 Cadastro de limite das métricas	41

4.2.5	Análise do modelo	42
4.2.6	Ajuda	45
4.3	Considerações finais do capítulo	45
5	Avaliação da ferramenta	47
5.1	Modelo utilizado para análise	47
5.2	Análise do especialista	51
5.3	Conclusão da análise	52
6	Considerações finais	54
6.1	Trabalhos futuros	55
	Referências Bibliográficas	56
A	Requisitos	60
A.1	Requisitos funcionais	60
A.2	Requisitos não funcionais	84

Lista de Figuras

1.1	Passos TCC	14
4.1	Diagrama de classe	37
4.2	Diagrama de caso de uso	38
4.3	Passos para utilização da ferramenta	39
4.4	Processo principal do modelo abstrato	40
4.5	Supprocesso do modelo abstrato	41
4.6	Tela de cadastro de limite das métricas	41
4.7	Tela de cadastro de limite das métricas	42
4.8	Tela de seleção de modelo para análise	42
4.9	Tela de análise	43
4.10	Tela de análise com resultados	43
4.11	Tela de análise com imagem do modelo	44
4.12	Exportar dados	44
4.13	Arquivo XML exportado	45
4.14	Tela de ajuda	45
5.1	Subprocesso estudar viabilidade técnica	47
5.2	Processo principal de desenvolvimento de software	48
5.3	Subprocesso planejar	49
5.4	Subprocesso definir de riscos	49
5.5	Subprocesso desenvolver	50
5.6	Subprocesso testar	50
5.7	Resultado do modelo avaliado	52
A.1	Protótipo cadastro	62
A.2	Protótipo importação	63

Lista de Tabelas

2.1	Elementos BPMN 2.0	19
2.1	Elementos BPMN 2.0 (continuação)	20
2.1	Elementos BPMN 2.0 (continuação)	21
3.1	Critérios para a Revisão Sistemática QS1	25
3.2	Critérios para a Revisão Sistemática QS2	26
3.3	Resultado da busca QS1	29
3.4	Resultado da busca QS2	30
3.4	Resultado da busca QS2 (continuação)	31
3.5	Lista de métricas	31
3.5	Lista de métricas (continuação)	32
3.5	Lista de métricas (continuação)	33
4.1	Descrição de denominações	36
5.1	Limites de métricas para avaliação	51
A.1	Valores de W dos elementos	84

Lista de Abreviações

AGD	Grau médio de decisões
API	<i>Application Programming Interface</i>
BP	<i>Business Process</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
CCR	Coefficiente de complexidade da rede
CFC	Complexidade de controladores de fluxo
CLA	Nível de conectividade entre atividades
CW	Peso cognitivo
ECam	<i>Extended Cardoso metric</i> (ECaM)
ECyM	<i>Extended cyclomatic metric</i>
GH	Heterogeneidade de decisões
GM	Decisões divergentes
HPC	Complexidade do processo baseado em Halstead
IC	Complexidade da interface
LOC	<i>Line of code</i>
MCC	<i>McCabe's Cyclomatic Complexity</i>
MGD	Grau máximo de decisões
NCD	Número de decisões complexas
NDOIn	Número de objetos de dados de entrada das atividades
NDOOut	Número de objetos de dados de saída das atividades
NEDDB	Número de decisões exclusivas
NEDEB	Número de desvio condicionado por evento
NID	Número de decisões inclusivas
NL	Número de <i>lanes</i>
NOA	Número de atividades

NOAC	Número de atividades e controladores de fluxos
NOAJS	Número de atividades, junção e divisão
NP	Número de <i>pools</i>
NPF	Número de decisões paralelas
NSFA	Número total de fluxo de sequência entra atividades
NSFE	Número total de fluxo de sequência originados de eventos
NSFG	Número total de fluxo de sequência originados de decisões
PDOPOut	Proporção de objetos de dados como produto de saída e total de objeto de dados
PDOTIn	Proporção de objetos de dados como produto de entrada das atividades
PDOTOut	Proporção de objetos de dados como produto de saída das atividades
PLT	Proporção de <i>pools/lanes</i> e atividades
SM	<i>Structuredness Metric</i>
TNCS	Número total de subprocessos
TNDO	Número de objetos de dados
TNE	Número total de eventos
TNEE	Número total de eventos finais
TNG	Número total de decisões
TNSE	Número de eventos iniciais
TNSF	Número total de fluxo de sequência
TNT	Número de total de tarefas
TNTE	Número de eventos intermediários
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

1 Introdução

Atualmente, há um número significativo de empresas que usam padrões de modelagem de processos de negócios para expressar e projetar seus negócios (Lins, 2013). O desenvolvimento de modelos de processos de negócios (BP) tem como um dos principais propósitos sustentar a comunicação entre as partes interessadas no processo de desenvolver software (especialistas no domínio, analistas de processos de negócios, desenvolvedores de software são alguns exemplos). Por isso, os modelos devem ser fáceis de entender e manter, para assim conseguir cumprir esse objetivo. Segundo Gruhn (2006) métricas de complexidade são utilizadas para entender se um modelo é fácil ou difícil de entender. Para Gruhn (2006) modelos de processo que complexos frequentemente possuem erros. Segundo Sánchez (2012) os erros de pós-implementação custam mais do que os erros produzidos durante a fase de projeto, por isto um bom modelo de processo pode ajudar a evitar erros em etapas posteriores, prevenindo aumento de custos e esforços.

Uma vez que *business process management* (BPM), em português o gerenciamento de processos de negócios, se tornou um conceito aceito para a implementação e integração de sistemas de informação em larga escala, há uma necessidade crescente de conhecimento sobre: como os erros podem ser evitados; como a manutenção pode ser facilitada; e como a qualidade dos processos pode ser melhorada. Neste contexto, existem evidências de que a complexidade é um determinante da probabilidade de erro de um processo de negócio (Cardoso, 2006).

A medição do modelo de BP desempenha um papel importante na obtenção de informações úteis sobre a direção de potenciais melhorias em um cenário organizacional. Para impulsionar os benefícios da melhoria de processos é imprescindível criar modelos de processos de negócios que sejam facilmente compreensíveis, pois são cruciais nos projetos de sistemas de informação correspondentes (Sánchez, 2012). Ferramentas são importantes para automatizar o processo de coleta e cálculo de métricas, o que facilita a medição de modelos de processo de negócio (Muketha, 2010).

1.1 Justificativa

O desconhecimento de ferramentas para apoio na avaliação de complexidade de modelo de processo de negócio, em qualquer área, provoca uma insegurança na afirmação para clientes de que melhorias vão ocorrer após implantação do processo. Essa insegurança ocorre, pois apenas a experiência do especialista é levada em consideração.

1.2 Questões

Para desenvolvimento deste trabalho as seguintes questões foram levantadas: existem ferramentas para analisar complexidade de modelo BPM que utilizam métricas? Quais métricas são utilizadas para analisar complexidade de modelo de processo de negócio?

1.3 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é implementar uma ferramenta para apoio a análise de complexidade de modelos de processos de negócios na tentativa de evitar implementação de processos complexos que se tornarão inviáveis de implantar.

1.4 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram definidos os objetivos específicos abaixo:

- Efetuar um mapeamento na literatura no campo de complexidade de modelo de processo de negócio e assuntos correlatos;
- Investigar ferramentas já existentes;
- Identificar métricas de complexidade de modelo de processo de negócio existentes;
- Definir requisitos de ferramenta;
- Implementar ferramenta.
- Avaliar ferramenta.

1.5 Metodologia

Neste trabalho a metodologia adotada consiste nas seguintes etapas:

- Primeira etapa, definiu-se o escopo deste trabalho;
- Segunda etapa, verificou-se a existência de ferramenta de apoio a análise de complexidade;
- Na terceira etapa, pesquisou-se um conjunto de métricas baseado na literatura de trabalhos relacionados e levantamento de métricas existentes;
- Na quarta etapa, efetuou-se a definição de requisitos para ferramenta proposta;
- Na quinta etapa, apresentou-se a ferramenta proposta para apoio na avaliação de complexidade de modelo de processo de negócio.
- Na sexta etapa, avaliou-se a ferramenta proposta através de um especialista.

De uma forma geral a metodologia deste trabalho está representada através do fluxograma da Figura 1.1.

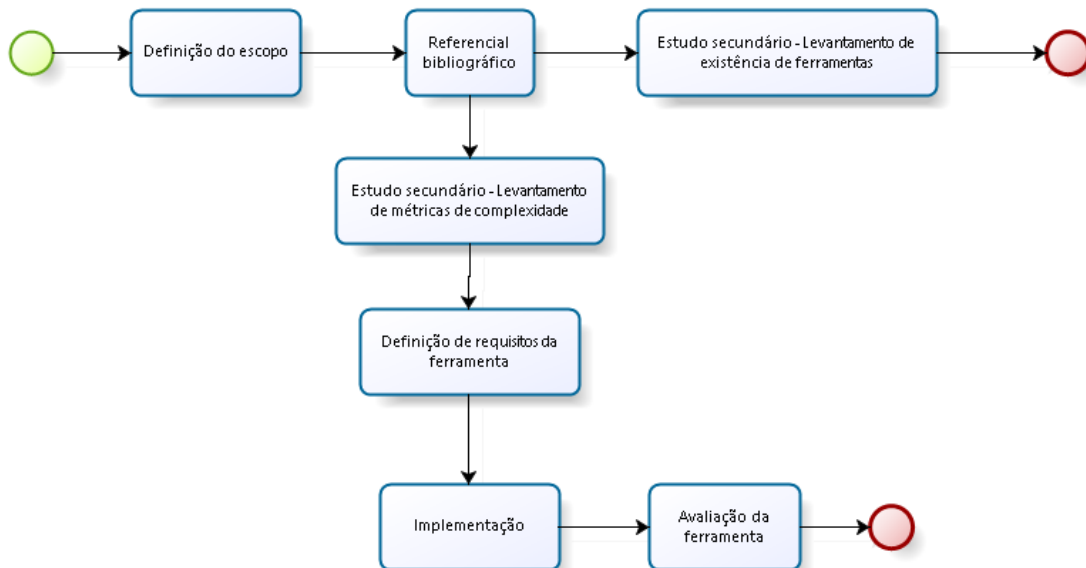


Figura 1.1: Passos TCC

1.6 Organização do trabalho

Este trabalho estruturou-se em cinco capítulos, no primeiro uma introdução ao contexto, a justificativa, a questão, o objetivo e a metodologia que norteou o desenvolvimento deste trabalho. No segundo capítulo apresentou-se uma revisão da literatura, onde são tratados os temas fundamentais para entendimento do trabalho. No terceiro capítulo descreveu-se a metodologia científica adotada, a execução do processo sistemático, resultado da extração, análise das evidências e resultados obtidos. O quarto capítulo apresentou-se os requisitos da ferramenta, diagrama de caso de uso, diagrama de classe, detalhes da implementação realizada e avaliação da ferramenta. No quinto capítulo, apresentou-se a avaliação da ferramenta por um especialista. E, por fim, no último capítulo apresentou-se um resumo dos resultados alcançados e das limitações.

2 Fundamentação das áreas de investigação

Neste capítulo visou-se contextualizar as áreas de conhecimento relacionadas ao objeto de estudo, para que o entendimento sobre o que está sendo estudado fique nivelado.

2.1 Business Process Management(BPM)

Para Lins (2013) BPM é definido como ”uma abordagem para suportar processos de negócios usando métodos, técnicas e software para projetar, implementar, controlar e analisar processos operacionais envolvendo humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação”.

De acordo com Martinho (2015) BPM é um conceito que inclui as atividades de modelagem, implantação, execução, monitoramento, análise e otimização de processos de negócios.

Segundo ABPM (2013) BPM é definido como ”uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com expectativas e necessidades de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. BPM engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar, implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos.

Com base nessas definições é possível identificar que o desenho de um processo de negócios envolve a adoção de uma notação, que será usada para modelar o processo de negócios. Neste trabalho adotou-se a notação BPMN 2.0.

2.2 Complexidade de modelo de processos de negócio

De acordo com Cardoso (2006) a complexidade dos modelos de processos de negócios está ligada intuitivamente a efeitos como a legibilidade, o esforço, a testabilidade, confiabilidade e manutenção. Além disso, uma vez que os processos de negócios são uma

representação de alto nível composta de muitos elementos diferentes, nunca poderá haver uma única medida da complexidade do processo (Cardoso, 2006).

Modelos de negócio simples são fáceis de entender por todas as partes interessadas e facilitam a implementação de um sistema que o acomoda (Solichah, 2013). De acordo com Cardoso (2006) pode ocorrer de processos fáceis serem projetados de uma maneira complexa. Para Solichah (2013) modelos de negócios complexos podem se torna simples e ainda sim suportar as funcionalidades dos negócios.

Um modelo de processo de negócio, com alta complexidade, possui várias desvantagens indesejáveis, tais como má compreensão, erros, defeitos e exceções. Estas desvantagens podem proporcionar um aumento no tempo para desenvolver, testar e manter o modelo de processo de negócio (Cardoso, 2006). Manter a baixa complexidade do modelo de processo de negócio é fundamental, dado que a complexidade pode afetar a capacidade de manutenção e compreensão do mesmo (Solichah, 2013). Segundo Cardoso (2006) analisar a complexidade em todas as etapas do processo, de desenho e desenvolvimento, ajuda a evitar prejuízos associados a processos de alta complexidade.

Segundo Muketha (2010) a complexidade de um modelo de processo de negócio é caracterizado por uma função a qual possui as seguintes propriedades que precisam ser satisfeitas por métricas de complexidade:

- A complexidade de um modelo de processo de negócio não pode ser negativa, mas pode ser nula se um sistema não tem elementos;
- A complexidade de um processo é nula se o processo não tem atividades nele;
- A complexidade de um modelo de processo de negócio não depende da convenção escolhida para representar as relações entre seus elementos;
- A complexidade de um modelo de processo de negócio não é menos do que a soma das complexidades de quaisquer dois de seus módulos sem nenhuma relação em comum;
- A complexidade de um modelo de processo de negócio composto de dois módulos disjuntos é igual à soma das complexidades dos dois módulos.

Modeladores devem levar em conta algumas orientações no momento da modelagem de processo de negócio. Com a ajuda de especialistas da indústria sete diretrizes foram formuladas (Kluza, 2012). São elas:

1. Construa um modelo tão estruturado quanto possível;
2. Decomponha um modelo com mais de 50 elementos;
3. Use poucos elementos no modelo quando possível;
4. Defina com verbo os rótulos de atividade;
5. Minimize os caminhos de roteamento;
6. Use um evento de início e final;
7. Evite elementos de decisões inclusivas(*OR*).

2.3 Business Process Model and Notation (BPMN)

Business Process Model and Notation (BPMN) ou, em português, Notação de Modelagem de Processos de Negócio, de propriedade do *OMG Consortium*¹ (*Object Management Group*), é uma representação gráfica para modelagem de processos de negócios usando uma técnica de fluxograma (Lins, 2013). Segundo Lins (2013) BPMN tem dois objetivos principais: fornecer gerenciamento de processos de negócios para as partes interessadas do negócios e apoiar a modelagem processos complexos.

O objetivo principal do BPMN é fornecer uma notação que seja facilmente compreensível por todos os usuários de negócios, desde os analistas de negócios que criam os rascunhos iniciais dos processos até os desenvolvedores técnicos responsáveis pela implementação da tecnologia que irá executar esses processos e, finalmente, para os empresários que irão gerenciar e monitorar esses processos (OMG, 2011). A Tabela 2.1 apresenta os principais elementos gráficos da notação BPMN 2.0, os quais adotaremos a utilização neste trabalho.

¹O Object Management Group, é uma organização internacional que aprova padrões abertos para aplicações orientadas a objetos.

Tabela 2.1: Elementos BPMN 2.0


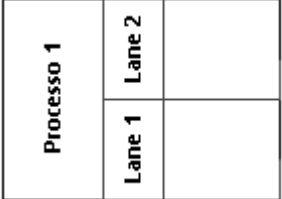






Elemento	Descrição	Notação
Piscina (<i>Pool</i>)	Representação gráfica de um participante de um processo. Uma piscina pode se referir a um processo ou a representação de um processo participante/colaborador de outro processo, cuja modelagem não é representada (caixa preta).	
Raia (<i>Lane</i>)	Sub-partição dentro de um processo usada para organizar e categorizar atividades dentro do mesmo.	
Decisões (<i>Gateway</i>)	<p>Usado para controlar a divergência e a convergência dos fluxos de seqüência em um processo. Os tipos de decisões que são parte de um modelo de processo são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exclusivo: usado para criar caminhos alternativos exclusivos dentro do fluxo. Apenas um caminho poderá ser seguido. • Inclusivo: usado para criar caminhos alternativos que podem ser paralelos dentro do fluxo de trabalho. As condições de evolução não são excludentes, portanto, todas as condições verdadeiras serão atravessadas. • Paralelo: usado para combinar e criar fluxos paralelos. • Complexo: usado para modelar o sincronismo de comportamentos complexos. • Baseado em evento e baseado em evento paralelo: representam um ponto de ramificação no processo onde os caminhos alternativos que seguem a decisão são baseados em eventos que ocorrem. 	<p>Exclusivo:</p>  <p>Inclusivo:</p>  <p>Paralelo:</p>  <p>Complexo:</p>  <p>Baseado em evento:</p>  <p>Baseado em evento paralelo:</p> 

Tabela 2.1: Elementos BPMN 2.0 (continuação)




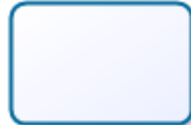


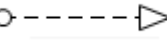



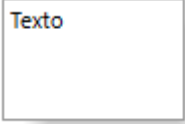

Elemento	Descrição	Notação
Evento	Representa algo que "acontece" durante o curso do processo afetando o fluxo do mesmo. Os eventos são divididos em eventos de início, intermediários e final.	<p>Inicial:</p>  <p>Intermediário:</p>  <p>Final:</p> 
Atividade	Atividade representa um ponto no processo onde algum trabalho é executado. Os tipos de atividades que são parte de um modelo de processo são: Subprocesso e Task. Subprocesso é um objeto gráfico dentro de um processo, mas pode ser aberto para que enxerguemos seu interior.	 <p>Atividade</p>  <p>Subprocesso</p>
Fluxo de sequência	Usado apenas para mostrar a ordem em que as atividades serão executadas em um processo.	
Fluxo de mensagem	Usado para mostrar o mensagens entre dois participantes que estão preparados para enviar e receber mensagens. Obs: em BPMN, duas piscinas separadas em um diagrama de colaboração representam os dois participantes.	
Associação	Usada para ligar informações em artefatos com elementos gráficos do BPMN. Anotações e outros artefatos podem ser associados com um elemento gráfico por meio deste conector.	
Objeto de dados	Representação de documentos e formulários que são usados e atualizados durante a execução do processo. Podem ser referências a documentos físicos ou eletrônicos.	
Mensagem	Usada para descrever o conteúdo de uma comunicação entre dois participantes.	

Tabela 2.1: Elementos BPMN 2.0 (continuação)

Elemento	Descrição	Notação
Anotações de texto	Mecanismo para que um modelador forneça informações de texto adicionais para o leitor de um Diagrama de BPMN.	
Grupo	Agrupamento de elementos gráficos que estão dentro da mesma categoria. Esse tipo de agrupamento não afeta os fluxos de sequência dentro do grupo. O nome da categoria aparece no diagrama como o rótulo do grupo. As categorias podem ser usadas para fins de documentação ou análise. Os grupos são uma maneira pela qual as categorias de objetos podem ser exibidas visualmente no diagrama.	

2.4 Definição de medição, medidas, métricas e indicadores

Existem diferenças entre os termos utilizados para mensuração. Sendo assim, para que o entendimento fique nivelado, utilizou-se as definições a seguir, conforme (ABPM, 2013):

- **Medição:** pode ser definida como um conjunto de operações para determinar o valor de uma medida, ou seja, é a ação de medir.
- **Medida:** representa a quantificação de dados a partir de padrão que envolva exatidão, completude, consistência e temporalidade.
- **Métricas:** podem ser definidas como uma conclusão das medidas, isto é, a representação de uma informação.
- **Indicadores:** representam as medidas ou métricas de maneira simples, facilitando as análises.

2.5 Mapeamento Sistemático

A maioria das pesquisas científicas tem seu começo através de uma revisão de literatura executada de forma *ad hoc*. Entretanto, caso esta revisão não esteja completa e justa, terá pouco valor científico. Esta é a principal razão pela qual se deve considerar o uso de uma revisão sistemática. Uma revisão sistemática da literatura é uns dos meios existentes para identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa pertinente a uma pergunta de pesquisa em particular (Kitchenham, 2004). Além disso, existem outras razões mais específicas que justificam o uso da revisão sistemática (Kitchenham, 2004):

- resumir alguma evidência existente sobre uma determinada teoria ou tecnologia, por exemplo;
- identificar pontos em aberto para a pesquisa em questão, possibilitando a definição de áreas onde mais investigações devem ser realizadas;
- prover um embasamento para novas atividades de pesquisa.

O mapeamento sistemático é um tipo de revisão sistemática, onde se efetua uma revisão mais ampla dos estudos primários, em busca de conhecer quais evidências estão disponíveis, bem como detectar lacunas no conjunto dos estudos primários onde seja direcionado o foco de revisões sistemáticas futuras e identificar áreas onde mais estudos primários precisam ser conduzidos (Kitchenham, 2004). O estudo de mapeamento sistemático fornece uma visão abrangente de uma área de pesquisa, identificando a quantidade, os tipos de pesquisa realizadas, os resultados disponíveis, além das frequências de publicações ao longo do tempo para identificar tendências (Petersen, 2008).

2.6 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo apresentou-se o referencial teórico em que se baseia este trabalho. Mostrou-se a definição de BPM e a notação utilizada para modelagem de processos de negócios. Apresentou-se a complexidade em modelos de processos de negócios e o quão a mesma é importante para garantir uma implantação do processo de negócio sem erros. Além

disso, apresentou-se as definições de medição, métricas, medidas e indicadores. E, por fim, mostrou-se o porque de um mapeamento sistemático.

No capítulo seguinte, será apresentado detalhadamente o mapeamento sistemático realizado na literatura.

3 Mapeamento sistemático

Neste capítulo detalhou-se o método científico escolhido neste trabalho. O detalhamento do método científico adotado, viabiliza a replicação do processo por outros pesquisadores e fornece confiabilidade aos resultados finais do trabalho. O capítulo foi dividido em seções que compõem fundamentação da metodologia utilizada, a execução do processo sistemático, o resultado da extração, a análise das evidências e os resultados obtidos.

3.1 Questões de pesquisa

3.1.1 Questão de Pesquisa 1 QS1

Existem ferramentas para analisar complexidade de modelo BPM que utilizam métricas?

- **Intervenção:** trabalhos que apresentem ocorrências de ferramentas que calculam métricas de complexidade aplicadas a modelagem de processo de negócio.
- **Controle:** não definido.
- **Efeito:** auxiliar no desenvolvimento de ferramenta para apoio na análise de complexidade de modelos.
- **Medida de desfecho:** ferramentas de apoio na análise de complexidade de modelos.
- **População:** artigos relacionados com ferramentas que implementem métricas de complexidade aplicadas a modelos de negócios.
- **Problema:** como analisar complexidade de modelo de negócio.
- **Aplicação:** entender as ferramentas existentes a fim de desenvolver nova ferramenta para auxiliar na avaliação de complexidade de modelos BPM.

A tabela 3.1 apresenta os critérios para a realização da revisão sistemática a partir da questão de pesquisa apresentada.

Tabela 3.1: Critérios para a Revisão Sistemática QS1

Critério	Descrição
Seleção de Fontes	Será fundamentada em bases de dados eletrônicas incluindo as conferências e artigos listados mais abaixo. Será considerada também a busca por <i>proceedings</i> de conferências cuja temática seja métricas de complexidade de modelo de processo de negócio
Palavras-chave	<i>tool</i> , ferramenta, software, <i>framework</i> , métrica, medida, <i>measure</i> , complexidade, <i>complexity</i> , modelagem de processo de negócio, modelos de processos de negócios, diagrama de processo de negócio, <i>business process models</i> , BPM
Idioma dos Estudos	Português e inglês
Métodos de busca de fontes	As fontes serão acessadas via web. No contexto dessa revisão não será considerada a busca manual
Listagem de fontes	Scopus e IEEE
Tipo dos Artigos	Teórico, Prova de conceito, Estudos experimentais
Critérios de Inclusão e Exclusão de Artigos	Os artigos devem estar disponíveis na <i>web</i> ; os artigos devem estar completos; os artigos devem ser relevantes a questão de pesquisa, ou seja, de maneira geral apresentar ferramenta que possua métricas de complexidade de modelo BPM implementadas

3.1.2 Questão de Pesquisa 2 QS2

Quais métricas são utilizadas para analisar complexidade de modelo de processo de negócio?

- **Intervenção:** trabalhos que apresentem ocorrências de métricas de complexidade aplicadas a modelagem de processos de negócios.
- **Controle:** não definido.
- **Efeito:** auxiliar no desenvolvimento de ferramenta para auxílio na avaliação de complexidade de modelos.
- **Medida de desfecho:** métricas para cálculo de complexidade de modelos de negócio.

- **População:** artigos relacionados com métricas de complexidade aplicadas a modelos de negócio.
- **Problema:** como analisar complexidade de modelo de negócio.
- **Aplicação:** entender as métricas existentes a fim de desenvolver ferramenta para auxiliar na avaliação de complexidade de modelos BPM.

A tabela 3.2 apresenta os critérios para a realização da revisão sistemática a partir da questão de pesquisa apresentada.

Tabela 3.2: Critérios para a Revisão Sistemática QS2

Critério	Descrição
Seleção de Fontes	Será fundamentada em bases de dados eletrônicas incluindo as conferências e artigos listados mais abaixo. Será considerada também a busca por <i>proceedings</i> de conferências cuja temática seja métricas de complexidade de modelo de processo de negócio
Palavras-chave	Métrica, medida, <i>measure</i> , complexidade, <i>complexity</i> , modelagem de processo de negócio, modelos de processos de negócios, diagrama de processo de negócio, <i>business process models</i> , BPM
Idioma dos Estudos	Português e inglês
Métodos de busca de fontes	As fontes serão acessadas via web. No contexto dessa revisão não será considerada a busca manual
Listagem de fontes	Scopus e IEEE
Tipo dos Artigos	Teórico, Prova de conceito, Estudos experimentais
Critérios de Inclusão e Exclusão de Artigos	Os artigos devem estar disponíveis na <i>web</i> ; os artigos devem estar completos; os artigos devem ser relevantes a questão de pesquisa, ou seja, de maneira geral apresentar métricas de complexidade BPM

3.2 Processo de Seleção dos Estudos Preliminares

Dois pesquisadores aplicaram a estratégia de busca para a identificação de potenciais artigos. Os artigos identificados foram selecionados pelos mesmos pesquisadores através

da leitura e verificação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Feito isto, os pesquisadores entraram em consenso sobre a seleção dos artigos.

3.3 Avaliação da Qualidade dos Estudos Primários

A abordagem para definição da qualidade está fundamentada na fonte para extração do material e na aplicação dos critérios de inclusão / exclusão dos estudos.

3.4 Estratégia de Extração de Informação

Para cada estudo selecionado após a execução do processo de seleção, os pesquisadores extraíram os seguintes dados:

- título do artigo;
- autores;
- fonte;
- tipo de artigo;
- categoria;
- contexto e tecnologia da aplicação;
- listagem das métricas de complexidade de processo de negócio.

3.5 Sumarização de Resultados

Tabulou-se os resultados tão quanto realizou-se análises para definir os materiais que apresentaram métricas de complexidade aplicadas a modelos de negócios e apresentam ferramentas para análise de modelo de processo de negócio.

3.6 Busca

Foi necessário restringir o escopo das buscas. Essa restrição varia de acordo com a *string* de busca utilizada e considera o periódico no qual a busca é realizada e o local onde as palavras chave serão procuradas (todo o texto ou *abstract*). As *strings* de busca utilizadas para a questão de pesquisa apresentada foram:

- QS1: ((*tool** OR ferramenta OR *software* OR framework) AND (bpm OR "Business process models" OR "Business process model" OR "Business process modeling" OR "Business process diagram" OR "Modelo de processos de Negócio" OR "Modelos de Processos de Negócios" OR "Modelagem de Processos de Negócio" OR "Modelagem de Processos de Negócios" OR "Modelagem de Processo de Negócio" OR "Modelagem de Processo de Negócios" OR "Diagrama de processos de Negócio" OR "Diagrama de processos de Negócios" OR "Diagrama de processo de Negócio" OR "Diagrama de processo de Negócios") AND (*metric** OR medida OR *measure**) AND complex*)
- QS2: ((bpm OR "Business process models" OR "Business process model" OR "Business process modeling" OR "Business process diagram" OR "Modelo de processos de negócio" OR "Modelos de processos de negócios" OR "Modelagem de processos de negócio" OR "Modelagem de processos de negócios" OR "Modelagem de processo de negócio" OR "Modelagem de processo de negócios" OR "Diagrama de processos de negócio" OR "Diagrama de processos de negócios" OR "Diagrama de processo de negócio" OR "Diagrama de processo de negócios") AND (*metric** OR medida OR *measure**) AND complex*)

Como resultado das buscas realizadas na lista de fontes dos critérios para realização da Revisão Sistemática, para QS1 encontrou-se 1427 resultados, após aplicados os critérios de inclusão e exclusão, 2 artigos foram selecionados, e estão apresentados na Tabela 3.3. Para QS2 foram encontrados 1536 resultados, após aplicados os critérios de inclusão e exclusão, 42 artigos foram selecionados, e estão apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.3: Resultado da busca QS1

Título	Autor
<i>Quality indicators for business process models from a gateway complexity perspective</i>	(Sánchez, 2012)
<i>A tool for evaluating the quality of business process models</i>	(Makni, 2010)

Dos artigos selecionados foram extraídos as métricas e estão apresentadas na Tabela 3.5.

As métricas apresentadas na Tabela 3.5 foram analisadas para implementação considerando a clareza em seu detalhamento na literatura, a fim de evitar equívocos no entendimento, e viabilidade técnica na implementação. Após a análise, foram selecionadas as seguintes métricas: TNT, TNCS, NSFA, TNEE, NSFE, TNTE, TNSE, NDO-Out, NDOIn, NL, NP, NSFG, NPF, NCD, NID, NEDEB, NEDDB, CFC, NOA, NOAJS, NOAC, IC, GM, GH, MGD, TNG, AGD, TNE, CLA, TNDO, TNSF, PLT, CW, PDO-Out, PDOTOut e PDOPIn. O detalhamento destas regras estão presentes no apêndice Requisitos.

Não foram encontrados valores padrões para as métricas na literatura, pois a

Tabela 3.4: Resultado da busca QS2

Título	Autor
<i>Supportive metrics to estimate the effort to develop Business Intelligence system [Métricas de Apoio a Estimativa de Esforço para o Desenvolvimento de Sistemas de BI]</i>	(Endo, 2016)
<i>Modelling families of business process variants: A decomposition driven method</i>	(Milani, 2016)
<i>Anvaya: An Algorithm and Case-Study on Improving the Goodness of Software Process Models Generated by Mining Event-Log Data in Issue Tracking Systems</i>	(Juneja, 2016)
<i>An Automated Approach for Assisting the Design of Configurable Process Models</i>	(Assy, 2015)
<i>Business process quality measurement using advances in static code analysis</i>	(Ladányi, 2015)
<i>Complexity Analysis of a Business Process Automation: Case Study on a Healthcare Organization</i>	(Martinho, 2015)
<i>Metrics for the Case Management Modeling and Notation (CMMN) Specification</i>	(Marin, 2015)
<i>Integrating semantics and structural information for BPMN model refactoring</i>	(Khlif, 2015)
<i>An empirical analysis of business process execution language usage</i>	(Hertis, 2014)
<i>Controlled automated discovery of collections of business process models</i>	(García, 2014)
<i>Square complexity metrics for business process models</i>	(Kluza, 2014)
<i>Toward a quality framework for business process models</i>	(Sánchez, 2013)
<i>Towards a maintainability model for business processes: Adapting a software maintainability model (position paper)</i>	(Turetken, 2013)
<i>Comparative study of service-based security-aware business processes automation tools</i>	(Lins, 2013)
<i>Exploration on software complexity metrics for business process model and notation</i>	(Solichah, 2013)
<i>Model for integrated monitoring of BPEL business processes</i>	(Srdic, 2013)
<i>Minimizing test-point allocation to improve diagnosability in business process models</i>	(Borrego, 2013)
<i>Process-driven data quality management through integration of data quality into existing process models: Application of complexity-reducing patterns and the impact on complexity metrics</i>	(Glowalla, 2013)
<i>Quality indicators for business process models from a gateway complexity perspective</i>	(Sánchez, 2012)
<i>Design and management of flexible process variants using templates and rules</i>	(Kumar, 2012)
<i>A quality based approach for the analysis and design of business process models</i>	(Ayad, 2012)
<i>Using declarative workflow languages to develop process-centric Web Applications</i>	(Bernardi, 2012)
<i>Data-bound variables for WS-BPEL executable processes</i>	(Krizevnik, 2012)
<i>Modeling functional requirements for configurable content- and context-aware dynamic service selection in business process models</i>	(Frece, 2012)
<i>Proposal of square metrics for measuring Business Process Model complexity</i>	(Kluza, 2012)
<i>Towards thresholds of control flow complexity measures for BPMN models</i>	(Sánchez, 2011)
<i>Human and automatic modularizations of process models to enhance their comprehension</i>	(Reijers, 2011)

Tabela 3.4: Resultado da busca QS2 (continuação)

Título	Autor
<i>Simplified business process model mining based on Structuredness Metric</i>	(Zhao, 2011)
<i>A tool for evaluating the quality of business process models</i>	(Makni, 2010)
<i>Complexity metrics for executable business processes</i>	(Muketha, 2010)
<i>Definition and validation of metrics for ITSM process models</i>	(E Abreu, 2010)
<i>A survey of business process complexity metrics</i>	(Muketha, 2010)
<i>Quality metrics for business process modeling</i>	(Khelif, 2009)
<i>Structured collaborative workflow design</i>	(Held, 2009)
<i>Measuring size of business process from use case description</i>	(Dhammaraksa, 2009)
<i>Prediction models for BPMN usability and maintainability</i>	(Rolón, 2009)
<i>Complexity Metrics for Measuring the Understandability and Maintainability of Business Process Models using Goal-Question-Metric (GQM)</i>	(Azim, 2008)
<i>An ensemble of complexity metrics for BPEL web processes</i>	(Parizi, 2008)
<i>Risk prediction in ERP projects: Classification of reengineered business processes</i>	(Camara, 2007)
<i>Process control-flow complexity metric: An empirical validation</i>	(Cardoso, 2006)
<i>Adopting the cognitive complexity measure for business process models</i>	(Gruhn, 2006)
<i>A discourse on complexity of process models</i>	(Cardoso, 2006)

Tabela 3.5: Lista de métricas

Métrica	Autores
Complexidade de controladores de fluxo(CFC)	(Cardoso, 2006)
Peso cognitivo(CW), CFC	(Gruhn, 2006)
Número de atividades (NOA), Número de atividades e controladores de fluxo (NOAC), Número de atividades, junção e divisão (NOAJS), <i>McCabe's Cyclomatic Complexity</i> (MCC), CFC, Complexidade do processo baseado em Halstead (HPC), <i>Complexity of a procedure</i> , Complexidade da interface (IC), CW, <i>Coefficient of network complexity</i>	(Cardoso, 2006)
Número total de eventos (TNE), Número de total de tarefas (TNT), Número de objetos de dados (TNDO), Proporção de objetos de dados como produto de entrada das atividades (PDOPIIn), <i>Simplicity</i> , Integração, CFC, CW	(Camara, 2007)
CFC, NOA, MCC, HPC, CW, <i>Fan-in/Fan-out</i>	(Azim, 2008)
CFC, MCC, IC	(Parizi, 2008)
CFC, HPC, NOA, NOAC, IC	(Khelif, 2009)
MCC, CFC, NOA, NOAC	(Held, 2009)
NOA, NOAC, Número de atividades (TNA), NOAJS	(Dhammaraksa, 2009)

definição destes valores dependem do contexto ao qual o modelo de processo de negócio esta sendo aplicado. Por exemplo, uma empresa de grande porte pode considerar que uma certa quantidade de atividades não é complexo para ela, mas o mesmo valor, aplicado para uma empresa de pequeno porte, pode indicar que o processo é extremamente complexo e

Tabela 3.5: Lista de métricas (continuação)

Métrica	Autores
Número de total de tarefas (TNT), Número de decisões exclusivas (NEDDB), Número de decisões complexas (NCD), Número de desvio condicionado por evento (NEDEB), Número de decisões paralelas (NPF), Número de decisões inclusivas (NID), Número de pools (NP), Número de lanes (NL), Número total de eventos, finais (TNEE), Número de eventos iniciais (TNSE), Número total de subprocessos (TNCS), Número de eventos intermediários (TNIE), Número total de fluxo, de sequencia originados de eventos (NSFE), Número total de fluxo de sequencia entre atividades (NSFA), Número de objetos de dados de saída das, atividades (NDOOut), Número de objetos de dados de entrada das atividades (NDOIn), Número total de fluxo de sequencia originados de decisões (NSFG), Número total de decisões (TNG), Proporção de pools/lanes e atividades (PLT), Número de objetos de dados (TNDO), Proporção de objetos de dados como, produto de saída e total de objeto de dados (PDOPOut), Proporção de objetos de dados como produto de entrada das atividades (PDOPIIn), Proporção de, objetos de dados como produto de saída e total de objeto de dados (PDOPOut), Número total de fluxo de sequência (TNSF), Número total de eventos (TNE), Número de atividades (TNA), Número de fluxo de mensagens entre participantes (NMF), Nível de conectividade entre participantes (CLP)	(Rolón, 2009)
CFC, MCC, IC, <i>Cyclicality metric, Modularization</i> , NOA, NOAC, <i>Coefficient of Network Complexity</i>	(Makni, 2010)
CFC, NOA, IC, CW	(Muketha, 2010)
<i>Coefficient of network complexity</i> , TNEE, TNSE, CFC, NEDDB, NCD, NEDEB, NPF, NID, NP, NL, TNCS, TNG, <i>Nesting depth metric</i> , TNT, TNIE	(E Abreu, 2010)
NOA, NOAC, NOAJS, MCC, CFC, HPC, <i>Complexity of a procedure</i> , IC, CW, <i>Coefficient of network complexity, Cross-connectivity, Maximum nesting depth, Mean nesting depth, Number of handles, Extended cyclomatic metric(ECyM), Structuredness Metric</i>	(Muketha, 2010)
<i>CFC</i>	(Sánchez, 2011)
<i>FanIn - FanOut</i> , TNT, TNCS,	(Reijers, 2011)
NOA, CFC, MCC	(Zhao, 2011)
CFC, Decisões divergentes (GM), Heterogeneidade de decisões (GH), Grau máximo de decisões(AGD), Número total de decisões (TNG), Grau médio de decisões (MGD)	(Sánchez, 2012)
CFC, TNA, NOAC, NEDDB, NID, NPF	(Kumar, 2012)
<i>Cross-connectivity</i>	(Ayad, 2012)
<i>Lines of Code (LOC), Model Complexity, Cyclomatic Complexity, Coupling between objects, Lack Of Cohesion in Methods</i>	(Bernardi, 2012)

Tabela 3.5: Lista de métricas (continuação)

Métrica	Autores
NOAC, NOA, NOAJS, HPC, ECaM, ECyM, CFC, <i>Concurrency, Cyclicity</i> , GH, CW, TNA, NFSA, <i>Separability, Deph, Sequentiality, Density, Diameter</i>	(Kluza, 2012)
NOA, NOAC, NOAJS, CFC, MCC, HPC, (ECyM), <i>Extended Cardoso metric</i> (ECaM), <i>Maximum Nesting Depth, Mean Nesting Depth</i> , TNA, NSFA, TNT, IC, <i>Coefficient of Network Complexity</i>	(Krizevnik, 2012)
NOA, NOAC, CFC, MCC	(Krizevnik, 2012)
NOA, NOAC, NOAJS, MCC, CFC, HPC	(Frece, 2012)
CFC	(Sánchez, 2013)
CFC, N° de nós	(Turetken, 2013)
CFC, NOA	(Lins, 2013)
MCC, CFC, CW, TNA, <i>Maximum nesting depth, Mean nesting depth, Number of handles</i>	(Solichah, 2013)
NOA, NOAC, CFC, MCC	(Srdic, 2013)
TNA	(Borrego, 2013)
TNT, <i>FanIn-FanOut</i> , MGD, AGD, CFC, <i>Diameter, Separability, Connectivity, Cross-connectivity</i>	(Glowalla, 2013)
CFC, MCC, NOA, NOAJS, NOAC, <i>FanIn-FanOut</i>	(Hertis, 2014)
CFC, <i>Maximum Connector Degree</i> , <i>Average Connector Degree, Coefficient of network complexity</i>	(García, 2014)
CFC, NOA, MCC	(Kluza, 2014)
CFC, <i>Coefficient of network complexity</i>	(Assy, 2015)
CFC, MCC	(Ladányi, 2015)
CFC, NOA, NOAC	(Martinho, 2015)
CW	(Marin, 2015)
CW, CFC, Número total de fluxo de sequencia, NL, NOA	(Khelif, 2015)
CFC, NOA, HPC, CW, MCC	(Endo, 2016)
<i>Coefficient of network complexity</i>	(Milani, 2016)
MCC	(Juneja, 2016)

será inviável a implantação do mesmo.

3.7 Considerações finais do capítulo

A utilização do mapeamento sistemático se mostrou eficiente para atender ao objetivo do trabalho. Através dele identificou-se a existência de ferramentas de análise de complexidade BPM e métricas de complexidade aplicadas a modelos de processos de negócios. Verificou-se que as ferramentas encontradas não estavam disponíveis para download para serem utilizadas. Portanto, a implementação proposta neste trabalho permanece válida.

No capítulo seguinte, serão apresentados os requisitos da ferramenta, a ferramenta

implementada e uma avaliação da mesma por um especialista.

4 Ferramenta proposta

Engenharia de Requisitos é formada pelo conjunto de técnicas empregadas para levantar, detalhar, documentar e validar os requisitos de um produto. Enunciado completo, claro e preciso dos requisitos de um produto de software estão presentes nas atividades que fazem parte do fluxo de Requisitos, onde o resultado principal é o documento de Especificação de Requisitos de Software. (Pádua Paula Filho, 2003)

Segundo Pádua Paula Filho (2003) requisitos de alta qualidade são claros, completos, sem ambiguidade, implementáveis, consistentes e testáveis. Os requisitos que não apresentem estas qualidades são problemáticos: eles devem ser revistos.

É primordial para o desenvolvimento de um bom produto, em qualquer caso, uma boa Engenharia de Requisito. (Pádua Paula Filho, 2003)

Esta seção descreve-se os requisitos necessários para implementação da ferramenta proposta de apoio a análise de complexidade de modelo de processo de negócio, a qual batizou-se de SISComplexBPM, e a ferramenta implementada.

4.1 Requisitos

4.1.1 Identificação dos requisitos

Por convenção, a referência a requisitos é feita através do nome da subseção onde eles estão descritos, seguidos do identificador do requisito, de acordo com a especificação a seguir:

[sigla de subseção — Identificador do requisito]

4.1.2 Prioridades dos requisitos

Estabeleceu-se a prioridade dos requisitos adotando as seguintes denominações: essencial, importante e desejável. A Tabela 4.1 apresenta a descrição de significado de cada uma dessas denominações:

Tabela 4.1: Descrição de denominações

Denominação	Descrição
Essencial	É o requisito sem o qual a ferramenta não entra em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados impreterivelmente.
Importante	É o requisito sem o qual a ferramenta entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.
Desejável	É o requisito que não compromete as funcionalidades básicas da ferramenta, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis são requisitos que podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

4.1.3 Descrição dos requisitos

A descrição detalhada de todos requisitos funcionais e não funcionais estão disponíveis no apêndice Requisitos.

4.1.4 Diagrama de classe

Para facilitar a implementação criou-se o diagrama (Figura 4.1) de classes utilizadas na ferramenta proposta.

4.1.5 Diagrama de caso de uso

Detalhou-se os casos de uso (Figura 4.2) existentes na ferramenta para apresentar as interações desejadas entre sistema e os usuários.

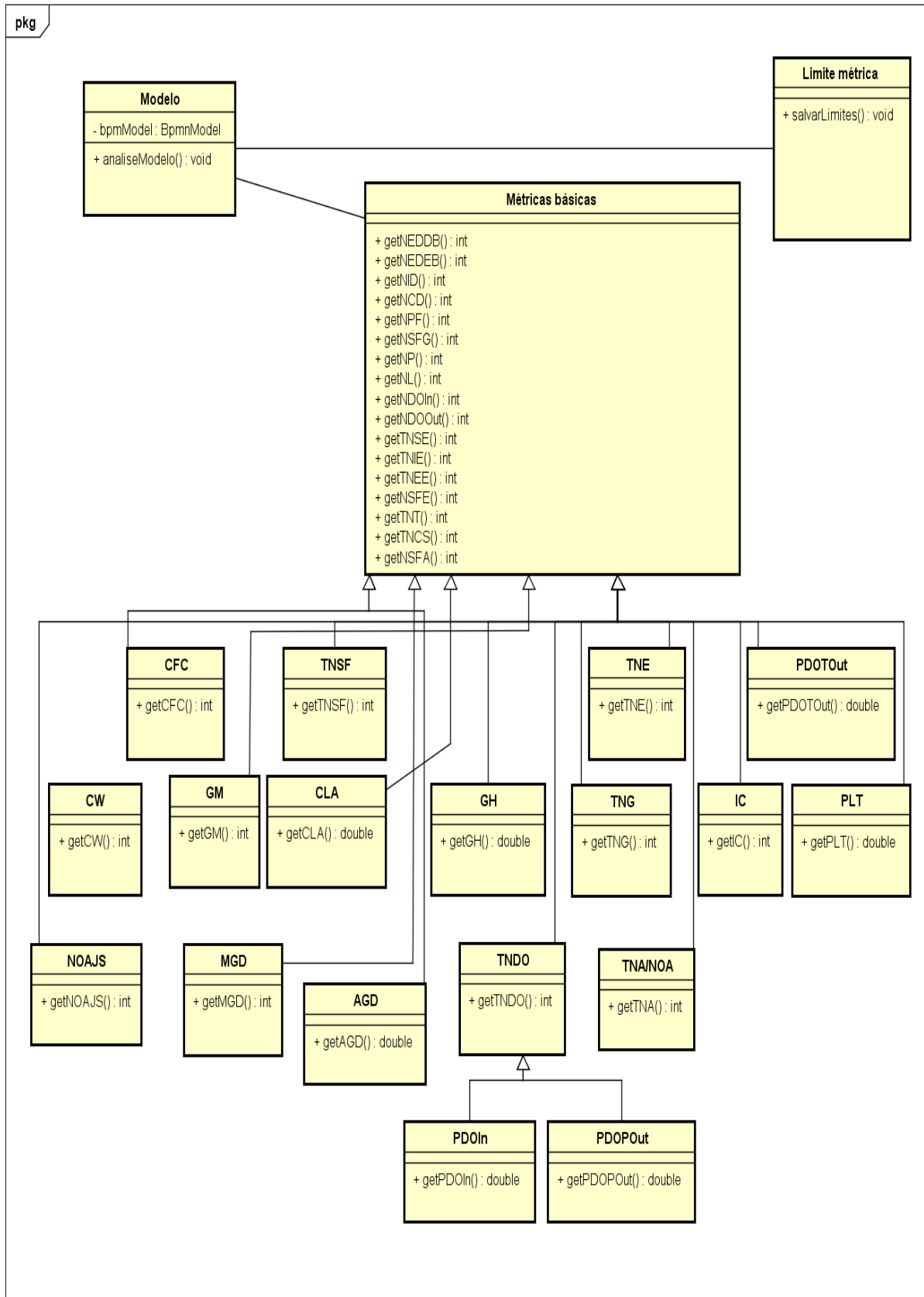


Figura 4.1: Diagrama de classe

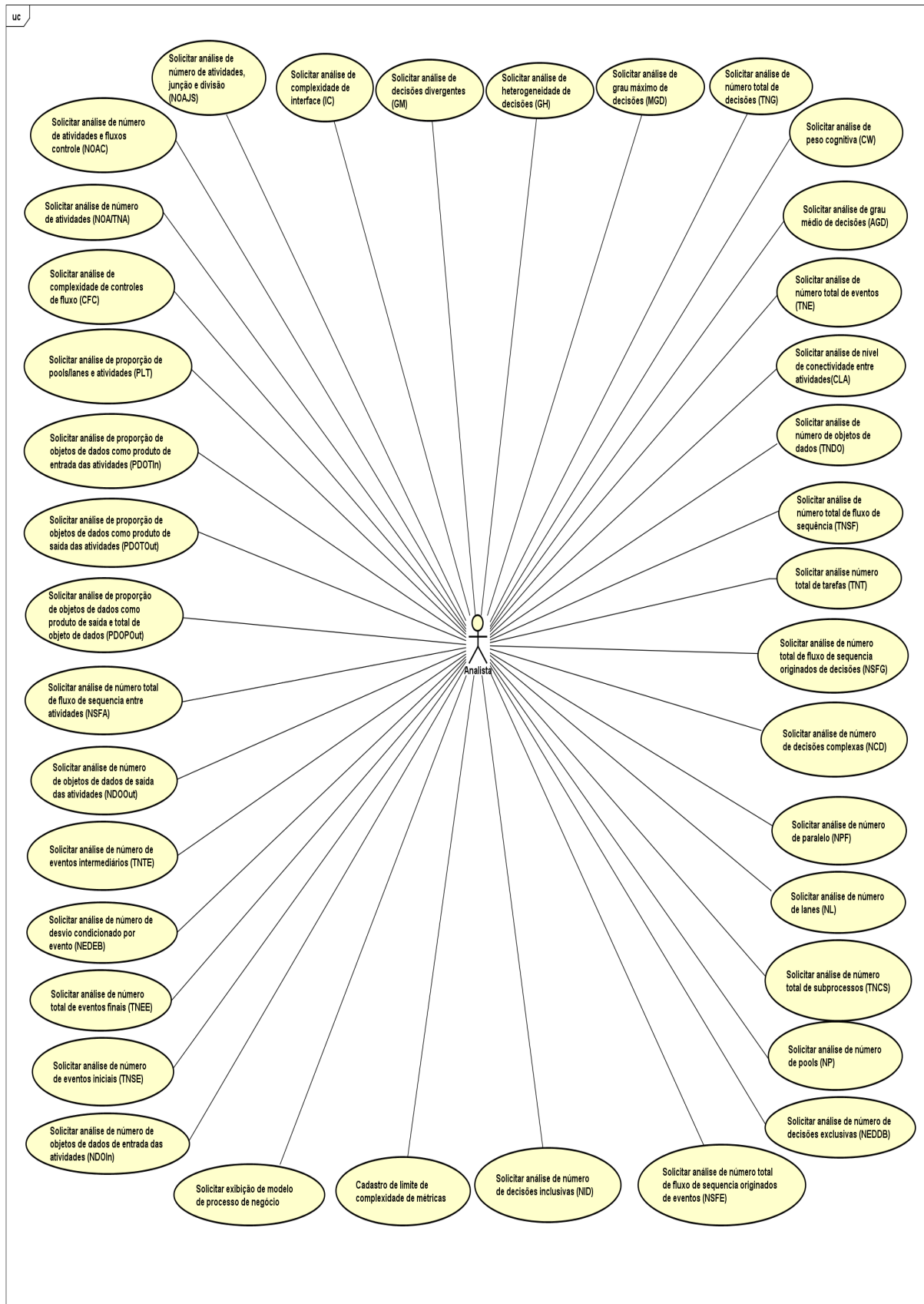


Figura 4.2: Diagrama de caso de uso

4.2 Ferramenta implementada

As subseções apresentadas na sequência, mostrou-se cada etapa para utilização da ferramenta. Esta implementação fez-se o uso da linguagem Java, com API *Activity*² para interpretação do modelo e cálculo das métricas, e PHP para interface *Web*, com utilização de modelos *bootstrap*³.

4.2.1 Passos para utilização da ferramenta

Utilizou-se a ferramenta Bizagi para desenhar e exportar o modelo a ser avaliado pela ferramenta SiscomplexBPM. Em seguida foi definido, na ferramenta SiscomplexBPM, os limites de cada métrica, e, logo após, submetido o modelo para análise. Após isto, efetuou-se uma análise dos dados calculados, para provar a adequação dos valores. Também utilizou-se o recurso de visualização do modelo submetido e exportação dos valores calculados. Apresentamos todos os passos necessários para utilização da ferramenta na Figura 4.3.

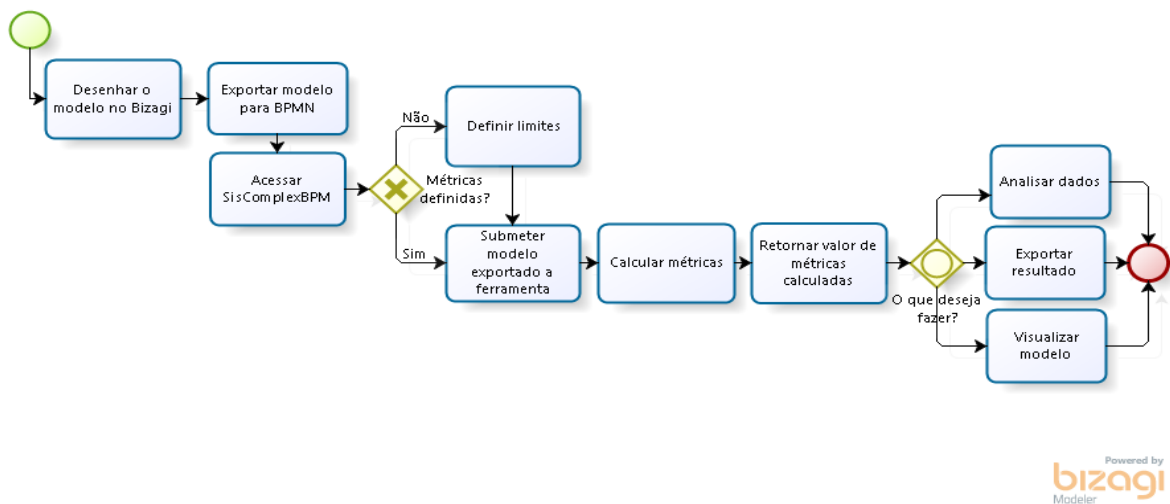


Figura 4.3: Passos para utilização da ferramenta

²<http://www.activiti.org>

³<http://getbootstrap.com>

4.2.2 Modelo utilizado para validação

Para validação da ferramenta utilizou-se um modelo abstrato. A Figura 4.4 apresenta o processo principal do modelo.

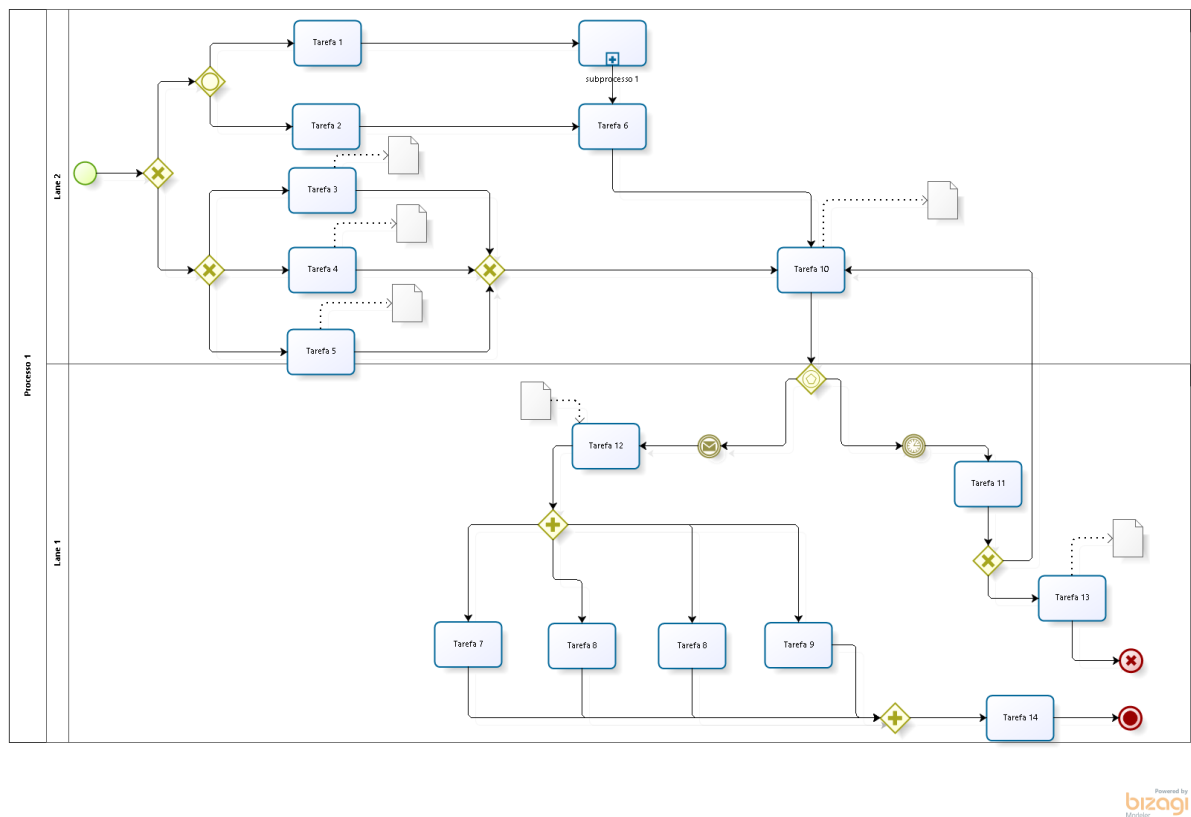


Figura 4.4: Processo principal do modelo abstrato

O modelo apresentado na Figura 4.4 foi desenhado de forma a atender todas as métricas de complexidades encontradas na literatura. Isso proporcionou a verificação dos cálculos utilizando apenas um modelo.

O subprocesso, apresentado na Figura 4.5, foi desenhado para atender as métricas que envolvem a existência de decisões complexas, decisões paralelas e atividade do tipo subprocesso.

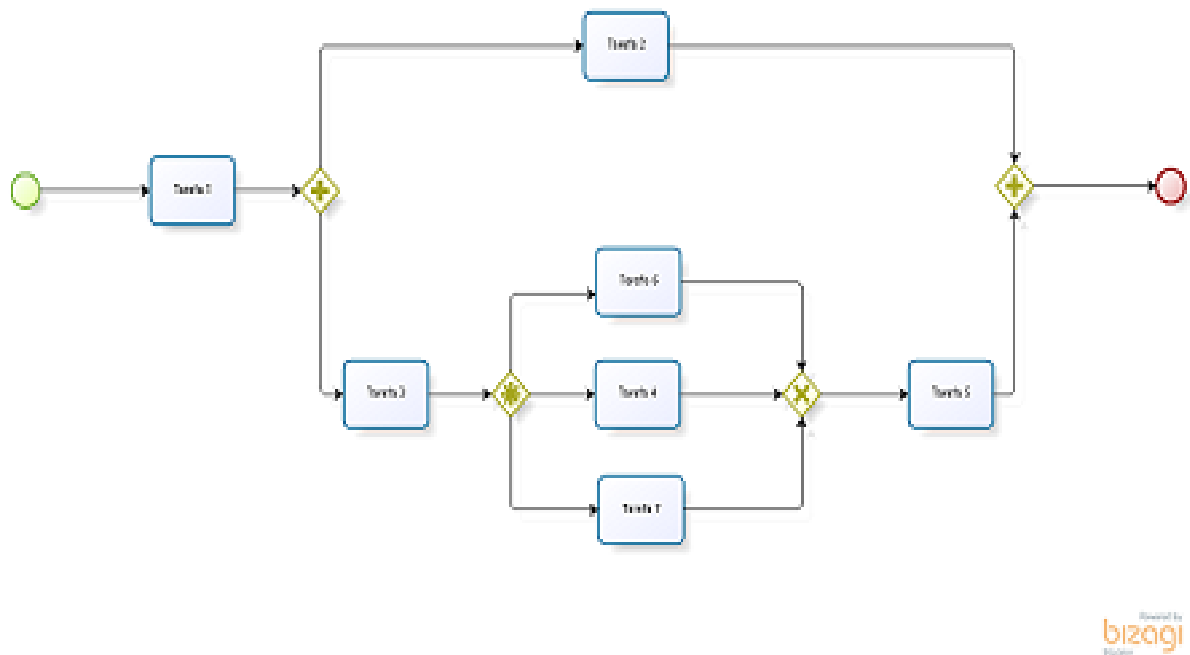


Figura 4.5: Suprocesso do modelo abstrato

4.2.3 Tela inicial do SISComplexBPM

A tela inicial apresenta uma breve descrição do que o sistema e podemos ver na Figura 4.6.

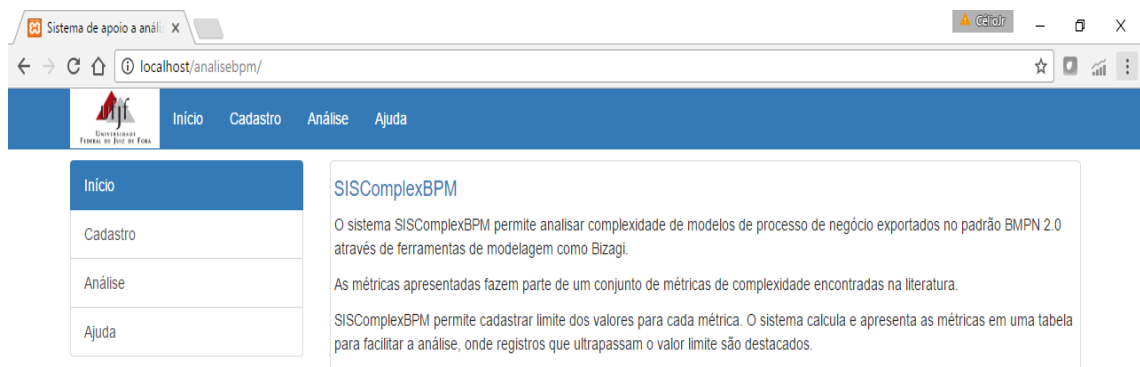


Figura 4.6: Tela de cadastro de limite das métricas

4.2.4 Cadastro de limite das métricas

O Cadastro de limite das métricas é utilizado para definir o valor máximo que cada métrica pode apresentar no modelo. Este cadastro foi acessado através do menu **Cadastro** e nele esta presente todas as métricas calculadas pela ferramenta.

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost/analisebpm/#`. The page title is 'Cadastro de faixas de complexidade de métrica'. On the left, there is a navigation menu with 'Cadastro' selected. The main form contains the following fields and values:

Métrica	Valor
Número de total de tarefas (TNT)*	51
Número total de subprocessos (TNCS)*	3
Número total de fluxo de sequencia entre atividades (NSFA)*	30
Número total de eventos finais (TNEE)*	3
Número total de fluxo de sequencia originados de eventos (NSFE)*	12
Número de lanes (NL)*	10
Número de pools (NDP)*	
Proporção de objetos de dados como produto de saída das atividades (PDOTOut)*	2
Proporção de objetos de dados como produto de entrada das atividades (POOPIn)*	2
Proporção de pools/lanes e atividades (PLT)*	2

At the bottom of the form, there is a red text label '(*) Campos obrigatórios' and two buttons: 'Salvar' (green) and 'Cancelar' (red).

Figura 4.7: Tela de cadastro de limite das métricas

A Figura 4.7 ilustra como o cadastro de limite das métricas é no SisComplex. Nela é apresentado algumas métricas existentes na ferramenta, com valores definidos aleatoriamente, e como o especialista confirma confirmar os valores informados.

4.2.5 Análise do modelo

A análise de modelo foi acessada pelo menu **Análise** e possui a aparência conforme a Figura 4.8.

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost/analisebpm/#`. The page title is 'Análise de modelos de processo de negócio'. On the left, there is a navigation menu with 'Análise' selected. The main form contains the following fields and elements:

- Section: 'Dados do modelo'
- Field: 'Modelo*' (required)
- Button: '+ Selecionar' (green)
- Text: '(*) Campos obrigatórios' (red)
- Buttons: 'Analisar' (green) and 'Cancelar' (red)

Figura 4.8: Tela de seleção de modelo para análise

Foi selecionado o modelo através do botão **Selecionar** conforme ilustra a Figura

4.9

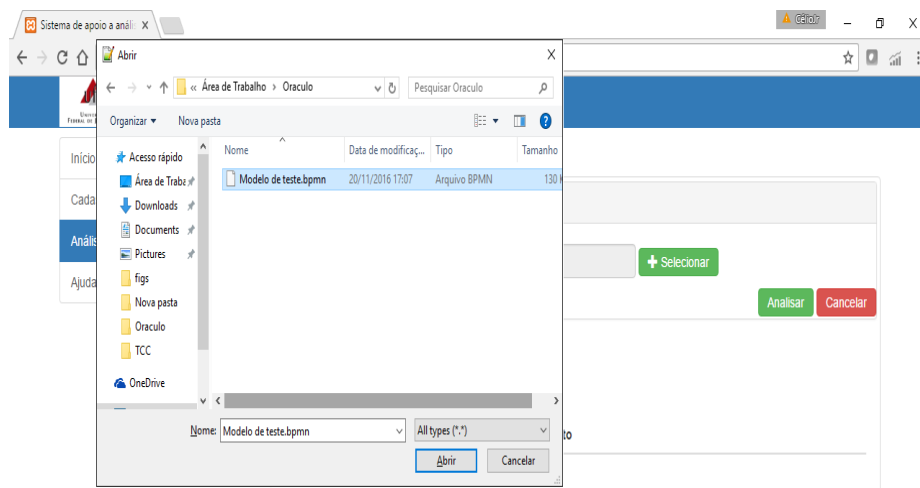


Figura 4.9: Tela de análise

A análise do modelo escolhido foi efetuada após clicar no botão **Analisar** e o resultado dos cálculos exibidos em grid como mostra a Figura 4.10.

As métricas que passaram do limite foram destacadas em vermelho que ao serem selecionadas apresentam a descrição da métrica juntamente com uma sugestão de melhoria. E as métricas verdes estão dentro do limite estipulado e ao serem selecionadas exibem apenas a descrição.

 A screenshot of the web application interface showing the analysis results. The browser address bar shows 'localhost/analisebpm/#'. The navigation menu includes 'Início', 'Cadastro', 'Análise', and 'Ajuda'. The main content area is titled 'Análise de modelos de processo de negocio'. It features a 'Dados do modelo' section with a 'Modelo*' input field and a '+ Selecionar' button. Below this, there are 'Analisar' and 'Cancelar' buttons. A red warning message states: '(*) Campos obrigatórios'. The 'Resultado' section includes 'Exportar dados' and 'Exibir modelo' buttons. A table displays the analysis results:

Métrica	Valor absoluto
Número de total de tarefas (TNT)	22
Número de decisões exclusivas (NEDDB)	5
Número de decisões complexas (NCD)	1
Número de desvio condicionado por evento (NEDEB)	1
Número de decisões paralelas (NPF)	4

 The first row (TNT) is highlighted in red, and a tooltip for it reads: 'Número de total de tarefas no modelo. Sugestão de melhoria: reduzir quantidade de tarefas no modelo.' The other rows are highlighted in green.

Figura 4.10: Tela de análise com resultados

A visualização do modelo importado foi acionada através do botão **Exibir modelo** a fim de facilitar o entendimento das métricas aplicadas e recordar como é o modelo importado. Após a visualização voltamos para grid de resultados através do botão **Exibir tabela de resultados**. A Figura 4.11 ilustra esta etapa.

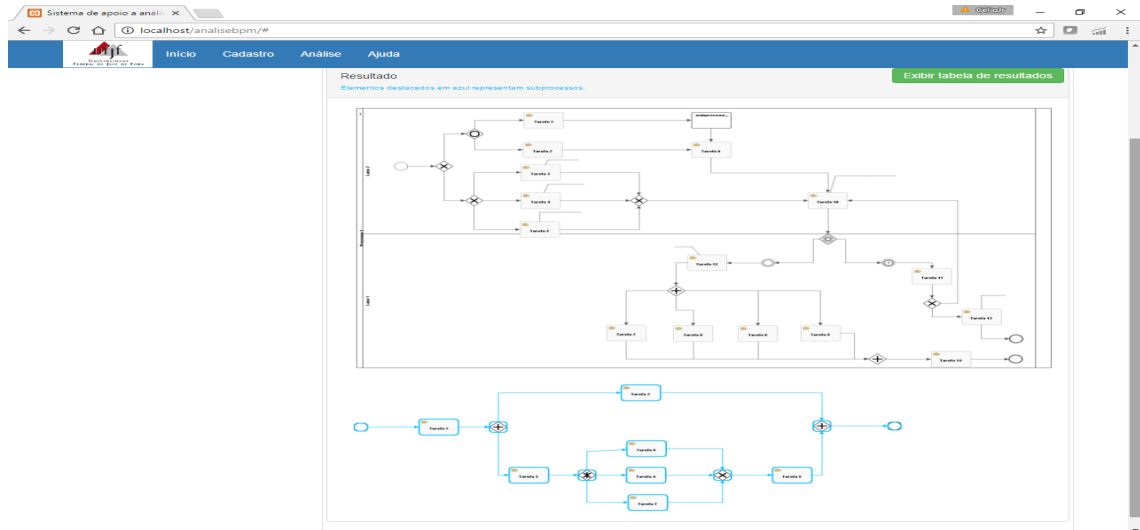


Figura 4.11: Tela de análise com imagem do modelo

O uso da ferramenta mostrou-se útil, pois foram calculadas 35 das 36 métricas de forma precisa e em um tempo consideravelmente rápido. A métrica CW foi a única que apresentou problemas em seu valor, já que a mesma, por dificuldades técnicas, não teve sua implementação por completo. Os alertas apresentados facilitaram a identificação dos problemas no modelos, o que proporcionou uma revisão do mesmo antes que fosse para etapa de implementação.

Os dados do resultado foram exportados para XML através do botão **Exportar dados**. A Figura 4.12 e Figura 4.13 ilustram esta etapa.

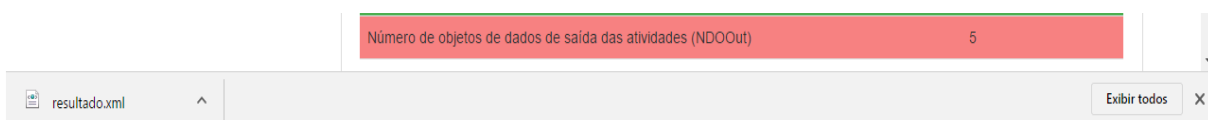


Figura 4.12: Exportar dados



Figura 4.13: Arquivo XML exportado

4.2.6 Ajuda

O menu de **Ajuda** implementado visa auxiliar o especialista, com informações sucintas e claras, na utilização da ferramenta, como podemos ver na Figura 4.14.

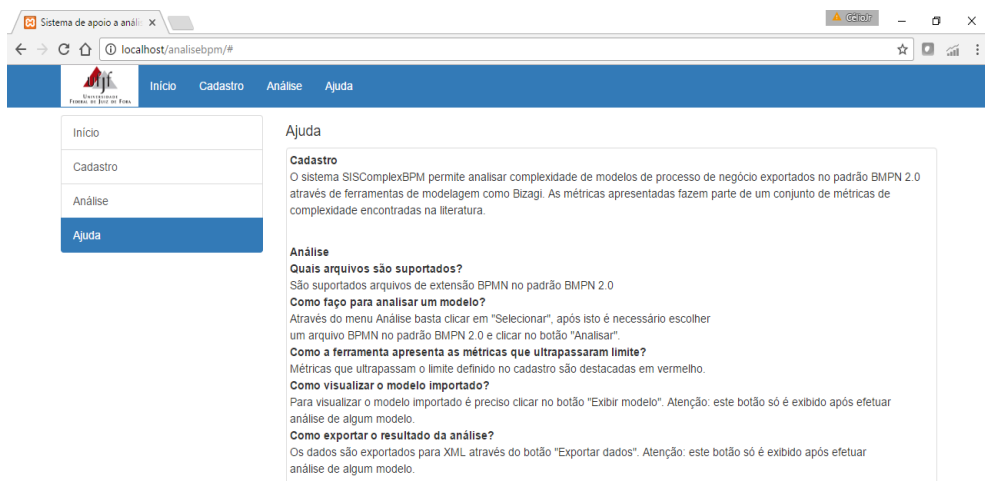


Figura 4.14: Tela de ajuda

4.3 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo apresentou-se detalhadamente a ferramenta proposta e os passos necessários para utilização da mesma. Mostrou-se como é simples a configuração dos limites das métricas e a facilidade em analisar um modelo de processo de negócio. Informamos a não implementação por completo da métrica CW. Também foi apresentado o recurso complementar de visualização, o que proporcionou uma facilidade na utilização da ferramenta,

visto que não foi necessário a utilização de outra ferramenta para visualização do modelo. Além disso, o recurso de exportação mostrou-se útil para a integração com outras ferramentas.

No capítulo seguinte descreve-se as análises efetuadas na ferramenta por parte de um especialista.

5 Avaliação da ferramenta

Esta seção apresentará os passos utilizados por um especialista para avaliar a qualidade da ferramenta SISComplexBPM, apresentando o modelo utilizado, as definições de limites e conclusão da avaliação.

5.1 Modelo utilizado para análise

Para avaliação da ferramenta fez-se a utilização de um modelo real, apresentado de forma macro pela Figura 5.2, o qual foi disponibilizado pelo especialista, de acordo com o seu contexto. O modelo utilizado ilustra um processo de desenvolvimento de *software*, o qual, segundo o especialista, foi refatorado em consequência de sua complexidade. Para confecção do modelo e exportação para o padrão BPMN 2.0, o especialista utilizou a ferramenta Bizagi.

Este processo de desenvolvimento é composto de subprocesso, que visam detalhar a representação de cada um. Abaixo iremos apresentar todos subprocessos existentes no modelo disponibilizado pelo especialista.

O subprocesso estudar viabilidade técnica está representado pela Figura 5.1.

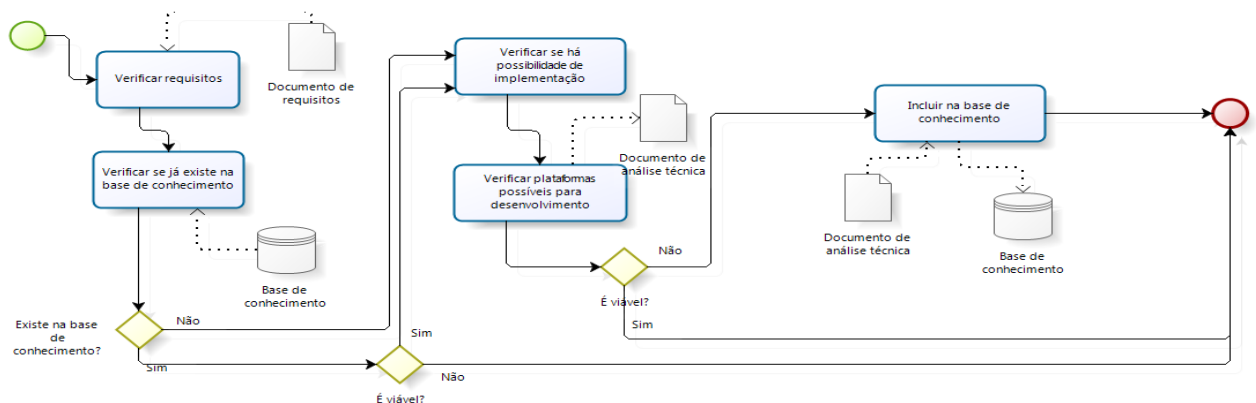


Figura 5.1: Subprocesso estudar viabilidade técnica

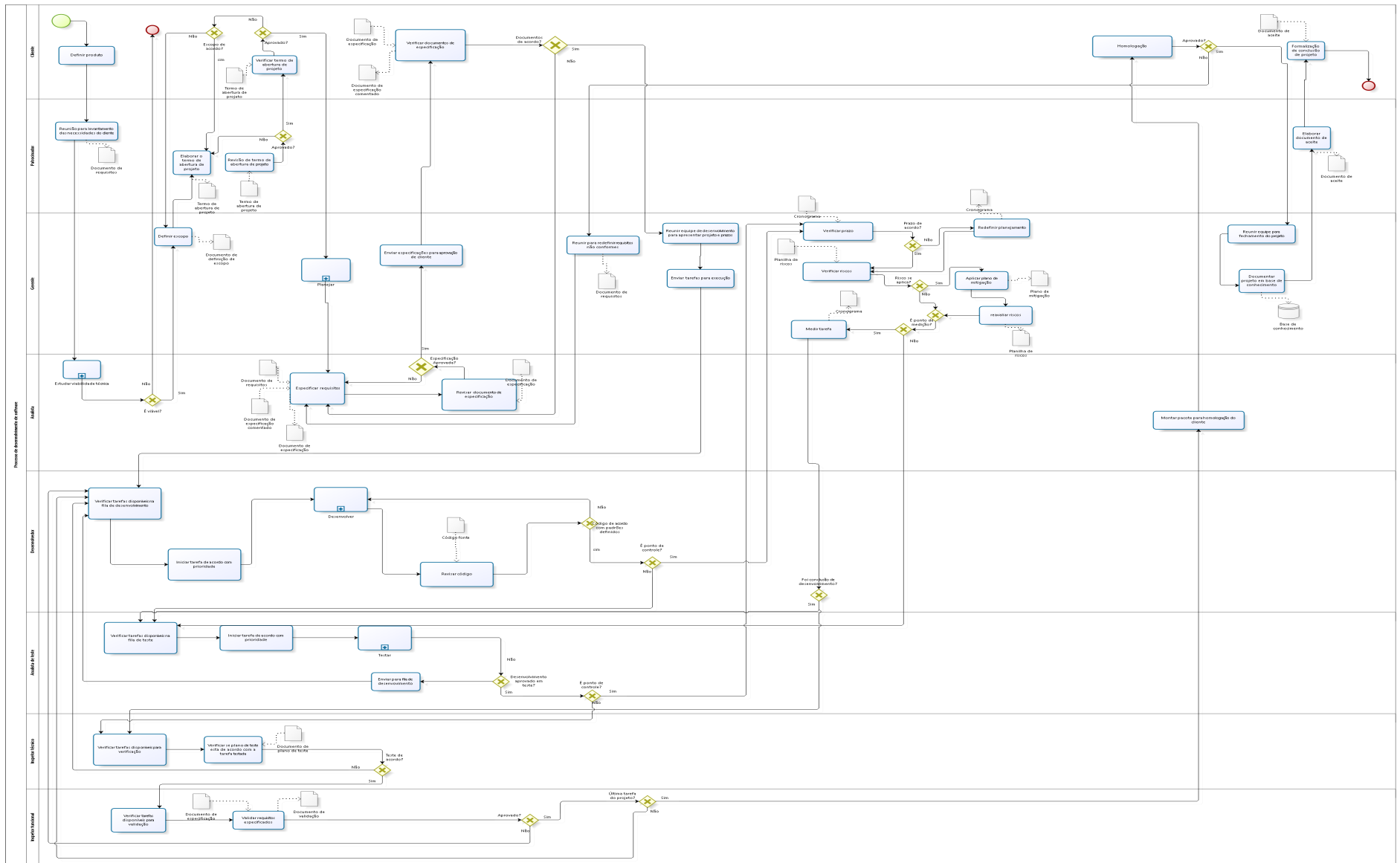


Figura 5.2: Processo principal de desenvolvimento de software

O subprocesso planejar está representado pela Figura 5.3.

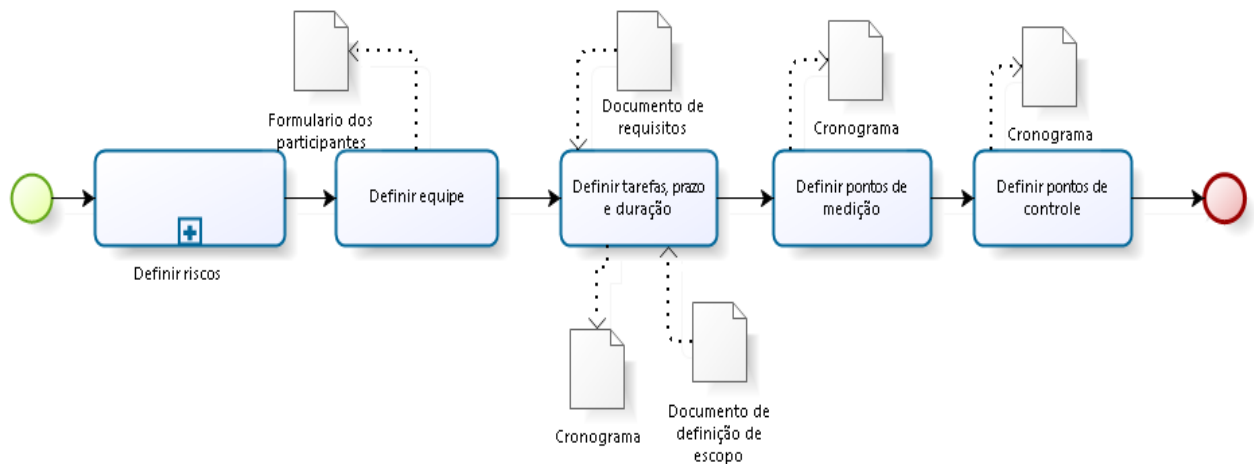


Figura 5.3: Subprocesso planejar

O subprocesso definir de riscos está representado na Figura 5.4.

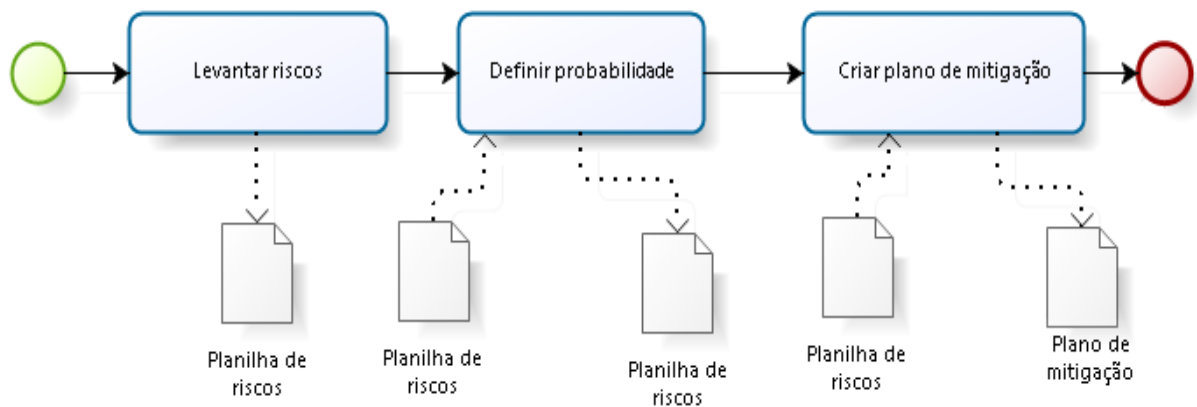
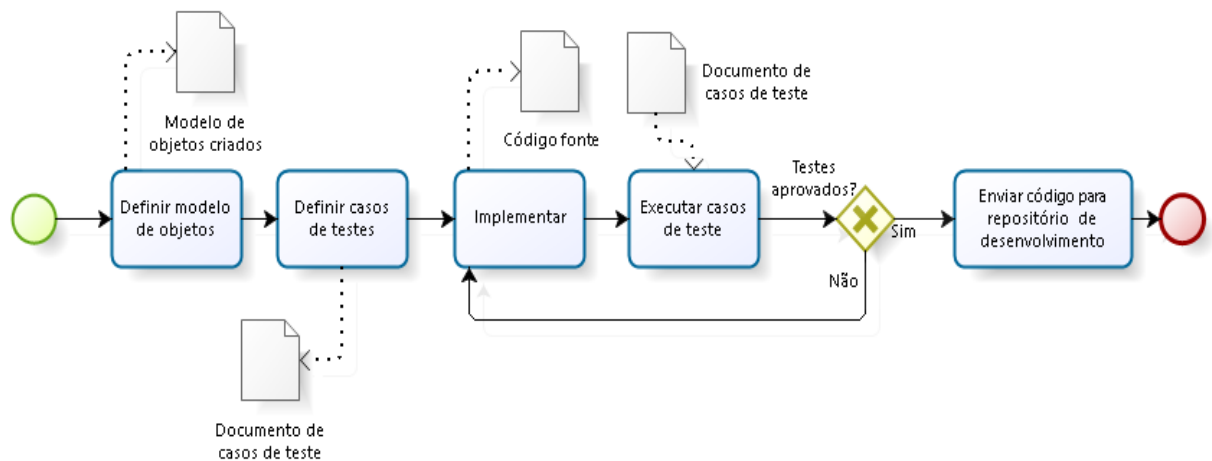


Figura 5.4: Subprocesso definir de riscos

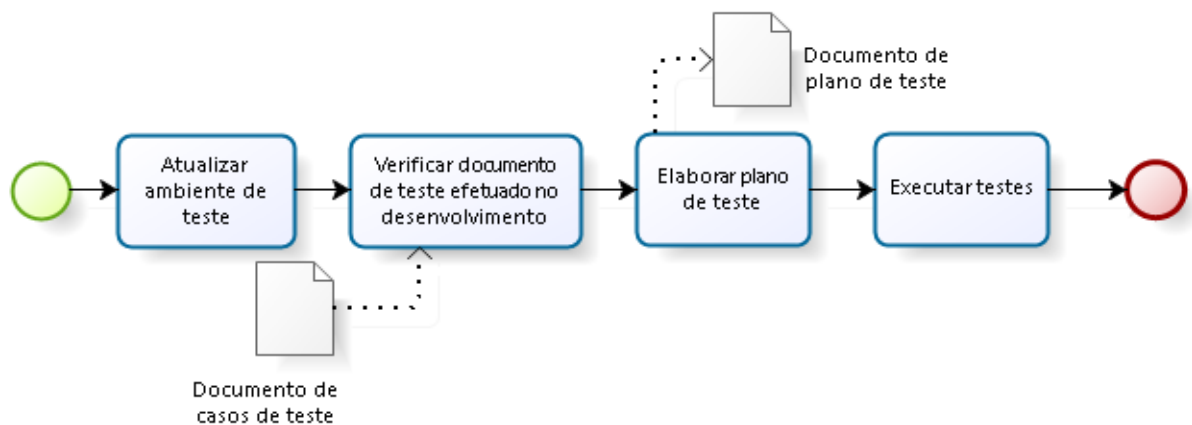
O subprocesso desenvolver está representado na Figura 5.5.



Powered by
bizagi
Modeler

Figura 5.5: Subprocesso desenvolver

O subprocesso testar está representado na Figura 5.6.



Powered by
bizagi
Modeler

Figura 5.6: Subprocesso testar

5.2 Análise do especialista

A avaliação da ferramenta foi efetuada por um especialista, com mais de 8 anos de experiência na área de Tecnologia da Informação, a partir de um modelo de processo de negócios real, apresentado na seção anterior. O especialista consolidou em um relatório, similar ao gerado pela ferramenta, o levantamento dos pontos de complexidade do modelo apresentado. Para conferência, logo após a definição dos limites das métricas na ferramenta pelo especialista, o mesmo modelo foi submetido para análise na ferramenta desenvolvida por este trabalho, gerando um segundo relatório.

Diante do resultado identificado no relatório do especialista, identificou-se os seguintes indícios de complexidade alta:

- Elevado número de atividades, pois dificulta o entendimento e torna o processo longo;
- Alto número de decisões, fica difícil ver todos caminhos que fluxo pode passar.
- Excesso de documentos, caracteriza uma burocracia exagerada;
- Muitos eventos;
- Exagero nos fluxos de sequência.

Ainda sobre o relatório do especialista, o especialista definiu os limites das métricas na ferramenta desenvolvida conforme Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Limites de métricas para avaliação

Métrica	Valor	Métrica	Valor	Métrica	Valor	Métrica	Valor
TNT	30	TNCS	3	NSFA	40	PLT	6
NSF	60	TNEE	3	NSFE	5	PDOTOOut	1
TNIE	1	TNSE	3	NDOOOut	6	PDOPIn	1
NDOIn	6	NL	12	NP	2	PDOTOOut	1
NSFG	8	NPF	8	NCD	2	TNSF	1
NID	13	NEDEB	6	NEDDB	12	TNDO	12
CFC	35	TNA	35	NOAC	50	CLA	1
NOAJS	45	IC	22	GM	6	TNE	6
GH	8	MGD	3	TNG	15	CW	65
AGD	3						

Logo após, o modelo foi carregado na ferramenta, gerando o relatório apresentado na Figura 5.7.

Métrica	Valor absoluto
Número de total de tarefas (TNT)	56
Número de decisões exclusivas (NEDDB)	23
Número de decisões exclusivas no modelo. Sugestão de melhoria: reduzir quantidade de decisões exclusivas no modelo.	
Número de decisões complexas (NCD)	0
Número de desvio condicionado por evento (NEDEB)	0
Número de decisões paralelas (NPF)	0
Número de decisões inclusivas (NID)	0
Número de pools (NP)	1
Número de lanes (NL)	8
Número total de eventos finais (TNEE)	7

Figura 5.7: Resultado do modelo avaliado

As informações retornadas pela ferramenta foram analisadas pelo especialista de forma a verificar o funcionamento correto da ferramenta. As métricas de complexidade, destacadas pela ferramenta, foram comparadas com o levantamento inicial feito pelo o especialista e, através desta comparação, o mesmo constatou o funcionamento preciso da ferramenta, visto que as informações apresentadas pela ferramenta eram equivalentes ao analisado pelo mesmo sem o uso da mesma.

5.3 Conclusão da análise

O especialista ressaltou a utilidade das funcionalidades de exibição do modelo, pois auxiliava na conferência das informações. Outro ponto ressaltado pelo especialista como muito positivo, foi a opção de exportação do dados. Tendo em vista que essa opção de exportação pode ser utilizada em outro sistema, facilitando análises estatísticas de modelos complexos ou não complexos. Ajudando, desta forma, a melhora contínua das aferições da complexidade de um modelo de processo de negócio. O especialista também ressaltou a

diversidade de métricas para analisar o modelo, o que proporciona uma análise em várias perspectivas. Outro ponto ressaltado foi a automatização e rapidez com que se obtém os valores das métricas, pois evita a apatia pelo cálculo manual. Isso proporciona que seja feito uma análise de complexidade em praticamente todos modelos criados, e, caso a complexidade não atenda satisfatoriamente, os mesmos sejam refatorados antes de serem implementados.

No capítulo seguinte descreve-se as conclusões finais do trabalho e os trabalhos futuros necessários para dar continuidade.

6 Considerações finais

Este capítulo descreve-se a conclusão final do trabalho seguida dos estudos futuros identificados, a partir dos resultados mencionados.

O mapeamento sistemático possibilitou alcançar os objetivos deste trabalho. Através dele, foi possível identificar ferramentas de apoio a análise de complexidade, sendo que não identificamos qualquer disponibilização destas ferramentas para uso. Além disto, foi possível, também, identificar uma lista de métricas de complexidade aplicadas a modelos de processo de negócio.

A partir dessa lista de métricas identificada, planejou-se a implementação da ferramenta, objeto deste trabalho, para apoio a análise de complexidade de modelos de processos de negócios. Foram selecionadas 36 métricas da lista, das quais apenas uma não foi passível de implementação completa. O motivo da não implementação se deve à não trivialidade da métrica, principalmente a despeito dos elementos envolvidos no cálculo, os quais nem todos foram possíveis de identificar através de código. A métrica não implementada por completo foi: Peso cognitiva (CW).

O funcionamento da ferramenta implementada neste trabalho foi verificado através de um modelo abstrato, através do qual constatou-se o funcionamento esperado da ferramenta. Utilizou-se a análise de um especialista para a avaliação da ferramenta, onde constatou-se o funcionamento esperado, além da facilidade na identificação da complexidade. Adicionalmente, ficou constatado que a utilidade de se exportar os dados analíticos gerados em um formato padrão, a fim de tornar possível a utilização destes dados analíticos em outras ferramentas.

Portanto, pode-se concluir que a ferramenta desenvolvida e proposta neste trabalho é útil no apoio a avaliação de complexidade de modelos de processo de negócio. Além de manter a possibilidade de integração com outras ferramentas similares e gerar relatórios analíticos com a possibilidade de exportação.

6.1 Trabalhos futuros

A partir do resultado deste trabalho, poderá ser realizado um estudo mais profundo sobre avaliação de complexidade de modelos de processo de negócio.

Para reafirmar este trabalho e encontrar mais métricas presentes na literatura, poderão ser realizados estudos futuros de forma a contemplar mais engenhos de busca. Também será importante submeter a ferramenta SISComplexBPM a análise de mais especialistas na área, a fim de avaliar a utilidade da mesma em maior profundidade.

Além disso, será viável a continuidade do desenvolvimento da ferramenta implementada neste trabalho, de forma que, sejam implementadas as demais métricas que não foram consideradas pela ferramenta e a métrica CW que não tivemos total sucesso em sua implementação.

Bibliografia

- ABPMP. **Guide to the business process management common body of knowledge (bpm cbok) 3.0**, 2013.
- Assy, N.; Chan, N. ; Gaaloul, W. An automated approach for assisting the design of configurable process models. **IEEE Transactions on Services Computing**, v.8, n.6, p. 874–888, 2015. cited By 0.
- Ayad, S. **A quality based approach for the analysis and design of business process models**. 2012. cited By 0.
- Azim, A.; Ghani, A.; Koh Tieng, W. G.; Muketha, M. ; Wen, W. P. Complexity metrics for measuring the understandability and maintainability of business process models using goal-question-metric. 2008.
- Bernardi, M.; Cimitile, M.; Di Lucca, G. ; Maggi, F. **Using declarative workflow languages to develop process-centric web applications**. p. 56–65, 2012. cited By 7.
- Borrego, D.; Gómez-López, M. ; Gasca, R. Minimizing test-point allocation to improve diagnosability in business process models. **Journal of Systems and Software**, v.86, n.11, p. 2725–2741, 2013. cited By 1.
- Camara, M.; Kermad, L. ; El Mhamedi, A. **Risk prediction in erp projects: Classification of reengineered business processes**. 2007. cited By 0.
- Cardoso, J.; Mendling, J.; Neumann, G. ; Reijers, H. A. **A discourse on complexity of process models**. In: International Conference on Business Process Management, p. 117–128. Springer, 2006.
- Cardoso, J. **Process control-flow complexity metric: An empirical validation**. p. 167–173, 2006. cited By 52.
- Dhammaraksa, K.; Intakosum, S. **Measuring size of business process from use case description**. p. 600–604, 2009. cited By 2.
- E Abreu, F.; Freitas, J.; De Bragança V. da Porciúncula, R. ; Costa, J. **Definition and validation of metrics for itsm process models**. p. 79–88, 2010. cited By 0.
- Endo, L.; Mendes, F. ; Dias Canedo, E. **Supportive metrics to estimate the effort to develop business intelligence system [métricas de apoio a estimativa de esforço para o desenvolvimento de sistemas de bi]**. volume 2016-July, 2016. cited By 0.
- Frece, A.; Juric, M. Modeling functional requirements for configurable content- and context-aware dynamic service selection in business process models. **Journal of Visual Languages and Computing**, v.23, n.4, p. 223–247, 2012. cited By 4.

- García-Bañuelos, L.; Dumas, M.; La Rosa, M.; De Weerd, J. ; Ekanayake, C. Controlled automated discovery of collections of business process models. **Information Systems**, v.46, p. 85–101, 2014. cited By 4.
- Glowalla, P.; Sunyaev, A. Process-driven data quality management through integration of data quality into existing process models: Application of complexity-reducing patterns and the impact on complexity metrics. **Business and Information Systems Engineering**, v.5, n.6, p. 433–448, 2013. cited By 3.
- Gruhn, V.; Laue, R. **Complexity metrics for business process models**. p. 1–12, 2006. cited By 19.
- Gruhn, V.; Laue, R. **Adopting the cognitive complexity measure for business process models**. volume 1, p. 236–241, 2006. cited By 13.
- Held, M.; Blochinger, W. Structured collaborative workflow design. **Future Generation Computer Systems**, v.25, n.6, p. 638–653, 2009. cited By 29.
- Hertis, M.; Juric, M. An empirical analysis of business process execution language usage. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v.40, n.8, p. 738–757, 2014. cited By 3.
- Juneja, P.; Kundra, D. ; Sureka, A. **Anvaya: An algorithm and case-study on improving the goodness of software process models generated by mining event-log data in issue tracking systems**. volume 1, p. 53–62, 2016. cited By 0.
- Khlif, W.; Makni, L.; Zaaboub, N. ; Ben-Abdallah, H. **Quality metrics for business process modeling**. p. 195–200, 2009. cited By 10.
- Khlif, W.; Ben-Abdallah, H. **Integrating semantics and structural information for bpmn model refactoring**. p. 656–660, 2015. cited By 0.
- Kitchenham, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v.33, n.2004, p. 1–26, 2004.
- Kluza, K.; Nalepa, G. **Proposal of square metrics for measuring business process model complexity**. p. 919–922, 2012. cited By 4.
- Kluza, K.; Nalepa, G. ; Lisiecki, J. Square complexity metrics for business process models. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v.257, p. 89–107, 2014. cited By 0.
- Krizevnik, M.; Juric, M. Data-bound variables for ws-bpel executable processes. **Computer Languages, Systems and Structures**, v.38, n.4, p. 279–299, 2012. cited By 3.
- Kumar, A.; Yao, W. Design and management of flexible process variants using templates and rules. **Computers in Industry**, v.63, n.2, p. 112–130, 2012. cited By 28.
- Ladányi, G. Business process quality measurement using advances in static code analysis. **Acta Cybernetica**, v.22, n.1, p. 135–150, 2015. cited By 0.
- Lins, F.; Damasceno, J.; Medeiros, R.; Sousa, E. ; Rosa, N. **Comparative study of service-based security-aware business processes automation tools**. p. 1413–1418, 2013. cited By 0.

- Makni, L.; Khlif, W.; Haddar, N. ; Ben-Abdallah, H. **A tool for evaluating the quality of business process models**. p. 230–242, 2010. cited By 4.
- Martinho, R.; Rijo, R. ; Nunes, A. **Complexity analysis of a business process automation: Case study on a healthcare organization**. volume 64, p. 1226–1231, 2015. cited By 1.
- Marin, M.; Lotriet, H. ; Van Der Poll, J. **Metrics for the case management modeling and notation (cmmn) specification**. volume 28-30-September-2015, 2015. cited By 0.
- Milani, F.; Dumas, M.; Ahmed, N. ; Matulevičius, R. Modelling families of business process variants: A decomposition driven method. **Information Systems**, v.56, p. 55–72, 2016. cited By 3.
- Muketha, G.; Ghani, A.; Selamat, M. ; Atan, R. A survey of business process complexity metrics. **Information Technology Journal**, v.9, n.7, p. 1336–1344, 2010. cited By 25.
- Muketha, G.; Ghani, A.; Selamat, M. ; Atan, R. Complexity metrics for executable business processes. **Information Technology Journal**, v.9, n.7, p. 1317–1326, 2010. cited By 5.
- OMG, B. 2.0: <http://www.omg.org/spec>. **BPMN/2.0**.
- Pádua Paula Filho, W. **Engenharia de software**, volume 2. LTC, 2003.
- Parizi, R.; Ghani, A. **An ensemble of complexity metrics for bpel web processes**. p. 753–758, 2008. cited By 4.
- Petersen, K.; Feldt, R.; Mujtaba, S. ; Mattsson, M. **Systematic mapping studies in software engineering**. In: 12th international conference on evaluation and assessment in software engineering, volume 17. sn, 2008.
- Reijers, H.; Mendling, J. ; Dijkman, R. Human and automatic modularizations of process models to enhance their comprehension. **Information Systems**, v.36, n.5, p. 881–897, 2011. cited By 47.
- Rolón, E.; Sánchez, L.; García, F.; Ruiz, F.; Piattini, M.; Caivano, D. ; Visaggio, G. **Prediction models for bpmn usability and maintainability**. p. 383–390, 2009. cited By 7.
- Sánchez-González, L.; Ruiz, F.; García, F. ; Cardoso, J. **Towards thresholds of control flow complexity measures for bpmn models**. p. 1445–1450, 2011. cited By 8.
- Sánchez-González, L.; García, F.; Ruiz, F. ; Mendling, J. Quality indicators for business process models from a gateway complexity perspective. **Information and Software Technology**, v.54, n.11, p. 1159–1174, 2012. cited By 11.
- Sánchez-González, L.; García, F.; Ruiz, F. ; Piattini, M. Toward a quality framework for business process models. **International Journal of Cooperative Information Systems**, v.22, n.1, 2013. cited By 2.

-
- Solichah, I.; Hamilton, M.; Mursanto, P.; Ryan, C. ; Perepletchikov, M. **Exploration on software complexity metrics for business process model and notation**. p. 31–37, 2013. cited By 0.
- Srdic, G.; Juric, M. Model for integrated monitoring of bpel business processes. **International Journal of Cooperative Information Systems**, v.22, n.2, 2013. cited By 2.
- Turetken, O. **Towards a maintainability model for business processes: Adapting a software maintainability model (position paper)**. 2013. cited By 0.
- Zhao, W.; Liu, X. ; Wang, A. **Simplified business process model mining based on structuredness metric**. p. 1362–1366, 2011. cited By 1.

A Requisitos

A.1 Requisitos funcionais

[RF 01] – Cadastro de limite de complexidade de métricas

O sistema provê meios de cadastrar limite de complexidade de métricas. Há função apenas para cadastro de faixa de complexidade. O sistema deverá exibir os campos:

- Número de total de tarefas (TNT)
- Número total de subprocessos (TNCS)
- Número total de fluxo de sequência entra atividades (NSFA)
- Número total de eventos finais (TNEE)
- Número total de fluxo de sequência originados de eventos (NSFE)
- Número de eventos intermediários (TNTE)
- Número de eventos iniciais (TNSE)
- Número de objetos de dados de saída das atividades (NDOOut)
- Número de objetos de dados de entrada das atividades (NDOIn)
- Número de *lanes* (NL)
- Número de *pools* (NP)
- Número total de fluxo de sequência originados de decisões (NSFG)
- Número de paralelo (NPF)
- Número de decisões complexas (NCD)
- Número de decisões inclusivas (NID)

-
- Número de desvio condicionado por evento (NEDEB)
 - Número de decisões exclusivas (NEDDB)
 - Complexidade de controle de fluxo (CFC)
 - Número de atividades (NOA)
 - Número de atividades e controladores de fluxos (NOAC)
 - Número de atividades, junção e divisão (NOAJS)
 - Complexidade de interface (IC)
 - Decisões divergentes (GM)
 - Heterogeneidade de decisões (GH)
 - Grau médio de decisões (MGD)
 - Número total de decisões (TNG)
 - Grau máximo de decisões (AGD)
 - Peso cognitiva (CW)
 - Número total de eventos (TNE)
 - Nível de conectividade entre atividades (CLA)
 - Número de objetos de dados (TNDO)
 - Número total de fluxo de sequência (TNSF)
 - Proporção de objetos de dados como produto de saída e total de objeto de dados (PDOPOut)
 - Proporção de objetos de dados como produto de saída das atividades (PDOTOOut)
 - Proporção de objetos de dados como produto de entrada das atividades (PDOPIIn)
 - Proporção de *pools/lanes* e atividades (PLT)

- Número total de fluxos de sequência (NSF)

Estes campos devem permitir apenas entrada de valores inteiros. Ao clicar no botão salvar o sistema deverá armazenar o valor de cada campo na métrica correspondente. Todos os campos são obrigatórios sendo o sistema responsável por alertar o não preenchimento dos mesmos.

A implementação deverá se basear no protótipo da Figura A.1.

A Web Page
http://www.ufjf.br/dcc/analiseBPM

Apoyo a análise de modelos de processos de negócio
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUZ DE FORA

[Cadastro](#) | [Análise](#) | [Ajuda](#)

Cadastro de faixas de complexidade de métricas

Complexidade de controle de fluxo (CFC)*

Número de atividades (NOA)*

Número de atividades e fluxos de controle (NOAC)*

Número de atividades, junção e divisão (NOAJS)*

Decisões divergentes (GM)*

Grau médio de decisões (MGD)*

Peso cognitivo (CW)*

(*) campos obrigatórios

Valores dos inputs devem ser inteiros

Ao cancelar voltar para tela inicial

Figura A.1: Protótipo cadastro

Prioridade: essencial.

Entradas e pré-condições: deve receber como entrada valores inteiros. Todos campos devem estar preenchidos.

Saídas e pós-condições: as faixas são cadastradas no sistema.

[RF 02] – Importação de modelo de processo de negócio

O sistema deverá implementar função para importar modelo no formato XML padrão BPMN 2.0 informado no campo “Modelo” sendo este campo obrigatório e o sistema responsável por alertar o não preenchimento do mesmo.

A implementação deverá se basear no protótipo A.2. **Prioridade:** essencial.

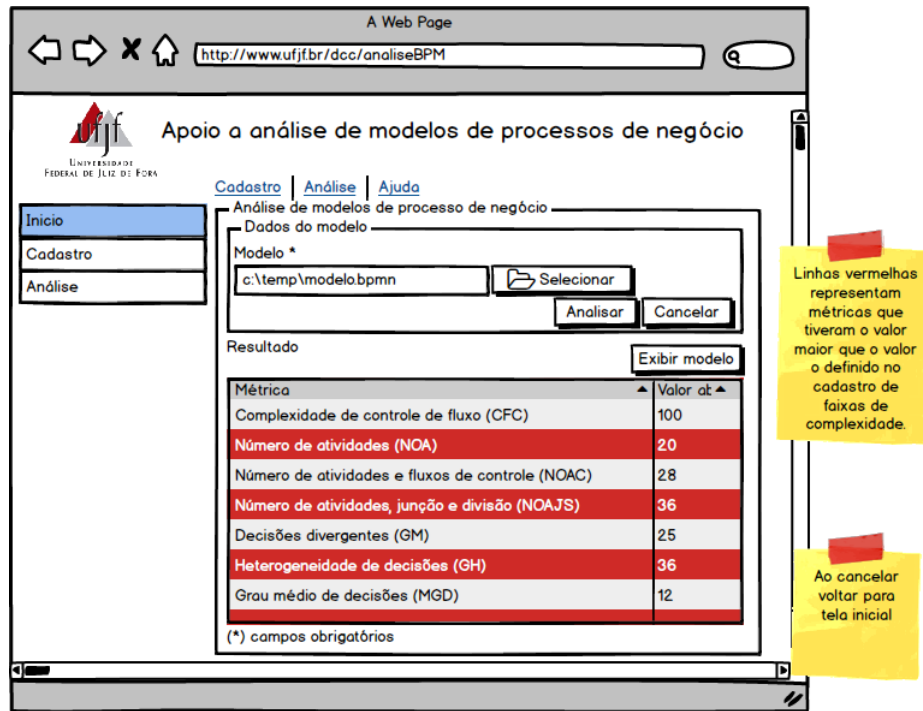


Figura A.2: Protótipo importação

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: arquivo importado será armazenado em memória para cálculo das métricas.

[RF 03] – Análise de número de total de tarefas (TNT)

O sistema deverá implementar a métrica "número de total de tarefas" (TNT), conforme o cálculo:

$$TNT(P) = \left\{ \sum_{i \in |T|} \right\} \quad (\text{A.1})$$

Onde T são tarefas do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica TNT deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 04] – Análise de número total de subprocessos (TNCS)

O sistema deverá implementar a métrica "número total de subprocessos" (TNCS), conforme o cálculo:

$$TNCS(P) = \left\{ \sum_{i \in |S|} \right\} \quad (\text{A.2})$$

Onde S são subprocessos do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica TNCS deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 05] – Análise de número total de fluxo de sequência entre atividades (NSFA)

O sistema deverá implementar a métrica "número total de fluxo de sequência entre atividades" (NSFA), conforme o cálculo:

$$NSFA(P) = \left\{ \sum_{i \in |F|} \right\} \quad (\text{A.3})$$

Onde F são os fluxos de sequência entre atividades do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente

a métrica NSFA deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 06] – Análise de número total de eventos finais (TNEE)

O sistema deverá implementar a métrica "número total de eventos finais" (TNEE), conforme o cálculo:

$$TNEE(P) = \left\{ \sum_{i \in |E|} \right\} \quad (A.4)$$

Onde F são eventos finais do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica TNEE deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 07] – Análise de número total de fluxo de sequência originados de eventos (NSFE)

O sistema deverá implementar a métrica "número total de fluxo de sequência originados de eventos" (NSFE), conforme o cálculo:

$$NSFE(P) = \left\{ \sum_{i \in |F|} \right\} \quad (A.5)$$

Onde F é o fluxo de sequência originados de eventos do processo.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NSFEE deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 08] – Análise de número de eventos intermediários (TNTE)

O sistema deverá implementar a métrica "número de eventos intermediários" (TNTE), conforme o cálculo:

$$TNTE(P) = \left\{ \sum_{i \in |E|} \right\} \quad (A.6)$$

Onde E são eventos intermediários do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NSFEE deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 09] – Análise de número de eventos iniciais (TNSE)

O sistema deverá implementar a métrica "número de eventos iniciais" (TNSE), conforme o cálculo:

$$TNSE(P) = \left\{ \sum_{i \in |E|} \right\} \quad (A.7)$$

Onde E são eventos iniciais do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica TNSE deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 10] – Análise de número de objetos de dados de saída das atividades (NDOOut)

O sistema deverá implementar a métrica "número de objetos de dados de saída das atividades" (NDOOut), conforme o cálculo:

$$NDOOut(P) = \left\{ \sum_{i \in |S|} \right\} \quad (A.8)$$

Onde S é o objeto de dados de saída das atividades do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NDOOut deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 11] – Análise de número de objetos de dados de entrada das atividades (NDOIn)

O sistema deverá implementar a métrica "número de objetos de dados de entrada das atividades"(NDOIn), conforme o cálculo:

$$NDOIn(P) = \left\{ \sum_{i \in |E|} \right\} \quad (A.9)$$

Onde E é o objeto de dados de entrada das atividades do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NDOIn deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 12] – Análise de número de lanes (NL)

O sistema deverá implementar a métrica "número de lanes"(NL), conforme o cálculo:

$$NL(P) = \left\{ \sum_{i \in |L|} \right\} \quad (A.10)$$

Onde L são lanes do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao

valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NL deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 13] – Análise de número de pools (NP)

O sistema deverá implementar a métrica "número de pools"(NP), conforme o cálculo:

$$NP(P) = \left\{ \sum_{i \in |PL|} \right\} \quad (\text{A.11})$$

Onde PL são pools do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NP deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 14] – Análise de número total de fluxo de sequência originados de decisões (NSFG)

O sistema deverá implementar a métrica "número total de fluxo de sequência originados de decisões"(NSFG), conforme o cálculo:

$$NSFG(P) = \left\{ \sum_{i \in |F|} \right\} \quad (\text{A.12})$$

Onde F é o fluxo de sequência originado de decisões do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NSFG deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 15] – Análise de número de decisões paralelas (NPF)

O sistema deverá implementar a métrica "número decisões paralelas" (NPF), conforme o cálculo:

$$NPF(P) = \left\{ \sum_{i \in |D|} \right\} \quad (\text{A.13})$$

Onde D são decisões paralelas do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NPF deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 16] – Análise de número de decisões complexas (NCD)

O sistema deverá implementar a métrica "número de decisões complexas" (NCD), conforme o cálculo:

$$NCD(P) = \left\{ \sum_{i \in |D|} \right\} \quad (\text{A.14})$$

Onde D são decisões complexas do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NCD deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 17] – Análise de número de decisões inclusivas (NID)

O sistema deverá implementar a métrica "número de decisões inclusivas" (NID), conforme o cálculo:

$$NID(P) = \left\{ \sum_{i \in |D|} \right\} \quad (\text{A.15})$$

Onde D são decisões inclusivas do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NID deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 18] – Análise de número de desvio condicionado por evento (NEDEB)

O sistema deverá implementar a métrica "número de desvio condicionado por evento" (NEDEB), conforme o cálculo:

$$NEDEB(P) = \left\{ \sum_{i \in |D|} \right\} \quad (A.16)$$

Onde D são desvios condicionado por evento do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NEDEB deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 19] – Análise de número de decisões exclusivas (NEDDB)

O sistema deverá implementar a métrica "número de decisões exclusivas" (NEDDB), conforme o cálculo:

$$NEDDB(P) = \left\{ \sum_{i \in |D|} \right\} \quad (A.17)$$

Onde D são decisões exclusivas do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NEDDB deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 20] – Análise de complexidade de controle de fluxo (CFC)

O sistema deverá implementar a métrica “complexidade de controle de fluxo” (CFC), conforme o cálculo:

$$CFC(P) = \left\{ \sum_{i \in |AND_{Split}|} + \sum_{j \in |XOR_{Split}|} + \sum_{k \in |OR_{Split}|} \right\} \quad (A.18)$$

Onde XOR_{Split} é o número de estados mentais que são introduzidos com esse tipo de divisão exclusiva. Para cálculo deve-se somar a quantidade de fluxos saindo de uma atividade. OR_{Split} é número de estados mentais introduzidos com esse tipo de divisão não exclusiva. Para cálculo a fórmula é: $2^n - 1$, onde n é a quantidade de fluxos saindo de uma atividade. AND_{Split} é o número de saída única de uma atividade.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica CFC deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 21] – Análise de número de atividades (NOA)

O sistema deverá implementar a métrica “número de atividades” (NOA), conforme o cálculo:

$$NOA(P) = \left\{ \sum_{i \in |A|} + \sum_{j \in |S|} \right\} \quad (A.19)$$

Onde A são tarefas e S são subprocessos do processo P. O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NOA

deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 22] – Análise de número de atividades e fluxos de controle (NOAC)

O sistema deverá implementar a métrica “número de atividades e fluxos de controle” (NOAC), conforme o cálculo:

$$NOAC(P) = \left\{ \sum_{i \in |A|} + \sum_{j \in |S|} + \sum_{k \in |C|} \right\} \quad (A.20)$$

Onde A são tarefas, S são subprocessos e C controladores de fluxo do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NOAC deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 23] – Análise de número de atividades, junção e divisão (NOAJS)

O sistema deverá implementar a métrica “número de atividades, junção e divisão” (NOAJS), conforme o cálculo:

$$NOAJS(P) = \left\{ \sum_{i \in |A|} + \sum_{j \in |S|} + \sum_{k \in |J|} + \sum_{k \in |D|} \right\} \quad (\text{A.21})$$

Onde A são atividades, S subprocessos, J junções e D divisões do processo P. Sendo junções toda decisão a qual existe mais de uma entrada e apenas uma saída, e divisões toda decisão a qual existe apenas de uma entrada e mais de uma saída.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica NOAJS deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 24] – Análise de complexidade da interface (IC)

O sistema deverá implementar a métrica “complexidade da interface” (IC), conforme o cálculo:

$$IC(P) = \{A * (E * S^2)\} \quad (\text{A.22})$$

Onde A é o número de atividades do processo, E número de entradas a atividades e S número de saídas das atividades do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica IC deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 25] – Análise de decisões divergentes (GM)

O sistema deverá implementar a métrica “decisões divergentes” (GM), conforme o cálculo:

$$GM(P) = \{GM_{xor} + GM_{or} + GM_{and}\} \quad (A.23)$$

De uma forma mais clara:

$$GM_k \left\{ \sum_{c \in Sk} d(c) - \sum_{c \in Jk} d(c) \right\} \quad (A.24)$$

Onde k é o tipo de decisão, S e J significam separação e junção e d é o grau de decisão do nó.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica GM deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 26] – Análise de heterogeneidade de decisões (GH)

O sistema deverá implementar a métrica “heterogeneidade de decisões” (GH), conforme o cálculo:

$$GH(P) = \left\{ \sum_{i \in \{AND, XOR, OR\}} \frac{Ct}{C} * \log_a \frac{Ct}{C} \right\} \quad (A.25)$$

Onde Ct é o número total de tipo específico de nós de decisão e C é número total de nós de decisões.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica GH deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 27] – Análise de grau máximo de decisões(MGD)

O sistema deverá implementar a métrica “ grau máximo de decisões” (MGD), conforme o cálculo:

$$MGD(P) = \{MAX(d(c))_{c \in N}\} \quad (A.26)$$

Onde N são nós de decisão do processo, MAX é o maior valor e d é o grau de decisão do nó.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica MGD deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um

arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 28] – Análise de número total de decisões (TNG)

O sistema deverá implementar a métrica “número total de decisões” (TNG), conforme o cálculo:

$$TNG(P) = \left\{ \sum_{i \in |D|} \right\} \quad (\text{A.27})$$

Onde D são decisões do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica TNG deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 29] – Análise de grau médio de decisões (AGD)

O sistema deverá implementar a métrica “grau médio de decisões” (AGD), conforme o cálculo:

$$AGD(P) = \left\{ \frac{1}{C} \sum_{i \in |D|} d(c) \right\} \quad (\text{A.28})$$

Onde D são decisões do processo P, $d(c)$ é o grau de nós de decisões, que significa o número de entradas/saídas, e C o número total de decisões.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica AGD deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 30] – Análise de número total de eventos (TNE)

O sistema deverá implementar a métrica “número total de eventos” (TNE) , conforme o cálculo:

$$TNE(P) = \left\{ \sum_{i \in |E|} \right\} \quad (\text{A.29})$$

Onde E são eventos do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica TNG deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 31] – Análise de nível de conectividade entre atividades(CLA)

O sistema deverá implementar a métrica “nível de conectividade entre atividades” (CLA), conforme o cálculo:

$$CLA(P) = \left\{ \left(\sum_{i \in |A|} + \sum_{i \in |S|} \right) \div \sum_{i \in |F|} \right\} \quad (\text{A.30})$$

Onde A são atividades, S são subprocessos e F fluxos de sequência do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica CLA deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 32] – Análise de número de objetos de dados (TNDO)

O sistema deverá implementar a métrica “número de objetos de dados” (TNDO), conforme o cálculo:

$$TNDO(P) = \left\{ \sum_{i \in |O|} \right\} \quad (\text{A.31})$$

Onde O são objetos de dados do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica TNDO deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 33] – Análise de número total de fluxo de sequência (TNSF)

O sistema deverá implementar a métrica “número total de fluxo de sequência” (TNSF), conforme o cálculo:

$$TNSF(P) = \left\{ \sum_{i \in |F|} \right\} \quad (\text{A.32})$$

Onde F são fluxos de sequência do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente

a métrica TNSF deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 34] – Análise de proporção de objetos de dados como produto de saída e total de objeto de dados (PDOPOut)

O sistema deverá implementar a métrica “proporção de objetos de dados como produto de saída e total de objeto de dados” (PDOPOut), conforme o cálculo:

$$PDOPOut(P) = \left\{ \sum_{i \in |S|} \div (\sum_{j \in |S|} + \sum_{k \in |E|}) \right\} \quad (\text{A.33})$$

Onde S são objetos de dados saindo de atividade e E são objetos de dados entrando em atividade.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica PDOPOut deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 35] – Análise de proporção de objetos de dados como produto de saída das atividades (PDOTOut)

O sistema deverá implementar a métrica “proporção de objetos de dados como produto de saída das atividades” (PDOTOut), conforme o cálculo:

$$PDOTOut(P) = \left\{ \sum_{i \in |S|} \div \sum_{k \in |A|} \right\} \quad (A.34)$$

Onde S são objetos de dados saindo de atividade e A atividades do processo P

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica PDOTOut deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 36] – Análise de proporção de objetos de dados como produto de entrada das atividades (PDOPIn)

O sistema deverá implementar a métrica “proporção de objetos de dados como produto de entrada das atividades” (PDOPIn), conforme o cálculo:

$$PDOPIn(P) = \left\{ \sum_{i \in |E|} \div \sum_{k \in |AtividadesdeP|} \right\} \quad (A.35)$$

Onde E são objetos de dados entrando em atividade e A atividades do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente

a métrica PDOPIn deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 37] – Análise de proporção de *pools/lanes* e atividades (PLT)

O sistema deverá implementar a métrica “proporção de *pools/lanes* e atividades” (PLT), conforme o cálculo:

$$PLT(P) = \left\{ \sum_{i \in |L|} \div \sum_{k \in |A|} \right\} \quad (\text{A.36})$$

Onde L são *pools/lanes* e A atividades do processo P.

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica PLT deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 38] – Análise peso cognitivo (CW)

O sistema deverá implementar a métrica “peso cognitivo” (CW), conforme o cálculo:

$$CW(P) = \left\{ \sum_{i \in |W|} \right\} \quad (\text{A.37})$$

Onde W é o valor para cada elemento do processo conforme Tabela A.1

O resultado da análise deve possuir a informação do valor absoluto, sendo este exibido em grid a frente do nome da métrica. Caso o valor calculado seja maior ou igual ao

Tabela A.1: Valores de W dos elementos

Padrões de Workflow	Estrutura de controle BPM	W
Sequência	Fluxo de sequência	1
Divisão exclusiva	XOR-Split (escolher um de duas opções)	2
	XOR-Split (escolher um de três ou mais opções)	3
Divisão paralela	AND-Split que ativa atividades paralelas	4
Múltipla escolha	OR-Split(escolher mais de uma opção)	7
Nenhum	Subprocesso	2
Padrão de instância múltipla	Atividades do tipo múltiplas instâncias	6
Atividade cancelada	Escolher uma atividade que cancela a outra	1
Caso cancelado	Escolher uma atividade que cancela todos os elementos de um pedaço do modelo	2 ou 3

valor cadastrado na faixa de complexidade para a métrica, a linha do grid correspondente a métrica CW deverá ser exibida em vermelho.

A implementação deverá se basear no protótipo apresentado no requisito [RF 02].

Prioridade: essencial

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: a métrica é calculada e exibida em grid pelo sistema.

[RF 39] – Solicitar exibição de modelo

O sistema deverá conter botão para exibir a imagem do modelo importado.

Prioridade: desejável.

Entradas e pré-condições: necessário informar caminho absoluto para um arquivo no sistema de arquivos.

Saídas e pós-condições: imagem com modelo importado.

A.2 Requisitos não funcionais

[RNF 01] – Implementação

Descrição: O produto deve ser desenvolvimento em PHP e Java. O desenvolvimento da interface deve utilizar bootstrap.

Prioridade: Importante

[RNF 02] – Arquivos suportados

Descrição: O sistema deve suportar apenas arquivos no formato BPMN.

Prioridade: Essencial

[RNF 03] – Interface

Descrição: O sistema deverá também ser desenvolvido em língua portuguesa. A interface deve seguir o layout definido no apêndice 2.

Prioridade: Importante

[RNF 04] – Tempo de Resposta

Descrição: Cada interação com o sistema não deve ultrapassar, em média, quinze segundos.

Prioridade: Desejável