UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

NEIVA PEREIRA COELHO

Métricas de Usabilidade para Processos de Desenvolvimento de Software

Campo Grande, MS – Brasil
Novembro de 2010

MÉTRICAS DE USABILIDADE PARA PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Neiva Pereira Coelho

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação no curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Faculdade de Computação, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientadora: Drª. Débora Maria Barroso Paiva
Co-orientador: Dr. Marcelo A. Santos Turine

Novembro de 2010

Coelho, Neiva Pereira.

Métricas de Usabilidade para Processos de Software / Neiva Pereira Coelho.- - Campo Grande: UFMS / Faculdade de Computação, 2010.
xiiv, 123 f. : il.

Orientadores: Dr[a]. Débora Maria Barroso de Paiva, Dr. Marcelo Augusto Santos Turine.
Dissertação (mestrado) – UFMS/Faculdade de computação / Mestrado em Ciência da Computação, 2010.
Referências bibliográficas: f. 111-114

1. Métricas. 2. Processo de Software. 3. Validação de métricas. Usabilidade de Processos – Dissertação. I. Paiva, Débora Maria Barroso de. II. Turine, Marcelo Augusto Santos. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FACOM, Mestrado em Ciência da Computação. III. Métricas de Usabilidade para Processos de Software.

Agradecimentos

Agradeço,

a Deus pelas pessoas e oportunidades que põe em meu caminho, à minha família pelo apoio incondicional, à Dr[a]. Débora Maria Barroso de Paiva, pela amizade, pela confiança no meu trabalho e pelos ensinamentos que foram indispensáveis para execução deste projeto. Aos professores da Faculdade de Computação pelo tempo que dedicaram à minha aprendizagem. Aos amigos da turma de 2007 pelos momentos compartilhados. À Lucinéia Souza Maia, Edson Takashi Matsubara, André Vidal Dabela Lanoa e Jackson Savitraz, pela diferença que fizeram na minha vida estes anos. Aos doutores que avaliaram este trabalho e sugeriram várias melhorias.

COELHO, Neiva Pereira. **Métricas de Usabilidade para Processo de Software**. UFMS, 2010. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciência da Computação, UFMS.

Resumo

Embora haja vários processos de desenvolvimento de software reconhecidos internacionalmente e amplamente utilizados percebe-se a recorrente necessidade adequá-los: ao ambiente da empresa/instituição onde será implantado, às características do negócio e à complexidade do projeto que será desenvolvido. Tais adaptações dão origem a processos de software distintos dos originais em termos de tamanho e às vezes de diretrizes, atividades e artefatos. Surge, neste contexto, a preocupação em assegurar que estes novos processos sejam compreendidos por seus usuários e que sejam fáceis de utilizar. Este trabalho pretende auxiliar nesta análise ao sugerir uma forma de avaliar a usabilidade de um processo de desenvolvimento de software por meio de métricas. Esta avaliação pode auxiliar também interessados em melhoria contínua visando obter alta maturidade em seus processos de desenvolvimento. São abordados também a importância dos processos de software e alguns métodos para avaliá-los, a documentação e validação das métricas proposta, alguns critérios de seleção para aplicação e a descrição de dois métodos que podem ser aplicados em conjunto com elas. O método de avaliação de usabilidade de processos, AUSP (*Asessment Usability of Software Process*) e os modelos de artefatos gerados durante a execução do método são descritos. Também será abordada a aplicação do método por meio de um estudo de caso e os trabalhos que poderão dar continuidade a este.

Palavras-chave: métricas, processo de software, validação de métricas, usabilidade de processos de software.

Abstract

Although there are lots of software development processes acknowledged worldwide and wisely used, the constant necessity of adaptation is clear. Fitting to the enterprise environment where it will be set, to the businesses' features and to the complexity of the project to be developed. Such adaptations give origin to distinct software processes, which are different from the original, in matters of size, and sometimes, of directions, activities and artifacts. In this context, arrises a concern about assuring that these new processes can be understood by its users as well as easy to handle. This essay intends to help this analysis, by suggesting a way to evaluate the usability of a software development process, using metric systems. This evaluation can also help those interested in constant improvement, aiming the high maturity in their developing processes. The importance of software processes and some methods to evaluate them, the documentation and validation of the proposed metrics, some application selecting patterns and the description of two methods that come along with it, are also approached. The AUSP (*Assessment Usability of Software Process*) and the artifact models generated during the method execution are described. It will be as well approached: the application of the method through a case study and the activities that may give continuance to it.

Keywords: metric, software process, metrics validation, validação de métricas, usability of software process.

SUMÁRIO

Lista de Figuras ix

Lista de Tabelas x

Lista de Fórmulas xii

Siglas xiii

1 INTRODUÇÃO 14

1.1 Objetivos 14

1.2 Motivações 15

1.3 Metodologia da pesquisa 17

1.4 Estrutura da dissertação 18

2 REVISÃO DA LITERATURA 20

2.1 Considerações Iniciais 20

2.2 Processo de Desenvolvimento de Software 20

2.2.1 Avaliação de Processos de Desenvolvimento de Software 22

2.3 Usabilidade 25

2.3.1 Avaliação de Usabilidade 25

2.4 Métricas 29

2.4.1 Métricas de usabilidade no padrão ISO 9126 29

2.4.2 Métricas de usabilidade listadas pelo framework QUIM 30

2.4.3 Seleção das métricas de usabilidade de produto 31

2.4.4 Dificuldades de aplicação das métricas de usabilidade 32

2.4.5 Documentação de métricas 33

2.4.6 Validação de métricas 37

2.5 Avaliação de Usabilidade de Processo de Software 38

2.6 Considerações Finais 39

3 MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE PROCESSO DE SOFTWARE 40

3.1 Considerações iniciais **40**

3.2 Métricas Internas de Inteligibilidade **41**

3.2.1 Completude da descrição do processo **41**

3.2.2 Capacidade de demonstração **43**

3.2.3 Atividades evidentes **44**

3.2.4 Artefatos evidentes **45**

3.2.5 Facilidade de entendimento das atividades do processo **46**

3.3 Métrica Interna de Apreensibilidade **47**

3.3.1 Atividades adequadamente documentadas **48**

3.3.2 Artefatos adequadamente documentados **49**

3.3.3 Completude da documentação do processo **50**

3.4 Métricas Internas de Operacionalidade **51**

3.4.1 Validação de artefatos **52**

3.4.2 Capacidade do usuário cancelar uma operação **53**

3.4.3 Capacidade do usuário desfazer uma operação **54**

3.4.4 Personalização do processo **55**

3.4.5 Capacidade de monitorar o status das atividades **56**

3.4.6 Consistência Operacional **57**

3.4.7 Recuperação de erros operacionais **58**

3.5 Métrica Interna de Atratividade **59**

3.5.1 Interação atrativa **59**

3.5.2 Personalização da representação do processo **60**

3.6 Conformidade relacionada à usabilidade **61**

3.6.1 Conformidade com recomendações de usabilidade **61**

3.7 Critérios para seleção das métricas **63**

3.8 Validação das Métricas **66**

3.9 Outros métodos de avaliação de usabilidade **73**

3.10 Considerações Finais **81**

4 AUSP (*Assessment Usability of Software Process*) **82**

4.1 Considerações Iniciais **82**

4.2 AUSP – Assessment Usability of Software Process **82**

4.2.1 Planejamento da Avaliação **83**

4.2.2 Execução da Avaliação **86**

4.2.3 Análise dos dados obtidos **87**

4.2.4 Publicação dos resultados **88**

4.3 Considerações Finais **88**

5 ESTUDO DE CASO **89**

5.1 Considerações Iniciais **89**

5.2 Contexto de elaboração do processo de software **89**

5.3 Processo de Software Avaliado **90**

5.4 Avaliação Piloto **91**

5.4.1 Planejamento **92**

5.4.2 Execução **93**

5.4.3 Análise dos dados obtidos **94**

5.4.4 Publicação dos resultados **94**

5.5 Estudo de Caso **97**

5.5.1 Perfil dos avaliadores **97**

5.5.2 Aplicação dos questionários **98**

5.5.3 Planilha de Avaliação da Usabilidade do Processo **101**

5.5.4 Melhorias do processo de software avaliado **102**

5.5.5 Melhorias no Método de Avaliação **102**

5.5.6 Percentuais de usabilidade do processo **103**

5.5.7 Limitações observadas **104**

5.6 Considerações Finais **104**

6 CONCLUSÕES **106**

REFERÊNCIAS **111**

APÊNDICE **116**

APÊNDICE A - Termo de Consentimento *116*

APÊNDICE B - Formulário de perfil dos participantes da avaliação *117*

APÊNDICE C - Questionário de Avaliação do Processo *118*

APÊNDICE D - Formulário de opinião sobre a avaliação *120*

APÊNDICE E - Relatório de Aplicação da Avaliação de Usabilidade *121*

Lista de Figuras

Figura 1: Estrutura da dissertação 19

Figura 2: Subcaracterísticas de Usabilidade definidas pela ISO 9126 30

Figura 3: Medidas internas de usabilidade e medidas de processo, *adaptadas ISO/IEC 9126.* 32

Figura 4: Cálculo da Capacidade de Demonstração definida pela ISO9126-2(2002) 32

Figura 5: Cálculo da Eficiência Humana definido em (Seffah, Kececi & Donyaee, 2001) 33

Figura 6: Exemplo de restrição dos atributos de entrada 36

Figura 7: Métricas de Inteligibilidade para Avaliação de Processo 41

Figura 8: Apreensibilidade do processo 47

Figura 9: Operacionalidade do Processo 51

Figura 10: Atratividade do Processo 59

Figura 11: Conformidade do Processo com Recomendações de Usabilidade 61

Figura 12: Etapas do AUSP 83

Figura 13: Fluxo do PDSMT 91

Lista de Tabelas

Tabela 1: Definições de processo e/ou processo de software 20

Tabela 2: Métodos de Avaliação: IEEE 1061, ISO 15939, ISO 15504, ISO 14598 e Wholin 24

Tabela 3: Definições de usabilidade 25

Tabela 4: Métodos de avaliação de usabilidade de produto 27

Tabela 5: Itens de documentação recomendados pela ISO 9126, IEEE 1061 e ISO 15939 33

Tabela 6: Métodos de validação ISO/IEC 9126 *vs* IEEE 1061 37

Tabela 7: Descrição da métrica de Completude da Descrição do Processo 42

Tabela 8: Descrição da métrica de Capacidade de Demonstração 43

Tabela 9: Descrição da métrica de Atividades Evidentes 44

Tabela 10: Descrição da métrica de artefatos evidentes 45

Tabela 11: Descrição da métrica de facilidade de entendimento 46

Tabela 12: Descrição da métrica de atividades adequadamente documentadas 48

Tabela 13: Descrição da métrica de artefatos adequadamente documentados 49

Tabela 14: Descrição da métrica de completude da documentação 50

Tabela 15: Descrição da métrica de validação dos artefatos 52

Tabela 16: Descrição da métrica de capacidade de cancelar uma operação 54

Tabela 17: Descrição da métrica de capacidade do usuário desfazer uma operação 55

Tabela 18: Descrição da métrica personalização do processo 55

Tabela 19: Descrição da métrica de capacidade de monitorar o status das atividades 56

Tabela 20: Descrição da métrica de consistência operacional 57

Tabela 21: Descrição da métrica de recuperação de erros operacionais 58

Tabela 22: Descrição da métrica de interação atrativa 59

Tabela 23: Descrição da métrica de personalização da representação do processo 60

Tabela 24: Descrição da métrica de conformidade relacionada à usabilidade 61

Tabela 25: Relação das métricas com sua forma de representação e tempo de execução 65

Tabela 26: Resultados da Validação das Métricas 73

Tabela 27: Relação entre as métricas de usabilidade e o DCU 76

Tabela 28: Métricas de usabilidade vs DCU 77

Tabela 29: Relação entre as métricas de usabilidade de processo e as heurísticas 80

Tabela 30: Métricas de usabilidade vs Heurística 81

Tabela 31: Perfil dos participantes da avaliação piloto 92

Tabela 32: Índice de usabilidade do PDS – Avaliação Piloto 96

Tabela 33: Perfil dos participantes do estudo de caso 97

Tabela 34: Planilha de Avaliação da Usabilidade do Processo 101

Tabela 35: Índice de usabilidade do PDS – Estudo de Caso 103

Lista de Fórmulas

Fórmula 1: Média das atividades identificadas pelos avaliadores 66

Fórmula 2: Percentual de Atividades Evidentes 66

Fórmula 3: Média de artefatos identificados pelos avaliadores 67

Fórmula 4: Percentual de Artefatos Evidentes 67

Fórmula 5: Média de entendimento de cada avaliador 67

Fórmula 6: Índice de Facilidade de Entendimento 67

Fórmula 7: Média das notas atribuídas pelos avaliadores 68

Fórmula 8: Percentual de atividades Adequadamente Documentadas 68

Fórmula 9: Completude da documentação do processo 69

Fórmula 10: Completude da descrição 69

Fórmula 11: Média das notas atribuídas para as recomendações pelos avaliadores 70

Fórmula 12: Percentual de conformidade relacionada à usabilidade 70

Siglas

1. **ACM** *Association for Computing Machinery*
2. **AUSP** *Assessment Usability of Software Process*
3. **EPG** *Eletronic Process Guide*
4. **ICSP** *International Conference on Software Process*
5. **IEEE** *Institute of Electrical, and Electronics Enginners*
6. **ISO** *International Organization for Standardization*
7. **PDS** Processo de Desenvolvimento de Software
8. **PSEE** *Process-Centered Software Engineering Environment*
9. **QUIM** *Quality in Use Integrated Measurement*
10. **SBQS** Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software
11. **SEI** *Software Enginnering Institute*
12. **UPA** *Usability Professionals' Association*
13. **WCAG** *Web Content Accessibility Guidelines*
14. **WOSES** Workshop "Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software"

1 INTRODUÇÃO

A preocupação em elaborar ou adaptar processos de desenvolvimento de software que atendam as necessidades do negócio e o perfil da equipe de desenvolvimento que irá utilizá-los é um desafio inerente à implantação de processos. Esta preocupação advém da necessidade de guiar o desenvolvimento de produtos de software por meio de processos adequadamente implantados, uma vez que a qualidade do processo influencia na qualidade do produto (ISO 15939, 2009; Fugetta, 2000; Becker *et. al,* 2006).

A partir dos trabalhos de pesquisa desenvolvidos para promover a implantação de processos, surgiu a preocupação em adicionar ao processo atividades referentes à usabilidade, reforçando a importância da avaliação de usabilidade e sua integração com o restante das atividades de desenvolvimento (Ferre *et. al,* 2005; Costabile, 2000). Contudo, estes trabalhos ainda se concentram na usabilidade dos produtos result

antes da execução do processo. A preocupação com a usabilidade de processos de software foi manifestada através da adaptação de heurísticas para avaliação de usabilidade (Mendonça, 2006), que foram aplicadas com sucesso (Rocha, Eduardo & Pádua, 2008) o que indica um novo interesse na área de Engenharia de Software: a avaliação de usabilidade de processos de software.

Este trabalho apresenta os estudos realizados sobre processo de software, usabilidade e métricas que permitiram a adaptação, documentação e validação de métricas de produto para avaliação de usabilidade de processos, identificação de novas métricas, elaboração de um método de avaliação de usabilidade de processos denominado AUSP (*Assessment Usability of Software Process*) e a aplicação do método e das métricas em um processo real implantado em uma instituição pública estadual.

1.1 Objetivos

Os objetivos deste trabalho são:

(1) Obter, documentar e validar métricas que possibilitem a medição de usabilidade de processos de software.

(2) Propor um método de avaliação da usabilidade de processos de software que auxilie no planejamento e aplicação das métricas.

(3) Aplicar as métricas propostas em um processo real de desenvolvimento de software, tendo em vista a avaliação e melhoria do processo, bem como a obtenção de *feedback* dos usuários a respeito da avaliação do processo.

1.2 Motivações

O desenvolvimento de um software é uma atividade complexa que deve ser realizada por meio de um processo de software cuja finalidade é descrever os passos a serem seguidos e as atividades que serão executadas. Por este motivo, o processo é crucial quando se trabalha com o desenvolvimento ou a manutenção de software (Wohlin et. al, 2000).

Vários argumentos podem ser fornecidos a favor da implantação de um processo de software bem definido, por exemplo, o aumento da produtividade dos membros da equipe, a possibilidade de medir e melhorar constantemente o processo e a melhoria na comunicação entre os membros da equipe (Pereira, Bastos & Oliveira, 2007).

É importante perceber também que, o desenvolvimento de software ocorre dentro de um ambiente cultural rico. Para ter sucesso, uma iniciativa de implementação de um processo de software deve reconhecer este aspecto e tornar explícitas as práticas de software de forma que elas sejam entendidas e aplicadas pela equipe de engenharia de software (Peixoto, 2010). Por este motivo, o envolvimento efetivo de analistas, desenvolvedores e gerentes e a disponibilização de recursos são elementos fundamentais para que um esforço de melhoria de processo de software seja bem sucedido (Nunes *et. al.,* 2005).

Outro fator preponderante, considerando a relação entre qualidade de processo e de produto de software (ISO 15939, 2009; Fuggetta, 2000; Becker *et. al.,* 2006), é a possibilidade de fornecer produtos que satisfaçam os clientes e atendam suas necessidades (Becker *et. al.,* 2006).

A qualidade é definida pela ISO/IEC 9126 (2001) como um conjunto de subcaracterísticas sendo uma delas a *usabilidade* que é a capacidade do produto de software ser entendido, aprendido, usado e atrativo ao usuário. Este tema tem sido investigado sob diferentes perspectivas na área de desenvolvimento de software. Mendonça (2006), Ferre, Juristo & Moreno (2005), Kuniavsky (2003), Costabile (2000) e Nielsen (1993), destacam a importância de se considerar a usabilidade durante o processo de desenvolvimento de software, seja adicionando ao processo atividades relacionadas à usabilidade, seja avaliando a usabilidade de processos e produtos de software.

Como resultado da leitura de documentos da área de usabilidade, foi possível perceber que há amplo interesse no tema e que alguns autores têm se preocupado em tornar processos de software mais fáceis de usar e por conseguinte almeja-se que sejam mais fáceis de implantar. Neste contexto, surgiu o foco principal desta proposta que consiste em aliar os benefícios obtidos com o uso de processos de software e de diretrizes de usabilidade, levando à identificação de um mecanismo para medir a usabilidade de um processo de desenvolvimento de software.

Trabalhos científicos estão sendo realizados com o objetivo de identificar problemas que prejudicam a implantação de processos de software (Peixoto, 2010), adaptar processos de software ao ambiente de desenvolvimento da organização (Pereira, 2007), melhorar processos existentes (Dybå, Dingsøyr & Moe, 2004), avaliar (Gomes, Oliveira & Rocha, 2001) e medir a usabilidade de processos (Mendonça, 2006; Rocha, Eduardo, & Pádua, 2008). No entanto, durante a redação desse documento não foram localizadas pesquisas que façam referência a ***métricas*** para avaliar a ***usabilidade*** de um ***processo*** de desenvolvimento de software.

Outros trabalhos relacionados ao tema deste projeto indicam: (i) os benefícios obtidos a partir da implantação de processos (Pereira, Bastos & Oliveira, 2007; Fuggetta, 2000; Becker *et al.,* 2006) ou a partir da adição de atividades de usabilidade ao processo (Ferre et. al, 2005; Costabile, 2000); (ii) as atividades que devem ser executadas para melhorar um processo que já está implantado (Dybå, Dingsøyr & Moe, 2004) e (iii) a utilização de heurísticas para verificar se um processo é de fácil compreensão e uso (Mendonça, 2006; Rocha, Eduardo, & Pádua, 2008). Neste trabalho busca-se acrescentar a estas pesquisas métricas que auxiliem a medição objetiva da usabilidade de processos de software.

Os seguintes argumentos também servem de motivação para este trabalho: (i) as métricas são essenciais na melhoria da qualidade de processos de desenvolvimento de software (Becker et. al, 2006), além disso (ii) é necessário medir as características e os parâmetros de qualidade do processo de desenvolvimento de software em seus diferentes estágios e garantir que o processo de desenvolvimento esteja sob controle e bem direcionado no sentido de atingir os objetivos de qualidade do produto (SEI, 2006).

1.3 Metodologia da pesquisa

Para definir a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foram considerados os *métodos de pesquisa* em engenharia de software e os resultados obtidos com a *pesquisa bibliográfica* realizada.

Conforme apresentado por Wohlin *et. al* (2000) uma pesquisa em engenharia de software deve seguir ao menos um dos quatro *métodos* disponíveis: (i) *científico* - quando o mundo é observado e um modelo é construído com base nesta observação, por exemplo, uma simulação; (ii) *de engenharia* - quando as soluções atuais são estudadas, mudanças são propostas e então avaliadas; (iii) *empírico* – um modelo é proposto e avaliado por meio de estudos empíricos, por exemplo, estudos de caso ou experimentos; e (iv) *analítico* – uma teoria formal é proposta e comparada com observações empíricas. A pesquisa realizada neste trabalho enquadra-se na definição de estudo empírico por propor um método de avaliação e métricas de usabilidade de processos, aplicados em estudo de caso.

A *pesquisa bibliográfica* que orientou o desenvolvimento deste trabalho foi realizada de maneira gradativa partindo do estudo inicial sobre definições de processos, seguido pelo estudo de usabilidade de produtos e processos, que foram sucedidos pelo levantamento sobre métricas de usabilidade e suas validações. Essa pesquisa foi concluída com o estudo de trabalhos científicos que embasaram a elaboração dos materiais de apoio para o planejamento, a execução e a divulgação dos resultados da avaliação da usabilidade real de um processo.

Para selecionar um conjunto de métricas que pudesse ser aplicada a processos de software foram realizadas:

- ✓ pesquisas em bibliotecas virtuais renomadas tais como SEI, ACM, IEEE;
- ✓ consultas a simpósios nacionais SBQS, WOSES e ao congresso internacional ICSP;
- ✓ publicações da Wiley, Springer e livros; e
- ✓ normas: IEEE 1061 (1998), ISO/IEC 15504-2 (2003), ISO/IEC 9126 (2002) e ISO/IEC 14598 (2004).

Esta revisão permitiu perceber que não havia métricas de usabilidade de processos de software, sendo assim, para realizar tal avaliação seria necessário propô-las ou adaptar métricas de processo/produto/usabilidade.

Com o intuito de analisar se as métricas foram definidas de maneira correta foram estudados os métodos de validação definidos pela ISO 9126 (2002), pela IEEE 1061 (1998) e os critérios definidos por Meneely, Smith, & Williams (2010).

Após a adaptação das métricas foi necessário elaborar um método de avaliação que permitisse aplicá-las. Este método baseou-se nas seguintes recomendações: ISO/IEC 15939 (2007); ISO/IEC 14598-6 (2004), IEEE 1061 (1998), ISO/IEC 15504 (2003), no trabalho de Mendonça (2006) sobre a avaliação da usabilidade de processos utilizando heurísticas e no Processo de Experimentação definido por Wohlin et. al. (2000).

Após o estudo e fundamentação do trabalho duas avaliações foram realizadas: (i) a *avaliação piloto* que atingiu com êxito seu objetivo de calibrar, identificar e remover ambiguidades na avaliação e na ferramenta de computação dos resultados, superando as expectativas ao permitir melhorias significativas na descrição do processo e (ii) o *estudo de caso* que identificou outras melhorias para o processo e para o método de avaliação além de aprofundar o conhecimento das métricas, contribuindo significativamente com os resultados da pesquisa. Estas avaliações são descritas no "Capítulo 5: Estudo de Caso".

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, sendo que este ofereceu uma visão geral do trabalho, os objetivos, a motivação para realizá-lo e a metodologia de pesquisa utilizada.

O *Capítulo 2* contempla a revisão da literatura sobre processos de software, usabilidade e métricas. No *Capítulo 3* são descritas as métricas de usabilidade de processo de software. No *Capítulo 4* é descrito o método de avaliação proposto para aplicá-las. A aplicação de um conjunto das métricas na avaliação de um processo e os resultados obtidos são relatados no *Capítulo 5.* As conclusões obtidas e os trabalhos que podem ser realizados a partir deste foram elencados no *Capítulo 6*. Complementam esta dissertação os apêndices contendo modelos de documentos sugeridos: "Termo de Consentimento", "Formulário de perfil dos participantes da avaliação", "Questionário de avaliação do processo", "Formulário de opinião sobre a avaliação", "Relatório de Aplicação da Avaliação de Usabilidade" e a descrição da fase de Concepção do processo avaliado.

A Figura 1 ilustra a organização e a sucessão das idéias apresentadas no texto. Como pode ser visto, a revisão bibliográfica inicia-se com o estudo dos conceitos fundamentais de

processo, usabilidade e métricas e encerra-se com a análise de diversos métodos de avaliação de usabilidade de PDS e os critérios de validação que foram aplicados ao conjunto de métricas do estudo de caso. A avaliação é composta pelo conjunto de métricas e pelo método recomendado para planejá-la e aplicá-la, ambos são resultados obtidos a partir do trabalho de pesquisa realizado. Outro produto do trabalho é o estudo de caso (*Capítulo 5*) que descreve a aplicação dos conceitos estudados e os resultados obtidos. As conclusões e os trabalhos futuros (*Capítulo 6*) apresentam o estágio atingido por esta pesquisa e as possíveis linhas de continuidade.

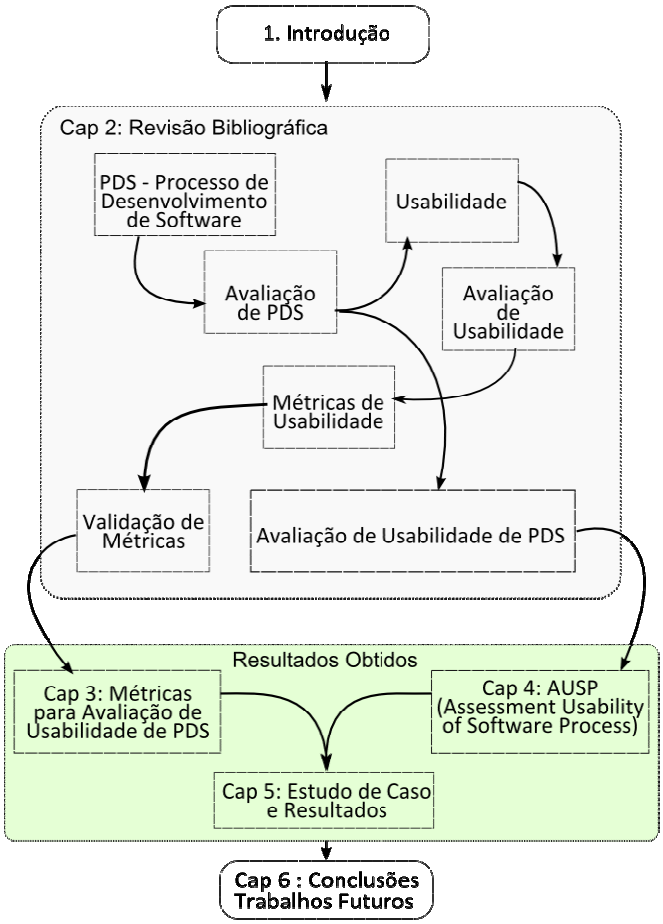

Figura 1: Estrutura da dissertação

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Considerações Iniciais

O tema central deste trabalho, "avaliação de usabilidade de processos de software", envolve os conceitos de processo, usabilidade, avaliação de processo e de usabilidade, métricas e validação de métricas. Todas estas áreas da disciplina de engenharia de software são abordadas nas seções seguintes e fizeram parte do estudo realizado com o objetivo de propor métricas e um método para avaliar a usabilidade de processos.

2.2 Processo de Desenvolvimento de Software

O termo "processo de desenvolvimento de software" por vezes é reduzido ao termo "processo". Esta redução, identificada em vários trabalhos, tem por objetivo facilitar a escrita, mas termina por aumentar o número de interpretações possíveis. Um exemplo são as sete definições para processos e/ou processos de software, identificadas durante a revisão de literatura, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Definições de processo e/ou processo de software

Fonte	*Definição*
ISO 12207 (1995)	Conjunto de atividades que se relacionam ou interagem e que transformam entradas em saídas
Pall apud Florac & Carleton (1999)	Um processo pode ser definido como uma organização lógica de pessoas, materiais, energia, equipamentos e procedimentos dentro das atividades de trabalho designadas para produzir um resultado final especificado
Fuggetta (2000)	Um processo de software pode ser definido como um conjunto coerente de políticas, estrutura organizacional, tecnologias, procedimentos e artefatos que são necessários para conceber, desenvolver, organizar e manter um produto de software
WOHLIN, et. al. (2000)	O processo descreve quais atividades são necessárias para produzir o software
Dyba, Dingsoyr & Moe (2004)	Um processo não é nada mais que um conjunto estruturado de atividades e decisões de como fazer um certo trabalho
ISO/IEC 15504-1 (2004)	Conjunto de atividades interrelacionadas ou que interagem entre si, transformando entradas em saídas
WCAG 2.0 (2008)	Conjunto de ações do usuário, em que cada ação é necessária para executar uma atividade

Sempre que os termos "*processo*" ou "*processo de software*" forem empregados neste trabalho eles terão o sentido dado por Wohlin *et. al.* (2000): "*O processo descreve quais atividades são necessárias para produzir o software*".

O fato de um processo de desenvolvimento de software bem definido prescrever as atividades que devem ser executadas quando produtos de software são criados, recomendar um conjunto de regras, documentos e fluxos de tarefas para facilitar e organizar o trabalho transformando requisitos dos usuários em uma aplicação de software efetiva resulta em um aumento significativo na produtividade das pessoas (Pereira, Bastos & Oliveira, 2007).

Contudo, definir um processo de desenvolvimento de software não é suficiente. De acordo com Deek, Mchugh & Eljabiri (2005) é necessário envolver e considerar as pessoas que utilizarão este processo pois, segundo os autores, elas são o recurso mais crítico na resolução de um problema. Sobretudo, são as pessoas envolvidas diretamente com o processo de software que deverão avaliar a usabilidade deste.

De fato, a partir da experiência adquirida ao longo do desenvolvimento de vários projetos, Goodman (2005) expressa a importância da participação dos usuários finais na definição do processo ao indicar que o sucesso de um processo está relacionado tanto à organização quanto ao conteúdo. Ele afirma que: "*se não é fácil e conveniente, não importa qual o alvo real do processo, ele não será usado*".

Sobre a facilidade de uso de um processo, há um estudo mais detalhado realizado por Mendonça (2006). Segundo a autora, as heurísticas de usabilidade de aplicações web definidas por Nielsen (1993) podem ser aplicadas aos processos de desenvolvimento, pois estes devem ser elaborados considerando os indivíduos que irão utilizá-los. Assim, não se deve impor que um processo seja utilizado sem considerar a experiência da equipe. Isso leva a dificuldades de implementação desses processos e sua sustentação como ferramenta de trabalho da empresa.

Por estes motivos, os fatores humanos são determinantes para o sucesso da implantação de processos nas empresas, sendo necessário que os processos sejam bem aceitos e adaptados aos funcionários que irão executá-los (Mendonça, 2006).

Por meio dos argumentos apresentados acima é possível perceber que as mesmas preocupações quanto à usabilidade que se aplicam aos produtos de software e outros produtos de *design* são também pertinentes à definição dos processos de software de

uma organização, o que conduz à necessidade de avaliar processos de software assim como há a necessidade de se avaliar produtos.

2.2.1 Avaliação de Processos de Desenvolvimento de Software

Um método de medição, ou avaliação, é importante por permitir a coleta, análise e relato dos dados com relação aos produtos desenvolvidos e processos implementados. Estas informações apóiam a gestão eficaz dos processos e demonstram de forma objetiva a qualidade dos produtos (ISO/IEC 15939, 2009).

Os principais métodos de avaliação de processos identificados foram: (i) o Processo de Medição definido pela ISO 15939 (2009); (ii) a Avaliação de Processo definida pela ISO 15504 (2003), a metodologia de qualidade de produtos e processos recomendada pela IEEE 1061 (1998). O método de avaliação de produtos descrito pela ISO/IEC 14598 e o Processo de Experimentação em Engenharia de Software (Wohlin *et. al.,* 2000) também foram considerados.

2.2.1.1 Processo de Medição definido pela ISO 15939

O modelo de processo de medição definido pela ISO/IEC 15939 (2009) descreve "*as atividades e tarefas necessárias para identificar, definir, selecionar, aplicar e melhorar a medição em um projeto ou estrutura de medição organizacional*" por meio de quatro etapas que consideram: *(i)* o envolvimento dos gestores e da equipe, *(ii)* a elaboração e *(iii)* execução do plano de medição e a *(iv)* avaliação da medição. A norma recomenda que as informações coletadas durante uma avaliação sejam armazenadas e utilizadas para repetições futuras do processo de medição como parte de um "*Banco de Experiência de Medição*".

2.2.1.2 Avaliação de processo de software segundo a ISO/IEC 15504-2

A ISO/IEC 15504 (2003) tem como propósitos a melhoria contínua e a determinação da capacidade do processo. Por meio da avaliação do processo, descrita pela norma, é possível obter dados e informações que o caracterizam e determinar se o processo atinge seu propósito. Ela abrange os escopos de: aquisição, oferta, desenvolvimento, operação, manutenção e suporte.

Para conhecer o *framework* descrito pela norma foram estudadas duas de suas cinco partes: a primeira, que descreve como as demais partes estão reunidas e fornece um guia para sua seleção e uso, e a segunda, que estabelece os requisitos normativos

para a avaliação do processo, para modelos de processo em uma avaliação e define um *framework* de medição para avaliar a capacidade do processo. Os resultados destes estudos refletiram na elaboração do método para "Avaliação da Usabilidade de Processo de Software", descrito no Capítulo 4.

De forma geral observou-se que a ISO 15939 se preocupa com a qualidade dos produtos e a gestão eficaz dos processos, ao passo que a ISO 15504 tem como finalidade indicar a capacidade do processo para atingir seus objetivos.

2.2.1.3 IEEE 1061

A IEEE 1061 (1998) propõe uma metodologia para "*estabelecer requisitos de qualidade e identificar, implementar, analisar e validar métricas de qualidade de software para produtos e processos*", organizada em cinco etapas. A norma recomenda que a avaliação seja realizada em um ambiente de desenvolvimento estável, ou seja, a linguagem de projeto e de implementação ou ferramentas de desenvolvimento não devem durante o desenvolvimento do projeto que está sendo avaliado.

2.2.1.4 ISO/IEC 14598

A norma ISO/IEC 14598-5 (1998) fornece um conjunto de recomendações que orientam o planejamento e a execução de um processo de avaliação de um produto de software, definindo as atividades que devem ser executadas.

2.2.1.5 Processo de Experimentação

O *Processo de Experimentação* em engenharia de software é composto por cinco atividades: definição do experimento, planejamento, execução, análise e interpretação e por último apresentação dos resultados (Wohlin *et. al*., 2000).

Durante a primeira atividade é definido o experimento em termos de problema, hipóteses, objetivos e metas. O planejamento vem em seguida, onde o contexto do experimento é definido, os instrumentos são selecionados, as variáveis são determinadas e com base nelas as escalas de medida possíveis e os métodos de validação dos resultados. A execução possui três passos: preparação (dos materiais que serão utilizados, dos participantes, etc.), execução e validação dos dados (assegura que os dados coletados são corretos e fornecem uma visão válida do experimento). A fase da análise e interpretação tem como objetivo compreender os dados utilizando estatísticas descritivas, verificar se o conjunto de dados pode ser reduzido e determinar se a

hipótese foi aceita. Finalmente os resultados são apresentados e agrupados na fase de apresentação dos resultados.

2.2.1.6 Análise dos métodos de avaliação

Entre as normas, há casos nos quais termos distintos significam a mesma coisa. Por exemplo, a IEEE 1061 não utiliza o termo "lições adquiridas", mas armazena estas informações no histórico e nas considerações para aplicação das métricas enquanto a ISO 15939 utiliza este termo para indicar a necessidade de registro das informações na "Base de Experiência de Medição". Estas normas se preocupam com a análise dos meios empregados para avaliação, a primeira validando as métricas que foram selecionadas e a segunda avaliando os produtos e processos de medição. Ambas também se preocupam com o envolvimento dos usuários durante a definição dos requisitos de avaliação.

É interessante observar que Wohlin *et. al.* (2000) e a ISO/IEC 15939 (2009) definem o comprometimento dos envolvidos com a pesquisa como primeiro item do experimento e da avaliação de qualidade, respectivamente.

A Tabela 2 relaciona as etapas de cada um dos métodos de avaliação considerados.

Tabela 2: Métodos de Avaliação: IEEE 1061, ISO 15939, ISO 15504, ISO 14598 e Wholin

Etapas dos métodos de avaliação					
	IEEE 1061	**ISO/IEC 15939**	**ISO/IEC 15504**	**ISO/IEC 14598**	**Wohlin *et. al.***
1	Estabelecer requisitos de qualidade de software	Estabelecer e sustentar o compromisso de medição	Planejamento	Análise de Requisitos	Definição
2	Identificar as métricas de qualidade de software	Planejar o processo de medição	Coleta de dados	Especificação da Avaliação	Planejamento
3	Implementar as métricas de qualidade de software	Realizar o processo de medição	Validação de Dados	Planejamento da Avaliação	Análise e interpretação
4	Analisar os resultados das métricas	Avaliar a medição	Classificar atributos do processo	Execução da avaliação	Apresentação e pacote
5	Validar as métricas de qualidade de software		Relatórios	Conclusão da Avaliação	

Mesmo possuindo enfoque e quantidade de etapas distintas é de comum acordo entre os métodos de avaliação a definição das fases de "planejamento", "execução" e "publicação" dos resultados. Por este motivo o método de Avaliação da Usabilidade de

Processos de Software descrito no Capítulo 4 - Método de Planejamento e Avaliação de Usabilidade de PDS - foi elaborado considerando estas três fases.

2.3 Usabilidade

Como visto anteriormente, a norma ISO/IEC 9126 define usabilidade como a capacidade do produto de software ser entendido, aprendido, usado e atrativo para o usuário quando utilizado sob condições específicas (ISO/IEC 9126, 2001). A Tabela 3 lista outras definições identificadas para o termo.

Tabela 3: Definições de usabilidade

Fonte	*Definição*
1. Mendonça (2006)	Usabilidade é um atributo de qualidade e também se refere a métodos utilizados para aumentar a facilidade de uso durante o processo de *design*
2. Nielsen (1993)	A usabilidade está relacionada à aceitabilidade do sistema, que se resume basicamente ao fato do sistema ser bom o suficiente para satisfazer as necessidades dos usuários

A usabilidade é em geral uma medida relativa do quanto um produto de software permite que um conjunto específico de usuários atinja uma meta específica em um contexto específico de uso. Isso significa que a usabilidade pode variar de um usuário para outro e em relação ao contexto de uso. Isto inclui o perfil do usuário (ou seja, quem é o usuário), características das tarefas, hardware (incluindo equipamento de rede), software e ambiente físico ou organizacional (Seffah *et. al.,* 2006).

Fornecer produtos fáceis de usar é importante não apenas por melhorar a velocidade e precisão que uma ou várias tarefas são executadas por uma série de usuários de um sistema, mas também por garantir a segurança dos usuários (Seffah *et. al.*, 2006). Como o principal objetivo deste trabalho é fornecer meios para verificar se um processo é fácil de usar, foi realizada uma pesquisa sobre métodos de avaliação de usabilidade descrita na seção seguinte.

2.3.1 Avaliação de Usabilidade

A pesquisa realizada por Bak, *et. al.* (2008) indica que a avaliação da usabilidade de um produto de software traz benefícios econômicos em termos de aumento das vendas, da produtividade do usuário, redução dos custos com treinamento e com a necessidade de suporte ao usuário.

Há vários métodos disponíveis para avaliação da usabilidade de um produto de software, por exemplo: o Modelo Quantitativo de Qualidade (Bawane & Srikrishna, 2010), Percurso cognitivo (Abowd, 1995), Avaliação de usabilidade de *sites* (Kuniavsky, 2003) e Engenharia de usabilidade com desconto (Nielsen, 1993). A Tabela 4, na página seguinte, sintetiza as definições e aplicação destes métodos.

Tabela 4: Métodos de avaliação de usabilidade de produto

Métodos de Avaliação de usabilidade	
Definição	**Aplicação**
Modelo quantitativo de qualidade	
O método tem como característica principal ser centrado no *stakeholder* (interessado). É o *stakeholder* quem define quais atributos de qualidade devem ser avaliados (Bawane & Srikrishna, 2010)	Consiste em: (i) identificar os *stakeholders*, (ii) identificar quais requisitos de qualidade estes *stakeholders* consideram importantes; (iii) especificar os atributos de qualidade e suas características correspondentes para satisfazer os requisitos de qualidade dos *stakeholders*; (iv) determinar as prioridades relativas das subcaracterísticas de cada atributo de qualidade; (v) definir o valor padrão para cada métrica; (vi) medir o valor atual; (vii) comparar o atual valor com o valor padrão de cada métrica e (viii) corrigir as falhas identificadas
Percurso Cognitivo	
O foco principal do percurso cognitivo é estabelecer quão fácil é aprender trabalhar com um sistema. Mais especificamente, o foco na aprendizagem pela exploração	Os avaliadores de usabilidade devem elaborar uma lista de tarefas que deve ser executada pelos usuários e acompanhá-los, sem interferir, enquanto realizam estas tarefas (Abowd, 1995)
Avaliação de usabilidade de sites	
Arcabouço de teste que tem como objetivo definir pontos de melhoria da usabilidade de sites	(i) Definir o público e suas metas; (ii) Elaborar perguntas direcionadas a essas metas; (iii) Escolher as pessoas certas; (iv) Assisti-las tentando executar essas tarefas (Kuniavsky, 2003)
Engenharia de usabilidade com desconto	
O objetivo é obter o "bom" ao invés de perseguir o ótimo, que na maioria das vezes não é alcançável no momento. Ela é baseada no uso de técnicas consideradas baratas e fáceis de aplicar	Técnicas: (i) observação do usuário e da tarefa; (ii) cenários de uso ou protótipos; (iii) verbalização simplificada (pedir que o usuário diga o que está fazendo a medida que executa a tarefa); (iv) avaliação heurística (Nielsen, 1993)
Modelo de Qualidade	
A qualidade do produto de software é decomposta em um modelo de qualidade contendo 6 características e 34 subcaracterísticas que podem ser utilizadas como um *checklist* de problemas de qualidade. As subcaracterísticas são decompostas em métricas internas, externas e de qualidade em uso	Para cada métrica são definidos: o nome, o propósito, a medição, o método de aplicação, a fórmula para cálculo, a interpretação dos resultados, o tipo de escala e de medida (ISO/IEC 9126, 2001). As métricas definidas por esta norma são abordadas no Capítulo 3

Para avaliar a usabilidade de processos foi identificada apenas a avaliação heurística definida por Nielsen (1993) e adaptada por Mendonça (2006).

2.3.1.1 Avaliação de usabilidade de processos por meio de heurísticas

Nielsen condensou 249 problemas de software em 10 heurísticas de usabilidade. Segundo o autor, embora as heurísticas demandem alguma experiência para serem aplicadas, mesmo não especialistas podem encontrar muitos problemas de usabilidade aplicando-as (Nilsen, 1993). A adaptação, feita por Mendonça (2006), destas heurísticas foi o único método de avaliação de usabilidade de processos identificado e serão abordadas com detalhes no Capítulo 3, na seção sobre "Heurísticas de Usabilidade de Processos de Software".

2.3.1.2 Particularidades da avaliação de Usabilidade

Para executar avaliações de usabilidade é recomendada a participação de cinco usuários. Após este número há poucas contribuições e os problemas identificados começam se repetir (Nilsen,1993).

As avaliações de usabilidade também são influenciadas por crenças estabelecidas entre as equipes de desenvolvimento. Bak *et. al.* (2008) puderam perceber isto por meio de uma pesquisa de opinião realizada em instituições que avaliam a usabilidade de software e as que não fazem estas avaliações. Os pesquisadores solicitaram às equipes que indicassem os principais obstáculos enfrentados, os seguintes itens foram listados: *(i)* a dificuldade que os desenvolvedores possuem de pensar como usuários, na hora de efetuar os testes, *(ii)* a crença de que estas avaliações possuem um alto custo, *(iii)* a dificuldade de conseguir que o cliente participe, *(iv)* e de encontrar usuários finais do software dispostos a participar das avaliações, *(v)* dificuldade para identificar técnicas que auxiliem durante os testes, *(vi)* a influencia do ambiente organizacional, onde prevalece a cultura de desenvolver o mais rápido possível, sem tais avaliações. Porém o maior obstáculo identificado foi o entendimento equivocado sobre o que é a avaliação de usabilidade.

Além dos métodos descritos e das particularidades que devem ser observadas é possível avaliar a usabilidade por meio de métricas.

2.4 Métricas

Entregar produtos de software no prazo correto, com o menor custo de desenvolvimento possível e automatizar tarefas de forma a aumentar a competitividade e o lucro são os objetivos que norteiam as relações entre as empresas que desenvolvem produtos de software e seus clientes.

Para atender as expectativas dos clientes, as empresas de desenvolvimento devem possuir mecanismos que permitam avaliar a qualidade do produto e do processo utilizado para desenvolvê-lo, identificar erros o mais rápido possível e acompanhar o planejamento estabelecido. De posse dos dados obtidos, os desenvolvedores poderão avaliar se os resultados se adéquam aos objetivos da empresa, mensurar as melhorias alcançadas entre um projeto e outro e planejar ações futuras com base na experiência obtida.

O subsídio para execução destas atividades é fornecido por meio do uso de métricas de projeto, de processo e de produto, haja visto que as métricas recebem os dados de entrada e os transformam em um resultado numérico. Este resultado pode ser interpretado como o grau de qualidade ou de adequação a um determinado atributo - propriedade física ou abstrata mensurável (IEEE 1061, 1998).

Assim, as métricas permitem que os dados coletados de um projeto, processo ou produto sejam transformados em números que indiquem a adequação a um determinado atributo.

Esta seção apresenta a norma ISO 9126 e o framework QUIM que definem métricas de usabilidade de produto.

2.4.1 Métricas de usabilidade no padrão ISO 9126

A ISO/IEC 9126 possui quatro partes reunidas sobre o título geral de *Engenharia de Software - Qualidade do produto:*

a) *Parte 1: Modelo de Qualidade (ISO/IEC 9126 – 1: 2001)* - define seis atributos de qualidade: funcionalidade, confiança, *usabilidade*, eficiência, manutenibilidade e portabilidade.

b) *Parte 2: Métricas Externas (ISO/IEC TR 9126 – 2: 2002)* – tem como objetivo avaliar a qualidade do produto de software. Medem o comportamento do sistema como um todo e muitas delas são testadas pelo usuário ao tentar utilizar uma função.

c) *Parte 3: Métricas Internas (ISO/IEC TR 9126 – 3: 2001)* - podem ser aplicadas em um artefato de software não-executável, como uma especificação ou a documentação, por exemplo.

d) *Parte 4: Qualidade no uso das métricas* (*ISO/IEC 9126-4: 2001*) - mensura a extensão na qual o produto reúne as necessidades especificadas pelos usuários para atingir uma meta específica com efetividade, produtividade, segurança e satisfação em um contexto específico de uso.

A Figura 2 ilustra a organização da ISO 9126, com suas características e as subcaracterísticas de usabilidade.

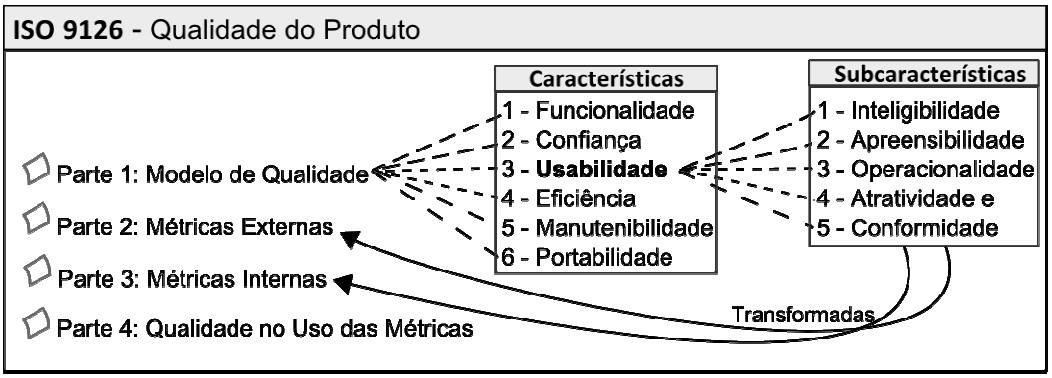

Figura 2: Subcaracterísticas de Usabilidade definidas pela ISO 9126

É possível notar, por meio da Figura 2, que a usabilidade é um dos atributos do modelo de qualidade e possui cinco subcaracterísticas: *inteligibilidade* (capacidade do produto de software permitir que o usuário entenda se o software é adequado, como ele pode ser utilizado para uma tarefa específica e em quais condições), *apreensibilidade* (está relacionada ao tempo que os usuários levam para aprender uma função particular e a eficácia dos sistemas de ajuda e de documentação), *operacionalidade* (permite verificar se o usuário pode operar e controlar o software), *atratividade* (mensura o quanto o software é atrativo para o usuário) e *conformidade* (verifica se o software atende as recomendações de usabilidade). Essas subcaracterísticas são transformadas em 28 métricas externas e 18 métricas internas.

2.4.2 Métricas de usabilidade listadas pelo framework QUIM

Seffah, Kececi & Donyaee (2001) elaboraram o *framework* QUIM por meio da análise das normas ISO/IEC 9241-11, ISO/IEC 9126, IEEE 1061 e modelos conceituais como o MUSIC (*Metrics for Usability Standards in Computing* – Métricas para padrões de usabilidade em computação). Os autores identificaram 10 fatores de usabilidade de produto de software. Estes fatores foram decompostos em 26 subfatores ou critérios

mensuráveis, que deram origem a 127 métricas específicas para usabilidade de produto. Os dez fatores de usabilidade identificados foram: *(i)* Eficiência, *(ii)* Eficácia, *(iii)* Produtividade, *(iv)* Satisfação, *(v)* Apreensibilidade, *(vi)*Segurança, *(vii)* Confiabilidade, *(viii)* Acessibilidade, *(ix)* Universalidade e *(x)* Utilidade.

Este número de fatores não é um padrão. A ISO 9126, por exemplo, definiu 5 ao invés de 10 características de usabilidade e 46 métricas agrupadas em internas ou externas.

2.4.3 Seleção das métricas de usabilidade de produto

Após a identificação das métricas de usabilidade de produto tornou-se necessário definir quais seriam adaptadas para processo.

Foram considerados importantes nesta escolha: a maior familiaridade da pesquisadora com a norma ISO 9126; a concisão da norma que fornece 46 métricas ao passo que no framework QUIM são definidas 127; e o fato da norma ser internacionalmente conhecida e utilizada, ter sido proposta e modificada há um longo período de tempo por vários especialistas e ser mais consolidada na comunidade de software. Por estes motivos, optou-se por fazer a adaptação das métricas descritas na ISO 9126.

Dentre as 46 métricas definidas pela norma foram consideradas apenas 18, que correspondem às métricas internas. Esta escolha se deve ao foco de aplicação das métricas: enquanto as *métricas externas* têm como objetivo auxiliar a avaliação da qualidade do produto de software durante sua execução, as *métricas internas* podem ser aplicadas a artefatos de software não executáveis, além disso, os atributos de qualidade interna são os primeiros atributos mensuráveis durante o desenvolvimento e por este motivo há uma relação eminente entre as métricas internas e a qualidade do processo.

A Figura 3 sintetiza esta relação entre processo e produto ilustrando que a qualidade do processo influencia nos atributos de qualidade interna, estes influenciam nos atributos de qualidade externa, que por sua vez influenciam nos atributos de qualidade em uso. Há também uma relação de dependência entre a qualidade em uso que depende da qualidade externa, esta é dependente da qualidade interna que por sua vez depende da qualidade do processo. A adaptação das métricas internas de usabilidade para métricas de usabilidade de processo foi possível, graças ao relacionamento direto de dependência/influência que há entre elas.

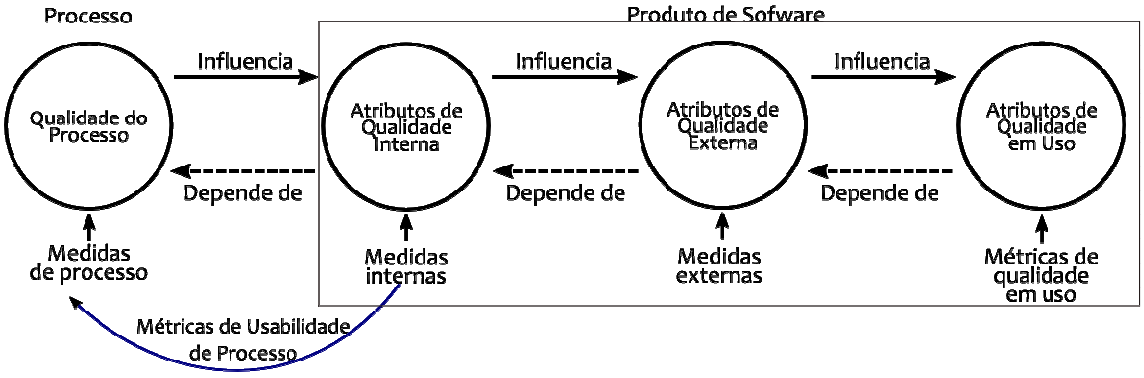

Figura 3: Medidas internas de usabilidade e medidas de processo, *adaptadas ISO/IEC 9126.*

A adaptação das métricas internas de usabilidade para mensurar usabilidade de processos é detalhada no Capítulo 3: Métricas para Avaliação de Usabilidade de Processos de Software.

2.4.4 Dificuldades de aplicação das métricas de usabilidade

As métricas definidas pela ISO/IEC 9126-2 (2002), com exceção daquelas que são baseadas em contagens, não são diretamente aplicáveis, ou seja, é necessário interpretar a métrica no contexto de aplicação e elaborar métodos de coleta para os dados que serão utilizados como entrada para os cálculos. Por exemplo, para a subcaracterística de inteligibilidade, foi definida a métrica de "Capacidade de Demonstração". Segundo a norma o usuário deve contar o número de funções que são adequadamente demonstráveis e comparar com o número total de funções que requerem capacidade de demonstração. A fórmula para efetuar o cálculo é representada na Figura 4:

$$X = \frac{A}{B}$$

onde,

A = Número de funções demonstráveis

B = Número total de funções que requerem capacidade de demonstração

Figura 4: Cálculo da Capacidade de Demonstração definida pela ISO9126-2(2002)

Para aplicar a métrica o avaliador deve saber: como determinar quando uma função está adequadamente documentada e como definir quais funções devem dispor de meios para demonstrá-las, porém a ISO/IEC 9126-2 não explica como estas definições podem ser realizadas.

O conjunto de métricas utilizadas pelo *framework* QUIM e descritos no trabalho de Padda (2003) é mais abrangente, mas não são fornecidas diretrizes suficientes para

permitir uma aplicação direta das métricas. Por exemplo, a Figura 5 exibe a fórmula para cálculo da Eficiência Humana (HE), que é a medida do esforço humano (mental ou físico) gasto em relação a efetividade atingida, de acordo com o *framework*:

HE = Efetividade/Esforço gasto
Interpretação: quando maior o HE melhor.

Figura 5: Cálculo da Eficiência Humana definido em (Seffah, Kececi & Donyaee, 2001)

Contudo, a documentação disponível não explica como medir a efetividade e tampouco como mensurar o esforço mental ou físico gasto em uma atividade.

Com o intuito de facilitar o uso das métricas, por meio de uma descrição que auxiliasse na compreensão destas, foi realizado um estudo das recomendações para documentação fornecidas pelas normas IEEE 1061 (1998), ISO 9126 (2003), ISO/IEC 15939 (2009). Este estudo foi importante porque permitiu perceber que a própria definição das métricas deve possuir os atributos de usabilidade definidos por Mendonça (2006) e Mahrin, Carrington & Strooper, (2008) para descrição de processos de software, por exemplo, possuir gráficos figuras e tabelas que facilitam o entendimento, ser conciso, etc.

As comparações realizadas e a definição dos itens de documentação das métricas são tratadas a seguir.

2.4.5 Documentação de métricas

Com o intuito de documentar adequadamente as métricas adaptadas foram comparadas: a documentação realizada pela ISO 9126 (2003); as recomendações da IEEE 1061(1998) e da ISO/IEC 15939 (2009). A Tabela 5 ilustra os itens que as três normas possuem em comum.

Tabela 5: Itens de documentação recomendados pela ISO 9126, IEEE 1061 e ISO 15939

ISO 9126	*IEEE 1061*	*ISO 15939*
1. Nome da métrica	1. Nome	1. Necessidade de informação
2. Propósito da métrica	2. Impacto, 3. Valor alvo	2. Critérios de decisão
3. Método de aplicação	4. Aplicação	3. Método de medição
4. Medição, fórmula e elemento de cálculo dos dados	5. Itens de dados 6. Computação	4. Atributos, 5. Medidas básicas; 6. Modelo de Medição; 7. Medida derivada; 8. Função de medição
5. Interpretação dos valores mensurados	7. Interpretação	9. Critérios de decisão
6. Tipo de escala	-	10. Tipo de escala
7. Tipo de Medida	-	11. Tipo de método de medição
8. Entrada para media		12. Entidades Relevantes

Além dos itens discriminados na Tabela 5 há aqueles que são recomendados exclusivamente por uma das normas:

a) A ISO 9126 documenta a "referência ISO/IEC 12207 SLCP" e "público-alvo";

b) A IEEE 1061 recomenda a documentação dos "custos", "benefícios", "fatores de qualidade", "ferramentas", "considerações" (o mesmo que lições aprendidas), "treinamento requerido", "exemplo", "histórico de aplicação" e "referências" (documentos que auxiliam na aplicação das métricas);

c) A ISO 15939 recomenda a documentação do "Conceito Mensurável", "Indicador" e do "Modelo" utilizado para criar o indicador.

d) O item "referência ISO/IEC 12207" identifica em qual parte do ciclo de vida de um processo a norma se aplica. Não há itens semelhantes na IEEE 1061 e tampouco na ISO 15939.

Há outros itens que recebem nomes distintos, mas possuem definições equivalentes:

a) A definição dada pela ISO 15939 para os "critérios de decisão" abrangem também os itens "impacto" e "valor alvo" definidos pela IEEE 1061 e por isto eles estão descritos na mesma linha da Tabela 5;

b) Os itens "ferramentas", "exemplo", "histórico de validação" e "referências" são considerados pela IEEE 1061 como parte da documentação de cada métrica, ao passo que a ISO 15939 considera a seleção de "ferramentas" como uma atividade do "Plano de medição" e os demais itens como parte do "Banco de Experiência de Medição". Em contrapartida a ISO 9126 não considera estes itens em sua recomendação.

E por fim, há termos semelhantes com definições distintas:

a) É o caso da "entrada para medida" identificada na ISO 9126 que se refere aos documentos que devem ser considerados durante a aplicação das métricas e por isso não correspondem aos "itens de dados" e "atributos" das outras normas que são valores numéricos tais como, o número de funções evidentes;

Como resultado da análise realizada foi possível perceber que, ainda que tenham pontos em comum há muitas diferenças entre as recomendações dadas por estas três normas. Devido a concisão, clareza nas definições e familiaridade da pesquisadora com a IEEE 1061 as recomendações desta norma foram seguidas suprimindo alguns itens não-aplicáveis no momento e acrescentando informações que foram identificadas como necessárias após a validação das métricas (*vide* Capítulo 3) e o estudo de caso (*vide* Capítulo 5). Os critérios originalmente propostos pela norma e os critérios selecionados são descritos a seguir.

Itens recomendados pela IEEE 1061 para documentação de uma métrica:

1) *Nome*;

2) *Custo*: descrição do custo em termos de coleta, computação, divulgação dos resultados, mudanças no projeto, equipamentos necessários e treinamento para aplicação;

3) *Benefícios*: associados a aplicação de cada métrica;

4) *Impacto*: indica se a métrica pode ser utilizada para alterar ou interromper a execução do projeto;

5) *Valor Alvo*: valor numérico para a métrica que deve ser atingido como condição para reunir os requisitos de qualidade. Inclui os valores críticos e o alcance da métrica;

6) *Fatores de Qualidade*: atributos que contribuem para qualidade do produto;

7) *Ferramentas*: software ou hardware usados para coletar, armazenar, calcular as métricas e analisar os dados;

8) *Aplicação*: descrição de como a métrica é utilizada e qual sua área de aplicação;

9) *Itens de dados*: valores necessários para calcular os resultados;

10) *Cálculo*: explicação dos passos necessários para realizar o cálculo e obter um resultado para aplicação da métrica;

11) *Interpretação*: explicação de como interpretar os resultados;

12) *Considerações*: considerações sobre o uso da métrica, isto é, lições aprendidas com a sua aplicação;

13) *Treinamento Requerido*: treinamento necessário para aplicar a métrica;

14) *Exemplo*: um exemplo da aplicação da métrica;

15) *Histórico de Validação*: nome dos projetos nos quais a métrica foi utilizada e os critérios de validação que ela atendeu; e

16) *Referências*: lista de projetos e detalhes que auxiliem no entendimento e na execução da métrica.

Para que seja possível preencher estes dezesseis itens é necessário utilizar uma ferramenta para auxiliar na aplicação da métrica, aplicar a métrica e validá-la. Considerando que este trabalho não contemplou todos estes requisitos foram suprimidos:

1) *Custo:* considerando que não foi desenvolvida ou adquirida uma ferramenta, que poucas métricas foram aplicadas e a aplicação destas foi realizada de forma voluntária pelos participantes não é possível realizar uma estimativa realista do custo de aplicação das métricas;

2) *Valor alvo:* a IEEE 1061 (1998) explica o que é o valor alvo mas não informa como defini-lo. Após a leitura da norma subentende-se que para estimar um valor alvo é necessário aplicar a métrica, registrar os resultados obtidos, melhorar o processo e analisar os resultados da métrica em conjunto com os resultados obtidos pela aplicação do processo. Como não foi possível executar todas estas atividades o valor alvo foi suprimido da documentação;

3) *Fatores de qualidade:* não foram considerados porque usabilidade é o principal fator de qualidade considerado para definições das métricas;

4) *Ferramentas:* nenhuma ferramenta foi desenvolvida porque o uso de uma planilha foi considerada suficiente para registrar e calcular as métricas aplicadas durante o estudo de caso;

5) *Histórico de Validação:* o histórico de validação descreve quais métricas foram validadas, contudo, como as métricas validadas são descritas neste trabalho (Capítulo 3) optou-se por suprimir este item;

6) *Referências:* as referências definidas pela IEEE 1061 dizem respeito à lista de projetos nos quais as métricas já foram aplicadas. Como as métricas foram aplicadas em apenas um projeto e esta aplicação está descrita neste trabalho, este item foi suprimido.

Durante a validação, abordada na seção seguinte, foi possível perceber que alguns critérios avaliam se a métrica atende determinadas restrições. Para auxiliar em futuras validações este item foi acrescentado à documentação:

7) *Restrições*: descreve restrições numéricas que os atributos de entrada e/ou o resultado da métrica devem obedecer.

A Figura 6 ilustra que, para aplicar a métrica de maneira válida é necessário que o valor de A pertença ao conjunto dos números racionais e que o valor de C pertença ao conjunto dos números naturais, exceto o zero (0).

$$A = \frac{B}{C} \text{ com, } A \in \mathbb{Q}, C \in \mathbb{N}^*$$

Figura 6: Exemplo de restrição dos atributos de entrada

2.4.6 Validação de métricas

Uma das justificativas da importância de se validar as métricas aplicadas consiste na necessidade de demonstrar a outros pesquisadores que a métrica mensura o atributo que pretende mensurar e de forma correta (Mennely, Smith & Williams, 2010), além disso, a métrica deve fornecer evidências documentadas de sua disponibilidade para uso (ISO 9126, 2002).

Foram identificados três trabalhos sobre validação de métricas: as recomendações muito semelhantes entre si das normas ISO 9126 (2002) e IEEE 1061 (1998) e o compêndio elaborado por Meneely, Smith & Williams (2010).

A IEEE 1061 define um exemplo de aplicação das fórmulas de validação, contudo não explica como definir os valores de entrada, apenas como inseri-los nas fórmulas definidas para cada critério. Por exemplo, durante a aplicação do critério de "Validade de Acompanhamento" a norma recomenda: "Assuma que B, a classificação do coeficiente de correlação, foi definida como 0.7.", contudo não há qualquer explicação de como este valor foi obtido ou porque ele é o mais adequado. Os demais exemplos dados pela norma também utilizam valores que devem ser "assumidos" pelo leitor, sem que este saiba como estes valores podem ser obtidos na prática.

A Tabela 6 compara as definições e os critérios de validação propostos por cada uma das normas.

Tabela 6: Métodos de validação ISO/IEC 9126 *vs* IEEE 1061

ISO 9126	IEEE 1061
Objetivos	
Obter resultados válidos em uma avaliação de qualidade	Determinar se há um relacionamento estatístico significante entre os valores preditivos das métricas e os valores dos fatores de qualidade
Propriedades desejáveis	**Princípios necessários**
Confiabilidade, Repetibilidade, Reprodutibilidade, Disponibilidade, Indicabilidade, Corretude (Objetividade, Imparcialidade, Precisão suficiente), Significativo	*V* (quadrado do coeficiente de correlação linear), *B (*classificação (*rank*) do coeficiente de correlação), *A (*erro de previsão), *α (*nível de confiança), *P (*índice de sucesso)
Validação das métricas	
1. Correlação 2. Monitoramento 3. Consistência 4. Previsibilidade 5. Distintiva	1. Correlação 2. Monitoramento 3. Consistência 4. Previsibilidade 5. Poder discriminativo 6. Disponibilidade

As validações propostas pelas normas IEEE 1061 e ISO 9126 são voltadas para métricas de qualidade de software aplicadas a produtos. Foi possível notar dois pontos

importantes na validação das métricas: *(i)* o fato de uma métrica ser válida em um contexto não significa que ela seja válida em outro; além disso, (*ii*) não basta que a métrica atenda os critérios de validação para um projeto apenas, para que a métrica seja considerada válida ela deve possuir um histórico de uso com resultados positivos.

O trabalho de Meneely, Smith, & Williams (2010) apresenta 47 critérios de validação, com explicações sobre como cada critério deve ser usado e exemplos de aplicação. Os autores realizaram uma revisão sistemática de 2288 artigos e realizaram análises comparativas dos fatores de validação identificados. Para viabilizar a execução da validação das métricas foram escolhidos 4 critérios:

a) *Continuidade Apropriada*: Uma métrica tem uma continuidade apropriada se ela é definida (ou indefinida) para todos os valores de acordo com o atributo que será medido, ou seja, a métrica não deve apresentar qualquer descontinuidade inesperada. Este problema surge geralmente a partir dos cálculos em que o denominador da fração pode ser zero.

b) *Fator Independência:* Uma métrica tem fator de independência se as medições individuais utilizadas na formulação da métrica são independentes entre si. Aplicável apenas quando a métrica utiliza o resultado de outras medidas como valores de entrada.

c) *Previsão de validade*: uma métrica tem previsão de validade do sistema se ela faz parte de um modelo com procedimentos de como usá-la e ambos, o modelo e a métrica, devem ser especificados antes do início dos estudos.

d) *Validade de instrumento*: Uma métrica tem validade de instrumento se o instrumento de medida fundamental é válido e adequadamente calibrado.

A validação das métricas escolhidas para o estudo de caso realizado será apresentada no Capítulo 3.

2.5 Avaliação de Usabilidade de Processo de Software

A *avaliação de usabilidade de processo de software* envolve todos os conceitos abordados neste capítulo. Em síntese: *(i)* a importância do uso de processos bem definidos; *(ii)* a avaliação de processos de software; *(iii)* a importância em oferecer usabilidade; *(iv)* meios para avaliar a usabilidade; *(v)* definição, características e documentação das métricas; *(vi)* métricas de usabilidade e *(vii)* validação das métricas.

Um método de avaliação também pode ser considerado um processo uma vez que é constituído de um "*conjunto estruturado de atividades e decisões de como fazer um certo trabalho*" (Dyba, Dingsøyr & Moe, 2004) que, neste caso, é a própria avaliação. Tendo este conceito em mente é possível perceber que o processo de

avaliação é composto basicamente por: *(i)* um conjunto de métricas – descrito no Capítulo 3, *(ii)* uma ferramenta que auxilie no cálculo dos resultados – para as métricas descritas neste trabalho uma planilha é suficiente e *(iii)* um método de avaliação que forneça diretrizes para planejar, aplicar as métricas, analisar os resultados obtidos e divulgar os resultados – descrito no Capítulo 4.

2.6 Considerações Finais

A partir da revisão apresentada foi possível perceber uma mudança de foco que parte da ênfase dada inicialmente aos produtos desenvolvidos para uma preocupação em relação ao processo de desenvolvimento destes produtos. Acredita-se que esta mudança ocorreu após a constatação de que a qualidade do processo influencia na qualidade do produto e resultou em recomendações tais como: envolver a equipe na elaboração de processos, disponibilizá-los em meio acessível, atualizá-los e avaliar sua usabilidade.

Em relação à usabilidade, pode-se dizer que as primeiras abordagens envolvendo processos e usabilidade consistiam em adicionar atividades de usabilidade ao processo e foram realizadas com o intuito de aumentar a usabilidade dos produtos resultantes. A preocupação em avaliar a usabilidade dos processos surgiu posteriormente por meio da aplicação de heurísticas como uma forma de identificar pontos de melhoria nas descrições do processo que pudessem facilitar seu uso e, consequentemente sua aplicação.

Portanto, ao fornecer um processo com um alto índice de usabilidade, pretende-se facilitar seu entendimento por parte dos usuários e consequentemente que ele seja seguido corretamente. Para medir este índice de usabilidade são propostas, no capítulo seguinte, métricas que são responsáveis por transformar as entradas (informações sobre o processo) em saídas (índices de usabilidade).

3 MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE PROCESSO DE SOFTWARE

3.1 Considerações iniciais

Este capítulo apresenta a documentação das métricas seguindo os critérios definidos pela IEEE 1061 (1998) e organizadas de acordo com as subcaracterísticas de usabilidade definidas pela ISO 9126 (2001): inteligibilidade, apreensibilidade, operacionalidade, atratividade e conformidade com recomendações de usabilidade. Algumas métricas são funções básicas definidas por meio de uma fórmula, outras são simples contagens de dados.

Para auxiliar no uso destas métricas, além da documentação, este capítulo descreve a classificação elaborada observando o tipo de representação e o estado atual do processo.

Foram considerados os três tipos de representação mais comuns: descrições textuais como, por exemplo, as recomendações da ISO 12207 (1995), ambiente web, os chamados EPGs (*Eletronic Process Guide*) e os ambientes de desenvolvimento de software que permitem modelagem e execução de processos denominados PSEE *(Process-Centered Software Engineering Environment*) tais como o WebAppse (Lima et. al., 2006) e a Estação TABA (Montoni *et. al.,* 2007).

Em relação ao estado atual do sistema as métricas foram classificadas como as que são aplicadas durante, após e independente da execução do processo.

Outro ponto importante abordado neste capítulo são as validações das métricas em relação aos critérios de: continuidade apropriada, fator independência, previsão de validade e validade de instrumento definidos por Mennely, Smith & Williams, (2010).

As informações sintetizadas acima foram consideradas durante a elaboração do AUSP (*Assessment Usability of Software Process*), descrito no Capítulo 4 e aplicadas no Estudo de Caso (Capítulo 5).

Embora não tenham sido aplicados, são abordados neste capítulo dois métodos de avaliação de usabilidade: o *Design* Centrado no Usuário (DCU) definido por Norman (2006) e as Heurísticas de Usabilidade de Processos, adaptadas por Mendonça (2006). É interessante notar que há um relacionamento entre estes métodos e as métricas de usabilidade de processos.

3.2 Métricas Internas de Inteligibilidade

A ISO/IEC 9126 define inteligibilidade como a capacidade que o produto de software tem de permitir que o usuário entenda se ele é adequado, como ele pode ser utilizado para uma tarefa específica e em quais condições. No contexto de usabilidade de processos, as métricas de inteligibilidade devem indicar se o usuário é capaz de identificar se o processo atende as necessidades do projeto.

A Figura 7 mostra à esquerda o nome das métricas de inteligibilidade definidas pela ISO/IEC 9126 e à direita as métricas de avaliação de processos propostas com base nas primeiras.

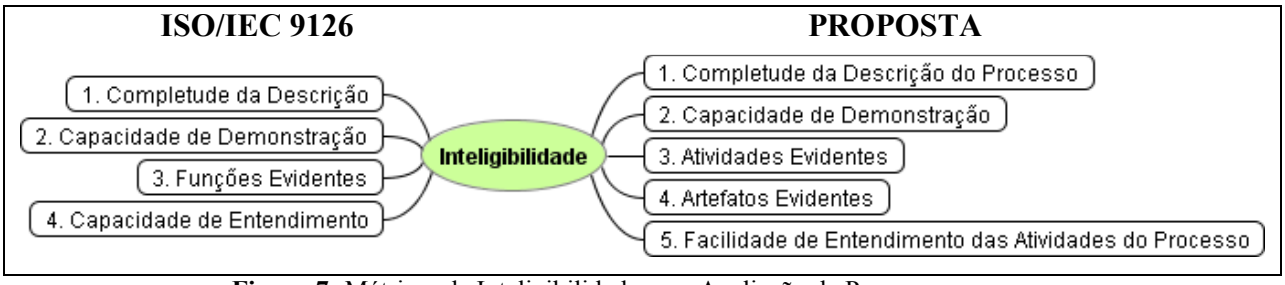

Figura 7: Métricas de Inteligibilidade para Avaliação de Processo

Por meio da Figura 7 é possível perceber que a métrica 3, Funções Evidentes, foi adaptada como: Atividades Evidentes e Artefatos Evidentes.

A primeira métrica proposta foi denominada "Completude da descrição do processo".

Por meio da documentação apresentada na seção seguinte é possível notar no item "treinamento requerido" a definição de um papel, o de *coordenador*. Entende-se que o indivíduo, ao assumir este papel, deve estar treinado para planejar a avaliação, executá-la e apresentar os resultados. Outro papel que será identificado posteriormente é o *avaliador* que participará da avaliação do processo respondendo os questionamentos elaborados pelo coordenador. O avaliador deve ser, preferencialmente, alguém que irá utilizar o processo.

3.2.1 Completude da descrição do processo

A partir da aplicação desta métrica, busca-se responder a seguinte pergunta: "O usuário consegue identificar se o processo atende suas necessidades?".

Em sua versão original, descrita pela ISO 9126, a norma recomenda que o avaliador "Conte o número de funções que são *adequadamente* descritas e compare com o número total de funções do produto".

A métrica proposta foi denominada "Completude da descrição do processo" sendo calculada em função do resultado obtido com a aplicação das métricas utilizadas para avaliar os elementos núcleo do processo (atividades, artefatos, diretrizes e papéis). O conceito de elementos núcleo é definido por Mahrin, Carrington & Strooper (2008).

a. *Inteligibilidade*: "Atividades evidentes", "Artefatos evidentes" e "Facilidade de entendimento das atividades do processo";
b. *Apreensibilidade*: "Completude da documentação do processo".

Portanto, o cálculo da completude da descrição do processo deve ser realizado após o cálculo das métricas citadas. Ela está descrita no início deste capítulo apenas para conservar a ordem originalmente proposta pela ISO/IEC 9126.

Tabela 7: Descrição da métrica de Completude da Descrição do Processo

Item	***Descrição***
i. Nome	Completude da descrição do Processo
ii. Benefícios	Indica se o processo foi adequadamente descrito ou se há elementos que poderiam ser detalhados de maneira mais adequada
iii. Impacto	Esta métrica pode ser utilizada para indicar pontos de melhoria na descrição do processo de software
iv. Aplicação	*Passo 1:* calcule a média aritmética dos resultados obtidos para as métricas: (1) Atividades evidentes, (2) Artefatos evidentes, (3) Facilidade de entendimento das atividades do processo e (4) Completude da documentação do processo
v. Itens de dados	*A* = número de métricas utilizadas no cálculo da média de completude *X* = média dos resultados obtidos pelas métricas
vi. Cálculo	Some o resultado de cada métrica e divida pelo número total de métricas utilizadas no cálculo da completude da descrição do processo (A), o resultado obtido será o valor de X - *Fórmula para obter X* $$X = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{A} Result_i$$ Onde, $Result_i$, corresponde ao resultado obtido por meio da aplicação da i-ésima métrica
vii. Interpretação	$0 \leq X \leq 100$ Quanto mais próximo de cem mais completa a descrição do processo
viii. Restrições	A = 4 (1-Atividades evidentes, 2-Artefatos evidentes, 3-Facilidade de entendimento das atividades do processo e 4-Completude da documentação do processo) ou A>0, para os casos em que se queira calcular a completude com base em outras métricas
ix. Considerações	Considerando que esta métrica é baseada na aplicação de outras quatro ela pode ser considerada como um indicador geral da usabilidade do processo.
x. Treinamento requerido	***Coordenador:*** Não há um treinamento direto para aplicação desta métrica, porém é possível considerar como treinamento indireto aquele requerido para aplicação das métricas que são necessárias para o cálculo desta
xi. Exemplo	*Vide* Capítulo 5: Estudo de Caso

3.2.2 Capacidade de demonstração

De acordo com a norma ISO/IEC 9126, uma demonstração consiste em simular a execução de uma atividade para que seja possível explicar a evolução do projeto ou como ela deve ser realizada.

No contexto de processos, um documento contendo um modelo de artefato detalhado (*template*) e exemplos ou explicações de como o documento deve ser elaborado, pode ser considerada uma forma de demonstração.

Esta métrica mensura se é possível que o responsável pelo treinamento dos usuários do processo demonstre a execução daquelas atividades consideradas complexas ou essenciais para o processo.

Para utilizar esta métrica deve-se definir quais atividades serão demonstradas. Duas abordagens são sugeridas: (i) atribuir um valor de complexidade para cada atividade (1 – pouco; 2 - médio, 3 - complexo e 4 – muito complexo, por exemplo) e definir como carentes de demonstração as atividades que receberem os valores 3 e/ou 4 ou (ii) analisar os resultados obtidos durante a aplicação da métrica de "facilidade de entendimento das atividades do processo" e definir aquelas atividades que foram menos entendidas como as que necessitam de demonstração.

Tabela 8: Descrição da métrica de Capacidade de Demonstração

Item	***Descrição***
i. Nome	Capacidade de Demonstração
ii. Benefícios	Indica se é fácil explicar/simular a execução de atividades que requerem demonstração
iii. Impacto	O fato de um processo possuir poucas atividades demonstráveis não é necessariamente um problema
iv. Aplicação	*Passo 1*: definir quais atividades do processo devem ser demonstráveis *Passo 2*: explique o que é capacidade de demonstração e peça aos avaliadores que atribuam uma nota de 0 a 100 para as atividades identificadas no passo 1. *Passo 3*: calcular a nota geral atribuída por cada avaliador utilizando a média aritmética das notas atribuídas para cada atividade *Passo 4*: calcular a média aritmética das notas gerais atribuídas pelos avaliadores, obtendo-se o valor da capacidade de demonstração do processo
v. Itens de dados	*A* = média da completude atribuída por cada avaliador *X* = percentual de completude da documentação do processo
vi. Cálculo	A média de completude atribuída pelos avaliadores (A) dividida pelo total de avaliadores (n) resulta na capacidade de demonstração do processo (X) - *Fórmula para obter A* $$A_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} Atv_j$$

	Onde, *n*, é o número de avaliadores *m*, é a quantidade de atividades demonstráveis e Atv_j é nota atribuída pelo avaliador à desmonstrabilidade da j-ésima atividade *- Fórmula para calcular X* $$X = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} A_i$$ Onde, *n*, é o número de avaliadores *A*, a média aritmética das notas atribuídas pelo i-ésimo avaliador
vii. Interpretação	$0 \leq X \leq 100$ Quanto mais próximo de cem maior a capacidade de demonstração do processo
viii. Restrições	$X \in \mathbb{Q}$ $0 \leq Atv \leq 100, Atv \in \mathbb{Q}$ $m,n > 0$
ix. Considerações	É importante observar se os usuários já possuem experiência ou familiaridade com o processo ou com o uso de processos. Nestes casos a necessidade de haver atividades demonstráveis é menor
x. Treinamento requerido	***Coordenador:*** deve ser capaz de definir quais atividades requerem demonstração ***Avaliador:*** deve saber como verificar se uma atividade é demonstrável e de que forma registrar os resultados obtidos
xi. Exemplo	Solicite ao avaliador que: *"Considerando os recursos disponíveis na descrição das atividades e dos templates para confecção dos artefatos defina o quanto é fácil demonstrar como executar as atividades listadas abaixo atribuindo notas de 0 a 100 (0 – muito difícil; 25-difícil; 50-razoável; 75-fácil;100-muito fácil).* Listar as atividades do processo que devem ser demonstráveis

3.2.3 Atividades evidentes

Esta métrica indica se os usuários do processo conseguem identificar todas as atividades que devem ser realizadas durante a execução do processo.

Tabela 9: Descrição da métrica de Atividades Evidentes

Item	***Descrição***
i. Nome	Atividades evidentes
ii. Benefícios	Indica quão fácil é identificar as atividades do processo utilizando a descrição e/ou representação do processo
iii. Impacto	Esta métrica analisa um elemento importante do processo, uma vez que, caso o usuário não consiga identificar as atividades que ele deve executar, é muito provável que a execução do processo não ocorrerá de maneira satisfatória
iv. Aplicação	*Passo 1*: peça ao usuário que conte o número de atividades do processo *Passo 2*: compare o resultado obtido com o número total de atividades
v. Itens de dados	*A* = Média aritmética das atividades identificadas pelos usuários *B* = Número total de atividades

	X = Percentual de atividades evidentes
vi. Cálculo	A razão da média de atividades evidentes (A) pelo número total de atividades do processo (B) resulta em X que é o percentual de atividades evidentes do processo - *Cálculo da média de atividades identificadas pelos avaliadores* $$A = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} QAtv_i$$ Onde, *n,* é o número de avaliadores e $Qatv_i$, corresponde à quantidade de atividades identificadas pelo i-ésimo avaliador -*Cálculo do percentual de atividades evidentes* $$X = \frac{A}{B} \times 100$$
vii. Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$X, A \in \mathbb{N}, B \in \mathbb{N}^*, n > 0$
ix. Considerações	É possível que o avaliador identifique um número maior de atividades que o existente, neste caso considere apenas o número de atividades corretamente identificadas
x. Treinamento requerido	***Coordenador:*** para aplicar esta métrica é necessário saber o total de atividades do processo para compará-las com as atividades identificadas pelo usuário ***Avaliador:*** deve receber material e orientações necessárias para saber como registrar as atividades identificadas
xi. Exemplo	Solicite ao avaliador que: "*Enumere e descreva as atividades do Processo*"

3.2.4 Artefatos evidentes

Esta métrica indica se os usuários do processo conseguem identificar todos os artefatos que devem ser produzidos.

Tabela 10: Descrição da métrica de artefatos evidentes

Item	***Descrição***
i. Nome	Artefatos evidentes
ii. Benefícios	Indica se é fácil para o usuário identificar os artefatos que devem ser elaborados
iii. Impacto	Tão importante quanto identificar as atividades que devem ser executadas é identificar os artefatos que elas irão gerar, desta forma, esta métrica permite analisar pontos críticos na representação do processo, pois, quando um usuário não identifica um artefato, certamente ele não será produzido, ocasionando inconsistências na documentação do processo e eventuais deficiências na produção de outros artefatos que dependam deste
iv. Aplicação	*Passo 1*: peça ao usuário que conte o número de artefatos do processo *Passo 2*: compare o resultado obtido com o número total de artefatos
v. Itens de dados	*A* = Média aritmética dos artefatos identificados *B* = Número total de artefatos *X* = Percentual de artefatos evidentes

vi. Cálculo	Calcule a razão da média de artefatos evidentes (A), pelo número total de artefatos do processo (B), o resultado obtido será o percentual de artefatos evidentes do processo (X). - *Cálculo da média de artefatos* $$A = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} QArt_i$$ Onde, *n* é o número de avaliadores e $QArt_i$ corresponde à quantidade de artefatos identificados pelo i-ésimo avaliador - *Cálculo do percentual de artefatos evidentes* $$X = \frac{A}{B} \times 100$$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$X, A, QArt \in \mathbb{Q}$, $B \in \mathbb{N}^*$, $n > 0$
ix. Considerações	É possível que o avaliador identifique um número maior de artefatos que o existente, neste caso compute o número de artefatos corretamente identificados
x. Treinamento requerido	***Coordenador:*** para aplicar esta métrica é necessário identificar o total de artefatos do processo ***Avaliador:*** deve receber material para registrar os resultados e as orientações necessárias para saber como identificar os artefatos
xi. Exemplo	Solicite ao avaliador que: "*Enumere e descreva os artefatos do Processo"*

3.2.5 Facilidade de entendimento das atividades do processo

Esta métrica indica se as atividades estão descritas e/ou representadas de tal forma que os usuários do processo consigam entender qual a finalidade de cada uma delas.

Tabela 11: Descrição da métrica de facilidade de entendimento

Item	***Descrição***
i. Nome	Facilidade de Entendimento das atividades do processo
ii. Benefícios	Indica se a descrição das atividades permite que o usuário entenda qual a finalidade e/ou a importância da atividade do processo e como executá-la
iii. Impacto	Pouco adianta o usuário ter conseguido identificar a atividade, se ele não consegue entendê-la. Os valores resultantes da aplicação desta métrica, se forem muito baixos, indicam a necessidade de reescrever a descrição das atividades do processo que não foram compreendidas corretamente
iv. Aplicação	*Passo 1*: peça ao avaliador do processo que descreva, verbalmente ou por escrito, a finalidade e o resultado de cada atividade por ele identificada *Passo 2*: atribua uma nota de 0 a 100 para a descrição feita para cada atividade, indicando quão correta está a definição dada pelo avaliador *Passo 3*: calcule a média aritmética de cada avaliador utilizando as notas atribuídas no passo 2 *Passo 4*: estime a facilidade de entendimento por meio da média das notas atribuídas ao entendimento dos avaliadores, calculada no passo 3

v. Itens de dados	A = média de entendimento de cada avaliador X = facilidade de entendimento
vi. Cálculo	*- Fórmula para calcular A* $$A_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Atv_i$$ Onde, *n*, número de avaliadores *m,* número de atividades do processo Atv_i, nota atribuída pelo coordenador para a definição dada pelo avaliador para a i-ésima atividade *- Fórmula para calcular a facilidade de entendimento das atividades do processo* $$X = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} A_j$$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$X, Atv \in \mathbb{Q}$ $0 \leq Atv \leq 100$, *com* $Atv=0$, para as atividades que não foram identificadas pelo avaliador $m \geq 1$ *e* $n \geq 1$ *com* $m, n \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	Caso X seja um valor baixo identifique as atividades que foram menos compreendidas pelos avaliadores analisando as menores notas atribuídas a cada avaliador pela definição dada para as atividades, melhore a descrição destas atividades e aplique a métrica novamente
x. Treinamento requerido	***Coordenador:*** deve ser capaz de identificar todas as atividades do processo que será avaliado ***Avaliador***: deve ser capaz de identificar as atividades do processo e registrar ou expressar o que entendeu sobre cada atividade
xi. Exemplo	Aplique esta métrica em conjunto com a métrica de atividades evidentes e peça ao avaliador que: "*Descreva qual a finalidade de cada uma das atividades identificadas*"

3.3 Métrica Interna de Apreensibilidade

A ISO/IEC 9126 define que uma métrica interna de apreensibilidade deve permitir calcular quanto tempo os usuários levam para aprender uma função particular e a eficácia dos sistemas de ajuda e de documentação.

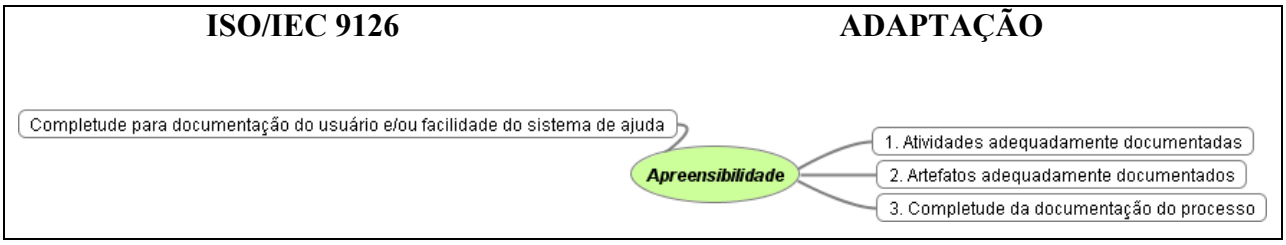

Figura 8: Apreensibilidade do processo

3.3.1 Atividades adequadamente documentadas

As atividades são consideradas adequadamente documentadas, no contexto desta proposta, quando há uma explicação satisfatória de como executá-la e qual sua finalidade no processo.

Tabela 12: Descrição da métrica de atividades adequadamente documentadas

Item	***Descrição***
i. Nome	Atividades adequadamente documentadas
ii. Benefícios	Indica se os usuários do processo consideram as atividades bem documentadas
iii. Impacto	Identifica pontos de melhoria na documentação das atividades do processo de software
iv. Aplicação	*Passo 1*: explique aos avaliadores o que é uma atividade *adequadamente* documentada *Passo 2:* peça que os avaliadores atribuam notas de 0 a 100 para a documentação de cada atividade *Passo 3:*some todas as notas atribuídas por um avaliador e divida pelo total de atividades que ele avaliou, repita o procedimento para todos os avaliadores *Passo 4:*calcule a média dos resultados obtidos no passo 3
v. Itens de dados	*Y* = média das notas atribuídas para cada atividade pelo n-ésimo avaliador *A* = percentual de atividades adequadamente documentadas
vi. Cálculo	*- Obtendo Y* $$Y_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Atv_i$$ Onde, *n,* número de avaliadores *m*, número de atividades Atv_i nota atribuída pelo avaliador para a documentação da i-ésima atividade *- Calculando A* $$A = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} Y_j \times 100$$
vii.Interpretação	$0 \leq Y \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor Caso o valor seja baixo é recomendável que o avaliador verifique quais atividades receberam notas baixas e porque estas notas foram atribuídas pelos avaliadores
viii. Restrições	$Y, A \in \mathbb{Q}$ $0 \leq Atv \leq 100$ *com,* $Atv \in \mathbb{Q}$ $m \geq 1$ *e* $n \geq 1$ *com,* $m, n \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	Ao aplicar esta métrica é interessante perguntar aos avaliadores ou solicitar que justifiquem por escrito o motivo pelo qual uma determinada nota foi atribuída a um atividade, principalmente nos casos que a nota for muito baixa. Peça também aos avaliadores que deem sugestões de melhoria para documentação das atividades
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve saber identificar as atividades do processo ***Avaliador***: deve compreender o quesito de avaliação e deve saber como registrar os resultados
xi. Exemplo	Aplique esta métrica após a métrica atividades evidentes e peça ao avaliador que *"Atribua notas entre 0 e 100 para as atividades identificadas sendo 0, para*

	atividades não documentados, 25 para uma documentação ruim, 50 para uma documentação razoável, 75 para uma boa documentação e 100 para atividades adequadamente documentados. Considere que: (i) Uma atividade está adequadamente documentada quando há uma explicação satisfatória de como executá-la e qual sua finalidade no processo."

Esta métrica pode ser aplicada em conjunto com a métrica de atividades evidentes da seguinte forma: primeiro solicita-se ao avaliador que liste as atividades do processo em seguida ele deve ser orientado a atribuir uma de 0 a 100 para a documentação da atividade. Neste caso recomenda-se que seja atribuído zero para as atividades que não foram identificadas pelo avaliador e por este motivo não foram avaliadas.

3.3.2 Artefatos adequadamente documentados

Os artefatos são considerados adequadamente documentados, no contexto desta proposta, quando possuem um modelo (*template*) que explique de forma clara e concisa, fornecendo exemplos e indicando seu conteúdo.

Tabela 13: Descrição da métrica de artefatos adequadamente documentados

Item	***Descrição***
i. Nome	Artefatos adequadamente documentados
ii. Benefícios	Indica se os usuários do processo consideram os artefatos bem documentados
iii. Impacto	Identifica pontos de melhoria nos *templates* do processo de software
iv. Aplicação	*Passo 1*: explique aos avaliadores qual o critério para indicar se um artefato está *adequadamente* documentado *Passo 2:* peça que os avaliadores atribuam notas de 0 a 100 para cada artefato *Passo 3:* some as notas atribuídas por cada avaliador e divida pelo número de artefatos avaliados por ele *Passo 4:* calcule a média dos resultados obtidos no passo 3
v. Itens de dados	*Z* = média das notas atribuídas para cada artefato pelo n-ésimo avaliador *B* = percentual de artefatos adequadamente documentados
vi. Cálculo	*- Obtendo Z* $$Z_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Art_i$$ Onde, *n*, é o número de avaliadores *m,* é o número de artefatos Art_i nota atribuída pelo avaliador para a documentação do i-ésimo artefato *- Calculando B* $$B = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} Z_j$$
vii.Interpretação	$0 \leq Atv \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor

	Caso o valor seja baixo é recomendável que o avaliador verifique quais artefatos receberam notas ruins e porque estas notas foram atribuídas pelos avaliadores
viii. Restrições	$Z, B \in \mathbb{Q}$ $0 \leq Art \leq 100$ *com,* $Art \in \mathbb{Q}$ $m \geq 1$ *e* $n \geq 1$ *com,* $m, n \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	Ao aplicar esta métrica é interessante perguntar aos avaliadores ou solicitar que justifiquem por escrito o motivo pelo qual uma determinada nota foi atribuída a um artefato, principalmente nos casos que a nota for muito baixa. Peça também aos avaliadores que deem sugestões de melhoria para documentação do artefato
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve saber identificar os artefatos do processo ***Avaliador***: deve compreender o quesito de avaliação e deve saber como registrar os resultados
xi. Exemplo	Aplique esta métrica após a métrica artefatos evidentes e peça ao avaliador que *"Atribua notas entre 0 e 100 para os artefatos identificados. Sendo 0, para atividades não documentados, 25 para uma documentação ruim, 50 para uma documentação razoável, 75 para uma boa documentação e 100 para artefatos adequadamente documentados. Considere que: (i) Um Artefato está adequadamente documentado quando possui um modelo (template) que explique e exemplifique o conteúdo que ele deve conter"*

Para aplicar esta métrica em conjunto com a métrica de artefatos evidentes o coordenador deve solicitar ao avaliador do processo que identifique os artefatos descritos na documentação do processo e em seguida atribua uma nota de 0 a 100 para a documentação fornecida pelo processo para elaborar o artefato. Neste caso recomenda-se que seja atribuído zero para os artefatos que não foram identificados pelo avaliador e por este motivo não foram avaliados.

3.3.3 Completude da documentação do processo

A ISO 9126 se preocupa com a documentação do software como um todo por isto o cálculo da completude é obtido pela razão do número de funções descritas pelo número total de funções. No contexto de processos as funções foram interpretadas como atividades e artefatos.

Sendo assim, o propósito desta métrica é indicar se o processo está bem documentado, calculando a proporção de atividades e artefatos apresentados na documentação do processo. Os outros elementos núcleo do processo (papéis e diretrizes) podem ser agregados a esta métrica. Porém, eles não foram considerado neste trabalho porque optou-se por simplificar a definição da métrica.

Tabela 14: Descrição da métrica de completude da documentação

Item	***Descrição***
i. Nome	Completude da documentação do processo

ii. Benefícios	Indica se o processo foi bem documentado
iii. Impacto	Permite identificar pontos de melhoria na documentação do processo
iv. Aplicação	*Passo 1:* aplique as métricas "*Atividades Adequadamente Documentadas*" e "*Artefatos Adequadamente Documentados*". *Passo 2*: calcule a média dos resultados obtidos
v. Itens de dados	A = atividades adequadamente documentadas B = artefatos adequadamente documentados X = completude da documentação do processo
vi. Cálculo	- *Calculando X* $X = \frac{A+B}{2}$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$X \in \mathbb{Q}$
ix. Considerações	Considerando que esta métrica tem como entrada a opinião de vários avaliadores transmitida através dos resultados das métricas de atividades e artefatos adequadamente documentados um valor baixo permite pressupor uma descrição ruim. Portanto, cabe ao coordenador da avaliação decidir se o valor obtido é bom o suficiente para a documentação do processo ou se esta deve ser revisada
x. Treinamento requerido	Não requer treinamento em sua aplicação. O treinamento é necessário para aplicar as métricas que servirão de entradas para a completude
xi. Exemplo	*Vide* Capítulo 5: Estudo de Caso

3.4 Métricas Internas de Operacionalidade

Em seu contexto original estas métricas permitem verificar se o usuário pode operar e controlar o software. No contexto de processos de software estas métricas estão relacionadas às ferramentas utilizadas na representação do processo, tais como, EPG e PSEE.

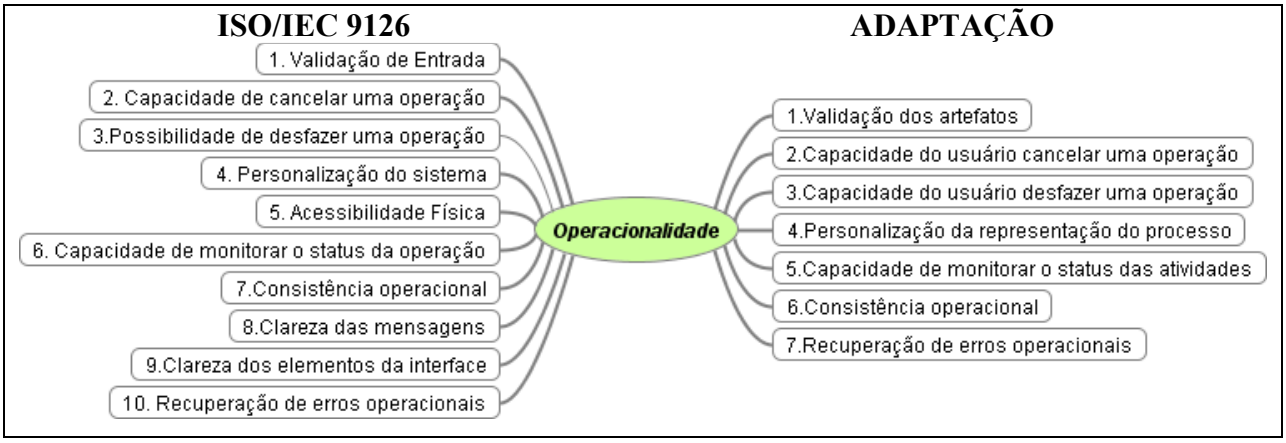

Figura 9: Operacionalidade do Processo

É importante notar que, embora estas métricas avaliem a usabilidade da ferramenta utilizada para representação do processo elas são importantes por

influenciarem na percepção que o usuário tem do processo e consequentemente na usabilidade deste.

3.4.1 Validação de artefatos

Esta métrica, em seu contexto original, tem como propósito analisar qual a proporção dos campos de entrada que fazem validação dos dados inseridos. Neste trabalho os artefatos foram considerados itens de entrada para o processo porque alguns deles são utilizados como entrada para a execução de outras atividades, além disso eles são resultados mais evidentes da execução de uma atividade.

A validação dos artefatos do processo só é possível após a execução completa do processo.

Neste trabalho consideram-se dois pontos importantes para validação de um artefato:

(i) Validade em relação aos interessados (*stakeholders*): o artefato deve ser aprovado pelos interessados;

(ii) Validade de conteúdo: o artefato deve ser revisado por ao menos uma pessoa distinta daquela que o produziu; deve ser elaborado com base em um *template* que esteja atualizado e que tenha sido desenvolvido com base em padrões reconhecidos pela equipe de desenvolvimento.

Tabela 15: Descrição da métrica de validação dos artefatos

Item	***Descrição***
i. Nome	Validação de artefatos
ii. Benefícios	Indica se os artefatos produzidos foram considerados válidos pelos clientes e pela equipe de desenvolvimento
iii. Impacto	Não produzir os artefatos necessários poderá prejudicar o resultado das atividades posteriores que utilizam este artefato e, consequentemente a execução do processo. Além disso, quando os artefatos não atendem as necessidades do *stakeholder* é pouco provável que o produto resultante o faça. Por este motivo, caso os resultados obtidos sejam baixos recomenda-se que os modelos de artefatos e a forma como eles foram representados no processo sejam repensados
iv. Aplicação	*Passo 1:* Responda as questões descritas no "*Exemplo*" para cada artefato avaliado *Passo 2:* Calcule a média para cada artefato e multiplique por 100. O valor obtido é o percentual de validade do artefato *Passo 3*: Calcule a média dos resultados obtidos para cada artefato no passo 2, o valor resultante é o percentual de validade dos artefatos elaborados
v. Itens de dados	- *Revisão dos artefatos* (Rev): indica se o artefato foi revisado por ao menos uma pessoa distinta daquela que o elaborou - *Aprovação dos artefatos* (Apr): indica se o artefato foi aprovado pelo *stakeholder* - *Elaboração utilizando padrões reconhecidos* (Elb): indica se o artefato foi

	elaborado com base em modelos reconhecidos pela equipe de desenvolvimento - *Elaboração utilizando templates atualizados* (TAt): indica se o artefato foi elaborado com base em um modelo atualizado de como desenvolve-lo $X_{1...n}$ = percentual de validade de um artefato Y = índice geral de validade dos artefatos
vi. Cálculo	- *Obtendo o percentual de validação para cada artefato* $X_{1...n} = \frac{1}{4}(Rev1...n + Apv1...n + Elb1...n + TAt1...n) \times 100$ - *Calculando a validade dos artefatos* $$Y = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$$ Onde *n,* número de artefatos avaliados
vii.Interpretação	$0 \leq Y \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$X, Y \in \mathbb{Q}$ $n \geq 1$ com, $n \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	As questões sugeridas no exemplo são apenas um ponto de partida, por isso podem ser alteradas/substituídas conforme as necessidades do coordenador da avaliação
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve possuir habilidades para identificar os artefatos, preparar o questionário, computar e calcular os dados
xi. Exemplo	*Validade em relação aos interessados* 1. O artefato foi assinado pelos interessados? (0 – Não, 1 – Sim) *Validade de conteúdo* 2. O artefato foi revisado por ao menos uma pessoa distinta daquela que o produziu? (0 – Não, 1 – Sim) 3. O *template* utilizado para confeccionar o artefato foi elaborado com base em padrões e recomendações de modelos bem aceitos na comunidade de desenvolvimento? (0 – Não, 1 – Sim) 4. O *template* utilizado na confecção do artefato está atualizado? (0 – Não, 1 – Sim)

3.4.2 Capacidade do usuário cancelar uma operação

Segundo a ISO 9126 o propósito da métrica consiste em verificar qual a proporção de funções que podem ser canceladas antes de seu término.

No contexto de processos de software as funções foram entendidas como operações permitidas pela ferramenta utilizada para representar o processo. O objetivo da métrica consiste em averiguar se a ferramenta permite que o usuário interrompa uma operação iniciada e que ainda não tenha sido concluída retornando ao estado inicial do processo, anterior ao início da operação.

Cabe ao coordenador definir quais operações devem permitir o cancelamento. Sugere-se, por exemplo, que as operações: atribuir uma atividade a uma pessoa, criar/alterar/excluir prazo de execução de uma atividade, marcar uma atividade como

encerrada, marcar um artefato como aprovado, entre outras, tenham a opção de cancelamento.

O cancelamento de operações é importante por permitir que o usuário interrompa uma operação iniciada uma vez que tenha reconsiderado a necessidade de executá-la.

Tabela 16: Descrição da métrica de capacidade de cancelar uma operação

Item	***Descrição***
i. Nome	Capacidade do usuário cancelar uma operação
ii. Benefícios	Indica se o ambiente permite que o usuário interrompa uma operação iniciada, antes do seu término
iii. Impacto	Em casos de operações que requerem confirmação, tais como exclusões, por exemplo, é recomendado que sempre haja uma mensagem de confirmação com a opção de cancelamento. O impacto por não haver opção de cancelamento neste e em outros casos igualmente críticos deve ser definido pelo coordenador
iv. Aplicação	*Passo 1*: Identifique, entre as operações disponibilizadas pela ferramenta, aquelas que devem permitir o cancelamento (B) *Passo 2*: Dentre as operações identificadas no passo 1, conte aquelas que realmente podem ser canceladas pelo usuário (A) *Passo 3*: Calcule a razão do resultado obtido no passo 2 pelo resultado obtido no passo 1
v. Itens de dados	A = Número de operações disponíveis na ferramenta que podem ser canceladas pelo usuário B = Número de operações que deveriam fornecer a opção de cancelamento
vi. Cálculo	*- Percentual da capacidade de cancelamento* $X = \frac{A}{B} \times 100$
vii.Interpretação	$0 \leq Y \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$B \geq 1$, *com* $A,B \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	Em geral operações que requerem confirmação podem ser contadas como as que devem possibilitar o cancelamento, por exemplo: quando for iniciada uma a operação de atribuição de uma tarefa a um membro da equipe de desenvolvimento a ferramenta deve permitir "Confirmar" ou "Cancelar".
x. Treinamento requerido	***Coordenador:*** deve ser capaz de listar todas as operações que devem permitir cancelamento e verificar dentre estas quais realmente podem ser canceladas
xi. Exemplo	Não Possui

3.4.3 Capacidade do usuário desfazer uma operação

O propósito desta métrica, segundo a ISO 9126, é analisar qual o número de funções que podem ser desfeitas após seu término.

No contexto de processo esta métrica permite mensurar se por meio da ferramenta utilizada para executar o processo é possível que o usuário desfaça operações concluídas.

Esta métrica pode ser aplicada em conjunto com a métrica "Personalização do processo" da seguinte forma: avalie através da métrica de personalização se o usuário poderá excluir uma atividade definida no processo, em seguida avalie através da métrica "Capacidade do usuário desfazer uma operação" se esta exclusão pode ser desfeita e se, após desfazê-la, os vínculos com outras atividades e artefatos são restituídos.

Tabela 17: Descrição da métrica de capacidade do usuário desfazer uma operação

Item	***Descrição***
i. Nome	Capacidade do usuário desfazer uma operação
ii. Benefícios	Indica se a ferramenta permanece consistente quando o usuário desfaz alguma operação realizada
iii. Impacto	Caso a ferramenta apresente um comportamento inesperado quando o usuário desfaz uma operação recomenda-se que a ferramenta seja revisada e os erros corrigidos
iv. Aplicação	*Passo 1*: Identifique o número de operações críticas que deveriam permitir que o usuário desfizesse uma operação (B) *Passo 2*: Conte quais podem ser desfeitas pelos usuários (A) *Passo 3*: Calcule a razão do resultado obtido no passo 2 pelo resultado obtido no passo 1
v. Itens de dados	A = Número de operações críticas que podem ser desfeitas pelo usuário B = Número total de operações críticas
vi. Cálculo	*- Percentual da capacidade para desfazer uma operação* $X = \frac{A}{B} \times 100$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$B \geq 1$, *com* $A, B \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	Recomenda-se que o coordenador da avaliação seja extremamente criterioso ao definir as operações que podem ser desfeitas, uma vez que, em geral estas atividades acrescentam validações extras e, consequentemente, aumento na complexidade de implementação da ferramenta de execução do processo
x. Treinamento requerido	***Coordenador:*** Para utilizar esta métrica é necessário conhecer o ambiente utilizado para representar o processo
xi. Exemplo	Não Possui.

3.4.4 Personalização do processo

A métrica original, "Personalização", tem como propósito verificar qual o número de funções que podem ser personalizadas durante a execução.

A métrica proposta verifica se o usuário poderá personalizar o processo durante sua execução. São exemplos de personalização: excluir/alterar/cancelar uma atividade, atualizar um modelo de artefato, modificar uma diretriz, entre outros.

Tabela 18: Descrição da métrica personalização do processo

Item	***Descrição***

i. Nome	Personalização do processo
ii. Benefícios	Verificar se a ferramenta de representação do processo permite acompanhar o dinamismo inerente a execução do processo
iii. Impacto	Caso a ferramenta não permita a personalização do processo cabe ao coordenador da avaliação analisar a freqüência na qual ocorrem solicitações de personalização e o impacto sofrido pelo projeto não ser possível executá-las
iv. Aplicação	*Passo 1:* conte o número de elementos núcleo (atividades, artefatos, diretrizes e papéis) do processo (B). *Passo 2:* considerando os elementos identificados no passo 1, conte quantos podem ser personalizados (A) *Passo 2:* calcule a razão dos elementos que podem ser personalizados (A) pelo número total de elementos (B)
v. Itens de dados	A = Número elementos que podem ser personalizados B = Número total de elementos
vi. Cálculo	A razão do número de elementos personalizáveis (A) pelo número total de elementos (B) multiplicados por 100 resultam na capacidade que o processo possui de permitir sua personalização (X) $X = \frac{A}{B} \times 100$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$B \neq 0$ com $A, B \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	É importante observar durante a aplicação desta métrica as diretrizes para edição do processo uma vez que, nem todas as atividades, diretrizes, artefatos e papéis podem ser modificados, cancelados ou excluídos
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve ser capaz de identificar o número total de elementos do processo
xi. Exemplo	Não Possui

3.4.5 Capacidade de monitorar o status das atividades

Esta é uma métrica de nível gerencial que pretende analisar se a ferramenta utilizada para representar o processo permite acompanhar a execução das atividades verificando, por exemplo, quais foram iniciadas, quais estão em andamento ou foram concluídas.

Tabela 19: Descrição da métrica de capacidade de monitorar o status das atividades

Item	***Descrição***
i. Nome	Capacidade de monitorar o status das atividades
ii. Benefícios	Através do status atual da atividade é possível identificar, por exemplo, se a atividade foi atribuída, aceita, devolvida, iniciada, concluída ou cancelada
iii. Impacto	Caso haja atividades que não permitem monitoramento deve-se considerar o impacto de tempo e custo de implementação para mensurar a viabilidade das alterações necessárias para adaptar a ferramenta
iv. Aplicação	*Passo 1:* conte o número total de atividades (B) *Passo 2:* calcule a razão do número de atividades cujo status pode ser monitorado (A) pelo número de atividades identificadas no passo 1

v. Itens de dados	A = Número de atividades cujo status pode ser monitorado B = Número total de atividades
vi. Cálculo	A razão do número de atividades monitoráveis (A) pelo número total de atividades (B) multiplicado por 100, resulta na capacidade de monitoramento das atividades do processo (X) $X = \frac{A}{B} \times 100$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$B \geq 1$ com $A, B \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	Esta métrica apóia, principalmente, atividades gerenciais, pois a visualização do status das atividades do processo permite verificar quanto falta para conclusão das atividades e estimar se o processo segue dentro do prazo planejado para sua execução
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve ser capaz de identificar o total de atividades do processo e contabilizar aquelas que permitem o monitoramento do status das atividades
xi. Exemplo	Não Possui

3.4.6 Consistência Operacional

O termo consistência aqui indica que o usuário não deve ser surpreendido com recursos visuais tais como ícones ou botões que ora se comportam de uma forma, ora de outra.

Tabela 20: Descrição da métrica de consistência operacional

Item	***Descrição***
i. Nome	Consistência Operacional
ii. Benefícios	Indica pontos que podem ser melhorados para eliminar possibilidades de frustração do usuário e de ambiguidade de interpretação, entre outros
iii. Impacto	Um valor baixo pode ser considerado crítico para aprendizagem e uso do processo, uma vez que, memorizar comportamentos diferentes para operações similares causa uma sobrecarga de memória que poderia ser evitada com uma revisão da terminologia e ícones empregados corretamente, por exemplo
iv. Aplicação	*Passo 1:* liste o número total de recursos visuais (ícones, botões, etc.) em todo ambiente do processo *Passo 2:* conte, entre os recursos visuais listados no passo 1, quais são consistentes *Passo 3:* calcule a razão do resultado obtido no passo 2 pelo resultado obtido no passo 1
v. Itens de dados	A = Número de recursos visuais consistentes B = Número total de recursos visuais
vi. Cálculo	A consistência operacional (X) é dada em função do número de recursos visuais consistentes (A), pelo número total de recursos visuais do ambiente: $\boldsymbol{X = \frac{A}{B} \times 100}$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo o valor de X estiver de cem maior a consistência da ferramenta
viii. Restrições	$B \geq 1$ com $A, B \in \mathbb{N}$

ix. Considerações	A avaliação de ícones e botões pode ser expandida para quantos recursos forem considerados necessários pelo coordenador da avaliação
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve ser capaz de identificar e listar os recursos visuais e analisar a consistência deles
xi. Exemplo	Não Possui

3.4.7 Recuperação de erros operacionais

Os erros operacionais aos quais a norma ISO 9126 se refere são aqueles cometidos pelos usuários durante a execução de uma operação.

Tabela 21: Descrição da métrica de recuperação de erros operacionais

Item	***Descrição***
i. Nome	Recuperação de erros operacionais
ii. Benefícios	Indica se a ferramenta permanece estável quando o usuário comete erros Indica se o ambiente foi projetado com regras que prevêem e tratam os principais erros que podem ser cometidos pelos usuários
iii. Impacto	Um valor baixo pode indicar falhas ou instabilidade no ambiente de representação processo. Recomenda-se, neste caso, que sejam implementadas regras que incluam o tratamento de erros
iv. Aplicação	*Passo 1:* conte o número total de operações do ambiente de representação processo que deveriam se recuperar de erros cometidos pelo usuário *Passo 2:* conte entre as operações identificadas no passo 1 aquelas que se recuperam de erros operacionais *Passo 3:* calcule a razão do resultado obtido no passo 2 pelo resultado obtido no passo 1
v. Itens de dados	A = Número de operações que toleram erros B = Número total de operações que deveriam se recuperar de erros
vi. Cálculo	A razão do número de operações implementadas para tolerar erros (A) pelo total de operações da ferramenta de representação do processo (B) indica a capacidade de recuperação de erros operacionais (X) que o processo possui: $X = \frac{A}{B} \times 100$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii.Restrições	$B \geq 1$ com $A, B \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	É importante considerar que a tolerância à falhas do usuário aumenta a complexidade de implementação do ambiente e por isso recomenda-se que apenas as operações críticas tenham esta característica
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve ser capaz de identificar e listar as operações que devem se recuperar de erros operacionais e contar quantas destas operações o ambiente de representação do processo possui
xi. Exemplo	Não Possui

3.5 Métrica Interna de Atratividade

Esta subcaracterística está relacionada à aparência da ferramenta, sendo influenciada por fatores tais como projeto da tela e cores utilizadas. Estes itens são particularmente importantes para os usuários do processo.

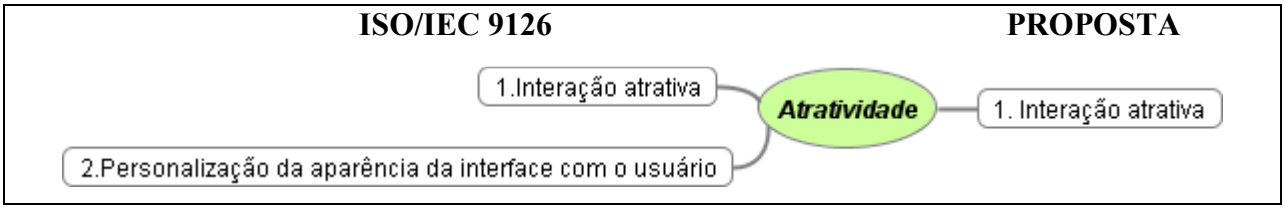

Figura 10: Atratividade do Processo

3.5.1 Interação atrativa

Esta métrica é uma das mais subjetivas dentre as aplicadas durante uma avaliação de usabilidade porque ela é mensurada com base na preferência de cada usuário.

Tabela 22: Descrição da métrica de interação atrativa

Item	***Descrição***
i. Nome	Interação atrativa
ii. Benefícios	Indicar se a interface da ferramenta é agradável para o usuário
iii. Impacto	Um valor baixo indica que a ferramenta de representação do processo é pouco atrativa para o usuário
iv. Aplicação	O coordenador pode elaborar e aplicar um questionário para avaliar a atratividade da interface para os usuários considerando atributos tais como, cor e *layout* ***Observação:*** Características que contribuem potencialmente para atratividade incluem: alinhamento de itens (vertical e horizontal), agrupamento, uso de cores, gráficos apropriados e de tamanho razoável, uso de espaços em branco/ separadores/ bordas, animação, tipografia e interface 3D (Mendonça, 2006)
v. Itens de dados	Respostas ao questionário elaborado pelo coordenador da avaliação
vi. Cálculo	Análise do índice de satisfação considerando as respostas obtidas
vii.Interpretação	Definida pelo coordenador, com base nas respostas obtidas para o questionário
viii. Restrições	Não possui.
ix. Considerações	O coordenador poderá se basear nas recomendações de usabilidade de Nielsen (Nilsen, 2005), na lista de fatores que afetam a usabilidade das descrições de processo de software (Mahrin, Carrington & Strooper, 2008), nas recomendações de design centrado no usuário dadas por D. Norman (Norman, 2006), no questionário SUMI - *Software Usability Measurement Inventory* (Inventário de medição de usabilidade de software; Kirakowski, 2010) entre outros
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: Para utilizar esta métrica o coordenador deve ter familiaridade com avaliação de interfaces, o que auxiliará na elaboração do questionário ***Avaliador***: deve receber treinamento para saber como registrar suas opiniões

xi. Exemplo	O SUMI é um método de avaliação da qualidade em uso de um software ou protótipo realizado por meio de um questionário. O método foi patenteado pelo Dr. Jurek Kirakowski que disponibiliza em sua página oficial (http://sumi.ucc.ie/uksample.pdf) um exemplo com cinquenta questões, em inglês, que podem ser adotadas para avaliar a atratividade

3.5.2 Personalização da representação do processo

Por meio desta métrica é possível verificar se o usuário pode adaptar algumas características do ambiente de acordo com suas preferências, tais como: cores, tamanho da fonte, entre outros.

Tabela 23: Descrição da métrica de personalização da representação do processo

Item	***Descrição***
i. Nome	Personalização da representação do processo
ii. Benefícios	Indica o quanto a representação do processo pode ser ajustada às preferências do usuário
iii. Impacto	Considerando que estas mudanças estão mais relacionadas à aparência um valor baixo não é necessariamente ruim
iv. Aplicação	*Passo 1:* conte o número de itens da interface que deveria permitir customização. (B) Considere que as alterações permitidas não podem alterar a arquitetura da informação, isto é, a forma como o conteúdo está organizado *Passo 2:* conte o número de itens da interface do processo que podem ser customizados (A) *Passo 3:* obtenha a razão dos itens identificados no passo 2 pelo resultado obtido no passo 1 e multiplique o valor resultante por 100
v. Itens de dados	A = Número de itens da interface que podem ser customizados B = Número total de itens que deveriam permitir customização
vi. Cálculo	Calcule a razão dos itens que o usuário pode customizar (A) pelo número total de itens que deviam permitir customização (B), multiplique o resultado obtido por cem, o valor resultante será o percentual de capacidade de customização do processo (X): $X = \frac{A}{B} \times 100$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem maior a capacidade de customização do processo
viii. Restrições	$B \geq 1$ com $A, B \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	É importante considerar que fornecer ao usuário muitas opções para personalização da representação do processo pode sobrecarregá-lo com atividades que não fazem parte do objetivo do processo, prejudicando sua execução
x. Treinamento requerido	***Coordenador***: deve ser capaz de elencar todos os itens que podem ser adaptados sem prejudicar a representação do processo de software e computar, dentre os itens obtidos anteriormente, aqueles que podem ser alterados por meio da interação com a interface de representação do processo
xi. Exemplo	Não Possui

3.6 Conformidade relacionada à usabilidade

Avalia a adesão a padrões, convenções, guias de estilo ou regulamentações relacionados à usabilidade.

A métrica de conformidade descrita pela ISO/IEC 9126 mensura o quanto o software pode ser entendido, aprendido, operado, atrativo e condescendente com regras de usabilidade e *guidelines* (normas, diretrizes).

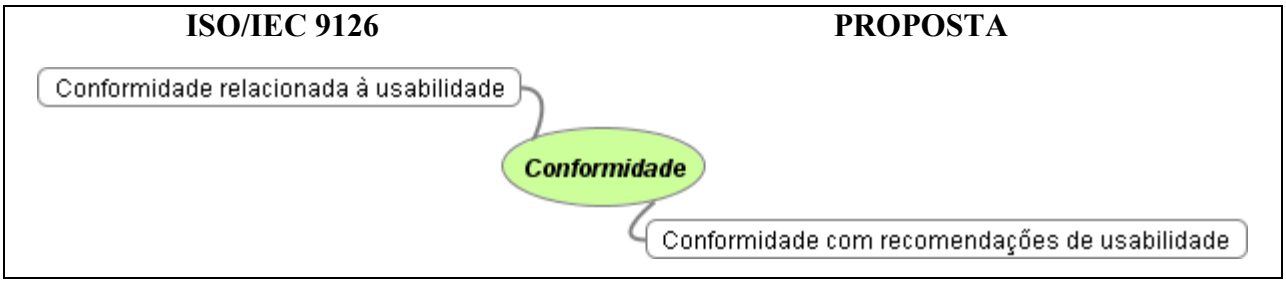

Figura 11: Conformidade do Processo com Recomendações de Usabilidade

3.6.1 Conformidade com recomendações de usabilidade

A aplicação desta métrica envolve a seleção das recomendações de usabilidade que serão consideradas e a aplicação de um questionário que permita verificar se o processo atende os critérios selecionados.

Tabela 24: Descrição da métrica de conformidade relacionada à usabilidade

Item	***Descrição***
i. Nome	Conformidade com recomendações de usabilidade
ii. Benefícios	Indica se o processo atende recomendações de usabilidade
iii. Impacto	Um valor baixo pode indicar que o processo e/ou sua representação foi elaborado sem considerar as convenções de usabilidade. Se isto ocorrer, reveja as regras e ajuste a especificação do processo a elas
iv. Aplicação	*Passo 1*: defina as recomendações de usabilidade que serão consideradas *Passo 2*: solicite aos avaliadores que atribuam notas de 0 a 100 para o grau que cada atividade atende as recomendações de usabilidade *Passo 3*: calcule média das notas atribuídas para cada atividade pelos avaliadores *Passo 4*: calcule a média dos resultados obtidos no passo 3.
v. Itens de dados	*A* = média das notas atribuídas para a i-ésima recomendação de usabilidade pelo n-ésimo avaliador *X*= percentual de conformidade relacionada à usabilidade
vi. Cálculo	*- Obtendo A* $$A_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} nota_i$$ Onde,

	n, número de avaliadores $nota_i$,nota atribuída pelo avaliador para o i-ésimo critério de usabilidade *m,* número de critérios de usabilidade considerados - *Calculando X* $$X = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} A_j \times 100$$
vii.Interpretação	$0 \leq X \leq 100$, quanto mais próximo de cem melhor
viii. Restrições	$X \in \mathbb{Q}$ $0 \leq nota \leq 100$, com $nota \in \mathbb{Q}$ $m,n \geq 1$ com $m,n \in \mathbb{N}$
ix. Considerações	Há várias normas e recomendações de usabilidade que podem observadas durante a aplicação desta métrica: (ISO 9126, 2002), (Nielsen, 2005), (Norman, 2006), (Seffah, et. al., 2006), entre outros
x. Treinamento requerido	***Avaliador***: deve ser capaz de avaliar se a descrição do processo atende determinada característica de usabilidade ***Coordenador:*** deve ser capaz de selecionar as recomendações de usabilidade que serão aplicadas
xi. Exemplo	Solicite ao avaliador que *"Analise a descrição do processo como um todo e indique se ela atende os critérios de usabilidade listados abaixo atribuindo notas de 0 a 100 para cada um dos itens:* *(i) Possui gráficos, figuras e tabelas que facilitam o entendimento; (ii) Os termos utilizados são definidos em um glossário; (iii) As descrições estão na ordem da execução real da atividade; (iv) Definição clara e lógica de itens e sub-itens, com hierarquia visualmente identificada pelo tamanho e realce de fontes, de fácil leitura; (v) Define apenas o essencial para o sucesso da atividade; (vi) Possui templates para todos os documentos que serão desenvolvidos (vii) Detalha como executar as atividades; (viii) Possui elementos básicos do processo (atividades e artefatos) e o relacionamento entre eles; (ix) Está atualizado para o projeto no qual será utilizado. Atribua 0, para os critérios que não são atendidos, notas entre 25 e 75 para critérios parcialmente atendidos e 100 para critérios completamente atendidos."*

O Exemplo descrito acima foi elaborado considerando a definição de Mendonça (2006) para processos de alta usabilidade e a descrição dos fatores que afetam a usabilidade das descrições de processos de software dadas por Mahrin, Carrington & Strooper, (2008).

Tendo concluído a documentação das métricas foi possível perceber que elas podem ser organizadas em categorias, considerando o tipo de representação do processo e o momento adequado para aplicação. A seção seguinte apresenta os critérios que podem ser utilizados para selecionar as métricas de usabilidade, pretende-se desta forma auxiliar na escolha das métricas para aplicação.

3.7 Critérios para seleção das métricas

Tendo proposto um conjunto de métricas o próximo desafio consiste em selecionar um subconjunto para avaliação do processo, uma vez que a aplicação de todas as 18 métricas de uma vez pode ser inviável por questões de tempo e recurso.

Uma das formas para selecionar as métricas consiste no uso do método GQM (*Goal, Question, Metrics*), desenvolvido por Basili, Caldiera & Rombach em 1994. Este método possui três etapas: (i) definir os objetivos que devem ser atingidos (*Goal*), (ii) definir para cada objetivo as questões que devem ser respondidas (*Question*) e (iii) selecionar métricas capazes de analisar cada um dos subobjetivos que compõem o objetivo principal (*Metric*), (Basili, Caldiera & Rombach, 1994).

Outra forma possível é a que leva em consideração o *tipo de representação do processo*, ou seja, se ele será disponibilizado para equipe de desenvolvimento por meio de um documento de texto, de um PSEE *(Process-Centered Software Engineering Environment*) ou de um EPGs (*Eletronic Process Guide*), entre outros. Deve-se considerar também se avaliação será realizada antes, durante ou após a execução do processo. Acredita-se que considerar estes critérios é importante por permitir que os dados de entrada para o cálculo das métricas sejam obtidos no momento correto.

Sobre a representação dos processos é importante relembrar que, os PSEEs são ambientes de representação de processos que permitem coordenar atividades de equipes dispersas geograficamente, acompanhar os prazos e consumo de recursos, além de facilitar a reutilização de boas práticas gerenciais por diferentes projetos (Lima et. al., 2006). Ao passo que um EPG consiste em uma representação do processo realizada por meio de um fluxo de trabalho (workflow) e disponibilizado em uma intranet (Moe & Dyba, 2006).

Organizando as métricas de acordo com as três formas de representação dos processos tem-se:

a) *PSEE:* capacidade de cancelar uma operação, capacidade de desfazer uma operação, capacidade de monitorar o status das atividades, consistência operacional, recuperação de erros operacionais, interação atrativa, personalização do processo;

b) *EPG e PSEE:* personalização da representação do processo;

c) *Documentos de Texto e demais tipos de representações, inclusive os anteriores:* capacidade de demonstração das atividades do processo, atividades evidentes, artefatos evidentes, facilidade de entendimento das atividades do processo, atividades adequadamente documentadas, artefatos adequadamente documentados,

completude da documentação do processo, validação dos artefatos, conformidade com recomendações de usabilidade.

Em relação ao momento em que a avaliação será executada é importante notar que os dados necessários para aplicação de algumas métricas só estão disponíveis após a execução do processo, como é o caso da métrica de "Validação de artefatos" que será aplicada após a elaboração dos artefatos.

As métricas de operacionalidade avaliam o uso da ferramenta de representação do processo, portanto, só podem ser aplicadas quando o processo estiver representado por meio da ferramenta e durante uma simulação de uso.

Há também algumas métricas que independem da execução do processo e por isso podem ser aplicadas a qualquer momento, como é o caso das métricas que verificam se as atividades e artefatos estão evidentes.

Agrupando as métricas segundo as considerações acima tem-se:

a) *Durante a execução do processo:* aquelas que tratam da capacidade de cancelar uma operação, de desfazer uma operação, de monitorar o status das atividades, consistência operacional, recuperação de erros operacionais e personalização do processo.

b) *Posterior à execução do processo*: tratam da validação dos artefatos;

c) *Independente da execução do processo*: tratam da completude da documentação do processo, capacidade de demonstração, atividades e artefatos evidentes, facilidade de entendimento das atividades do processo, completude da documentação do processo, personalização da representação do processo, interação atrativa e conformidade com recomendações de usabilidade.

A Tabela 25 relaciona a lista de métricas ao tipo de representação e à execução do processo. Observando a tabela fica evidente que a aplicação das métricas em relação ao tipo de representação do processo não é mutuamente exclusiva. Um exemplo é a métrica de "*Completude da documentação do processo"* que pode ser aplicada às descrições do processo de software realizadas por meio de documentos de texto, PSEEs e EPGs.

Tabela 25: Relação das métricas com sua forma de representação e tempo de execução

Métricas	*Tipo de Representação*			*Execução do processo*		
	PSEE	**EPG**	**Descrição**	**Durante**	**Posterior**	**Independente**
1. Completude da descrição do processo	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
2. Capacidade de demonstração	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
3. Atividades evidentes	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
4. Artefatos evidentes	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
5. Facilidade de entendimento das atividades do processo	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
6. Completude da documentação do processo	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
7. Atividades Adequadamente Documentadas	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
8. Artefatos Adequadamente Documentados	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**
9. Validação de artefatos	**Sim**	*Não*	*Não*	*Não*	**Sim**	*Não*
10. Capacidade de cancelar uma operação	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**	*Não*	*Não*
11. Capacidade do usuário desfazer uma operação	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**	*Não*	*Não*
12. Personalização do processo	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**	*Não*	*Não*
13. Capacidade de monitorar o status das atividades	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**	*Não*	*Não*
14. Consistência Operacional	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**	*Não*	*Não*
15. Recuperação de erros operacionais	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**	*Não*	*Não*
16. Interação atrativa	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	*Não*	**Sim**
17. Personalização da representação do processo	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	*Não*	**Sim**
18. Conformidade com recomendações de usabilidade	**Sim**	**Sim**	**Sim**	*Não*	*Não*	**Sim**

Algumas métricas apresentam também uma relação de dependência de forma que uma necessita do resultado obtido com a aplicação de outras para ser computada. É o caso da métrica de "*Completude da descrição do processo*" que depende da completude da documentação das atividades, da facilidade de entendimento das atividades, e das métricas atividades e artefatos evidentes; e da métrica de "*Completude da documentação do processo*" calculada em função do número de atividades e artefatos adequadamente documentados

Após a seleção das métricas é necessário validá-las para assegurar que estão adequadas para aplicação. A seção seguinte apresenta a análise de validade das métricas em relação a quatro critérios:.

3.8 Validação das Métricas

A validação das métricas baseou-se nos critérios de validação definidos por Mennely, Smith & Willians, (2010).

Os autores definiram 47 critérios de validação. Todavia, considerando que a validação apresentada não tem o objetivo de ser definitiva, considerando também que quanto maior o número de critérios maior o tempo de validação, foram selecionados os critérios considerados mais fáceis de compreender e aplicar: continuidade apropriada, fator independência, previsão de validade e validade de instrumento.

As métricas validadas foram selecionadas considerando os critérios de representação do processo e independência de execução, definidos na seção anterior.

O conjunto de métricas validadas foi utilizado no estudo de caso que será descrito no Capítulo 5.

3.8.1 Continuidade Apropriada

Uma métrica tem uma continuidade apropriada se ela é definida (ou indefinida) para todos os valores de acordo com o atributo que será medido, ou seja, a métrica não deve apresentar qualquer descontinuidade inesperada. Este problema surge geralmente a partir dos cálculos em que o denominador da fração pode ser zero.

3.8.1.1 Atividades Evidentes

Para avaliar se a métrica "*Atividades Evidentes*" atende ao critério de "Continuidade Apropriada" considerou-se:

- As fórmulas utilizadas para o cálculo:

$$A = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} QAtv_i$$

Fórmula 1: Média das atividades identificadas pelos avaliadores

$$X = \frac{A}{B} \times 100$$

Fórmula 2: Percentual de Atividades Evidentes

Onde,

A, média de atividades identificadas pelos avaliadores;
X, percentual de atividades evidentes;
QAtv, quantidade de atividades identificadas pelo i-ésimo avaliador;
B, é o número total de atividades;
n, número de avaliadores.

- Os dados de entrada: *(i)* número de atividades identificadas por cada avaliador do processo, *(ii)* número total de atividades do processo.

Analisando as fórmulas e os dados de entrada é possível perceber que a métrica pode tornar-se descontínua quando o número de avaliadores (*n*) e/ou o número total de atividades do processo (*B*) for igual a 0 (zero).

Análise da possibilidade de n=0:

É possível constatar a impossibilidade de ocorrência de *n=0* pelo fato de não ser possível realizar uma avaliação sem avaliadores.

Análise da possibilidade de B=0:

Considerando a definição de elementos núcleo do processo (Mahrin, Carrington & Strooper, 2008), não é possível haver um processo de software que não possua atividades, portanto, *B* sempre será diferente de zero.

Conclusão:

A métrica "*Atividades Evidentes*" atende o critério de validação "Continuidade Apropriada".

3.8.1.2 Artefatos Evidentes

A métrica "*Artefatos Evidentes*" é calculada de maneira análoga à métrica "*Atividades Evidentes*", como mostram as fórmulas abaixo. Sendo assim, os mesmos argumentos fornecidos para verificar a "Continuidade Apropriada" da métrica de "*Atividades Evidentes*" são válidos para verificar que a métrica de "*Artefatos Evidentes*" também atende este critério.

$$A = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} QArt_i$$

Fórmula 3: Média de artefatos identificados pelos avaliadores

$$X = \frac{A}{B} \times 100$$

Fórmula 4: Percentual de Artefatos Evidentes

3.8.1.3 Facilidade de Entendimento das Atividades do Processo

Para avaliar se a métrica "*Facilidade de Entendimento das Atividades do Processo*" é contínua considerou-se:

- Fórmulas utilizadas para o cálculo:

$$A_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Atv_i$$

Fórmula 5: Média de entendimento de cada avaliador

$$X = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} A_j$$

Fórmula 6: Índice de Facilidade de Entendimento

Onde,

m, quantidade de atividades do processo;
n, número de avaliadores;
Atv, nota atribuída pelo coordenador ao avaliador pelo entendimento da i-ésima atividade.

- Os dados de entrada: *(i)* nota de cada avaliador, *(ii)* número de atividades do processo, *(iii)* número de avaliadores e *(iv)* média de cada avaliador.

Esta métrica pode tornar-se descontínua caso *m* ou *n* assumam o valor zero. Isto seria possível apenas quando não houvesse atividades ou avaliadores, o que invalidaria a definição do processo e a restrição definida para a métrica ($m \geq 1$ *e* $n \geq 1$ *com* $m,n \in \mathbb{N}$) inviabilizando a aplicação. Portanto a "*Facilidade de Entendimento das Atividades do Processo*" atende o critério de "Continuidade Apropriada".

3.8.1.4 Atividades adequadamente documentadas

Considerando as Fórmulas 7 e 8 utilizadas para o cálculo da métrica é possível perceber que ela se torna descontínua quando *m* ou *n* assumirem o valor zero, porém isso não ocorre, uma vez que a documentação das métricas indica que os valores de *m* e *n* devem ser maiores ou iguais a 1. Sendo assim, a métrica de "Atividades adequadamente documentadas" atende o critério de "Continuidade Apropriada".

$$Y_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Atv_i$$

Fórmula 7: Média das notas atribuídas pelos avaliadores

$$A = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} Y_j \times 100$$

Fórmula 8: Percentual de atividades Adequadamente Documentadas

Onde,
Y, média das notas atribuídas pelo n-ésimo avaliador para a documentação das atividades
n, número de avaliadores
m, número de atividades
Atv_i nota atribuída pelo avaliador para a documentação da i-ésima atividade
A, percentual de atividades adequadamente documentadas

3.8.1.5 Artefatos adequadamente documentados

De maneira análoga à métrica anterior, a métrica "*Artefatos Adequadamente documentados*" também atende ao critério de validação "Continuidade Apropriada".

3.8.1.6 Completude da documentação do processo

A completude é calculada com base nos resultados das métricas de "*Atividades Adequadamente Documentadas*" (*A*) e "*Artefatos Adequadamente Documentados*" (*B*), como mostra a fórmula seguinte:

$$X = \frac{A + B}{2}$$

Fórmula 9: Completude da documentação do processo

Sendo assim, é possível perceber que a validação da continuidade da métrica de "*Completude da documentação do processo*" depende da validação das métricas utilizadas como dados de entrada. Considerando que ambas são contínuas, conforme abordado nos itens *(iv)* e *(v)*, é possível concluir que a completude também é contínua.

3.8.1.7 Completude da descrição do processo

Conforme apresentado na documentação das métricas, a "Completude da descrição do processo" é calculada em função dos resultados de quatro métricas: *(i)* Atividades evidentes, *(ii)* Artefatos evidentes, *(iii)* Facilidade de entendimento das atividades do processo e *(iv)* Completude da documentação do processo.

$$X = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{A} Result_i$$

Fórmula 10: Completude da descrição

Onde,

> $Result_i$, corresponde ao resultado obtido com a aplicação da i-ésima métrica;
> *A,* número de métricas que são parâmetros de entrada para a completude da descrição.

A métrica será descontínua quando A = 0.

Porém, sendo A o número de métricas utilizadas no cálculo da completude ele deve ser diferente de zero ou a métrica não poderá ser aplicada. Além disso, a métrica deve obedecer as restrições definidas em sua documentação: A = 4 ou A ≠ 0 para outras adaptações, com $A \in \mathbb{N}$.

Portanto a métrica atende o critério de continuidade.

3.8.1.8 Conformidade com recomendações de usabilidade

A "Conformidade com recomendações de usabilidade" é calculada com base na média das notas atribuídas pelos avaliadores para os critérios de usabilidade, como mostra as fórmulas abaixo:

$$A_{1..n} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} nota_i$$

Fórmula 11: Média das notas atribuídas para as recomendações pelos avaliadores

$$X = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} A_j \times 100$$

Fórmula 12: Percentual de conformidade relacionada à usabilidade

Onde,

A, média das notas atribuídas pelo n-ésimo avaliador para as recomendações de usabilidade
m, número de recomendações de usabilidade consideradas
$nota_i$,nota atribuída pelo n-ésimo avaliador para o i-ésimo critério
X, percentual de conformidade relacionada à usabilidade
n, número de avaliadores

Considerando as restrições aplicadas à métrica:

- $0 \leq nota \leq 100$, com $nota \in \mathbb{Q}$: indica que os valores atribuídos pelos avaliadores, não extrapolarão os limites estabelecidos para o valor de X ($0 \leq X \leq 100$);

- $m \geq 1$ e $n \geq 1$ com $m,n \in \mathbb{N}$: indica que não é possível aplicar a métrica com número de avaliadores ou critérios de recomendações iguais a 0 (zero), impedindo a divisão por zero que poderia causar descontinuidade.

Portanto, a métrica de "Conformidade com recomendações de usabilidade" é contínua para todos os valores definidos e por isso atendo o critério de "Continuidade Apropriada".

3.8.2 Fator Independência

O critério "Fator Independência" é utilizado para verificar se o resultado das métricas utilizadas como entrada para o cálculo são independentes entre si, portanto, este critério aplica-se somente às métricas que dependem do resultado de outras.

No conjunto de métricas selecionadas apenas as métricas "Completude da documentação do processo" e "Completude da descrição do processo" são calculadas com base nos resultados de outras métricas, por este motivo apenas estas serão validadas.

3.8.2.1 Completude da documentação do processo

Esta métrica utiliza os resultados obtidos com a aplicação das métricas: "Atividades adequadamente documentadas" e "Artefatos e adequadamente documentados".

Considerando que os critérios para avaliar se as atividades e artefatos estão adequadamente documentados são distintos, uma vez que o fato de uma atividade ser considerada bem documentada não indica que o artefato correspondente a ela também seja e vice-versa, é possível constatar que as métricas são independentes entre si. Portanto a "Completude da documentação do processo" atende ao "Fator independência".

3.8.2.2 Completude da descrição do processo

Esta métrica utiliza os resultados das métricas de "Atividades evidentes", "Artefatos evidentes", "Completude da documentação do processo" e "Facilidade de entendimento das atividades".

Analisando "Atividades evidentes" e "Artefatos evidentes":

A evidência dos artefatos e atividades são independentes entre si, uma vez que o fato de uma atividade ser identificada pelo usuário do processo não indica que o artefato correspondente também será identificado e vice-versa;

Analisando "Atividades evidentes", "Artefatos evidentes" e "Facilidade de entendimento das atividades":

O fato das atividades serem evidentes não indica que sejam fáceis de entender. De maneira análoga, o fato do usuário do processo identificar um artefato não indica que ele compreenderá como elaborá-lo. Portanto estas métricas são independentes entre si.

Analisando "Atividades evidentes", "Artefatos evidentes" e "Completude da documentação do processo":

Considerando que a completude se baseia no cálculo das atividades e artefatos adequadamente documentados é possível notar que a documentação adequada das atividades e artefatos não implica na evidência dos mesmos e vice-versa. Portanto, as métricas são independentes entre si.

Analisando "Facilidade de entendimento das atividades" e "Completude da documentação do processo"

Embora a “Facilidade de entendimento” esteja relacionada com a qualidade da documentação ela independe da “Completude da documentação” uma vez que o resultado da primeira é obtido pelas notas atribuídas pelo coordenador, ao passo que o resultado da segunda é obtido através da avaliação realizada pelos avaliadores.

Pelo exposto acima, é possível constatar que a métrica de completude da descrição atende ao “Fator independência”.

3.8.3 Previsão de Validade

Para atender este critério a métrica deve possuir uma documentação que explique e exemplifique como utilizá-la. Além disto, esta documentação deve estar disponível para consulta antes da aplicação das métricas.

Considerando que: *(i)* as métricas aplicadas seguem as recomendações de documentação definidas pela IEEE 1061 (1998); *(ii)* que possuem exemplo de uso, dado pelo estudo de caso e pelos materiais em apêndice; e *(iii)* que para cada uma delas foram definidas restrições matemáticas para os resultados obtidos e para os valores de entrada, é possível concluir que todas as métricas atendem o critério de previsão de validade.

3.8.4 Validade de Instrumento

Pela definição deste critério o instrumento de cálculo deve ser válido e adequadamente calibrado.

Sendo assim, esta métrica aplica-se somente à planilha de cálculo elaborada para auxiliar na análise dos questionários respondidos pelos avaliadores, a planilha e os questionários serão descritos no Capítulo 5: Estudo de Caso.

Considerando que a planilha de cálculo é suficiente para aplicação das métricas selecionadas e foi elaborada de acordo com a notação matemática definida para cada uma das métricas, é possível concluir que ela atende o critério de validade de instrumento.

3.8.5 Síntese dos resultados obtidos

A Tabela 26 apresenta uma síntese dos resultados obtidos com a aplicação dos critérios de validação. Três valores são possíveis: Atende, Não atende e Não se Aplica (NA).

Tabela 26: Resultados da Validação das Métricas

	Critérios de Validação			
Métricas Aplicadas	***Continuidade Apropriada***	***Fator Independência***	***Previsão de validade***	***Validade de Instrumento***
1. Atividades Evidentes	Atende	*NA*	Atende	*NA*
2. Artefatos Evidentes	Atende	*NA*	Atende	*NA*
3. Facilidade de entendimento das atividades do processo	Atende	*NA*	Atende	*NA*
4. Atividades adequadamente documentadas	Atende	*NA*	Atende	*NA*
5. Artefatos adequadamente documentados	Atende	*NA*	Atende	*NA*
6. Completude da documentação do processo	Atende	Atende	Atende	*NA*
7. Conformidade com recomendações de usabilidade	Atende	*NA*	Atende	*NA*
8. Completude da descrição do processo	Atende	Atende	Atende	*NA*
Ferramenta				
9. Planilha de Cálculo	*NA*	*NA*	*NA*	Atende

As métricas atenderam aos critérios de validação devido ao cuidado durante a elaboração, por meio de revisões sucessivas e das correções efetuadas após a aplicação das métricas e seleção dos critérios de validação.

3.9 Outros métodos de avaliação de usabilidade

Os métodos de "*Desing Centrado no Usuário*" e "*Heurísticas de usabilidade de processos*", descritos nesta seção, foram identificados durante a revisão bibliográfica e são apresentados como um aditivo ao trabalho, porém não foram aplicados durante o estudo de caso uma vez que a aplicação estenderia o tempo de execução das avaliações.

Estes métodos podem ser aplicados em conjunto com as métricas propostas ou de forma independente. A relação entre os métodos e as métricas são apresentados a seguir.

3.9.1 *Design* Centrado no Usuário

Em seu trabalho sobre *Design* Centrado no Usuário (DCU) Norman (2006) analisa as dificuldades enfrentadas para desenvolver softwares fáceis de usar e conclui que "*Não é fácil desenvolver sistemas de computadores eficientes e usáveis*". Com o intuito de auxiliar os desenvolvedores o autor aponta quatro características e sete princípios de um bom *design*, apresentados a seguir.

3.9.1.1 Características de um bom Design

São quatro as características necessárias para um bom *design*:

a) Tornar fácil determinar as ações possíveis a qualquer momento (fazer uso de coerções).

b) Tornar os itens que compõem o sistema visíveis, inclusive o modelo conceitual, as ações opcionais e os resultados das ações.

c) Tornar fácil avaliar o estado atual do sistema.

d) Seguir os mapeamentos naturais entre as intenções e as ações exigidas; entre as ações e o efeito resultante; e entre as informações visíveis e a interpretação do estado do sistema.

As quatro características podem ser compreendidas como a necessidade de assegurar que o usuário do processo seja capaz de identificar, executar e perceber os resultados de uma atividade.

3.9.1.2 Princípios do design

Os sete princípios do *design* são simples e objetivos (Norman, 2006):

1. *Usar ao mesmo tempo o conhecimento do mundo e o conhecimento individual.*

As pessoas aprendem melhor e sentem-se mais à vontade quando o conhecimento exigido para a execução de uma tarefa está disponível externamente: explícito no mundo ou prontamente inferivel para ser percebido por meio de coerções.

2. *Simplificar a estrutura das tarefas.*

A estrutura das tarefas deve ser simples porque isso reduz o planejamento e facilita a solução de problemas.

3. *Tornar os itens que compõem o processo visíveis*

Este princípio visa assegurar que as lacunas de execução e avaliação sejam encurtadas ou superadas. Encurtar as lacunas de execução e avaliação consiste em tornar os itens que compõem o processo visíveis. Assim o usuário sabe o que pode fazer, como pode fazê-lo e quais as consequências.

4. *Fazer corretamente os mapeamentos naturais entre as intenções e as ações exigidas; entre as ações e o efeito resultante; e entre as informações visíveis e a interpretação do estado do sistema*

Neste caso os desenvolvedores do software devem certificar-se que o usuário tem condições de determinar os relacionamentos: *(i)* Entre intenções e possíveis ações; *(ii)* Entre ações e seus efeitos sobre o sistema; *(iii)* Entre o verdadeiro estado do sistema

e o que é perceptível pela visão, som ou toque; *(iv)* Entre o estado percebido do sistema e as necessidades, intenções e expectativas dos usuários.

5. *Explorar o poder das coerções naturais e artificiais*.

Deve-se guiar o usuário de forma que ele "*sinta como se existisse apenas uma coisa possível a fazer – a coisa certa, é claro*".

6. *Projetar para erro.*

"*É preciso sempre presumir que qualquer erro que possa ser cometido será cometido*". Sendo assim deve-se permitir que o usuário reconheça e recupere os erros, saiba o que foi feito e consiga reverter qualquer resultado indesejado.

7. *Quando tudo o mais falhar, padronizar.*

A padronização de ações, resultados, *layout* e *displays* devem ser utilizados apenas quando os mapeamentos arbitrários forem indispensáveis e no momento oportuno, uma vez que é importante padronizar para poupar trabalho porém toda padronização deve levar em consideração as tecnologias e procedimentos mais atuais.

As padronizações no contexto de processo envolvem desde a formatação da descrição e *templates* (logomarca, cores, fontes, etc.) que permitem dar ao processo uma identidade visual, até a padronização de ferramentas para disponibilizar o processo, repositórios para armazenar dados, ferramentas de controle de versão, entre outros.

3.9.2 Relação entre as Métricas de Usabilidade de Processo e o DCU

É possível perceber uma relação entre as métricas de usabilidade e as recomendações apresentadas por Norman (2006) para que o *design* esteja centrado no usuário.

Da mesma forma, a aplicação das métricas a processos pode ser realizada com o intuito de verificar se a representação do processo satisfaz as características e princípios de um bom *design*. Em contrapartida, elaborar a representação do processo de forma que ela possua as características e princípios do design resultará em processos com um maior índice de usabilidade, mensurado pelas métricas propostas. Esta correspondência é ilustrada na Tabela 27 que compara as métricas aos princípios e características do *Design* Centrado no Usuário (DCU).

Tabela 27: Relação entre as métricas de usabilidade e o DCU

	Design Centrado no Usuário						
	Características			**Princípios**			
Métricas de Usabilidade de Processo	***Carac. 1:*** Tornar fácil determinar as ações possíveis a qualquer momento	***Carac. 2:*** Tornar os elementos que compõem o sistema visíveis	***Carac. 3:*** Tornar fácil avaliar o estado atual do sistema	***Princípio 2:*** Simplificar a estrutura das tarefas	***Princípio 3:*** Tornar os elementos visíveis	***Princípio 4:*** Fazer corretamente os mapeamentos	***Princípio 6:*** Projetar para erro
1. Atividades evidentes							
2. Artefatos evidentes							
3. Facilidade de entendimento das atividades do processo							
4. Consistência Operacional							
5. Interação atrativa							
6. Capacidade de cancelar uma operação							
7. Capacidade do usuário desfazer uma operação							
8. Recuperação de erros operacionais							
9. Capacidade de monitorar o status das atividades							
10. Conformidade com recomendações de usabilidade							

É interessante notar que ambos, o DCU e as métricas de usabilidade de processos, pretendem auxiliar no desenvolvimento de produtos mais fáceis de usar, porém devido ao fato do primeiro se relacionar a qualquer tipo de produto e as métricas serem específicas para processos o DCU torna-se mais abrangente ao passo que as métricas pertencem a um universo de aplicação mais restrito. Como conseqüência deste fato, embora o DCU e as métricas de usabilidade de processo estejam relacionados em vários pontos, como visto na Tabela 27 há oito pontos avaliados pelas métricas de usabilidade de processos que não são abrangidos pelo DCU, em contrapartida, as métricas não cobrem quatro elementos do DCU, como pode ser visto na Tabela 28.

Tabela 28: Métricas de usabilidade vs DCU

Métricas de Usabilidade de Processos	*Design Centrado no Usuário*
1. Completude da descrição do processo 2. Capacidade de demonstração 3. Atividades adequadamente documentadas 4. Artefatos adequadamente documentados 5. Completude da documentação do processo 6. Validação de artefatos 7. Personalização do processo 8. Personalização da representação do processo	Não contempla
Não contempla	***Característica 4***. Seguir mapeamentos naturais ***Princípio 1:*** Usar o conhecimento do mundo e o individual ***Princípio 5:*** Explorar o poder das coerções e ***Princípio 7:*** Quando tudo o mais falhar, padronizar.

É importante ressaltar que mesmo em relação aos pontos distintos métricas e o DCU se complementam e podem ser utilizados em conjunto.

3.9.2.1 Tendências que devem ser evitadas

Ao elaborar a representação do processo deve-se evitar a tendência de oferecer muitos recursos adicionais, para realizar uma atividade no ambiente. Esta "*tendência insidiosa de aumentar o número de recursos de que dispõe um dispositivo*" é definida como "*Creeping featurism"*. Norman (2006) alerta que "*com recursos adicionais vem a complexidade adicional*" o que torna a ferramenta cada vez mais difícil de utilizar. Para tratar o *creeping featurism* recomenda-se: *(i)* evitá-lo o máximo possível e *(ii)* organizar em módulos para vencer a complexidade.

Outro ponto que deve ser evitado consiste em desenvolver produtos pensando apenas na "*aparência de sofisticação técnica*", ou seja, se preocupar apenas em dar ao produto um *design* tecnológico avançado. As consequências são produtos de complexidade excessiva. Esta tendência, denominada "*Idolatria das falsas imagens"*, pode ser evitada quando o desenvolvedor fica atento aos excessos.

A seção seguinte apresenta um método de avaliação se preocupa com a usabilidade dos processos: as heurísticas de usabilidade de processos de software.

3.9.3 Heurísticas de Usabilidade de Processos de Software

Outro trabalho importante foi elaborado por Mendonça (2006) que adaptou as heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen (2005) e criou um teste para a avaliação da usabilidade de processos de software.

As heurísticas, suas respectivas definições e a adaptação proposta (HP, heurísticas para Processos) são listadas a seguir. Há também a sugestão de algumas métricas de usabilidade, que podem ser aplicadas para verificar se um determinado processo atende a heurística. Contudo a aplicação destas métricas não é obrigatória, uma vez que as heurísticas podem ser aplicadas subjetivamente.

3.9.3.1 Heurísticas e suas adaptações para processos

H1 *- Visibilidade do estado atual do sistema*

Os usuários devem ser informados sobre o que está acontecendo.

HP1: os envolvidos na atividade devem saber em que estágio do desenvolvimento se encontra o projeto de software.

H2 *- Correlação entre o sistema e o mundo real*

O sistema deve falar a linguagem do usuário.

HP2: os processos devem ser escritos de forma que a informação surja numa ordem natural e seja facilmente reconhecida pelo executor da atividade. Para atingir tal finalidade são recomendados quatro princípios de usabilidade: *(i) visibilidade* - ajuda o usuário predizer os efeitos de sua ação e prever o que pode e o que não pode ser feito; *(ii) acessibilidade* - as informações devem estar facilmente identificáveis e disponíveis; *(iii) orientação/navegação* - a representação do processo deve possuir links descritivos, estrutura visível, facilidade de localização das atividades e diagramas bem representados; *(iv) linguagem* - a linguagem deve ser clara com frases simples e curtas, verbo no infinitivo e objetividade na descrição.

H3 *- Controle e liberdade do usuário*

Deve haver uma "saída de emergência" para o caso do usuário ter cometido um engano, isto é, o sistema deve permitir que ações sejam desfeitas e refeitas.

HP3: os usuários devem poder sugerir alterações ao grupo responsável pela manutenção dos processos.

H4 *- Consistência e Padrões*

É importante seguir convenções de plataforma para que os usuários não precisem adivinhar que palavras, situações e ações diferentes significam a mesma coisa.

HP4: o glossário de termos técnicos definido deve ser seguido.

H5 *- Prevenção de erros*

Ao invés de fornecer boas mensagens de erro é melhor eliminar condições propensas a erros ou solicitar a confirmação do usuário.

HP5: os processos devem ser construídos de forma a garantir a consistência dos vários documentos que os compõem. A prática de modularidade evitará redundância de informação, facilitando sua edição e manutenção.

H6 *- Reconhecimento ao invés de memorização*

Os objetos, ações e opções devem estar visíveis para que a carga de memória do usuário seja minimizada.

HP6: os processos devem auxiliar o usuário com informações estruturadas guiando-o para a próxima ação a ser executada.

H7 *- Flexibilidade e eficiência de uso*

O sistema deve permitir que os usuários utilizem atalhos para executar ações mais frequentes.

HP7: os processos devem conter as ações mínimas necessárias para garantir que os custos, os prazos e os atributos necessários ao produto de software sejam alcançados. Além disso, deve permitir que o usuário execute as ações de forma personalizada.

H8 *- Suporte no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros*

As mensagens de erro devem possuir uma linguagem comum, indicar com precisão o problema e sugerir a solução de maneira construtiva.

HP8: os processos devem permitir a referência inequívoca a seus itens e as sugestões de melhorias devem ser expressas em linguagem clara, indicando objetivamente o item a ser alterado, sugerindo soluções objetivas.

H9 *- Informações de Ajuda e Documentação*

As informações de ajuda devem ser fáceis de localizar, focalizadas na tarefa do operador e possuir uma lista de passos a serem executados que não seja demasiadamente extensa.

HP9: estas características se aplicam à documentação do processo que deve possuir informações gerais e diretrizes para leitura e edição.

H10 *- Projeto estético e minimalista*

Os diálogos devem possuir as informações mínimas necessárias porque estas competem com informações relevantes e diminuem a visibilidade relativa das informações no sistema.

HP10: processos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias.

Um exemplo de aplicação das heurísticas definidas por Mendonça (2006) pode ser encontrado no trabalho de Rocha, Eduardo, & Pádua (2008) que avaliaram a usabilidade do Extreme Programming (XP).

3.9.3.2 Métricas de Usabilidade e Heurísticas para Processos

A Tabela 29 permite visualizar a relação entre as métricas de usabilidade e as heurísticas descritas nesta seção.

Tabela 29: Relação entre as métricas de usabilidade de processo e as heurísticas

Métricas de Usabilidade de Processos	***Heurísticas de Usabilidade de Processos***
1. Capacidade de monitorar o status das atividades	***H1*** *- Visibilidade do estado atual do sistema*
2. Conformidade com recomendações de usabilidade	***H2*** *- Correlação entre o sistema e o mundo real* ***H10*** *- Projeto estético e minimalista*
3. Capacidade de cancelar uma operação 4. Capacidade do usuário desfazer uma operação	***H3*** *- Controle e liberdade do usuário*
5. Personalização da representação do processo 6. Personalização do processo 7. Interação atrativa	***H7*** *- Flexibilidade e eficiência de uso*
8. Recuperação de erros operacionais	***H8*** *- Suporte no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros*
9. Consistência Operacional	***H4*** *- Consistência e Padrões*
10. Completude da descrição do processo 11. Atividades adequadamente documentadas 12. Artefatos adequadamente documentados 13. Atividades Evidentes 14. Artefatos Evidentes	***H6*** *- Reconhecimento ao invés de memorização*
15. Completude da documentação do processo 16. Capacidade de demonstração	***H9*** *- Informações de Ajuda e Documentação*

Por meio da tabela acima é possível perceber que há um relacionamento muito estreito entre as métricas e as heurísticas de processo de forma que podem ser utilizadas em conjunto para avaliação da usabilidade de processos. Apenas duas métricas não possuem uma heurística correspondente e dentre as heurísticas apenas uma não possui uma métrica correspondente, como pode ser visto na Tabela 30.

Tabela 30: Métricas de usabilidade vs Heurística

Métricas de Usabilidade de Processos	***Heurísticas de Usabilidade de Processos***
1. Facilidade de entendimento das atividades do processo 2. *Validação de artefatos*	Não contempla
Não contempla	***H5*** *– Prevenção de erros*

É importante observar, porém que as métricas resultam em dados quantitativos ao passo que a aplicação das heurísticas resultará em informações qualitativas.

3.10 Considerações Finais

Pretende-se, por meio das informações apresentadas neste capítulo, auxiliar quem se interessar pela pesquisa descrita nesta dissertação a: compreender as métricas propostas, selecionar as que forem mais adequadas ao processo que se pretende avaliar e analisar a validade das métricas por meio dos critérios de validação descritos.

Com o intuito de auxiliar na compreensão das métricas foi apresentada a documentação informando: o nome, os benefícios, o impacto, a aplicação, os itens de dados, o método de cálculo, a interpretação, as restrições, as considerações e o treinamento requerido para cada métrica. Para algumas métricas foi definido um exemplo de aplicação.

Visando apoiar durante a seleção das métricas foram apresentadas as classificações de acordo com o tipo de descrição – documento texto, EPG e PSEE - e o estágio atual do processo – independente, durante ou após a execução.

Para que o interessado na pesquisa pudesse analisar a validade das métricas foram selecionadas oito métricas (Atividades Evidentes, Artefatos Evidentes, Facilidade de entendimento das atividades do processo, Atividades adequadamente documentadas, Artefatos adequadamente documentados, Completude da documentação do processo, Conformidade com recomendações de usabilidade, Completude da descrição do processo) às quais foram aplicados quatro critérios de validação (Continuidade Apropriada, Fator Independência, Previsão de validade, Validade de Instrumento). Todas as considerações realizadas que permitiram concluir que as métricas são válidas foram descritas passo a passo.

4 AUSP (*Assessment Usability of Software Process*)

4.1 Considerações Iniciais

Para que as métricas sejam adotadas por uma instituição é necessário o estabelecimento de um programa de métricas que permita sua institucionalização. Ele deve ser modelado de forma independente do processo de desenvolvimento e deve possuir: *(i)* a definição de todas as métricas que serão adotadas pela organização; *(ii)* as atividades para coleta de métricas com a descrição de cada métrica e *(iii)* uma descrição clara de seus objetivos contemplando as equações utilizadas para seu cálculo, no caso das métricas derivadas (SEI, 2006, Kaner *apud* Silveira, 2007, Florac e Carleton *apud* Schnaider *et. al.,*2004).

A documentação das métricas fornecidas no capítulo anterior atende os critérios de definição e descrição contemplando os objetivos e equações utilizadas para o cálculo. O único item ainda não atendido está relacionado às atividades para coleta e será abordado neste capítulo que especifica as atividades que devem ser realizadas para planejar a aplicação das métricas e executá-la.

O método de avaliação de usabilidade de processos descrito neste capítulo foi denominado AUSP (*Assessment Usability of Software Process*) e fazem parte dele: a descrição das atividades e tarefas que devem ser realizadas para avaliar o processo, o conjunto de métricas de usabilidade, o "Termo de Consentimento", o "Formulário de perfil dos participantes da avaliação", o "Questionário de Avaliação do Processo", o "Formulário de opinião sobre a avaliação", a "Planilha para armazenar e computar os dados" e o "Relatório de Aplicação da Avaliação de Usabilidade". Para elaborá-lo foram consideradas as recomendações feitas pela IEEE 1061 (1998), ISO 14598 (1998), ISO 15504-2 (2003), Wohlin *et. al.* (2000) e ISO 15939 (2009).

4.2 AUSP – Assessment Usability of Software Process

O método AUSP(*Assessment Usability of Software Process* – Avaliação de Usabilidade de Processo de Software) possui quatro etapas: *(i)* planejamento, *(ii)* execução, *(iii)* análise e *(iv)* publicação dos resultados. A Figura 12 ilustra, por meio de um mapa mental, estas etapas com suas respectivas atividades (Atv) e tarefas (T).

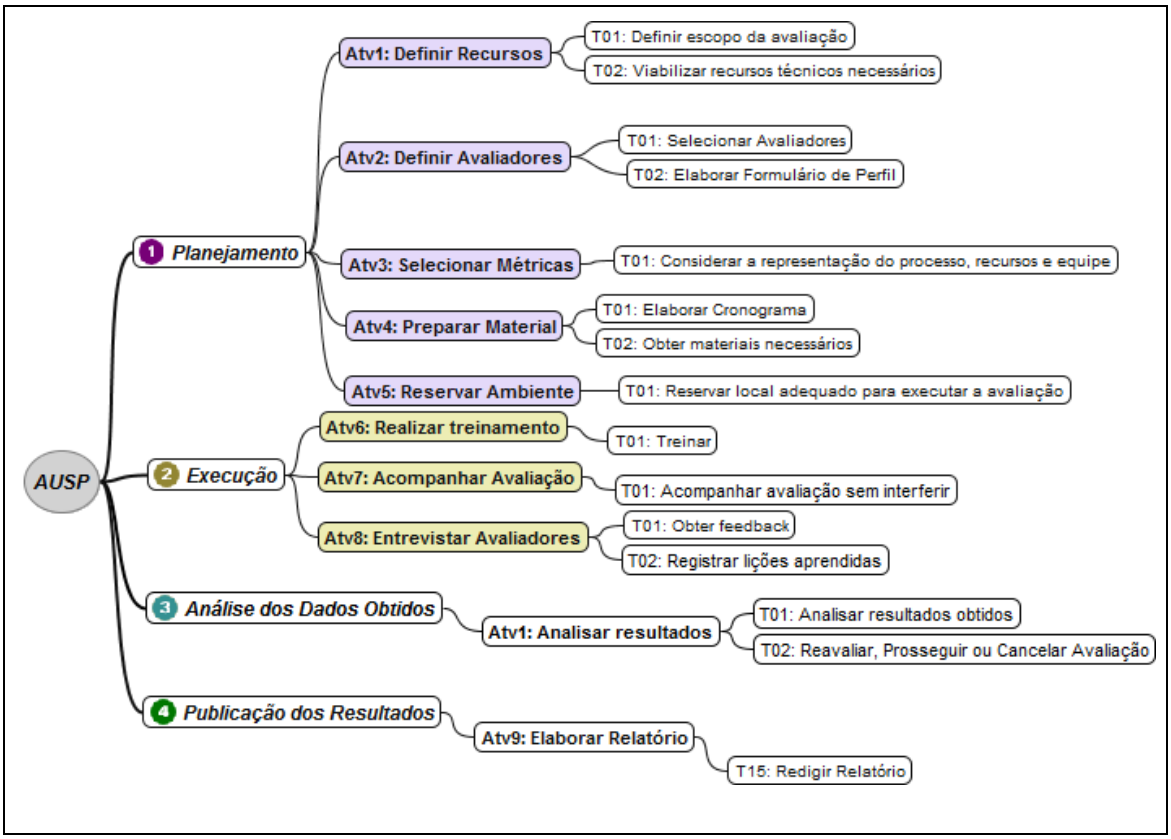

Figura 12: Etapas do AUSP

4.2.1 Planejamento da Avaliação

Esta seção detalha os passos recomendados para planejar a avaliação de usabilidade por meio de um conjunto de *atividades* subdivididas em *tarefas* que possuem um conjunto de *passos*. Para cada atividade foram definidos os artefatos de entrada, necessários para iniciar uma tarefa e os artefatos de saída que indicam a conclusão de todos os passos e tarefas. Neste contexto um artefato não equivale necessariamente a um documento elaborado.

Atividade 1: Definir recursos

Artefato de Entrada: Solicitação de avaliação da usabilidade do processo.

Tarefa 1: Definir escopo da avaliação

Passo 1: Determine se todo o processo ou apenas parte dele serão avaliados.

NOTA 1: Devido à extensão de alguns processos e por ser onerosa a análise dos resultados, recomenda-se que a avaliação seja realizada por fases do processo ou estágios de execução.

Tarefa 2: Viabilizar recursos técnicos necessários

Passo 1: Verifique e providencie o que for necessário para que os participantes da avaliação tenham acesso à representação do processo.

Passo 2: Elabore um *check-list* contendo os recursos técnicos necessários, por exemplo:

a. Configurações do ambiente, para processos representados utilizando ferramentas;

b. Permissões de acesso, contas de usuário para acesso à rede e/ou aos computadores que forem utilizados e conta de usuário para acesso à ferramenta;

c. Projetores de imagem, quadro e pincéis/giz, entre outros.

Passo 3: Providencie os itens listados no *check-list*

Artefato de Saída: Escopo de avaliação definido e recursos disponíveis para uso.

NOTA 2: Caso não seja possível atender todas as condições necessárias para avaliação do processo, cabe ao coordenador da avaliação decidir ser vale à pena continuar o planejamento.

Atividade 2: Definir avaliadores

Artefato de Entrada: Lista de candidatos a avaliadores disponíveis

Tarefa 1: Selecionar Avaliadores

Verifique quantos avaliadores são necessários para realizar a avaliação.

Passo 1: Escolha os avaliadores e convide-os para participarem informando a data, hora, local e finalidade da avaliação.

Tarefa 2: Elaborar Formulário de Perfil

Passo 1: Para conhecer o nível de experiência dos avaliadores elabore um formulário de levantamento de perfil (*vide* sugestão no Apêndice B).

Artefato de Saída: Equipe de avaliadores definida e participação confirmada.

Atividade 3: Selecionar métricas

Artefato de Entrada: Documentação das métricas.

Tarefa 1: Considerar a representação do processo, recursos e equipe.

Passo 1: Considere os resultados obtidos através das atividades 1 e 2.

Passo 2: Consulte a documentação das métricas (Capítulo 3) selecionando as que melhor se aplicam ao processo. Considere o tipo de representação do processo escolhido e responda para cada métrica a seguinte pergunta:

a. A métrica selecionada se aplica ao tipo de processo que será avaliado?

NOTA 3: Lembre-se que algumas métricas só podem ser aplicadas a ferramentas, outras em guias de processo eletrônico ou representações utilizando documento de texto.

Passo 3: Analise a viabilidade de aplicação das métricas.

A avaliação do processo deve levar em consideração os recursos que já estão disponíveis. Para isto algumas questões são sugeridas:

a. Qual o tempo de treinamento necessário para aplicar as métricas? Os avaliadores podem dispor deste tempo?
b. É possível selecionar o número necessário de avaliadores para aplicar as métricas?
c. É necessário uma ferramenta para coletar e computar as métricas? Em caso afirmativo, esta ferramenta está disponível?
d. Qual a experiência necessária para aplicar as métricas? Os avaliadores possuem essa experiência?

Passo 4: Elabore Planilha de Cálculo das métricas.

Transcreva as fórmulas de cada métrica para a planilha de cálculo que será utilizada para computar os resultados.

Artefato de Saída: Conjunto de métricas selecionadas e planilha de cálculo elaborada.

Atividade 4: Preparar material

Artefatos de Entrada: Escopo de avaliação do processo e recursos técnicos; Equipe de avaliadores definida e Conjunto de métricas selecionadas.

Tarefa 1: Elaborar Cronograma

Passo 1: Estime o tempo necessário para treinamento e aplicação de todas as métricas.

Elabore um cronograma que contemple o tempo estimado para aplicar a avaliação, computar, analisar e divulgar os resultados.

Tarefa 2: Obter materiais necessários

Passo 1: Elaborar materiais para realizar o treinamento

Sugere-se que o coordenador da avaliação prepare slides com uma breve descrição dos objetivos da avaliação, o nome das métricas que serão aplicadas e a finalidade de cada uma delas. Informe quais atividades os avaliadores devem realizar e como eles devem registrar os dados obtidos.

Cabe ao coordenador também, elaborar todo material impresso (questionário de avaliação do processo, formulários de perfil e de opinião, descrição do processo – quando este for representado por meio de documentos de texto, entre outros) que será utilizado durante a avaliação. E os materiais necessários para registrar pontos importantes observados durante a avaliação (papel, caneta, recursos audiovisuais, entre outros).

Passo 2: Certifique-se que cada um dos participantes terá acesso à descrição do processo (imprimindo a representação, em caso de documentos de texto, por exemplo).

Artefato de Saída: Recursos necessários reservados.

Atividade 5: Reservar ambiente

Artefatos de Entrada: Cronograma; Recursos técnicos e Equipe de avaliadores definida.

Tarefa 1: Reservar local adequado para executar a avaliação

Passo 1: Caso a avaliação seja executada por todos os avaliadores ao mesmo tempo considere a quantidade de pessoas e o tempo total para avaliação (treinamento e aplicação) para reservar o ambiente necessário para a aplicação, certificando-se que os avaliadores estarão confortáveis.

> *NOTA 4:* É importante que a avaliação seja realizada em um ambiente livre de interrupções.

Artefato de Saída: Ambiente reservado.

***

O Planejamento da Avaliação é concluído quando o coordenador - responsável pela avaliação - definiu o processo que será avaliado, alocou os recursos (material, equipe e ambiente) necessários e elaborou um cronograma de execução para as etapas seguintes.

4.2.2 Execução da Avaliação

Esta seção tem como finalidade descrever algumas recomendações para auxiliar o coordenador na execução da avaliação de usabilidade do processo e na publicação dos resultados.

Atividade 1: Realizar o treinamento

Artefatos de Entrada: Ambiente reservado, Cronograma; Recursos técnicos e Equipe de avaliadores definida.

Tarefa 1: Treinar

Assegurar que todos os avaliadores receberam o material necessário, antes de iniciar o treinamento.

Passo 1: Explicar quais os objetivos da avaliação e, para cada métrica, quais informações devem ser obtidas e como registrá-las. Deixar claro para os avaliadores que eles não serão avaliados pela quantidade de respostas corretas ou pelo tempo no qual as atividades são cumpridas.

Passo 2: Treinamento

- Explique os detalhes da avaliação, apresentando os slides elaborados, por exemplo;
- Tire as dúvidas que surgirem;

Artefato de Saída: Treinamento realizado e materiais entregues aos avaliadores.

Atividade 2: Acompanhar Avaliação

Artefato de Entrada: Cronômetro.

Tarefa 1: Acompanhar avaliação sem interferir.

Passo 1: Marque a hora de início e de término da avaliação.

Registre o horário que cada um dos avaliadores concluiu a avaliação do processo e o preenchimento dos formulários.

Artefato de Saída: Registro de término para todos os avaliadores.

Atividade 3: Entrevistar avaliadores

Artefatos de Entrada: Questionário de avaliação do processo, Formulários de perfil e de opinião.

Tarefa 1: Obter feedback

Passo 1: Após o término da avaliação entreviste os avaliadores para saber quais dificuldades eles sentiram e suas opiniões sobre os itens que foram avaliados.

Passo 2: Recolha o material entregue.

Passo 3: Confira se todas as questões foram respondidas.

Tarefa 2: Registrar Lições Aprendidas

Passo 1: Registre pontos de melhoria e resultados positivos identificados durante a avaliação.

Artefato de Saída: Questionários recolhidos, registro de *feedback* e lições aprendidas.

4.2.3 Análise dos dados obtidos

A análise dos resultados deve ser realizada pelo coordenador da avaliação e consiste em uma fase de reflexão sobre os resultados obtidos.

Neste momento, de posse dos questionários respondidos pelos avaliadores e do registro das lições aprendidas, o coordenador deve decidir se os dados obtidos são suficientes para publicação, definida na fase seguinte, se a avaliação deve ser refeita, devido à erros ou situações que prejudicaram seu resultado ou se a avaliação deve ser cancelada devido à fatores que impossibilitem que seja concluída satisfatoriamente.

Atividade 1: Analisar resultados

Artefatos de Entrada: Questionário de avaliação do processo, Formulários de perfil e de opinião; Registro de *feedback* e lições aprendidas; Registro do tempo de término dos avaliadores.

Tarefa 1: Analisar resultados obtidos.

Passo 1: Transcreva os dados dos questionários respondidos para a planilha de cálculo dos resultados.

Passo 2: Analise os resultados obtidos por meio da planilha de cálculo em conjunto com todos os artefatos de entrada.

Tarefa 2:Reavaliar, Prosseguir ou Cancelar Avaliação.

Passo 1: Com base nas conclusões obtidas no Passo 2 da Tarefa 1:

a. defina se outra avaliação será necessária e, neste caso, retorne para a fase de planejamento corrigindo os problemas identificados; ou
b. siga para a fase seguinte, caso a avaliação tenha sido satisfatória; ou ainda,
c. cancele a avaliação caso o resultado não tenha sido satisfatório e não seja possível reavaliar.

Artefato de Saída: Planilha de cálculo preenchida e decisões sobre o prosseguimento da avaliação.

4.2.4 Publicação dos resultados

A publicação dos resultados tem como finalidade sintetizar os resultados obtidos e identificar pontos de melhoria no processo avaliado e no método de avaliação.

Atividade 1: Elaborar relatório

Artefatos de Entrada: Modelo de "Relatório de Aplicação da Avaliação de Usabilidade" (*vide* apêndice E), Planilha de cálculo preenchida, Questionário de avaliação do processo, Formulários de perfil e de opinião; Registro de *feedback* e lições aprendidas; Registro do tempo de término dos avaliadores.

Tarefa 1:Redigir Relatório.

Passo 1: Redija o relatório final considerando todos os artefatos de entrada e informando os resultados a avaliação.

Passo 2: Encaminhe o relatório elaborado aos interessados.

Artefato de Saída: Relatório entregue aos interessados.

Observação: Durante a execução das fases registre todas as dificuldades, os pontos positivos e negativos observados. Esta prática requer um pouco de disciplina mas é uma das formas mais simples e segura para melhorar o processo de avaliação e adequá-lo às necessidades da empresa/instituição.

4.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o método AUSP elaborado com a finalidade de auxiliar o coordenador durante toda a avaliação do processo. O método composto por quatro fases descreve as atividades que devem ser executadas durante o planejamento, a execução, a análise dos dados obtidos e a publicação dos resultados da avaliação.

O *Planejamento* se inicia com a definição do escopo sendo concluído com a alocação do espaço físico onde será realizada a avaliação. A *Execução* inicia-se com o treinamento dos avaliadores e tem seu término com o registro de lições aprendidas. A *Análise dos Dados Obtidos* pretende antecipar o que será publicado permitindo que o coordenador verifique que a avaliação deve ser refeita ou cancelada antes de redigir o relatório final. Por fim, os resultados obtidos são relatados e publicados, concluindo assim a última fase do AUSP, a *Publicação dos Resultados*.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Considerações Iniciais

O estudo dos conceitos de processo, usabilidade e métricas permitiram a elaboração do método AUSP, apresentado no capítulo anterior. Após a descrição do método foi identificada a necessidade de aplicá-lo para observar os pontos de melhoria, corrigir ambiguidades em sua descrição e nos materiais que seriam utilizados pelos avaliadores durante a fase de execução. Com o intuito de realizar estas verificações foi aplicada uma avaliação piloto descrita neste capítulo.

Tendo realizado as correções identificadas durante a avaliação piloto o AUSP foi aplicado novamente, desta vez por meio de um estudo de caso, que teve como objetivo principal verificar se as métricas realmente indicam pontos de melhoria na usabilidade do processo. O estudo de caso e os resultados obtidos também são abordados neste capítulo.

Participaram da avaliação e do estudo de caso dois atores: os *avaliadores*, responsáveis pela realização das tarefas propostas e o *coordenador* responsável pela seleção do processo que foi avaliado, escolha das métricas e dos avaliadores, preparação do material (questionários, termos de aceite, planilhas e outros), local para execução da avaliação, aplicação dos questionários e divulgação dos resultados obtidos.

5.2 Contexto de elaboração do processo de software

Antes de descrever a avaliação piloto e o estudo de caso faz-se necessário compreender o contexto no qual o processo de software foi elaborado.

O Processo de Desenvolvimento de Software está sendo proposto pelo Grupo Temático de Software (GT de Software) criado pelo SEITI (Sistema Estadual de Informação e Tecnologia da Informação) por meio da Câmara Gerencial de Informação e Tecnologia da Informação (CGITI).

O GT de Software é composto por representantes de todas as secretarias do estado de Mato Grosso.

Após a conclusão dos trabalhos o PDS será submetido para aprovação do COSINT (Conselho Superior do Sistema Estadual de Informação e Tecnologia da

Informação) e, se aprovado, será adotado por todas as secretarias estaduais como metodologia de desenvolvimento de software.

5.3 Processo de Software Avaliado

Para elaborar o processo de software o GT de Software baseou-se no RUP (*Rational Unified Process* - IBM, 2001) haja visto que a maior parte das secretarias estaduais utilizam este processo.

As adaptações à realidade de desenvolvimento no âmbito estadual resultaram em um processo com um número menor de artefatos e papéis. O número de fases foi mantido (Concepção, Elaboração, Implementação e Transição) e as atividades descritas pelas disciplinas foram incorporadas à descrição do processo por meio de diretrizes para elaboração dos artefatos. Além destas modificações uma atividade inicial de "Diagnóstico" foi proposta com o intuito de fomentar o envolvimento do cliente. Durante a execução desta atividade o cliente, com apoio do Líder de Projeto, deve elencar as funcionalidades e auxiliar no mapeamento dos fluxos de trabalho que fazem parte do projeto de desenvolvimento.

A Figura 13 ilustra o fluxo do processo com as respectivas fases, artefatos e papéis.

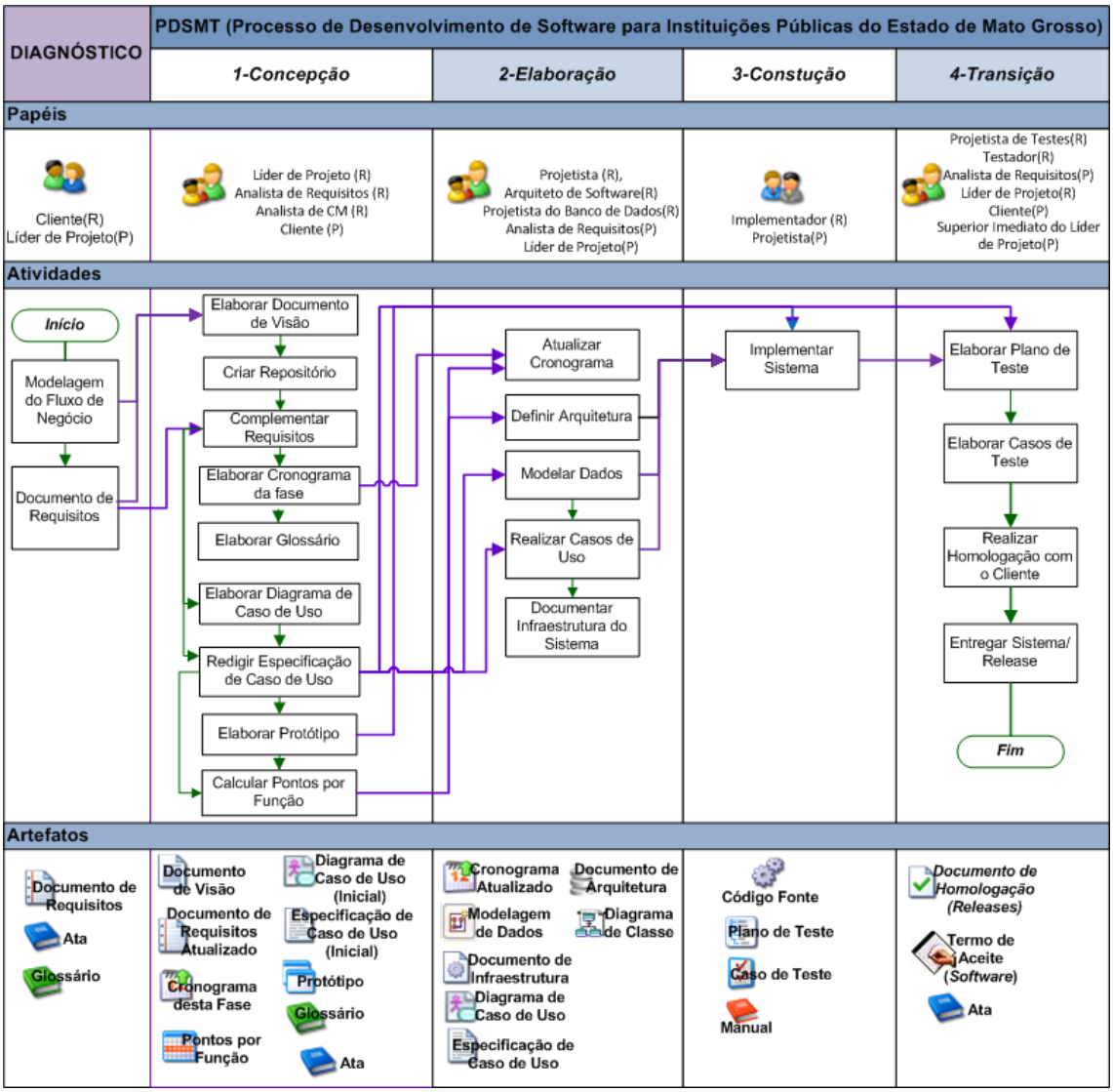

Figura 13: Fluxo do PDSMT

A figura ilustra as etapas de desenvolvimento com os respectivos papéis envolvidos e artefatos gerados ou atualizados em cada fase. As setas verdes indicam a sequência de execução das atividades dentro de uma mesma fase. As setas roxas indicam as atividades de uma fase e os artefatos relacionados a elas que servem de entrada para execução de atividades e confecção de artefatos de outra fase.

5.4 Avaliação Piloto

O objetivo da avaliação piloto foi identificar problemas ocasionados por ambiguidades e erros nos materiais de avaliação que poderiam prejudicar o uso do método AUSP.

5.4.1 Planejamento

A avaliação piloto foi planejada seguindo as recomendações descritas pelo AUSP.

Atividade 1: Definir recursos

O escopo foi definido como a fase de Concepção do PDS descrito anteriormente.

Antes de iniciar a avaliação é importante certificar-se que o processo está pronto para uso, isto é, que ele tenha sido adaptado para atender as necessidades do projeto que será desenvolvido e representado por meio de descrições textuais, ambiente web ou ambientes de representação de processos.

Atividade 2: Definir equipe de avaliadores

Ao definir a equipe de avaliadores pode-se considerar a recomendação de Nilsen (1993) para o qual cinco avaliadores é suficiente para identificar os principais problemas de usabilidade.

Como a avaliação piloto não teve como finalidade identificar melhorias na usabilidade do processo e sim no método, a equipe de avaliadores foi constituída por quatro convidados: três desempenharam o papel de avaliadores e um o papel de coordenador. A Tabela 31 apresenta o perfil dos avaliadores selecionados para participar da Avaliação Piloto.

Tabela 31: Perfil dos participantes da avaliação piloto

Avaliação Piloto	
Avaliadores	**Tempo Gasto**
01 - Servidor público, Analista de TI. Cursando especialização na área de projetos de sistemas. Conhecia o processo avaliado. Atua na área há 10 anos	0:52
02 – Servidor público, Analista de TI. Não possui cursos na área projeto de sistemas ou processos de software, mas já participou da implantação de processos. Não conhecia o processo avaliado. Atua na área há 10 anos	1:09
03 – Servidor público, gerente de sistemas. Especialista em gestão de projetos e engenharia de software, cursos de ITIL e COBIT. Conhecia o processo avaliado. Atua na área há 5 anos	0:28
Coordenador da Avaliação	
Atua no setor privado como analista de sistemas. Pós graduado em análise de sistema. Possui curso de *Scrum* e teste de software. É aluno de mestrado em Ciência da Computação. Já utilizou processos de software definidos por outros e participa da definição e melhoria de processos. Não conhecia o processo nem o método de avaliação. Atua na área há 10 anos	1:03

Atividade 3: Selecionar métricas

As métricas foram selecionadas considerando as classificações quanto ao tipo de representação e o estado atual do processo, descritos no capítulo 3. Com base nestas recomendações ficou definido que seriam aplicadas as seguintes métricas: Atividades

Evidentes, Artefatos Evidentes, Facilidade de entendimento das atividades do processo, Atividades adequadamente documentadas, Artefatos adequadamente documentados, Completude da documentação do processo, Conformidade com recomendações de usabilidade, Completude da descrição do processo.

Atividade 4: Preparar material

Todos os materiais que seriam utilizados pelos avaliadores foram elaborados pela pesquisadora. Os modelos utilizados para elaboração encontram-se em apêndice (*vide* apêndices A, B, C, D e E).

Atividade 5: Reservar ambiente

Não foi possível reservar um ambiente exclusivo para aplicar a avaliação piloto, por este motivo, ficou definido que a avaliação seria realizada no ambiente de trabalho dos avaliadores.

5.4.2 Execução

Atividade 1: Realizar Treinamento

Durante o treinamento os avaliadores receberam explicações sobre a finalidade do questionário, sobre o material utilizado e instruções para preenchimento, além disso, a pesquisadora acompanhou toda avaliação tirando dúvidas.

Atividade 2: Acompanhar Avaliação

Os questionários devem ser aplicados pelo coordenador a avaliação, contudo, em virtude do tempo necessário para realizar a aplicação não foi possível que o coordenador participasse desta etapa, por este motivo a pesquisadora aplicou os questionários e acompanhou a avaliação esclarecendo dúvidas.

Para responder o questionário e os formulários de perfil e de avaliação os avaliadores precisaram de duas horas e doze minutos. Acredita-se que este tempo extenso para responder os questionários se deveu às frequentes interrupções sofridas pelos avaliadores.

Atividade 3: Entrevistar Avaliadores

À medida que os avaliadores entregavam os questionários, a pesquisadora revisou as respostas para certificar-se que não haviam questões não respondidas ou com respostas incompletas que pudessem prejudicar a tabulação dos dados. A pesquisadora também solicitou aos avaliadores que opinassem sobre o questionário e a descrição do

processo. Por meio das respostas obtidas foram identificados vários pontos de melhoria descritos na subseção "Publicação dos Resultados".

5.4.3 Análise dos dados obtidos

Os conceitos de usabilidade, as características do processo, o método de avaliação, seus objetivos e as métricas selecionadas foram explicados pela pesquisadora ao coordenador que foi acompanhado durante a tabulação dos dados.

O coordenador transcreveu o questionário de avaliação do processo para a planilha de cálculo, em seguida os dados obtidos foram analisados em conjunto com o formulário de opinião sobre a avaliação e as informações fornecidas durante a entrevista. Os resultados obtidos são descritos a seguir.

5.4.4 Publicação dos resultados

Esta seção apresenta as melhorias identificadas no método AUSP e na descrição do processo de software, transcreve os percentuais de usabilidade do processo e as limitações observadas durante a aplicação.

5.4.4.1 Melhorias do processo de software avaliado

O primeiro participante sugeriu que fosse explicada a importância de cada atividade da fase de concepção, o segundo complementou esta sugestão destacando que em sua atuação como analista tem percebido que os clientes sugerem que os desenvolvedores estão "*enrolando*" o projeto nesta fase de levantamento e descrição de requisitos porque o software "*não está sendo implementado*". O terceiro participante sugeriu que as atividades do processo fossem colocadas no infinitivo e que fossem acrescentados os papéis dos responsáveis por cada atividade. O coordenador sugeriu que a descrição do processo seja mais detalhada.

Considerando estas informações o processo foi reescrito, a importância de cada atividade, os responsáveis por desempenhá-las, o vínculo dos artefatos com atividades posteriores e um glossário para os termos técnicos foi acrescentado.

5.4.4.2 Melhorias do processo de avaliação

Sobre o processo de avaliação o coordenador apresentou as seguintes sugestões:

1. Modificar a computação dos dados para que as respostas fiquem em uma planilha e os resultados em outra. Com esta abordagem as células que contém fórmulas não ficam evidentes para o coordenador no momento que a computação dos resultados é iniciada, sendo assim as divisões por zero que resultam em erros nas planilhas não serão vistas por ele;
2. Organizar a planilha de tal forma que não seja preciso rolar a página para inserir as informações obtidas pela aplicação dos questionários;
3. Padronizar uma faixa de valores para todas as métricas (de 0 a 100, por exemplo);
4. Modificar a definição da métrica de "Completude da Documentação do Processo" para que seja aplicada pelos avaliadores ao invés do coordenador da avaliação;
5. Substituir os termos técnicos da avaliação por palavras mais fáceis de entender;
6. Aumentar, no questionário, o número de linhas disponíveis para as respostas;
7. Acrescentar à planilha de aplicação mais informações sobre as métricas;
8. Fornecer um treinamento abrangente, apenas a explicação do que deve ser feito não é suficiente para compreender a avaliação;

As sugestões de 1 a 6 foram adotadas. A sétima sugestão não foi implementada porque, em um ambiente real, as planilhas serão elaboradas pelo próprio coordenador que deve conhecer as métricas antes de aplicá-las. Um treinamento abrangente, sugestão 8, é essencial para que os avaliadores consigam vislumbrar a relação entre o questionário respondido pelos avaliadores e o resultado das métricas.

Todas as melhorias possíveis no método de avaliação e no processo foram realizadas tendo em vista que o mesmo escopo e os mesmos materiais elaborados seriam reutilizados no estudo de caso.

Tendo em vista o mesmo contexto de aplicação foram estabelecidos 45 minutos como tempo suficiente para que os avaliadores respondam os questionários, desde que não haja interrupções.

5.4.4.3 Percentuais de usabilidade

A tabulação dos dados e aplicação das fórmulas definidas para as métricas resultou nos percentuais descritos na Tabela 32.

Tabela 32: Índice de usabilidade do PDS – Avaliação Piloto

Resultados da Avaliação Piloto		
	Métrica	***Percentual***
1	Atividades Evidentes	100%
2	Artefatos Evidentes	67%
3	Facilidade de entendimento das atividades do processo	25%
4	Completude da documentação do processo	50%
5	Conformidade com recomendações de usabilidade	67%
6	Completude da descrição do processo	60%

Considerando que a métrica de "Completude da descrição do processo" utiliza os resultados das métricas: Atividades e Artefatos evidentes, Facilidade de entendimento das atividades do processo e Completude da documentação do processo é possível considerá-la como uma média geral do processo, sendo assim o percentual de 60% pode ser considerado *baixo* para um processo adequadamente descrito.

A partir desta constatação o estudo de caso foi executado com a expectativa de que as correções realizadas permitissem atingir um percentual melhor de completude da descrição.

5.4.4.4 Limitações Observadas

Ao convidar os avaliadores de outra instituição para participarem voluntariamente do estudo de caso não foi possível reservar um ambiente para aplicação dos questionários, por este motivo eles avaliaram o processo no ambiente de trabalho que é compartilhado com várias pessoas. Acredita-se que as interrupções frequentes e as conversas paralelas prejudicaram a concentração e aumentaram o tempo de resposta uma vez que o terceiro avaliador, que respondeu o questionário sozinho em um ambiente reservado e sem interrupções, gastou apenas a metade o tempo para concluir a avaliação.

Alguns termos utilizados na descrição do processo e na planilha de avaliação não foram compreendidos, outros foram interpretados com outro sentido. Com o intuito de suprimir estas ambiguidades duas abordagens foram realizadas: *(i)* substituir, quando

possível os termos técnicos por sinônimos, *(ii)* fornecer um glossário com a definição dos termos.

Os avaliadores e o coordenador da avaliação foram unânimes ao solicitar que o processo fosse descrito mais detalhadamente contrariando a expectativa da pesquisadora que acreditava que uma descrição mais detalhada desencorajaria a leitura.

Aplicar a avaliação piloto foi essencial para identificar pontos de melhoria no planejamento da avaliação, nos questionários sobre o processo e sobre a avaliação, na descrição do processo e nas planilhas de cálculo. Após estas alterações acredita-se que o AUSP tenha se tornado mais robusto e conciso para ser utilizado no estudo de caso.

5.5 Estudo de Caso

Em virtude do método de avaliação e do contexto de aplicação serem os mesmos e com o intuito de fornecer informações concisas serão suprimidas nesta seção os detalhes da aplicação do método AUSP, sendo assim serão descritos: o perfil dos avaliadores envolvidos, as melhorias do processo, do método de avaliação e das métricas, o índice de usabilidade obtido pelo processo e as limitações da avaliação.

5.5.1 Perfil dos avaliadores

A Tabela 33 exibe o perfil da amostra de avaliadores selecionados para o estudo de caso. Foram escolhidos dois avaliadores que conheciam o processo e participaram de sua definição e três avaliadores que não conheciam o processo sendo, dois programadores e o outro analista.

Tabela 33: Perfil dos participantes do estudo de caso

Estudo de Caso	
Avaliador	**Tempo Gasto**
01 - Servidor público, analista de TI; tecnólogo em processamento de dados, especialista em redes de computadores com cursos na área de CMMI, ITIL, RUP; utiliza processos definidos por outros, participa da definição e melhoria de processos. Participou da definição do processo avaliado. Atua na área há 23 anos	0:18
02 – Servidor público, analista de TI; graduado em ciência da computação; mestrado em ciência da computação; participou de cursos de CMMI, PMBOK, UML, RUP; participa de atividades de melhoria de processo. Participou da definição do processo avaliado. Atua na área há 15 anos	0:30
03 – Prestador de serviço, desenvolvedor Java; graduado em Sistema de Informação, participou de curso de PMBOK; possui conhecimento teórico, utiliza processos definidos por outros, participa da definição de processos e de atividades de melhoria. Atua na área há 5 anos	0:45

04 – Prestador de serviço, analista de TI; graduado em Sistema de Informação; possui conhecimento teórico; utiliza e já participou da definição de processos. Atua na área há 7 anos	0:35
05 – Prestador de serviço, analista de sistemas; graduado em ciência da computação, especialista em análise e projetos de sistemas Orientado a Objetos; possui conhecimento teórico sobre processos; Atua na área há 5 anos	0:33
Coordenador da Avaliação	
Professor em Universidade Pública. Doutor em Ciência da Computação. Possui conhecimento teórico sobre processos e já utilizou processos definidos por outros.	1:41

Através da tabela é possível perceber que o tempo estimado de 45 minutos foi suficiente para realizar as avaliações.

Os avaliadores receberam explicações sobre a finalidade do questionário, sobre o material utilizado e instruções para preenchimento. Os avaliadores 3, 4 e 5 pediram auxílio ao menos uma vez, em geral, as dúvidas foram em relação ao preenchimento do questionário e não em relação à descrição do processo, por este motivo o material foi revisado e as sugestões dadas por eles foram incorporadas ao método de avaliação.

5.5.2 Aplicação dos questionários

Após o treinamento os avaliadores assinaram o "Termo de Consentimento", preencheram o "Formulário de perfil dos participantes da avaliação", o "Questionário de Avaliação do Processo" e o "Formulário de opinião sobre a avaliação".

Esta seção lista as questões e as respostas obtidas para o "Questionário de Avaliação do Processo".

Questão 1: *Quantas e quais são as atividades do Processo descritas na fase de Concepção?*

Objetivos: Verificar se os avaliadores conseguem identificar todas as atividades descritas; Fornecer os dados de entrada para a métrica "Atividades Evidentes".

Respostas: Todos os avaliadores identificaram as sete atividades, contudo um fato curioso ocorreu, um deles identificou uma atividade excedente "Concluir a fase" que posteriormente foi adicionada à descrição do processo.

Questão 2: *Quantos e quais são os artefatos do Processo que devem ser confeccionados na fase de Concepção?*

Objetivos: Verificar se os avaliadores conseguem identificar todos os artefatos do processo. Fornecer os dados de entrada para a métrica "Artefatos Evidentes".

Respostas: Dois avaliadores identificaram corretamente os sete artefatos. Um deles sugeriu um oitavo artefato "Estimativa de Custo de Desenvolvimento", adicionado posteriormente ao processo, o outro identificou apenas 6, por considerar a elaboração do caso de uso e a

especificação do caso de uso como um único artefato e o último identificou nove artefatos por entender que o glossário, elaborado durante a atividade de diagnóstico e atualizado nas fases posteriores, é um artefato desta fase e que as atas de reuniões também contam como artefato.

Questão 3: *Qual a finalidade de cada uma das atividades identificadas na questão 1?*

Objetivos: Verificar se a descrição das atividades facilita o entendimento da sua finalidade; Fornecer dados para o cálculo da métrica "Facilidade de Entendimento".

Respostas: Todos os avaliadores responderam esta questão satisfatoriamente. O coordenador da avaliação atribuiu uma nota de zero a cem para cada resposta fornecida, os resultados obtidos estão descritos no item "5.5.3 *Planilha de Avaliação de Usabilidade*".

Questão 4: *Considerando as respostas para as questões 1 e 2 enumere as atividades e artefatos identificados e indique quais estão adequadamente documentados atribuindo notas entre 0 e 100 sendo 0, para atividades/artefatos não documentados e 100 para atividades/artefatos adequadamente documentados. Considere que:*

i) Uma atividade está adequadamente documentada quando há uma explicação satisfatória de como executá-la e qual sua finalidade no processo.

ii) Um Artefato está adequadamente documentado quando possui um modelo (template) que explique e exemplifique o conteúdo que ele deve conter.

Objetivos: Verificar se a documentação fornecida foi considerada satisfatória pelos avaliadores; Fornecer dados para aplicação das métricas "Atividades Adequadamente Documentadas" e "Artefatos Adequadamente Documentados".

Respostas: Todos os avaliadores atribuíram notas para a documentação das atividades, porém, como não foi possível disponibilizar os *templates*, as notas para os artefatos foram todas iguais a zero. Ainda assim, a métrica de artefatos adequadamente documentados foi mantida porque ela é uma entrada necessária para a aplicação da métrica de "Completude da documentação do processo". A Tabela 34 exibe as notas atribuídas por cada avaliador.

Questão 5: *Analise a descrição do processo como um todo e indique se ela atende os critérios de usabilidade listados abaixo atribuindo notas de 0 a 100 para cada um dos itens:*

a) Possui gráficos, figuras e tabelas que facilitam o entendimento;

b) Os termos utilizados são definidos em um glossário;

c) As descrições estão na ordem da execução real da atividade;

d) Definição clara e lógica de itens e sub-itens, com hierarquia visualmente identificada pelo tamanho e realce de fontes, de fácil leitura;

e) Define apenas o essencial para o sucesso da atividade;

f) Possui Templates para todos os documentos que serão desenvolvidos;

g) Detalha como executar as atividades;

h) *Possui elementos básicos do processo atividades, artefatos e o relacionamento entre eles;*

i) *Está atualizado para o projeto no qual será utilizado.*

Objetivos: Pretende-se tornar a avaliação de conformidade menos subjetiva solicitando a opinião de vários avaliadores; Fornecer dados para aplicação da métrica "Conformidade com recomendações de usabilidade".

Respostas: Três avaliadores atribuíram nota zero ao critério f, devido a ausência dos *templates* dos artefatos, contudo dois deles atribuíram notas 60 e 80 alegando uma estimativa de melhoria da documentação quando os *templates* fossem concluídos. A Tabela 34 mostra estes resultados.

5.5.3 Planilha de Avaliação da Usabilidade do Processo

Tabela 34: Planilha de Avaliação da Usabilidade do Processo

Registro das Informações Obtidas através do Questionário																	
Questões			*Avaliador 1*			*Avaliador 2*			*Avaliador 3*			*Avaliador 4*			*Avaliador 5*		
Atividades Evidentes		Quantidade de atividades identificadas	7			7			7			7			7		
Artefatos Evidentes		Quantidade de artefatos identificadas	7			6			7			7			9		
Registre nas colunas à direita os valores para Facilidade de Entendimento das Atividades, Atividades e Artefatos adequadamente Documentados.			*FE*	*AtD*	ArD	*FE*	*AtD*	ArD	*FE*	*AtD*	ArD	*FE*	*AtD*	ArD	*FE*	*AtD*	ArD
Lista das Atividades/Artefatos do processo	***1***	Elaborar documento de visão	80	90	0	70	70	0	60	100	0	70	100	0	60	80	0
	2	Especificação do documento de requisitos	90	90	0	80	75	0	50	70	0	80	80	0	50	80	0
	3	Elaborar cronograma	100	80	0	80	80	0	60	100	0	70	90	0	50	80	0
	4	Elaboração do Diagrama de Caso de Uso	95	80	0	90	70	0	55	90	0	90	100	0	70	80	0
	5	Especificação do Caso de Uso	100	90	0	90	75	0	60	100	0	95	90	0	60	80	0
	6	Protótipo	90	95	0	95	80	0	90	100	0	90	90	0	80	80	0
	7	Análise de Pontos por Função	100	95	0	90	0	0	70	100	0	80	90	0	80	80	0
Conformidade com recomendações de usabilidade	***1***	Possui gráficos, figuras e tabelas que facilitam o entendimento	80			70			98			90			70		
	2	Os termos utilizados são definidos em um glossário	100			70			100			100			100		
	3	As descrições estão na ordem da execução real da atividade	90			65			100			90			100		
	4	Definição clara, lógica e de fácil leitura dos itens e sub-itens, com hierarquia visualmente identificada pelo tamanho e realce de fontes	90			80			60			90			100		
	5	Define apenas o essencial para o sucesso da atividade	90			80			100			100			100		
	6	Possui Templates para todos os documentos que serão desenvolvidos	0			60			0			80			0		
	7	Detalha como executar as atividades	90			70			85			90			100		
	8	Possui elementos básicos do processo (atividades, artefatos) e o relacionamento entre eles	70			70			100			90			90		
	9	Está atualizado para o projeto no qual será utilizado	80			50			100			90			100		

1. **FE** - Facilidade de Entendimento das Atividades do Processo (Atribua notas de 0 a 100 para as respostas dos avaliadores.)
2. **AtD** - Atividades Adequadamente Documentadas (Insira as notas dadas por cada avaliador para a documentação das atividades que ele identificou na questão 1, atribua 0 para as atividades que não foram identificadas).
3. **ArD -** Artefatos Adequadamente Documentados (Insira as notas dadas por cada avaliador para a documentação dos artefatos que ele identificou na questão 1 e atribua 0 para os artefatos que não foram identificadas por ele.).

5.5.4 Melhorias do processo de software avaliado

Foram identificados os seguintes pontos de melhoria do processo: modificar a formatação do processo, para facilitar a identificação do início e término das atividades; disponibilizar para os avaliadores os *templates* dos artefatos (modelos que explicam como elaborar cada artefato do processo), acrescentar a atividade de "Conclusão da fase de Concepção" e o artefato "Estimativa de custo de desenvolvimento".

5.5.5 Melhorias no Método de Avaliação

A aplicação do "*Formulário de opinião sobre a avaliação*" permitiu a identificação de melhorias no próprio formulário e no "*Questionário de avaliação do processo*". Seguem abaixo as questões e as respostas obtidas (*vide* apêndice D "*Formulário de opinião sobre a avaliação*").

Questão 1: *As explicações sobre o questionário foram suficientes para respondê-lo?*

Um avaliador indicou que sim e não teve dúvidas os demais assinalaram que sim, mas necessitaram de auxílio extra. Os participantes foram unânimes ao indicar que não foi difícil responder o questionário de avaliação do processo.

Questão 2: *O tempo disponibilizado para avaliação foi suficiente?*

Quatro avaliadores indicaram que sim e concluíram dentro do prazo. Apenas um deles necessitou de um tempo extra.

Questão 3: *Foi difícil responder o questionário de avaliação do processo?*

Todos os avaliadores assinalaram que não. Acredita-se que esta unanimidade se deve ao fato de terem sido acompanhados pela pesquisadora que deu explicações adicionais à medida que as dúvidas surgiam.

Questão 4: *Qual das questões você considerou mais difícil de responder? Por quê?*

Apenas um dos avaliadores deixou de responder esta questão porque, segundo ele, todas as questões foram fáceis de responder. Um segundo avaliador respondeu "Não tive dificuldade". Dentre os três restantes, um indicou a questão 3 do questionário de avaliação do processo como a mais difícil de responder, por ter que "descrever o que compreendeu de cada atividade". Os outros dois consideraram a questão 4, pela ausência dos *templates* e pela ausência de parâmetros para identificar o que é adequadamente documentado.

Para que a questão 3 do questionário de avaliação do processo seja mais fácil de responder pretende-se elaborar questões que permitam assinalar as respostas corretas com 'X' e questões para marcar 'V' ou 'F', pois em geral as pessoas preferem este tipo de questões; além de serem menos subjetivas e mais fáceis de tabular, esta sugestão foi apresentada pelo coordenador do estudo de caso.

O problema em relação a questão 4 será solucionado quando a descrição do processo estiver completa. Uma sugestão importante, dada pelo coordenador do estudo de caso consiste em elaborar modelos de artefatos com exemplos de preenchimento.

Outras sugestões apresentadas pelo coordenador foram: *(i)* atribuir um peso ao interesse do avaliador no momento que ele responde o questionário de avaliação, o coordenador acredita que um avaliador interessado contribuirá mais e por isso sua avaliação deve ter um peso maior; *(ii)* seria importante também atribuir um peso para a experiência do avaliador para que as avaliações tornem-se mais realistas haja visto que, avaliadores mais experientes terão maior facilidade para compreender o processo e portanto, contribuirão menos para uma avaliação da usabilidade real do processo.

5.5.6 Percentuais de usabilidade do processo

A Tabela 35 exibe os resultados obtidos para cada métrica aplicada. Embora não tenha sido possível avaliar os "Artefatos adequadamente documentados" (por isso o resultado 0%) esta métrica foi mantida porque o resultado obtido é necessário para calcular a "Completude da documentação do processo", além disso a ausência de uma boa documentação é um ponto importante pelo qual a descrição do processo deve ser penalizada.

Tabela 35: Índice de usabilidade do PDS – Estudo de Caso

Resultados da Avaliação de Usabilidade do processo		
	Métrica	***Percentual***
1	Atividades Evidentes	100%
2	Artefatos Evidentes	80%
3	Facilidade de entendimento das atividades do processo	78%
4	Completude da documentação do processo	42%
4.1	Atividades Adequadamente Documentadas	84%
4.2	Artefatos Adequadamente Documentados	0%
5	Conformidade com recomendações de usabilidade	85%
6	Completude da descrição do processo	75%

É interessante notar que mesmo com a ausência de *templates* para os artefatos, o índice geral do processo resultante da aplicação da métrica "Completude da descrição

do processo" foi de 75% o que pode ser considerado razoável, uma vez que, após a disponibilização dos *templates* este valor tende a aumentar.

5.5.7 Limitações observadas

A principal limitação desta avaliação consistiu na ausência dos modelos para elaboração dos artefatos, porém, este fator não prejudicou os objetivos da avaliação, uma vez que a finalidade foi averiguar se a aplicação das métricas seria capaz de apresentar pontos de melhoria no processo e este resultado foi obtido.

As limitações relacionadas ao treinamento e a reserva de espaço físico para realizar a avaliação se repetiram porque, infelizmente, as avaliações foram realizadas voluntariamente no horário e local de trabalho, consequentemente, não foi possível ministrar um treinamento abrangente em local adequado e tampouco realizar uma avaliação sem que houvessem interrupções.

5.6 Considerações Finais

Os resultados obtidos com a aplicação da avaliação piloto e do estudo de caso forneceram uma nova concepção sobre o trabalho uma vez que foi possível melhorar não apenas o processo, mas também o método de avaliação e as métricas.

Após as avaliações, a formatação do processo, a descrição das atividades e até mesmo erros de ortografia foram identificados e revisados. Além disso, foi possível notar nitidamente a satisfação dos avaliadores ao contribuir com suas opiniões para melhoria da descrição do processo de software.

As modificações realizadas no método de avaliação tornaram o método mais enxuto e removeu vários pontos de ambiguidade que haviam passado despercebidos durante as revisões da pesquisadora.

Porém, é possível crer que as principais contribuições se deram em relação às métricas haja visto que foram identificadas duas novas métricas: "Atividades adequadamente documentadas" e "Artefatos adequadamente documentados", também foi percebida a necessidade de acrescentar "Restrições" à documentação das métricas, para facilitar a aplicação e a validação.

Apenas após a aplicação do estudo de caso foi possível notar: *(i)* a possibilidade de um avaliador identificar um número superior de artefatos e atividades; *(ii)* a identificação de métricas aplicáveis antes, durante e após a execução do processo e *(iii)* a categorização das métricas de acordo com o tipo de representação do processo ao qual se aplica (descrição textual, ferramentas, EPG). Estes pontos foram acrescentados à documentação das métricas apresentadas no Capítulo 3.

Todas as melhorias efetuadas permitem concluir que as avaliações foram cruciais para o amadurecimento do trabalho por permitirem a identificação de vários pontos de melhoria no método de avaliação da usabilidade de processos de software (AUSP).

6 CONCLUSÕES

O trabalho de pesquisa apresentado consistiu em elaborar um conjunto de métricas que permita mensurar a usabilidade de processos de software. Para atingir tal fim foram consideradas como base as métricas de usabilidade propostas pela ISO 9126 (2002) documentadas de acordo com as recomendações da IEEE 1061 (1998).

Após a definição do conjunto de métricas a fase de concepção de um processo de software foi avaliada utilizando as métricas recomendadas para o tipo de representação do processo. Antes de serem aplicadas ao processo, estas métricas foram validadas de acordo com alguns critérios descritos por Mennely, Smith & Williams, (2010).

Por meio das avaliações foi possível identificar vários pontos de melhoria o que permite concluir que as métricas atingem seu objetivo de mensurar a usabilidade do processo, sendo esta uma das contribuições apresentadas na seção seguinte. Como produto dos resultados obtidos também foi possível identificar pontos que permitem evoluir e aprimorar este trabalho. Estes tópicos são tratados na seção de "Trabalhos Futuros".

6.1 Contribuições

Pretendeu-se, por meio desta dissertação, auxiliar no desenvolvimento das pesquisas relacionadas à implantação e melhoria de processos, bem como o estudo da usabilidade de processos, identificado como um novo ponto de interesse na área de Engenharia de Software. Esta subseção lista as contribuições realizadas por este trabalho.

Em relação à documentação das métricas descrita pela IEEE 1061 (1998) este trabalho propôs o acréscimo do item "Restrições" que mostrou-se relevante durante a validação das métricas.

Em relação à avaliação de usabilidade de processos utilizando heurísticas (Mendonça, 2006) e o estudo de métodos de avaliação de usabilidade para descrições de processo de software (Mahrin, Strooper & Carrington, 2009) este trabalho contribui por meio do pacote de métricas que pode ser aplicação em conjunto com as heurísticas e

utilizado para avaliar descrições de processo de software por meio de documentos de texto, EPGs, e APSEEs.

Em relação aos métodos de avaliação identificados: IEEE 1061 (1998), ISO 15939 (2009), ISO 15504 (2003), ISO 14598 (1998) e Wholin *et. al.* (2000) o método AUSP propõe uma avaliação com um número menor de passos o que demanda menos recursos e um tempo mais reduzido para o planejamento e a execução. Sem que haja a pretensão de se equiparar a algum destes métodos reconhecidos mundialmente e amplamente aceitos pela comunidade de desenvolvimento de software, o AUSP fornece algumas diretrizes que permitem a avaliação da usabilidade de processos com um custo menor, com exemplo de aplicação e com capacidade de identificar pontos de melhoria, como pode ser visto durante o estudo de caso.

Outra contribuição relacionada à avaliação de usabilidade são os artefatos que compõe o AUSP desenvolvidos com o intuito de apoiar a avaliação e permitir que sua evolução seja acompanhada gradativamente, à medida que cada um deles é concluído. Foram propostos os seguintes artefatos:

a) "Termo de Consentimento": por meio do qual o avaliador expressa que assentiu em participar da avaliação;

b) "Formulário de perfil dos participantes da avaliação": por meio do qual o avaliador informa sua capacitação e experiência técnica e especifica se já participou de avaliações de processo;

c) "Questionário de Avaliação do Processo": elaborado com base nas métricas selecionadas e aplicadas na avaliação piloto e no estudo de caso. Permite que o avaliador dê sua opinião sobre o processo;

d) "Formulário de opinião sobre a avaliação": por meio do qual pretende-se identificar as dificuldades que o avaliador teve durante a avaliação;

e) "Planilha para armazenar e computar os dados": elaborada de acordo com as fórmulas definidas para as métricas aplicadas;

f) "Relatório de Aplicação da Avaliação de Usabilidade": *template* com as informações consideradas importantes para documentação da avaliação.

Além destes o método também é composto pelo conjunto de dezoito métricas de usabilidade de processos documentadas, sendo que oito delas possuem exemplos de aplicação.

6.2 Limitações e dificuldades

Considerando que, além de propor o método AUSP a pesquisadora o aplicou e participou da descrição do processo avaliado não foi possível analisar se a descrição do método e das métricas seriam facilmente compreendidas e aplicadas por outra pessoa.

Além disso, uma única aplicação das métricas não é suficiente para estabelecer sua validade como método de avaliação de processos sendo, outrossim, uma maneira de averiguar sua viabilidade de aplicação.

Avaliar um critério subjetivo como a usabilidade, transformando os resultados obtidos em índices quantitativos que fossem tão impessoais quanto possível constituiu o maior desafio e a maior dificuldade enfrentados durante a execução deste trabalho. Outro ponto crítico consistiu em selecionar avaliadores com perfil e tempo disponível para avaliar o processo sem remunerá-los pela participação.

6.3 Trabalhos Futuros

Os estudos realizados para elaborar esta dissertação permitiram identificar vários direcionamentos para melhoria e ampliação do escopo desta pesquisa. Esta seção lista estes pontos e aborda de forma sucinta a importância de cada um deles.

6.3.1 Atribuir pesos para a experiência dos avaliadores e para o interesse manifestado durante a participação na avaliação

6.3.2 Elaborar questões de marcar "X" e "V" ou "F" quando for possível

Os trabalhos (i) e (ii) visam diminuir a subjetividade inerente às avaliações de usabilidade (Wohlin et. al, 2000).

6.3.3 Identificar ou propor ferramentas que auxiliem na coleta dos dados e aplicação das métricas

6.3.4 Mapear o método de avaliação para o CMMI e MPS-BR

6.3.5 Utilizar Lógica Fuzzy na definição das escalas utilizadas nas métricas

6.3.6 Avaliação da acessibilidade dos Guias de Processo Eletrônico

A acessibilidade é uma das subcaracterística de usabilidade definidas pela ISO 9126 (2002), cujo propósito consiste em averiguar qual a proporção de funções que podem ser customizadas para permitir acesso por usuários com necessidades especiais. Para auxiliar no cálculo desta métrica considerou-se a possibilidade de utilizar as recomendações do WCAG Nível A 2.0 (*Web Content Accessibility Guidelines - Recomendações de Acessibilidade para Conteúdo da Web*, 2008), que podem ser aplicadas à Guias de Processo Eletrônico.

Por meio de um estudo inicial foi possível perceber que a aplicação das *técnicas* descritas para cada *critério* que atende as *recomendações* definidas pelos quatro *princípios* de acessibilidade do WCAG, no contexto de processos de software, não é uma tarefa trivial e por este motivo não foi considerado oportuno realizá-la neste momento.

6.3.7 Avaliar a usabilidade do "AUSP"

Não foi possível convidar um coordenador da avaliação que pudesse planejar, executar, analisar e publicar os resultados da avaliação da usabilidade do processo. Sendo assim, a escolha das métricas, a elaboração dos materiais para aplicá-las, a seleção dos avaliadores e aplicação dos questionários foi realizada pela pesquisadora. Esta prática permitiu a realização do estudo de caso todavia, inviabilizou a observação, ainda que empírica, da usabilidade do método de avaliação e das métricas. Por este motivo não é possível garantir, que o método elaborado seja mais fácil de aplicar que outros (ISO 9126, 2002; ISO 15504-2, 2003; ISO 15939, 2009; IEEE 1061, 1998).

É muito provável que a execução deste trabalho identifique pontos de melhoria dos métodos e das métricas e permita torná-los mais fáceis de usar em um ambiente real de aplicação.

6.3.8 Aplicação e validação das métricas para Guias de Processo Eletrônico e Ferramentas

Como visto no Capítulo 3, a descrição do processo de software influencia diretamente na escolha das métricas. Considerando que o processo selecionado para realização do estudo de caso foi descrito por meio de um documento de texto, apenas as métricas recomendadas para este tipo de representação foram aplicadas. Como foi possível realizar apenas um estudo de caso as métricas recomendadas para outros tipos de representação não foram aplicadas.

Este trabalho é importante porque, além de identificar pontos de melhoria, a aplicação das métricas permite sua validação e demonstram sua aplicabilidade a outros avaliadores (Mennely, Smith & Williams, 2010).

REFERÊNCIAS

1. **(Abowd, 1995)** ABOWD, Gregory. **Performing a Cognitive Walkthrough**. CS 3302 Introduction to Software Engineering, 1995. Disponível em: http://www.cc.gatech.edu/classes/cs3302/documents/ cog.walk.html. Acesso: maio, 2009.

2. **(Bak et.al., 2008)** BAK, Jakob Otkjær, NGUYEN, Kim, RISGAARD, Peter, STAGE, Jan. **Obstacles to Usability Evaluation in Practice: A Survey of Software Development Organizations.** NordiCHI, 2008. p. 23-32.

3. **(Basili, Caldiera & Rombach, 1994).**BASILI, V. R., CALDIERA, G., ROMBACH, H. Dieter. *The Goal Question Metric Approach.* NASA GSFC Software Engineering Laboratory, 1994. Disponível em: ftp://ftp.cs.umd.edu/pub/sel/papers/gqm.pdf. Acesso: novembro, 2010.

4. **(Becker et al, 2006)** BECKER, Karin, RUIZ, Duncan D., CUNHA, Virginia S., NOVELLO, Taisa C., SOUZA, Franco Vieira e. **SPDW: a Software Development Process Performance Data Warehousing Environment.** Disponível em: http://www2.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/SEW.2006.31. Acesso: mar, 2009.

5. **(Costabile, 2000)** COSTABILE, Maria Francesca. **Usability in the Software Life Cycle**. Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering. World Scientific Publishing Company, 2000. Cap16.

6. **(Deek, Mchugh & Eljabiri, 2005)** DEEK, Fadi P., MCHUGH, James A.M., ELJABIRI, Osama M. **Strategic software engineering: an interdisciplinary approach.** New York. Auerbach Publications, 2005. Cap. 11. People and Software Engineering. pag. 229-242.

7. **(Dybå, Dingsøyr & Moe, 2004)** DYBÅ, Tore, DINGSØYR, Torgeir, MOE, Nils Brede. **Process Improvement in Practice: A Handbook for IT Companies**. SINTEF. Trondhein, Norway. 2004.

8. **(Fenton, 1997)** FENTON N.E., Pfleeger S.L, **Software Metrics – A Rigorous & Practical Approach**, Second Edition, Boston, MA, PWS Publishing Company, 1997.

9. **(Ferre, Juristo & Moreno, 2005).** FERRE, Xavier, JURISTO, Natalia, MORENO Ana M. **Framework for Integrating Usability Practices into the Software Process**. Proc. of 6th International Conference on Product Focused Software Process Improvement. 2005. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.74.950. Acesso: junho, 2009.

10. **(Florac & Carleton, 1999)** FLORAC, W., CARLETON, A., 1999, **Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement**. Addison-Wesley.

11. **(Fuggetta, 2000).** Fuggetta, A. **Software Process: A Roadmap**. In: Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering, Limerick, Irlanda: ACM Press, 2000, p. 25–34.

12. **(Gomes, Oliveira & Rocha 2001).** GOMES, Augusto, OLIVEIRA, Kathia, ROCHA, Ana Regina. **Avaliação de Processos de Software baseada em Medições**. XV Simpósio Brasileiro de Engenharia de software. pag. 84-99, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

13. **(Goodman, 2005)** GOODMAN, F. Alan. **Defining and Deploying Software Processes.** New York. Auerbach Publications, 2005.

14. **(IBM, 2001) Rational Unified Process: Best Practices for Software Development Teams**.http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf. Acessado em novembro de 2008.

15. **(IEEE, 1998)** ANSI/IEEE Std 1061-1998. **IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology,** Piscataway, NJ: IEEE Standards Dept., 1998. 26 p.

16. **(ISO/IEC 12207: 1995)** ISO/IEC 12207 – **Standard for Information Technology - Software life cycle processes,** 1995.

17. **(ISO/IEC 15504 – 1: 2004)** ISO/IEC 15504 **- Information Technology - Process assessment - Part 1: Concepts and vocabulary,** 2004.

18. **(ISO/IEC 15504 – 2: 2003)** ISO/IEC 15504 **- Information Technology - Process assessment - Part 2: Performing An Assessment,** 2003.

19. **(ISO/IEC 15504 – 3: 2003)** ISO/IEC 15504 **- Information Technology - Process assessment - Part 3: Guidance on performing an assessment,** 2003.

20. **(ISO/IEC 15504 – 4: 2003)** ISO/IEC 15504 **- Information Technology - Process assessment - Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability Determination,** 2003.

21. **(ISO/IEC 15504 – 5: 2004)** ISO/IEC 15504 **- Information Technology - Process assessment - Part 5: An exemplar Process Assessment Model,** 2004.

22. **(ISO/IEC 15939, 2009)** ISO/IEC 15939 – **Engenharia de sistemas e de software – Processo de Medição**, 2009.

23. **(ISO/IEC 9126 – 1: 2001)** ISO/IEC 9126 **- Software Engineering Product Quality - Part 1: Quality Model, 2001.**

24. **(ISO/IEC 9126 – 2: 2002)** ISO/IEC 9126 - **Software Engineering Product Quality - Part 2: External Metrics**, 2002.

25. **(ISO/IEC 9126 – 3: 2002)** ISO/IEC 9126 - **Software Engineering Product Quality – Part 3: Internal Metrics**, 2002.

26. **(ISO/IEC 9126 – 4: 2001)** ISO/IEC 9126 - **Software Engineering Product Quality - Part 1: Quality in use metrics**, 2001.

27. **(ISO/IEC 9241-11, 1996)** ISO 9241-11 Guidance on Usability. Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VTD).

28. **(ISO/IEC TR 9126 – 2: 2002)** ISO/IEC TR 9126 - **Software Engineering Product Quality – Part 2: External Metrics**, 2002.

29. **(ISO/IEC TR 9126 – 3: 2002)** ISO/IEC TR 9126 - **Software Engineering Product Quality – Part 3: Internal Metrics**, 2002.

30. **(Kirakowski, 2010)**. KIRAKOWSKI, Jurek. **Software Usability Measurement Inventory – SUMI.** Disponível em: http://sumi.ucc.ie/en/. Acesso: outubro, 2010.

31. **(Kuniavsky, 2003)** KUNIAVSKY, Mike. **Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User Research.** EUA.Morgan Kaufmann Publishers - Elsevier, 2003.

32. **(Lima et. al., 2006)** LIMA, Adailton, COSTA, Anderson, FRANÇA, Breno, REIS, Carla A. L., REIS, Rodrigo Q. **Gerência Flexível de Processos de Software com o Ambiente WebAPSEE**. VII Workshop de Software Livre.. Porto Alegre, 2006.

33. **(Mendonça, 2006)** MENDONÇA, Rosângela Míriam Lemos O. **Usabilidade de Processos.** II Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software (WOSES). Vila Velha, Espírito Santo, 2006.

34. **(Meneely, Smith & Williams, 2010)** MENEELY, Andrew, SMITH, Ben, WILLIAMS, Laurie. Software Metrics validation Criteria: A Systematic Literature Review. North Carolina State University. Disponível em: ftp://ftp.csc.ncsu.edu/pub/tech/2010/TR-2010-2.pdf. Acesso: março, 2010.

35. **(Moe & Dyba, 2006)** MOE, Nils Brede, DYBA, Tore . **The Use of an Electronic Process Guide in a Medium-sized Software Development Company**. Software Process Improvement and Practice, Wiley InterScience, 2006; Vol 11. Issue 1. pag 21–34.

36. **(Montoni et. al., 2007).** MONTONI, M.,SANTOS, G., ROCHA, A.R. , WEBER, K.C. de ARAUJO, E.E. "**MPS Model and TABA Workstation: Implementing Software Process Improvement Initiatives in Small Settings**". In: Fifth Workshop on Software Quality held in conjunction with the 29th Int. Conference on Software Engineering (ICSE), Minneapolis, USA, May.

37. **(Nielsen, 1993)** NIELSEN, Jakob. **Usability Engineerign**. California. Morgan Kaufmann. 1993.

38. **(Nielsen, 2005)** NIELSEN, Jakob. **Ten Usability Heuristics**. Artigo, 2005. Disponível em: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html. Acesso: junho, 2009.

39. **(Norman, 2006)** NORMAN, Donald. **O Design do Dia-a-dia**. Rocco, 2006

40. **(Nunes et. al, 2005)** NUNES, Elaine Duarte, SILVA, Rosângela, ROCHA, Ana Regina, NATALI, Ana Cândido, SANTOS, Gleison. **Uma Abordagem para Implantação de Processos de Software com ISO 9001 e CMMI.** IV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 200.

41. **(Ordonez & Haddad, 2008)** ORDONEZ, Mauricio J. HADDAD, Hisham M. **The State of Metrics in Software Industry**. Fifth International Conference on Information Technology: New Generations. IEEE, 2008.

42. **(Peixoto, 2010).** PEIXOTO, Daniela C. C. **How to Welcome Software Process Improvement and Avoid Resistance to Change. New Modeling Concepts for Today's Software Processes.** ICSP, Lecture Notes in Computer Science, Volume 6195,p.138-149, Springer eBook. 2010.

43. **(Pereira, Bastos & Oliveira 2007).** PEREIRA, Eliana B., BASTOS, Ricardo M., OLIVEIRA, Toacy C. **A Systematic Approach to Process Tailoring**. International Conference on Systems Engineering and Modeling. IEEE, 2007.

44. **(Rocha, Eduardo, & Pádua, 2008)** ROCHA S., Thiago, EDUARDO S., Rodrigo, PÁDUA, Clarindo I. P. S.. **Avaliação Heurística de Usabilidade do Processo Ágil XP.** II Workshop de Desenvolvimento Rápido de Aplicações (WDRA). Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Florianópolis, SC, Brasil 2008. pag. 1-9.

45. **(Schnaider et. al, 2004)** SCHNAIDER, Lílian, SANTOS, Gleison, MONTONI, Mariano, ROCHA, Ana Regina. **Uma abordagem para Medição e Análise em Projetos de Desenvolvimento de Software.** Anais do III Simposio Brasileiro de Qualidade de Software, 2004.

46. **(Seffah et. al, 2006)** SEFFAH, Ahmed, DONYAEE, Mohammad, KLINE, Rex Bryan, PADDA, Harkirat Kaur. **Usability measurement and metrics: A consolidated model**. Software Quality Journal 14(2): 159-178 (2006)

47. **(Seffah, Kececi & Donyaee, 2001)** SEFFAH, Ahamed, KECECI, N., DONYAEE, Mohammad. **QUIM: A Framework for Quantifying Usability Metrics in Software Quality Models**. Asia-Pacific Conference on Quality Software, pp. 0311, Second Asia-Pacific Conference on Quality Software (APAQS'01), 2001.

48. **(SEI, 2006).** CMMI for Development, Version 1.2 – **Improve process for better products.** Carnegia Mellon. Software Engineering Institute. 2006

Disponível em: http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/06.reports/pdf/06tr008.pdf. Acessado em agosto, 2009.

49. **(Silveira, 2007)** SILVEIRA, Patrícia Souza. **Processo de ETC orientado a serviços para um ambiente de gestão de PDS baseado em métricas**. Pontífica Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Informática. Dissertação. Porto Alegre, 2007.

50. **(Vilella et. al, 2001)** VILELLA, Karina, SANTOS, Gleison, GALLOTA, Kátia, MIRANDA, Rodrigo, NEGRÃO, Roberta, FARIAS, Luciana, ZLOT, Fabio, BARCELOS, Monalessa, SCHNAIDER, Lilian, MAFRA, Sômulo, SALVADOR, Beatriz G., OLIVEIRA, Káthia, TRAVASSOS, Guilherme H., ROCHA, Ana Regina. **Estendendo a Estação TABA para criação de Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização**. XV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 2001. pag 332-337.

51. **(WCAG, 2008)** WCAG. Disponível em: http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/. Acesso: dez, 2008.

52. **(Wohlin et. al., 2010)** WOHLIN, Claes, RUNESON, Per, HOST, Martin, OHLSSON, Magnus C., Regnell Bjorn, WESSLÉN Anders. **Experimentation in software engineering: An Introduction.Kluwer**. Academic Publishers. United States of America, 2000.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Termo de Consentimento

O estudo de caso do qual você irá participar consiste em responder as questões sobre o processo de software que está sendo avaliado. Este estudo visa analisar a viabilidade do método de avaliação de usabilidade de processos proposto e verificar se por meio deste método é possível identificar pontos de melhoria no processo.

As respostas fornecidas pelo do preenchimento dos questionários sobre o processo e questionário de perfil serão utilizadas para fundamentar a pesquisa desenvolvida pela dissertação de mestrado intitulada "*Métricas de Usabilidade para Processos de Desenvolvimento de Software*" realizada por Neiva Pereira Coelho e orientada pela Professora Doutora Débora Maria Barroso Paiva.

Os participantes do estudo de caso terão suas identidades mantidas em sigilo. As informações obtidas nesta pesquisa, incluindo os textos e os dados obtidos no estudo, serão divulgados exclusivamente pelo pesquisador e seu orientador na literatura especializada ou em congressos e eventos científicos da área.

Estou ciente e de acordo com os termos de realização desta pesquisa. Concordo em participar voluntariamente desse estudo e autorizo a publicação dos resultados obtidos desde que minha identidade seja mantida em sigilo.

Mato Grosso do Sul, ___de <*mês*> de <*ano*>.

Assinatura do Avaliador	Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE B - Formulário de perfil dos participantes da avaliação

Número do Participante:_____
Data da Avaliação: __/__/_____

Instituição/ Empresa: _____

Cargo: _____

Tempo de Carreira em TI: _____

Formação:

Graduação: _____

Pós-Graduação: _____

Cursos:
Relacionados as áreas de Análise de Sistemas, Gestão de Projetos em TI, PMBOK, CMMI, MPS-BR, Engenharia de Software e outros relacionados a processo de desenvolvimento (RUP, XP etc.).

_____

_____

_____

_____

Experiência com processos de desenvolvimento de software

( ) Conhecimento teórico;
( ) Utilizou processos definidos por outros;
( ) Participou/participa da definição de processos;
( ) Participou/participa de atividades de melhoria de processo;
( ) Participou de outras avaliações de processos de software.

APÊNDICE C - Questionário de Avaliação do Processo

Este questionário foi elaborado para ser respondido pelos avaliadores do processo. As respostas obtidas através deste questionário servirão como dados de entrada para aplicação das métricas de usabilidade definidas para o estudo de caso descrito no Capítulo 5. Ao aplicá-lo aumente o número de linhas nas tabelas e o espaço entre elas.

Número do avaliador: ___.
Início:__:__ . ***Fim***:__ :__ .

Obrigado por aceitar participar desta avaliação.
Por favor, responda com sinceridade as perguntas listadas a seguir.

1. Enumere e descreva as atividades do Processo descritas na fase de Concepção.

Nº	***Nome***

2. Qual a finalidade de cada uma das atividades identificadas na questão 1?

Nº	***Nome***

3. Enumere e descreva os artefatos do Processo que devem ser confeccionados na fase de Concepção

Nº	***Nome***

4. Considerando as respostas para as questões 1 e 3 enumere as atividades e artefatos identificados e indique quais estão adequadamente documentados atribuindo notas entre 0 e 100 sendo 0, para atividades/artefatos não documentados e 100 para atividades/artefatos adequadamente documentados.

Considere que: *(i)* Uma atividade está adequadamente documentada quando há uma explicação satisfatória de como executá-la e qual sua finalidade no processo. *(ii)* Um Artefato está adequadamente documentado quando possui um modelo (*template*) que explique e exemplifique o conteúdo que ele deve conter.

Atividades		***Artefatos***	
Nº	***Nota***	***Nº***	

5. Analise a descrição do processo como um todo e indique se ela atende os critérios de usabilidade listados abaixo atribuindo notas de 0 a 100 para cada um dos itens.

Nº	***Descrição***	***Nota***
1	Possui gráficos, figuras e tabelas que facilitam o entendimento	
2	Os termos utilizados são definidos em um glossário	
3	As descrições estão na ordem da execução real da atividade	
4	Definição clara e lógica de itens e sub-itens, com hierarquia visualmente identificada pelo tamanho e realce de fontes, de fácil leitura	
5	Define apenas o essencial para o sucesso da atividade	
6	Possui *templates* para todos os documentos que serão desenvolvidos	

7	Detalha como executar as atividades	
8	Possui elementos básicos do processo (atividades e artefatos) e o relacionamento entre eles	
9	Está atualizado para o projeto no qual será utilizado	

APÊNDICE D - Formulário de opinião sobre a avaliação

Obrigada por participar desta avaliação!

Por meio da sua contribuição aperfeiçoaremos nosso trabalho. Antes de encerrarmos pedimos que dê sua opinião sobre o questionário de avaliação do processo.

(Questionário para os Avaliadores do Processo[1])

1- As explicações sobre o questionário foram suficientes para respondê-lo?

( ) Sim. Não tive dúvidas.
( ) Sim. Mas, precisei de auxílio extra.
( ) Não. Considero a avaliação prejudicada pela falta de treinamento adequado.
( ) Não. Fiquei com dúvida em relação a:

_____

2- O tempo disponibilizado para avaliação foi suficiente?

( ) Sim. Concluí dentro do prazo.
( ) Não. Precisei de um tempo extra para concluir todas as atividades.

3- Foi difícil responder o questionário de avaliação do processo?

( ) Não.
( ) Sim. Por que:

*Assinale **todas** as alternativas que correspondem à dificuldade encontrada*

( ) O treinamento não deixou claro como responder o questionário.
( ) O texto que descreve o processo é confuso ou ambíguo.
( ) Há perguntas muito parecidas.
( ) A forma de organização do texto prejudicou a avaliação.
( ) A sequência na qual as questões estão ordenadas dificulta o entendimento.
Outros:

_____

4- **Qual das questões você considerou mais difícil de aplicar?**

_____

Por quê?

_____

_____

5- Outras sugestões:

_____

[1] Recomenda-se que os espaços disponíveis para resposta sejam expandidos, em uma aplicação real do questionário.

APÊNDICE E - Relatório de Aplicação da Avaliação de Usabilidade

Dados da Avaliação

Data da avaliação: dd/mm/aaaa **Duração**: xx:xx
Ferramenta utilizada para computação dos dados <Nome da ferramenta>

Perfil dos avaliadores

[Informe ao leitor do relatório os critérios considerados para selecionar os avaliadores e a descrição dos perfis, obtida com a aplicação do questionário.]

Melhorias Identificadas

Melhorias do processo de software

[Liste todas as melhorias identificadas, caso haja alguma que não possa ser realizada justifique o motivo. *Destaque* também as melhorias e críticas citadas por mais de um avaliador. Não se envolva pessoalmente com as críticas e avaliações e não seja tendencioso nas recomendações que fizer.]

Melhorias do processo de avaliação

[*Idem* "melhoria do processo de software".]

Melhoria das Métricas
[Liste as melhorias que foram identificadas para as métricas.]

Percentuais de Usabilidade

[Liste os percentuais obtidos pelo processo para cada uma das métricas aplicadas.]

Limitações

[Enumere os fatores que impediram que a avaliação fosse realizada de maneira completa e satisfatória. Exemplo: quantidade de avaliadores insuficiente, processo em constante mudança, não preenchimento de todas as questões por algum avaliador, entre outros.]