

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

THIAGO SYLAS ANTUNES DA COSTA

**UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO  
DO PROCESSO DE MEDIÇÃO A PARTIR DE UMA FERRAMENTA DE  
SOFTWARE E UM CATÁLOGO DE MEDIDAS**

Belém  
2016

THIAGO SYLAS ANTUNES DA COSTA

**UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO  
DO PROCESSO DE MEDIÇÃO A PARTIR DE UMA FERRAMENTA DE  
SOFTWARE E UM CATÁLOGO DE MEDIDAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira.

Belém  
2016

---

Costa, Thiago Syllas Antunes

Uma abordagem metodológica para a implementação do processo de medição a partir de uma ferramenta de software e um catálogo de medidas / Thiago Syllas Antunes da Costa; orientador, Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira - 2016.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Belém, 2016.

1. Medição e Análise. 2. Qualidade de Software. 3. Revisão Sistemática da Literatura. 4. Ferramenta de Software. I. Oliveira, Sandro R. B orientador. II. Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. III. Título.
-

THIAGO SYLAS ANTUNES DA COSTA

**UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO  
DO PROCESSO DE MEDIÇÃO A PARTIR DE UMA FERRAMENTA DE  
SOFTWARE E UM CATÁLOGO DE MEDIDAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Engenharia de Software.

Data da aprovação: Belém, 29 de fevereiro de 2016

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira  
Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação - UFPA – Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Marcelle Pereira Mota  
Faculdade de Computação – Instituto de Ciências Exatas e Naturais – UFPA – Membro  
Externo

---

Prof. Dr. Dionne Cavalcante Monteiro  
Faculdade de Computação – Instituto de Ciências Exatas e Naturais – UFPA – Membro  
Externo

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus, por me conceder mais essa vitória, por sempre estar comigo, me iluminando e guiando-me às escolhas mais adequadas e por preencher minha vida de felicidades e realizações.

A minha mãe Marlene Antunes e meu pai Erivaldo Costa, que sempre primaram pela minha educação e mais do que me proporcionar uma boa infância e vida acadêmica, formaram os fundamentos do meu caráter, mesmo se eu tentasse expressar o quanto os amo e sou grato, não conseguiria.

A minha irmã Thays Syntya, por sua amizade, amor e cumplicidade, assim como a todos os membros da minha família que sempre me apoiaram, o que não foi diferente nesse período do mestrado, o qual infelizmente fiquei maior parte do tempo enfermo, mas pude contar com o apoio dos meus tios em minha recuperação, em especial agradeço as tias Valdirene Antunes e Selene Antunes que estiveram ao meu lado nesse período difícil para que hoje eu esteja recuperado.

A minha parceira, amiga, cúmplice e agora esposa Aline Lima, que não mediu esforços para que eu concluísse esta etapa da minha vida. Agradeço por todo o seu carinho, apoio, paciência e atenção que foram indispensáveis para tornar esta caminhada mais leve. Amo e sou grato a Deus por a ter colocado em minha vida.

Aos professores do Mestrado, que contribuíram não somente para minha formação acadêmica, mas também com ensinamentos que levarei para a vida. Em especial ao professor Sandro Oliveira, pela dedicação, paciência e auxílio que contribuíram grandemente para minha formação.

Aos colegas de trabalho do projeto SPIDER, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Em especial à equipe que trabalhou comigo na implementação da ferramenta de software apresentada nesta dissertação. A Rubens Rocha que teve importante participação no desenvolvimento da revisão sistemática apresentada neste trabalho.

Aos meus amigos de perto ou de longe que sempre estiveram presentes durante esta caminhada, dividindo comigo momentos de aflição e felicidade.

Enfim, agradeço a todos que acreditaram e torceram por mim.

"A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê".

Arthur Schopenhauer

## RESUMO

Para que uma organização possa atingir um determinado objetivo, a mesma precisa tomar decisões que contribuam para o alcance desse objetivo, porém para que essas decisões sejam as mais assertivas possíveis em relação ao objetivo determinado, é preciso conhecer e usufruir de informações que possam servir de subsídio para que dúvidas sejam sanadas e opções de solução surjam, e desta forma seguir uma linha de raciocínio com uma probabilidade maior de acerto em relação à decisão tomada. No contexto de desenvolvimento de software, o processo de medição tem por finalidade gerar informações capazes de apoiar a tomada de decisão a fim de atingir os objetivos da organização. Este trabalho descreve o processo de medição de software utilizando a metodologia GQIM (*Goal Question Indicator Metric*) e apresenta uma proposta de catálogo com os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no contexto de processos de desenvolvimento de software a partir de uma revisão sistemática da literatura. Este trabalho apresenta também uma ferramenta de software chamada Spider-MSControl, uma solução desktop que opera um sistema cliente-servidor e visa auxiliar o processo de medição, no que tange às atividades de definição, coleta, análise e acompanhamento de medidas, seguindo as práticas definidas na abordagem GQIM. O software segue todas as práticas, os resultados esperados e as atividades definidos para o processo de Medição dos modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW e da norma ISO/IEC 12207, entre outros guias de boas práticas nesta disciplina. Ao fim esses dois vieses da pesquisa, o catálogo e a ferramenta de software são integrados, fornecendo assim uma ferramenta capaz de auxiliar a implantação do processo de medição de software dentro de uma organização e ao mesmo tempo fornecer um arcabouço de objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados, baseado na literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Medição e Análise, Qualidade de Software, Revisão Sistemática da Literatura, Ferramenta de Software.

## ABSTRACT

For an organization to achieve a certain goal, this organization need to make decisions that contribute to the achievement of this goal, but for these decisions to be the most possible assertive in relation to certain goal, it need to know and make use of information that can serve as subsidy for doubts are solved and solution options arise, and thus follow a line of reasoning with a greater likelihood of success in relation to the decision. In the software development context, the measurement process is intended to generate able to support decision-making information to achieve the organization's goals. This paper describes the software measurement process using the GQIM methodology (Goal Question Indicator Metric) and presents a catalog proposal with measurement objectives, information needs, indicators and measures most commonly used in the context of software development process from a systematic review of the literature. This paper also presents a software tool called Spider-MsControl, a desktop solution that operates in a clientserver system and aims to help the measurement process, with respect to the measures definition, collection, analysis and monitoring activities, following practices defined in GQIM approach. The software follows all practices, expected results and activities set for the Measurement process of CMMI-DEV and MR-MPS-SW models and the ISO/IEC 12207 norm, and other good practices guides in this discipline. After these two biases of research, catalog and the software tool are integrated, thus providing a tool to assist the implementation of the software measurement process within an organization while providing a framework for measuring purposes, needs information, most used indicators and measures, based on the literature.

**KEYWORDS:** Measurement and Analysis, Software Quality, Systematic Literature Review, Software Tool.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura da Metodologia Utilizada .....	6
Figura 2. Elementos do Processo.....	13
Figura 3. Paradigma GQM .....	16
Figura 4. Níveis de Maturidade e Processos Correlatos .....	23
Figura 5. Componentes do MPS.BR .....	26
Figura 6. Equivalência entre Níveis do MR-MPS-SW e níveis do CMMI-DEV.....	29
Figura 7. Relação entre Estudos Primários e Estudos Secundários.....	36
Figura 8. Número de Estudos retornados a partir da Busca Primária.....	51
Figura 9. Percentual de estudos retornados a partir da Busca Primária .....	52
Figura 10. Número de Estudos ao Longo dos Anos .....	57
Figura 11. Número de Estudos por País .....	60
Figura 12. Trabalhos por Tipo de Publicação.....	61
Figura 13. Avaliação dos Estudos: Acadêmico ou Voltados a Indústria.....	62
Figura 14. Ativos de Medição .....	63
Figura 15. Percentual de Estudos por Categoria de Qualidade .....	69
Figura 16. Tela de <i>Login</i> .....	131
Figura 17. Tela de Níveis de Acesso .....	132
Figura 18. Tela de Cadastro de Objetivo de Medição .....	134
Figura 19. Tela de Cadastro de Necessidade de Informação.....	134
Figura 20. Tela de Cadastro de Indicador.....	134
Figura 21. Tela de Cadastro de Medida.....	135
Figura 22. Tela de Cadastro do procedimento de coleta (aba Dados Gerais) .....	136
Figura 23. Tela de Cadastro do procedimento de coleta (aba Procedimento).....	136
Figura 24. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Dados Gerais) .....	137
Figura 25. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Meta e Critério de Análise) ..	137
Figura 26. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Ações).....	137
Figura 27. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Fórmula) .....	138
Figura 28. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Comunicação).....	138
Figura 29. Tela de Coleta de Medidas .....	140
Figura 30. Tela de Valor dos Indicadores.....	140
Figura 31. Tela de Análise dos Indicadores .....	141
Figura 32. Tela de Análise dos Indicadores com o auxílio de gráfico .....	141
Figura 33. Tela de Resultados .....	142
Figura 34. Tela de Relatório .....	143
Figura 35. Tela apresentando o Menu Sobre .....	145

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Exemplo de um objetivo, com suas respectivas necessidades de informação e indicadores.....	18
Quadro 2. Exemplo de indicadores e suas respectivas metas e limites para cada estado.....	19
Quadro 3. Níveis de maturidade do MR-MPS-SW .....	30
Quadro 4. Seleção de Fontes de Pesquisa.....	46
Quadro 5. Meios que mais Publicaram Estudos .....	61
Quadro 6. Ativos de medição por estudo .....	63
Quadro 7. Escala de Likert-5 .....	66
Quadro 8. Escala para cada critério de qualidade.....	67
Quadro 9. Estudos Seleccionados para a Elaboração do Catálogo .....	75
Quadro 10. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ES1.....	78
Quadro 11. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ES2.....	79
Quadro 12. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ES3.....	82
Quadro 13. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES4.....	83
Quadro 14. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES5.....	84
Quadro 15. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES6.....	90
Quadro 16. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES7.....	91
Quadro 17. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES8.....	93
Quadro 18. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES9.....	95
Quadro 19. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IWK – ES10.....	97
Quadro 20. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IWK – ES11.....	100
Quadro 21. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IWK – ES12.....	105
Quadro 22. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES13.....	106
Quadro 23. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES14.....	106
Quadro 24. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES15.....	108
Quadro 25. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES16.....	108
Quadro 26. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo SCOP – ES17.....	110
Quadro 27. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo CLEI – ES18.....	113
Quadro 28. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo SBQS – ES6.....	118
Quadro 29. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo SBQS – ES20.....	119
Quadro 30. Comparativo das Funcionalidades da Ferramenta Spider-MsControl com os Trabalhos Relacionados.....	144

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Seleção de Estudos Primários .....	55
Tabela 2. Número de Estudos por Autor .....	57
Tabela 3. Número de Estudos por Instituição.....	59
Tabela 4. Níveis de Qualidade.....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
CMMI-ACQ	<i>CMMI for Acquisition</i>
CMMI-DEV	<i>CMMI for Development</i>
CMMI-SVC	<i>CMMI for Services</i>
GMQ	<i>Goal Question Metric</i>
GQIM	<i>Goal Question Indicator Metric</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MA-MPS	Método de Avaliação MPS.BR
MN-MPS	Modelo de Negócio MPS.BR
MPS.BR	Melhoria do Processo de Software Brasileiro
MR-MPS-SV	Modelo de Referência MPS para Serviços
MR-MPS-SW	Modelo de Referência MPS para Software
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>
SOFTEX	Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro
SPIDER	<i>Software Process Improvement: Development and Research</i>
TI	Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexto do Trabalho .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Motivação .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4</b>	<b>Metodologia do Trabalho .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5</b>	<b>Estrutura do Trabalho.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Processo de Software: Uma Visão Geral.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Processo de Medição de Software .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1</b>	<i>Medição de Software .....</i>	<b>15</b>
<b>2.2.2</b>	<i>Seleção do Método a ser Usado para Medição de Software .....</i>	<b>15</b>
<b>2.2.3</b>	<i>Definição de Objetivos, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas .....</i>	<b>17</b>
<b>2.2.4</b>	<i>Especificação dos Procedimentos de Coleta e Armazenamento .....</i>	<b>20</b>
<b>2.2.5</b>	<i>Definição do Procedimento de Análise.....</i>	<b>20</b>
<b>2.2.6</b>	<i>Coleta e Análise de Medidas .....</i>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Modelos de Qualidade.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.1</b>	<b>ISO/IEC 12207 .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.1.1</b>	<i>Processo de Medição de Software e a Norma ISO/IEC 12207.....</i>	<b>21</b>
<b>2.3.2</b>	<b>O Modelo CMMI-DEV.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.2.1</b>	<i>Processo de Medição de Software e o CMMI-DEV.....</i>	<b>24</b>
<b>2.3.3</b>	<b>O Modelo MR-MPS-SW.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.3.1</b>	<i>Processo de Medição de Software e o MR-MPS-SW.....</i>	<b>29</b>
<b>2.4</b>	<b>Trabalhos Relacionados.....</b>	<b>31</b>
<b>2.5</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA O PROCESSO DE MEDIÇÃO DE SOFTWARE .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>Engenharia de Software Baseada em Evidências.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>Revisão Sistemática da Literatura.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodologia de uma Revisão Sistemática da Literatura .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.1</b>	<i>Planejamento da revisão .....</i>	<b>39</b>
<b>3.3.2</b>	<i>Condução da revisão .....</i>	<b>40</b>
<b>3.3.3</b>	<i>Apresentação da revisão.....</i>	<b>42</b>
<b>3.4</b>	<b>Planejamento da Revisão.....</b>	<b>42</b>
<b>3.4.1</b>	<i>Objetivo da Revisão .....</i>	<b>42</b>
<b>3.4.2</b>	<i>Questão de Pesquisa Principal.....</i>	<b>43</b>
<b>3.4.2.1</b>	<i>Estrutura da Questão de Pesquisa Principal.....</i>	<b>43</b>
<b>3.4.3</b>	<i>Questões de Pesquisa Secundárias .....</i>	<b>44</b>
<b>3.4.4</b>	<i>Escopo e Recursos da Pesquisa .....</i>	<b>44</b>
<b>3.4.5</b>	<i>Seleção de Fontes .....</i>	<b>46</b>
<b>3.4.6</b>	<i>Busca Primária.....</i>	<b>47</b>
<b>3.4.7</b>	<i>Identificação de Palavras-Chaves e Sinônimos .....</i>	<b>47</b>
<b>3.4.8</b>	<i>Geração de Strings de Busca .....</i>	<b>48</b>
<b>3.5</b>	<b>Condução da Revisão .....</b>	<b>52</b>
<b>3.5.1</b>	<i>Seleção dos Estudos Primários .....</i>	<b>52</b>
<b>3.5.1.1</b>	<i>CrITÉrios de Inclusão e Exclusão dos Estudos Primários.....</i>	<b>53</b>

3.5.1.2	<i>Processo de Seleção dos Estudos Primários</i> .....	54
3.5.2	<b><i>Avaliação da Qualidade dos Estudos Primários</i></b> .....	<b>64</b>
3.5.2.1	<i>Processo de Avaliação de Qualidade</i> .....	66
3.5.3	<b><i>Estratégia de Extração de Informações</i></b> .....	<b>70</b>
3.5.4	<b><i>Sumarização dos Resultados</i></b> .....	<b>71</b>
3.6	<b>Considerações Finais</b> .....	<b>71</b>
4	<b>CATÁLOGO DE MEDIÇÃO</b> .....	<b>73</b>
4.2	<b>Catálogo de Medição de Apoio ao Processo de Desenvolvimento de Software</b> ..	<b>74</b>
4.1.1	<b><i>Organização do Catálogo</i></b> .....	<b>74</b>
4.1.2	<b><i>Ativos de Medição</i></b> .....	<b>77</b>
4.1.2.1	<i>ACM – ES1</i> .....	78
4.1.2.2	<i>ACM – ES2</i> .....	79
4.1.2.3	<i>ACM – ES3</i> .....	81
4.1.2.4	<i>IEEE – ES4</i> .....	83
4.1.2.5	<i>IEEE – ES5</i> .....	84
4.1.2.6	<i>IEEE – ES6</i> .....	90
4.1.2.7	<i>IEEE – ES7</i> .....	91
4.1.2.8	<i>IEEE – ES8</i> .....	93
4.1.2.9	<i>IEEE – ES9</i> .....	95
4.1.2.10	<i>IWK – ES10</i> .....	97
4.1.2.11	<i>IWK – ES11</i> .....	100
4.1.2.12	<i>IWK – ES12</i> .....	105
4.1.2.13	<i>IWK – ES13</i> .....	105
4.1.2.14	<i>ELC – ES14</i> .....	106
4.1.2.15	<i>ELC – ES15</i> .....	107
4.1.2.16	<i>ELC – ES16</i> .....	108
4.1.2.17	<i>SCOP – ES17</i> .....	110
4.1.2.18	<i>CLEI – ES18</i> .....	113
4.1.2.19	<i>SBQS – ESQ19</i> .....	118
4.1.2.20	<i>SBQS – ES20</i> .....	119
4.1.3	<b><i>Aplicação do Catálogo</i></b> .....	<b>122</b>
4.2	<b>Avaliação do Catálogo</b> .....	<b>124</b>
4.3	<b>Considerações Finais</b> .....	<b>127</b>
5	<b>SPIDER-MSCONTROL – FERRAMENTA DE APOIO PARA USO DO CATÁLOGO DE MEDIÇÃO</b> .....	<b>128</b>
5.1	<b>Arquitetura</b> .....	<b>129</b>
5.2	<b>Principais Funcionalidades</b> .....	<b>129</b>
5.2.1	<b><i>Utilização do Método GQIM</i></b> .....	<b>130</b>
5.2.2	<b><i>Login e Níveis de Acesso</i></b> .....	<b>131</b>
5.2.3	<b><i>Gerenciamento de vários Projetos Simultâneos</i></b> .....	<b>132</b>
5.2.4	<b><i>Definição de Objetivos, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas</i></b> ....	<b>132</b>
5.2.5	<b><i>Definição dos Procedimentos de Coleta e Análise</i></b> .....	<b>135</b>
5.2.6	<b><i>Coleta de Medidas e Análise de Indicadores</i></b> .....	<b>139</b>
5.2.7	<b><i>Resultados</i></b> .....	<b>142</b>
5.2.8	<b><i>Plano de Medição e Relatório</i></b> .....	<b>142</b>
5.2.9	<b><i>Comparativo das Funcionalidades com as outras Ferramentas Encontradas</i></b> ...	<b>1423</b>
5.3	<b>Implementação</b> .....	<b>144</b>
5.4	<b>Considerações Finais</b> .....	<b>144</b>

<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>145</b>
<b>6.1</b>	<b>Sumarização dos Resultados .....</b>	<b>146</b>
<b>6.2</b>	<b>Contribuições .....</b>	<b>148</b>
<b>6.3</b>	<b>Limitações .....</b>	<b>149</b>
<b>6.4</b>	<b>Trabalhos Futuros .....</b>	<b>150</b>
<b>6.4.1</b>	<i>Evolução da Revisão Sistemática.....</i>	<b>150</b>
<b>6.4.2</b>	<i>Aplicação Prática do Catálogo.....</i>	<b>150</b>
<b>6.4.3</b>	<i>Expansão do Catálogo.....</i>	<b>150</b>
<b>6.4.4</b>	<i>Aplicação Prática da Ferramenta Spider-<i>MsControl</i> .....</i>	<b>151</b>
<b>6.4.5</b>	<i>Integrar a Ferramenta Spider-<i>MsControl</i> com Outras Ferramentas .....</i>	<b>151</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>152</b>
	<b>APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO .....</b>	<b>157</b>
	<b>APÊNDICE B – ESTUDOS PRIMÁRIOS.....</b>	<b>170</b>
	<b>APÊNDICE C – ESTUDOS EXCLUÍDOS .....</b>	<b>174</b>
	<b>APÊNDICE D – FORMULÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE ESPECIALISTA .....</b>	<b>176</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentados: a contextualização, a motivação, os objetivos, a metodologia e, finalmente, a estrutura desta dissertação. O objetivo deste capítulo é prover uma visão geral deste trabalho e estabelecer o roteiro a ser seguido durante o desenvolvimento deste.

## 1.1 Contexto do Trabalho

O sucesso de uma organização é determinado, principalmente, pelo serviço ou produto apresentado. A qualidade é então um grau de variação, que pode ser analisada durante o processo de desenvolvimento e produção. Em organizações de TI (Tecnologia da Informação) é necessário que se use dados para determinar boas práticas, melhorar modelos de processos, analisar tendências e melhorar estimativas, estabelecendo um conhecimento sobre a organização e assim melhorando a qualidade do serviço ou produto fornecido (BARCELLOS, 2009).

Alcançar um determinado grau de qualidade para poder competir no mercado é uma tarefa árdua e é preciso que se mantenha o controle. Por isso a medição faz-se importante nesse contexto, pois de acordo com Tom Demarco “Não se pode controlar o que não se pode medir” (DEMARCO, 1982). E para que se possa manter o controle do que se está fazendo, assim como prever o comportamento futuro dos produtos e processos de software, é necessária à utilização de um processo de medição (SOFTEX, 2013), uma vez que “Não se pode prever o que não se pode medir” (FENTON e PFLEEGER, 1997).

Neste contexto, as organizações são movidas por objetivos, os quais são estabelecidos e tidos como alvos a serem alcançados. Para isso, decisões precisam ser tomadas, entretanto por vezes são várias as opções e deve-se saber qual dentre essas é a

melhor. O processo de medição ajuda a atingir os objetivos das organizações gerando informações necessárias para dar suporte à tomada de decisão (ROCHA *et al.*, 2012).

No entanto, um grande problema que afeta diretamente no tempo e consequentemente no custo financeiro está em como executar o processo de medição, pois muitas organizações precisam verificar e elaborar todas as necessidades de informação, de acordo com seus objetivos de medição, assim como as medidas para executar o processo de medição e os indicadores, se fizer parte da metodologia aplicada. Desta forma, se já existisse um catálogo com esses itens já elaborados no qual as empresas simplesmente coletassem as informações tornaria o processo muito mais rápido, além de se estar trabalhando com medidas corretas e validadas, tanto por uma pesquisa de âmbito teórico, a partir de uma revisão sistemática da literatura, quanto de âmbito prático, a partir da análise de um especialista com uma vasta experiência em processos de medição.

Outro grande problema enfrentado pelas organizações é que muitas precisam verificar e elaborar um conjunto de documentos e planilhas, os quais serão utilizados para armazenar as medidas e controlar o processo de medição, que por vezes dificulta o acompanhamento do mesmo (SOFTEX, 2013). Entretanto, se tivessem à disposição uma ferramenta sistematizada esses empecilhos tornar-se-iam menos agravantes, uma vez que todo o processo iria estar centralizado e por conta disso mais organizado. Assim, a busca de uma informação poderia ser processada e encontrada mais facilmente, os gráficos e os dados seriam gerados automaticamente, ao passo que as medidas fossem inseridas na ferramenta, entre outras vantagens. É válido mencionar que ainda são poucos os softwares disponíveis e eficazes para apoiar o processo de medição, como pode ser visto na Seção 2.4 deste trabalho.

Paralelamente, diversos modelos e guias de boas práticas para processos de software, como o MR-MPS-SW – Modelo de Referência do MPS para Software (SOFTEX, 2016), a ISO/IEC 12207 (ABNT, 2009) e o CMMI-DEV – *Capability Maturity Model Integration for Development* (SEI, 2010), possuem referência à implementação da área de medição, embasando a importância deste processo. Cada modelo possui um conjunto de metas a serem alcançadas neste processo e sugestões de como implementá-lo. Entretanto, organizações consideradas de micro e pequeno porte muitas vezes não possuem recursos suficientes para implementar um processo e avaliá-lo (SOFTEX, 2016).

Assim, realizar uma pesquisa que tenha como foco descobrir quais os ativos de medição (objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas) indicados na literatura são mais utilizados para implementar o processo de medição, pode ser de grande valia para pesquisas futuras, já que pode trazer como resultados: onde os principais autores da área estão concentrando seus esforços; quais os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas são mais utilizados na implementação do processo de medição de software; quais padrões e metodologias auxiliam em seu desenvolvimento e diversas outras informações a respeito do tópico de busca. Desenvolver um software específico para implementar o processo de medição também apresenta-se de grande valia, uma vez que as organizações podem utilizá-lo para implementar o processo de medição no contexto de desenvolvimento de software ou até mesmo utilizá-lo como norteador do processo de medição nos casos em que profissionais que deveriam implementar o processo de medição dentro de uma organização não possuam experiência com o mesmo.

É objetivo do projeto aqui descrito definir um catálogo de ativos de medição, apresentando os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no processo de medição de software no contexto de desenvolvimento de software, sendo baseado em uma revisão sistemática da literatura. Este catálogo visa reunir em um único banco de conhecimento estes ativos de medição, o qual será um instrumento onde organizações desenvolvedoras/mantenedoras de softwares ou mesmo pessoas interessadas na área possam encontrar diversos ativos de medição, que podem auxiliar no processo de medição no contexto de desenvolvimento de software, tanto no sentido de orientar as empresas que por vezes não sabem por onde iniciar o processo de medição, quanto por economizar tempo, uma vez que essa concentração de dados possibilita a verificação do que se pretende atingir e selecionar da lista o que se deseja, sabendo que os dados estão corretos e validados pela pesquisa. É também objetivo deste projeto apresentar uma ferramenta de software capaz de auxiliar estas organizações a implementarem o processo de medição, dada a sua relevância para atingir os objetivos estratégicos organizacionais. A ferramenta de software proposta neste trabalho baseia-se nas práticas contidas na abordagem GQIM (*Goal-Question-Indicator-Metric*) e nos modelos e normas de qualidade como o CMMI-DEV, MR-MPS-SW e ISO/IEC 12207.

O método utilizado para realizar a elaboração do catálogo de medição proposto foi a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), uma revisão transparente, devido apresentar toda sua estratégia de pesquisa, restrições e critérios de avaliação. Além disso, é uma revisão estruturada, pois não permite ao autor uma análise *ad hoc*, nem a presença de vieses por parte deste. Segundo Kitchenham (2007), uma revisão sistemática da literatura é uma forma de avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis, referentes a uma questão de investigação particular, área temática ou fenômeno de interesse. Podendo definir, assim, esta revisão, como uma revisão abrangente e não tendenciosa. Ele afirma, ainda, que revisões sistemáticas têm por objetivo apresentar uma avaliação justa de um tópico de investigação, usando uma metodologia confiável, rigorosa e auditável.

## 1.2 Motivação

Alguns dos empecilhos na área de medição de software são: primeiro, no momento da definição dos objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas que irão fazer parte do processo de medição da organização, principalmente em pequenas e médias empresas com baixo nível de maturidade organizacional; segundo, é difícil de se encontrar um software que seja capaz de auxiliar as atividades de definição, coleta, análise e acompanhamento de medidas de forma eficiente e eficaz.

A inexistência de um banco de conhecimento a respeito dos ativos de medição mais utilizados em projetos de software, assim como a carência de um software eficiente para medição são uma forte motivação para a realização deste trabalho. Além disso, a Medição de Software tem sido um aspecto constantemente presente nos Programas de Melhoria da Qualidade do Processo de Software, tendo o seu papel destacado no *Capability Maturity Model Integration for Development* (CMMI-DEV) e no programa de Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR). Em ambos os casos, quanto mais madura a instituição, maior o escopo do processo de medição de software, aspecto que serviu como outro ponto motivador para a realização desse trabalho.

### 1.3 Objetivos

Este projeto tem como objetivo geral propor um catálogo de ativos de medição, apresentando os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no processo de medição de software no contexto de desenvolvimento de software, sendo baseado em uma revisão sistemática da literatura. Este trabalho apresenta também como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de software para auxiliar o processo de medição durante o desenvolvimento de software, seguindo as práticas definidas na abordagem GQIM e as práticas, resultados esperados e atividades definidos para o processo de Medição dos modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW e da norma ISO/IEC 12207, entre outros guias de boas práticas nesta disciplina. Ao fim, objetiva-se integrar esses dois vieses da pesquisa, o catálogo e a ferramenta de software, fornecendo assim um instrumento capaz de auxiliar a implantação do processo de medição de software dentro de uma organização e ao mesmo tempo fornecer um arcabouço de objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados, baseado na literatura. Vale salientar que os produtos deste trabalho serão disponibilizados à comunidade de forma gratuita.

Para atender ao objetivo geral, devem ser contemplados os seguintes objetivos específicos:

- Aprofundar o conhecimento sobre Medição de Software, a fim de auxiliar um melhor planejamento para realizar a Revisão Sistemática da Literatura;
- Definir previamente especificações, tais como, restrições de pesquisas, critérios de inclusão e exclusão de estudos primários, critérios de qualidade para esses estudos, dentre outras, que nortearão a realização da revisão sistemática da literatura;
- Conduzir a Revisão Sistemática da Literatura, seguindo as especificações estabelecidas previamente;
- Analisar os resultados da revisão por meio da caracterização dos estudos selecionados;
- Extrair dados, conforme a estratégia estabelecida a priori, a fim de responder as questões de pesquisa da revisão;

- Definir um catálogo contendo os ativos de medição (objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas) mais utilizados no processo de medição de software;
- Avaliar o catálogo de abordagens com a ajuda de especialistas;
- Selecionar modelos e normas de qualidade que tratam do processo de medição de software;
- Mapear as boas práticas, resultados esperados e atividades sobre o processo de medição de software dos modelos e normas de qualidade selecionados;
- Desenvolver um software capaz de auxiliar o processo de medição, no que tange às atividades de definição, coleta, análise e acompanhamento de medidas. O software deve seguir todas as práticas, resultados esperados e atividades definidos nos modelos e normas de qualidade selecionados;
- Publicar resultados de pesquisa em eventos especializados.

## 1.4 Metodologia do Trabalho

A realização deste trabalho seguiu a estrutura apresentada na figura 1 e ocorreu por meio das etapas apresentadas na mesma e descritas a seguir:

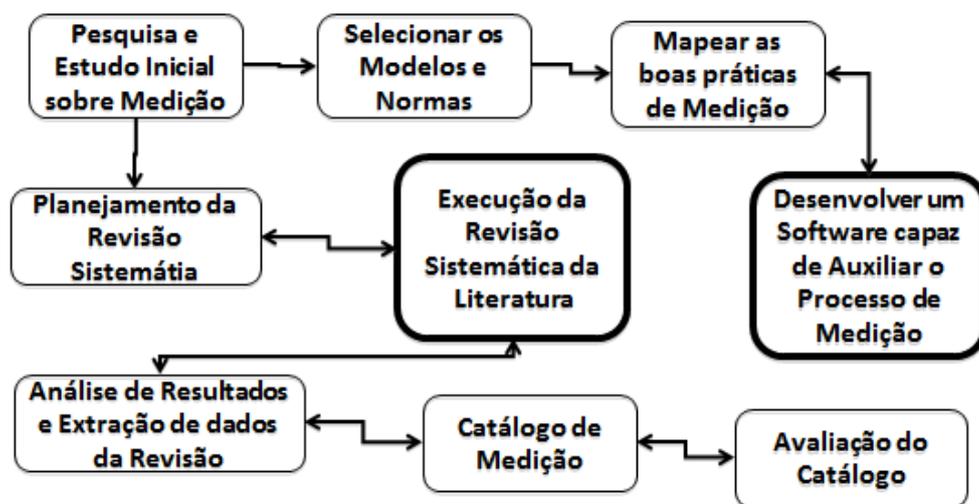


Figura 1. Estrutura da Metodologia Utilizada

Fonte: Elaborado pelo autor.

### a) Etapa de Estudo Inicial

- Estudo geral de trabalhos na área de Engenharia de Software, que forneceu uma visão sobre Processo de Medição e as limitações existentes;

- Seleção e estudo geral de modelos, normas e guias para processos de software;
- Estudo aprofundado de trabalhos na área de Processos de Medição no contexto de desenvolvimento de software que serviram de fundamentação para a elaboração do estado da arte deste trabalho.

**b) Etapa da Revisão Sistemática**

- Estudo teórico de revisões sistemáticas da literatura aplicadas na área de Engenharia de Software;
- Definição de um protocolo de revisão sistemática;
- Aplicação do protocolo de revisão sistemática;
- Análise dos resultados da aplicação do protocolo de revisão;
- Obtenção de estudos selecionados pela revisão sistemática.

**c) Etapa de Desenvolvimento do Catálogo de Medição**

- Extração de Resultados da Revisão Sistemática da Literatura referentes aos Ativos de Medição de apoio ao processo de medição de software;
- Descrição dos ativos de medição encontrados na literatura;
- Avaliação do catálogo proposto com auxílio de um especialista em processo de medição e melhoria, implementação e avaliação de processos;
- Análise das sugestões propostas pelo especialista que realizou a avaliação.

**d) Etapa de Desenvolvimento da Ferramenta de Software**

- Seleção dos modelos e normas de qualidade que tratam do processo de medição de software a serem utilizados como base para a ferramenta de software proposta;
- Mapeamento das boas práticas, resultados esperados e atividades sobre o processo de medição de software dos modelos e normas de qualidade selecionados;
- Definição da linguagem de programação, banco de dados e padrões de projetos utilizados durante o desenvolvimento;

- Desenvolvimento de um software capaz de auxiliar o processo de medição, no que tange às atividades de definição, coleta, análise e acompanhamento de medidas, devendo o mesmo, estar de acordo com a linguagem de programação, banco de dados e padrões de projeto definidos e seguir todas as práticas, resultados esperados e atividades definidos nos modelos e normas de qualidade selecionados;
- Realização de reuniões semanais (*sprints*) para o acompanhamento das atividades de desenvolvimento da equipe e demanda de novas atividades para a semana seguinte até a conclusão do processo de desenvolvimento.

#### e) Etapa de Documentação

- Redação final da dissertação.

Adicionalmente, Silva e Menezes (2001) apontam que existem diversas formas de se classificar uma pesquisa, com base na literatura especializada. Assim, neste contexto, pode-se caracterizar a pesquisa realizada neste trabalho como sendo:

- **Quanto à natureza:** apresenta-se como uma pesquisa Aplicada, por objetivar a geração de conhecimentos para a aplicação prática a fim de alcançar à solução de problemas específicos;
- **Quanto à abordagem do problema:** define-se como uma pesquisa Quantitativa e Qualitativa, pois em determinados momentos há necessidade de se traduzir em números opiniões e informações obtidas com o uso de questionários e da revisão sistemática da literatura;
- **Quanto aos objetivos:** trata-se de uma pesquisa Exploratória, Descritiva e Aplicável, já que proporciona um maior entendimento do problema, tornando-o mais explícito, além de envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas com experiência prática, e por fim o desenvolvimento de uma ferramenta de software;
- **Quanto aos procedimentos técnicos:** classifica-se como uma pesquisa Bibliográfica e de Desenvolvimento, pois a mesma foi elaborada a partir de materiais publicados como artigos de periódicos e eventos, livros e materiais disponibilizados na Internet, assim como também realizou a implementação de uma ferramenta de software, vale ressaltar que esses materiais publicados,

também foram úteis para elaborar as regras de negócio utilizadas na ferramenta de software desenvolvida.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

Além deste capítulo, que trata sobre a introdução geral do trabalho realizado, identificando o contexto de seu desenvolvimento, os seus objetivos e a metodologia utilizada para a execução deste trabalho, é descrita a seguir a estrutura dos demais capítulos desta dissertação.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica deste trabalho, que inclui trabalhos relacionados e uma descrição detalhada dos padrões de qualidade utilizados.

O Capítulo 3 apresenta a revisão sistemática da literatura, incluindo desde a fundamentação teórica da mesma até os seus resultados preliminares.

O Capítulo 4 apresenta o Catálogo de Medição, o qual agrega os ativos de medição que são mais utilizados no contexto de medição de software retirados dos resultados da revisão sistemática da literatura, discutida no Capítulo 3.

O Capítulo 5 apresenta a Ferramenta Spider-MsControl, uma ferramenta de software capaz de auxiliar o processo de medição em suas etapas de definição, coleta, análise e acompanhamento de medidas.

E, finalmente, o Capítulo 6 apresenta a conclusão e as contribuições deste trabalho, a indicação de trabalhos futuros e as considerações finais desta dissertação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica desta dissertação, apresentando os seguintes tópicos em relação ao Processo de Medição de Software:

- Processo de Software;
- Processo de Medição de Software;
  - Medição de Software;
  - Seleção do Método a ser Usado para Medição de Software;
  - Definição de Objetivos, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas;
  - Especificação dos Procedimentos de Coleta e Armazenamento;
  - Definição do Procedimento de Análise;
  - Coleta e Análise de Medidas.
- Normas, Modelos, e Guias de boas práticas de qualidade de processo de software aplicadas ao Processo de Medição de Software;
- Trabalhos Relacionados;
- Considerações Finais do capítulo;

### 2.1 Processo de Software: Uma Visão Geral

Para Sommerville (2011) um processo de software é um conjunto de atividades relacionadas que levam a um produto de software. Já para Pressman (2011), é como uma metodologia para as atividades, ações e tarefas necessárias para desenvolver um software de alta qualidade, que tem sua importância por propiciar estabilidade, controle e organização para uma atividade, que pode se tornar bastante caótica.

Humphrey (1989) interpreta o conceito de processo de software dando enfoque às necessidades do cliente, definindo então este, como um conjunto de atividades relacionadas de Engenharia de Software, que são necessárias para produzir software a partir dos requisitos do usuário. Já Gruhn (2002) apresenta o processo de software como o conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações que guiam pessoas na produção de software. Sendo assim, um processo de software define o conjunto de

atividades que serão conduzidas no contexto do projeto, os recursos (software, hardware e pessoas) necessários, os artefatos (insumos e produtos) e os procedimentos a serem adotados na realização de cada uma das atividades.

Levando em consideração modelos, guias e normas de qualidade para o desenvolvimento de software, o processo de software é definido pelo guia PMBOK – *Project Management Body of Knowledge* (PMI, 2014), como uma combinação de atividades inter-relacionadas realizadas, com o intuito de atingir um objetivo, como alcançar resultados, produtos ou serviços. Para o modelo de qualidade CMMI – *Capability Maturity Model Integration* (SEI, 2010), um processo é definido quando existe documentação que detalha o que é feito, quando, por quem, os itens utilizados e os itens produzidos.

Quanto à classificação, Sommerville (2011) classifica os Processos de Software nas seguintes categorias:

- a) **Processos informais:** a organização não possui uma definição concreta do processo de software, não há um modelo estritamente definido. O processo utilizado é escolhido pela equipe de desenvolvimento. Os processos informais podem utilizar procedimentos formais, como o gerenciamento de configuração, mas os procedimentos a serem utilizados e as relações entre eles não são predefinidos;
- b) **Processos gerenciados:** é utilizado um modelo de processo padrão instanciado para cada projeto, com o intuito de direcionar futuras evoluções. O modelo de processo define os procedimentos utilizados, os cronogramas e as relações entre os procedimentos;
- c) **Processos metódicos:** possui alguns métodos definidos, que são utilizados para normatizar o processo de software parcialmente ou totalmente;
- d) **Processos melhorados:** processos de software que possuem orçamento e procedimentos específicos visando sua melhoria, ou seja, têm como principal objetivo a melhoria contínua. Medições quantitativas de processo podem ser introduzidas, como parte dessas melhorias.

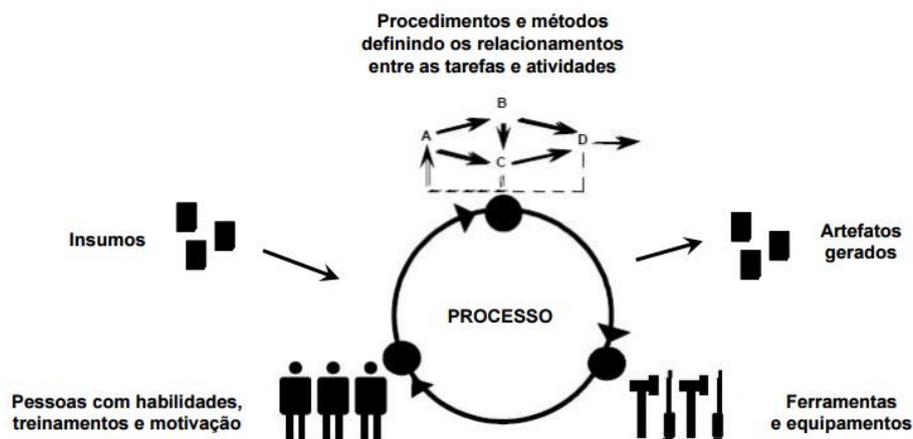
A classificação definida por Sommerville (2011) é bastante útil, pois serve de base para a melhoria do processo multidimensional, ou seja, não são exclusivas, já que

um projeto de uma mesma organização pode ter mais de um tipo de processo, de acordo com as necessidades demandadas.

Alguns principais componentes relacionados à definição de processo de desenvolvimento software são identificados por Falbo (1998) e Travassos (1994), tais como:

- a) **Atividades:** tarefas ou trabalhos a serem realizados, que requerem recursos e podem consumir ou produzir um artefato. Para sua realização, uma atividade pode adotar um procedimento. Uma atividade pode ser decomposta em outras atividades. Além disso, atividades, em qualquer nível, podem depender da finalização de outras atividades;
- b) **Artefatos:** produtos de software produzidos ou consumidos por atividades durante sua realização. Alguns exemplos são: manuais de qualidade, manuais de revisão, diagramas de fluxo de dados, diagramas de objetos, código fonte, entre outros;
- c) **Procedimentos:** são condutas bem estabelecidas e ordenadas para a realização de atividades. Alguns procedimentos podem ser parcialmente automatizados por ferramentas de software. São exemplos de procedimentos: técnicas de avaliação da qualidade, tais como inspeções e *walkthroughs*, roteiros diversos para a produção de documentos, normas de programação, entre outros;
- d) **Recursos:** pessoas, ferramentas de software, equipamentos ou quaisquer outros recursos necessários à execução de uma atividade. Um recurso humano, especificamente, desempenha um papel na execução das atividades do processo;
- e) **Insumos:** elementos necessários para a realização de uma tarefa ou atividade pode ser um elemento de saída de outras atividades ou tarefas;
- f) **Processos:** agrupamento de atividades relacionadas que têm lugar durante o desenvolvimento de um produto.

Esses componentes podem ser visualizados de melhor forma na Figura 2.



**Figura 2. Elementos do Processo**

Fonte: *PrimeUp* - Laboratório de Engenharia de Software – PUC-Rio.

Humphrey (1989) identificou que a busca por um software de qualidade tem sido realizada em duas vertentes: a qualidade do processo e a qualidade do produto. A qualidade do processo tem foco nas tarefas e processos geradores do produto, por meio do controle e gerenciamento do ciclo de vida do software, enquanto a qualidade do produto dedica-se a identificar características tangíveis dos produtos resultantes de um processo, estabelecendo assim critérios que auxiliarão na avaliação do software produzido.

O desenvolvimento de produtos de software confiáveis e dentro do cronograma e custo planejado sempre foi um desafio para a Engenharia de Software (BERTOLLO e FALBO, 2003). O relacionamento entre atividades e componentes pode apresentar grande complexidade na coordenação de tarefas durante o ciclo de vida do software. Assim, a definição de um processo de software possibilita que profissionais da Engenharia de Software trabalhem de forma ordenada (HUMPHREY, 1989). Estudos apontam que uma das principais causas dos problemas enfrentados no desenvolvimento de software é a falta de um processo bem definido e efetivo (FUGGETTA, 2000).

Um processo de software definido permite monitorar o tempo gasto em cada tarefa e o número de defeitos introduzidos ou removidos em cada etapa do desenvolvimento. Esses dados auxiliam a análise do processo e a identificação de problemas e possíveis melhorias (ZHRAN, 1998).

A qualidade do processo de software é uma abordagem comumente utilizada

para alcançar a qualidade de software (HUMPHREY, 1989), isto acontece através da melhoria do processo de software (*Software Process Improvement - SPI*).

## **2.2 Processo de Medição de Software**

Para que uma organização possa atingir um determinado objetivo, a mesma precisa tomar decisões que contribuam para o alcance desse objetivo, porém para que essas decisões sejam as mais assertivas possíveis em relação ao objetivo determinado é preciso conhecer e usufruir de informações que possam servir de subsídio para que dúvidas sejam sanadas e opções de solução surjam e, desta forma, seguir uma linha de raciocínio com uma probabilidade maior de acerto em relação à decisão tomada.

No contexto de desenvolvimento de software, o processo de medição tem por finalidade gerar informações capazes de apoiar a tomada de decisão a fim de atingir os objetivos da organização e por esse motivo o processo de medição deve estar sempre alinhado aos objetivos estratégicos da organização para que se obtenham os resultados desejados.

O processo de medição possui grande importância no que tange ao planejamento estratégico de uma organização. Por exemplo, se a organização deseja aumentar a produtividade de um determinado setor da empresa, deve-se buscar saber qual a produtividade atual, quanto de retrabalho está sendo realizado, o que mais afeta para que se tenha retrabalho, dentre outras informações relevantes e, dessa forma, conhecendo o que está afetando o índice atual de retrabalho pode-se tomar decisões para que isso seja minimizado. A estratégia adotada será estabelecida a partir dos resultados do processo de medição, por exemplo, se a equipe não apresentar um alto índice de retrabalho, mas se for o caso de algum trabalho estar despendendo muito tempo por conta da metodologia aplicada, a medida a ser tomada nesse caso pode ser desenvolver um novo método mais ágil para o mesmo fim. Vale mencionar que, sendo a medição um processo complexo, a mesma deve ser planejada e seus resultados analisados por um profissional que entenda de fato do processo, mesmo porque as medidas resultantes do processo para análise são dados quantitativos, ou seja, só será obtido como resposta números, e geralmente gráficos são usados para melhorar a interpretação dessas medidas.

### ***2.2.1 Medição de Software***

O processo de medição deve estar sempre de acordo com os objetivos estratégicos e organizacionais da empresa, uma vez que esse é o grande diferencial das organizações que de fato sabem utilizar o processo de medição das outras que simplesmente acumulam dados inúteis, pois em consonância com os objetivos da organização sabe-se o porquê de se estar utilizando os indicadores e as medidas escolhidas.

O processo de medição para poder ser bem executado precisa anteriormente ser bem elaborado e planejado e para auxiliar nisso um conjunto de passos foram elaborados, os quais podem ser encontrados tanto na literatura quanto nos guias dos modelos de processos, tais como nos guias do MPS.BR e do CMMI. As subseções a seguir mostram um seguimento no raciocínio de como elaborar o processo de medição, assim como os pontos que o formam.

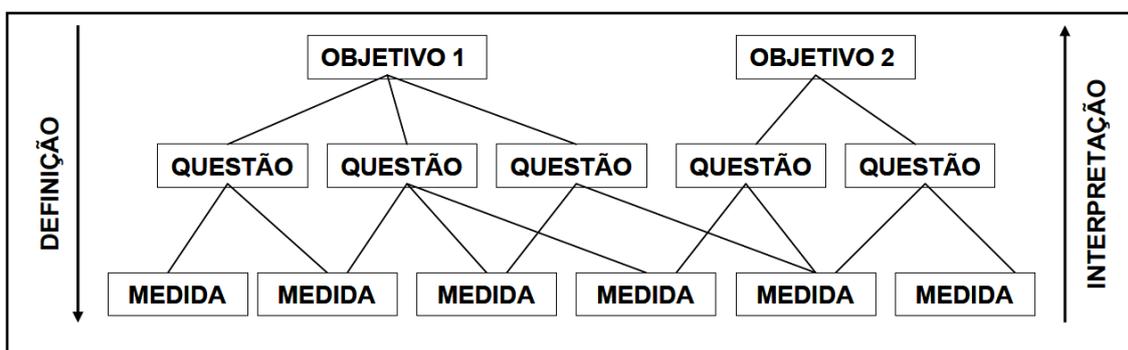
### ***2.2.2 Seleção do Método a ser Usado para Medição de Software***

Durante o processo de medição é importante que se use um método de medição para poder ajudar na organização e na prática do como fazer a medição de software. Dentre os métodos mais utilizados está o GQM (*Goal Question Metric*) (BASILI *et al.*, 1994), onde são definidos os objetivos organizacionais e os objetivos de projeto da organização e a mesma deve ter bem claro quais metas deseja atingir. A partir desses objetivos são estipuladas questões que possam ajudar para que de posse das respostas dessas questões uma análise possa ser feita e assim conseguir apoiar a tomada de decisão com base em dados, para atingir aos objetivos anteriormente planejados.

Para responder as questões ou necessidades de informação estipuladas, medidas precisam ser definidas, por exemplo, se o objetivo é aumentar a produtividade da equipe, uma das questões que poderiam ser relevantes é, “Qual a produtividade da equipe de projeto atualmente?”. Para responder a essa questão, medidas como tamanho das atividades e tempo que a equipe gasta trabalhando em uma determinada atividade poderiam suprir essa necessidade de informação, pois dividindo-se o tamanho da atividade pelo tempo investido para que a mesma seja realizada de maneira correta, e guardando esses dados por um tempo de uma semana, por exemplo, obter-se-ia com isso a produtividade da equipe em uma semana. Este indicador, por sua vez, é um dado

relevante, mas não suficiente para ajudar a tomar uma decisão. A fim de aumentar a produtividade da equipe, outras informações que poderiam ser usadas para isso seriam saber o percentual de retrabalho, o que está agregando valor ao projeto ou mesmo qual o percentual de tarefas rejeitadas e o porquê do percentual apresentado.

Solingen e Berghout (1999) afirmam que o resultado da aplicação do GQM é uma estrutura hierárquica com três níveis (Figura 3): o nível conceitual (Objetivo), o nível operacional (Questão ou Necessidade de Informação) e o nível quantitativo (Medida). Através de uma abordagem *top-down* e orientada a objetivos, são definidos objetivos que são refinados em questões. Medidas são, então, definidas de forma que sejam adequadas para responder as questões. A análise das medidas permite verificar o grau de alcance dos objetivos.



**Figura 3. Paradigma GQM**  
 Fonte: adaptado de Basili et al. (1994).

O método GQIM (PARK *et al.*, 1996), é uma variação do método GQM, que está baseado no entendimento de que identificar questões e medidas sem visualizar um indicador muitas vezes não é suficiente (ROCHA *et al.*, 2012). Por exemplo, se ao utilizar o método GQM obteve-se a resposta de que a produtividade semanal da equipe é 85%, isso seria bom ou ruim? É difícil dizer, pois não se tem nenhum parâmetro de comparação, entretanto com o uso de indicadores, limites podem ser estipulados e assim têm-se parâmetros para comparar. Neste caso, uma suposição de possíveis limites seria: abaixo de 80% a produtividade está em um estado crítico e é preciso tomar alguma medida; entre 80% e 90% encontra-se em um estado de alerta, ou seja, não é tão preocupante, mas alguma ação corretiva pode ser tomada; e acima de 90% está dentro dos padrões esperados, tudo certo com o desenrolar das atividades e nenhuma ação corretiva precisa ser tomada. Nesse caso, com o uso do GQIM e a aplicação de indicadores e tendo por base os limites indicados, sabe-se que uma produtividade de 85% encontra-se em um estado de alerta. Vale mencionar que os limites de cada

indicador variam de acordo com o indicador trabalhado e de acordo com a organização que o está definindo.

Optou-se pelo método GQIM para ser utilizado neste trabalho pelo fato do mesmo trabalhar com base no GQM que é uma metodologia amplamente difundida e conhecida (ROCHA *et al.*, 2012) e acrescentar à esta metodologia indicadores que oferecem um auxílio no que tange aos procedimentos tanto de coleta quanto de análise e ainda oferece um suporte em relação à análise dos dados, pois apresenta como o próprio nome já sugere, indicadores para se ter uma noção melhor sobre os valores apresentados no resultado.

### ***2.2.3 Definição de Objetivos, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas***

Inicialmente, os objetivos de medição devem ser definidos, onde deve-se levar em consideração informações tais como: porque esse objetivo é relevante; quem são os interessados no mesmo; em que ambiente encontra-se; se a abrangência está a nível organizacional ou de projeto; além de alguma outra observação específica da organização que seja relevante para a definição.

De posse dos objetivos, é preciso definir necessidades de informações ou questões de forma que, de posse das respostas das mesmas, seja possível apoiar a tomada de decisão a fim de alcançar os objetivos anteriormente definidos. Durante a definição de uma necessidade de informação, dados como quem levantou essa questão, a prioridade dessa questão em relação às outras e o relacionamento com um determinado objetivo são informações importantes de serem registradas, pois as mesmas poderão auxiliar futuramente com o melhor esclarecimento da necessidade de informação levantada, a seleção de quais necessidades prevalecerão no processo caso não seja possível utilizar todas e poder identificar facilmente qual questão pertence a um determinado objetivo, respectivamente. Um objetivo pode ter uma ou mais necessidades de informação, porém uma necessidade de informação está relacionada ou pertence a somente um objetivo, de acordo como é exemplificado no Quadro 1.

**Quadro 1. Exemplo de um objetivo, com suas respectivas necessidades de informação e indicadores**

<b>OBJETIVO</b>	<b>NECESSIDADE DE INFORMAÇÃO</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>PRIORIDADES</b>
Aumentar a produtividade da Equipe	Qual percentual do projeto está agregando valor ao produto/negócio?	PAV – Pontos que Agregam Valor	1
	Qual o percentual de hora de retrabalho da equipe?	IR – Índice de Retrabalho	2
	Qual o percentual de tarefas rejeitadas na sprint?	ITR – Índice de Tarefas Rejeitadas	3
	Qual a produtividade das equipes dos projetos?	VVT – Variação da Velocidade do Time	4

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Medir custa caro, não somente referente a dinheiro, mas também envolve um esforço considerável em termos de recursos humanos (ROCHA *et al.*, 2012), em termos de tempo que é investido no processo, entre outros e por isso não se pode ter muitas medidas, pois com número muito grande de medidas o processo acaba sendo muito custoso, além do que com muitas medidas é bom sempre verificar se as informações irrelevantes ou não necessárias estão sendo geradas. Todavia, não se pode também ter poucas medidas, pois dessa forma é possível que essas poucas medidas não cheguem a suprir as necessidades de informação e assim não geram dados suficientes que possam apoiar na tomada de decisão. As prioridades, como as presentes no Quadro 1, auxiliam nos casos em que a organização não possui recursos suficientes para implantar o processo planejado em sua totalidade, dessa forma são selecionadas as necessidades de informações mais prioritárias para serem mantidas e a que apresentar um baixa prioridade poderá ser retirada do processo. Vale mencionar que deve-se verificar até que ponto a questão retirada do processo pode comprometer os resultados obtidos e, a partir disso, se for o caso, redefinir alguns objetivos e necessidades de informação.

Os indicadores por sua vez, estão relacionados com as necessidades de informação em uma relação de um para um. Os indicadores apresentam um determinado estado, podendo esse ser um estado Crítico ou um estado de Alerta ou simplesmente um estado em que tudo está Ok. Esses três estados indicam a situação de um determinado indicador e partir deles determinadas ações são tomadas. Cada estado apresenta um

limiar de valores e o indicador altera o seu estado se o mesmo encontra-se dentro desse limiar. Isso pode ser mais bem compreendido com o auxílio do Quadro 2.

**Quadro 2. Exemplo de indicadores e suas respectivas metas e limites para cada estado**

INDICADOR	METAS E LIMISTES DOS ESTADOS
IR – Índice de Retrabalho	 OK = Até 10%  ALERTA = entre 10% e 20%  CRÍTICO = acima de 20%
VVT – Variação da Velocidade do Time	 OK = acima de 90%  ALERTA = entre 80% e 90%  CRÍTICO = abaixo de 80%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

As medidas caracterizam em termos quantitativos, alguma propriedade de um objeto (Rocha *et al.*, 2012), ou seja, são números ou dados reais sobre algo no projeto que de fato ocorreu e é a partir delas que os valores dos indicadores são gerados. Na metodologia GQIM, os indicadores podem ser básicos ou derivados. Indicadores básicos são aqueles em que simplesmente com a coleta de uma medida já se tem o valor do indicador, por exemplo, ao se coletar a medida, tamanho de uma atividade, não se faz necessário nenhum cálculo para saber essa informação, pois no momento da coleta já se sabe qual o tamanho da atividade. Entretanto, indicadores derivados são compostos por duas ou mais medidas básicas, por exemplo, para medir produtividade precisa-se coletar o tamanho das atividades e o tempo empregado nas mesmas, dividindo-se o tamanho pelo tempo, para assim se chegar ao valor do indicador. Vale mencionar que como na metodologia GQM não existem indicadores, as medidas passam a ser básicas ou derivadas (BASILI *et al.*, 1994).

Existem várias informações importantes que devem ser levadas em consideração durante a identificação das medidas, essas variam de organização para organização. Entretanto, algumas dessas são: o nome da medida, uma definição da mesma, a unidade de medida (ex. porcentagem), uma escala de valores (ex. números inteiros), faixa de valores, estipulando os valores mínimo e máximo de uma medida.

#### ***2.2.4 Especificação dos Procedimentos de Coleta e Armazenamento***

Os procedimentos de coleta definem quais dados serão coletados, de que forma, quando e quem irá coletar os mesmos. Enquanto isso, os procedimentos de armazenamento estão relacionados ao local de armazenamento dos dados, de forma que se possa garantir a integridade e segurança dos mesmos, além de ser possível a recuperação futura quando necessário.

#### ***2.2.5 Definição do Procedimento de Análise***

Os procedimentos de análise descrevem como deve ser a representação dos dados para análise, como os mesmos serão analisados (podendo estar acompanhados de ações a serem tomadas), quais os critérios de análise, a frequência na qual os dados serão analisados, o tipo de gráfico que será utilizado durante a análise dos indicadores, além do responsável por realizar a análise.

#### ***2.2.6 Coleta e Análise de Medidas***

Depois de definir os procedimentos de coleta, armazenamento e análise, inicia-se a coleta das medidas dentro do desenvolvimento de software na organização. Essas coletas devem seguir o procedimento de coleta definido, respeitando os períodos e frequências determinados, entre outros procedimentos. Por se tratar de dados quantitativos, é melhor gerar um gráfico a partir dos dados coletados para poder se ter uma visualização mais acessível ou amigável, e assim poder analisar os dados mais claramente e obter conclusões mais precisas.

### **2.3 Modelos de Qualidade**

Diversos métodos, padrões e boas práticas foram criados pela comunidade de Engenharia de Software no que tange a qualidade de desenvolvimento de software, e acredita-se que o uso destes possa ajudar as empresas a melhorar seu desempenho quanto a custo, prazo, qualidade, entre outros. Porém, Nogueira (2006) constatou que normalmente as organizações só implementam tais práticas quando são exigidas em avaliações de processos. Dentre os padrões que oferecem as boas práticas para o processo de medição, pode-se citar: o CMMI-DEV (*Capability Maturity Model*

*Integration for Development*) (SEI, 2010), a norma ISO/IEC 12207 (ISO/IEC, 2008), e o MR-MPS-SW (Modelo de Referência do MPS.BR para Software) (SOFTEX, 2016). Estes modelos, normas e guias de boas práticas são apresentados nesta seção, situando o processo de medição em seu contexto.

Nas subseções a seguir, o processo de medição de software será descrito como um componente de cada um dos padrões citados, para definir a base de conhecimentos para os capítulos seguintes.

### **2.3.1 ISO/IEC 12207**

A ISO/IEC 12207 (ABNT, 2009) é uma norma de referência, e não de certificação, que tem como objetivo definir o processo de ciclo de vida de software. Ela tenta resolver o problema da proliferação de normas, procedimentos e métodos de Engenharia de Software que surgem atualmente, pelo estabelecimento de uma estrutura comum que possa ser utilizada para estabelecer uma linguagem comum nos processos de software (ABNT, 2009). Nesse contexto, ela fornece um arcabouço único de conceitos de Engenharia de Software para que os profissionais da área possam se comunicar por meio de termos padronizados. Pode ser aplicada em: aquisição de sistemas e produtos de software e de serviços, fornecimento, desenvolvimento, operação, manutenção e desativação de produtos de software (ABNT, 2009).

A ISO/IEC 12207 não exige a utilização de quaisquer métodos, ferramentas, treinamentos, métricas ou tecnologias. Isto possibilita que a norma seja utilizada mundialmente e possa acompanhar a evolução da Engenharia de Software nas diversas culturas organizacionais. A norma pode ser utilizada com qualquer modelo de ciclo de vida, método ou técnica de Engenharia de Software e linguagem de programação. Dada a sua relevância, esta característica foi incorporada a outros modelos e normas relativos à Engenharia de Software como o MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016) e o CMMI-DEV (SEI, 2010).

#### **2.3.1.1 Processo de Medição de Software e a Norma ISO/IEC 12207**

O Processo de Medição de Software apresentado na norma ISO/IEC 12207 tem como propósito “coletar, armazenar, analisar e relatar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na unidade organizacional, de forma a

apoiar a gerência efetiva dos processos e demonstrar objetivamente a qualidade dos produtos” (ISO/IEC, 2008).

Este processo conta com sete resultados esperados. São eles (ISO/IEC, 2008):

- a) As necessidades de informação dos processos técnicos e gerenciais são identificadas;
- b) Um conjunto adequado de medidas, orientado pelas necessidades de informação é identificado ou desenvolvido;
- c) As atividades de medição são identificadas e planejadas;
- d) Os dados requeridos são coletados, armazenados, analisados e os resultados interpretados;
- e) As informações produzidas são usadas para apoiar decisões e fornecer bases objetivas para a comunicação;
- f) O processo medição é medido e avaliado;
- g) Melhorias são comunicadas ao responsável pelo processo medição.

### **2.3.2 O Modelo CMMI-DEV**

O *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) é um modelo de qualidade de processo de software concebido pelo *Software Engineering Institute* (SEI), cuja principal meta é ajudar a integrar funções organizacionais tradicionalmente separadas, definir objetivos e prioridades na melhoria de processo, prover orientação para processos de qualidade e prover um ponto de referência para avaliação de processos (SEI, 2010).

O CMMI é composto por três modelos (SEI, 2010):

- *CMMI for Development* (CMMI-DEV) publicada em agosto de 2006. Foca no processo de desenvolvimento de produtos e serviços;
- *CMMI for Acquisition* (CMMI-ACQ) publicada em novembro de 2007. Foca nos processos de aquisição e terceirização de bens e serviços;
- *CMMI for Services* (CMMI-SVC) publicada em fevereiro de 2009. Foca nos processos de empresas prestadoras de serviços.

O CMMI-DEV possui duas representações: contínua e por estágios. Que permitem à organização utilizar diferentes caminhos para a melhoria de acordo com seu

interesse.

A melhoria contínua possibilita à organização utilizar a ordem de melhoria que melhor atende aos objetivos de negócio da empresa. Cada processo pode ser caracterizado na representação contínua nos seguintes níveis de capacidade (SEI, 2010):

- Nível 0 ou Incompleto (caótico);
- Nível 1 ou Executado: o processo é executado de modo a completar o trabalho necessário para produzir o trabalho necessário;
- Nível 2 ou Gerenciado: planejar a execução do processo e analisar a aderência entre o planejado e o executado;
- Nível 3 ou Definido: o processo é construído sobre as diretrizes do processo existente, e é mantido uma descrição do processo.

A representação contínua é indicada quando a empresa deseja tornar apenas alguns processos mais maduros, quando já utiliza algum modelo de maturidade contínua ou quando não pretende usar a maturidade alcançada como modelo de comparação com outras empresas.

A representação por estágios, por sua vez, disponibiliza uma sequência pré-determinada de processos para melhoria baseada em níveis de maturidade. A vantagem de utilizá-las reside no fato de que cada nível serve de base para o próximo, como se pode ver na Figura 4.

Nível	Capacidade
<b>5</b> Melhoria Contínua de Processo	Gestão de Processo Organizacional Análise Causal e Resolução
<b>4</b> Gerenciamento Quantitativo	Desempenho de Processo Organizacional Gerenciamento Quantitativo de Projeto
<b>3</b> Padronização de Processo	Desenvolvimento de Requisitos Solução Técnica Integração de Produto Verificação Validação Foco de Processo Organizacional Definição de Processo Organizacional Treinamento Organizacional Gerenciamento Integrado de Projeto Gerenciamento de Riscos Análise de Decisão e Resolução
<b>2</b> Gerenciamento Básico de Projeto	Gerenciamento de Requisitos Planejamento de Projeto Acompanhamento e Controle de Projeto Gerenciamento de Acordo com Fornecedor Medição e Análise Garantia da Qualidade de Processo e Produto Gerência de Configuração
<b>1</b> Esforço Heróico	

**Figura 4. Níveis de Maturidade e Processos Correlatos**  
Fonte: adaptado de SEI (2010).

Nesta representação a maturidade é medida por um conjunto de áreas de processos. Assim, por exemplo, é necessário que todas as áreas de processos atinjam nível de capacidade dois para que a empresa seja certificada com nível dois.

#### 2.3.2.1 *Processo de Medição de Software e o CMMI-DEV*

O CMMI-DEV possui uma área de processo relacionada à Medição e Análise que está no nível 2 de maturidade. Esta área de processo tem como objetivo “desenvolver e sustentar uma capacidade de medição usada para apoiar a gestão de necessidades de informação.” (adaptado de SEI, 2010). As recomendações do CMMI-DEV para esta área de processo são (adaptado de SEI, 2010):

- SG 1: Alinhar Medição e Atividades de Análise:
  - SP 1.1 Estabelecer Objetivos de Medição;
  - SP 1.2 Especificar Medidas;
  - SP 1.3 Especificar Procedimentos de Coleta de Dados e Armazenamento;
  - SP 1.4 Especificar Procedimentos de Análise;
- SG 2: Fornecer Resultados de Medição:
  - SP 2.1 Obter dados de medição;
  - SP 2.2 Analisar dados de medição;
  - SP 2.3 Armazenar Dados e Resultados;
  - SP 2.4 Comunicar os resultados.

No nível 2 do CMMI as organizações estão começando a implementar o processo de medição, porém no nível 4, Gerenciado Quantitativamente, o processo de medição é amplamente utilizado para o controle estatístico de processos com a finalidade de “gerenciar quantitativamente o projeto para atingir os objetivos de desempenho de qualidade e processo estabelecidos no projeto.” (adaptado de SEI, 2010), dessa forma, podendo prever o que pode ocorrer dentro de um determinado contexto. Como o presente trabalho está mais voltado para organizações que estão iniciando o processo de medição, voltou-se a atenção para os processos estabelecidos no nível 2 do CMMI, não abordando assim o controle estatístico de processos.

### 2.3.3 O Modelo MR-MPS-SW

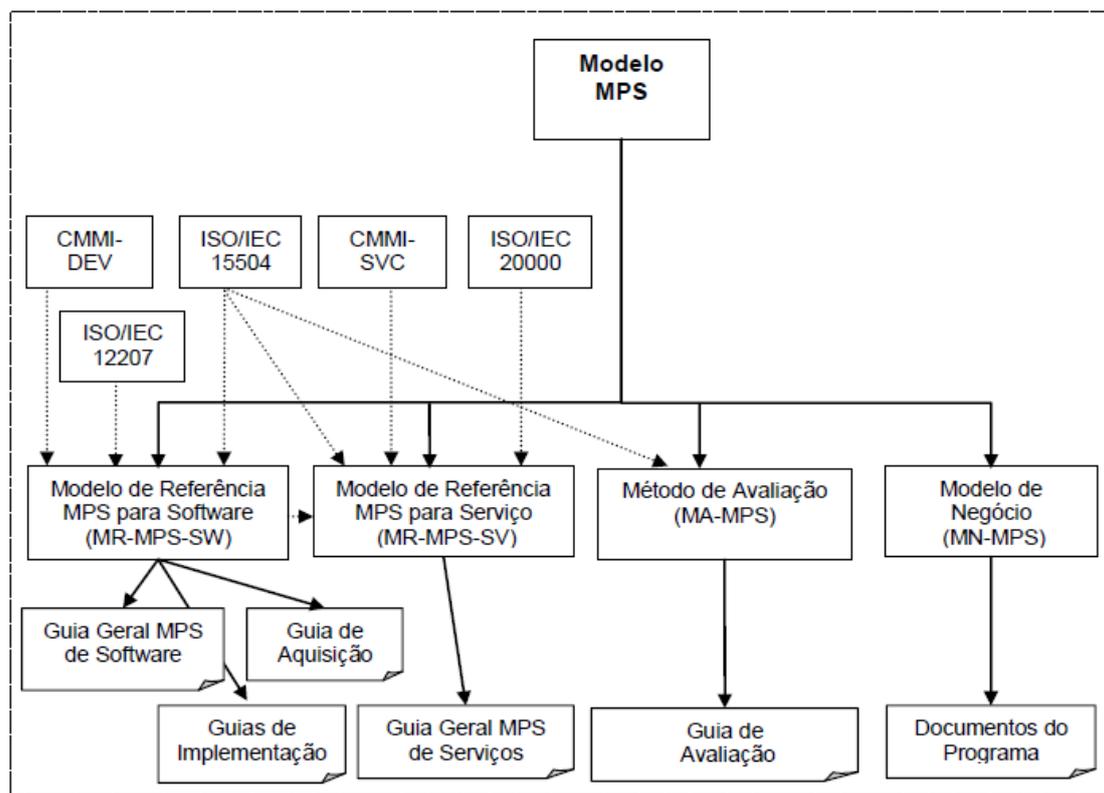
Este modelo faz parte do programa denominado Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR), coordenado pela SOFTEX - Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro. Tem como principal meta a de “definir e aprimorar um modelo de melhoria e avaliação de processo de software, visando preferencialmente às micros, pequenas e médias empresas, de forma a atender as suas necessidades de negócio e ser reconhecido nacional e internacionalmente como um modelo aplicável à indústria de software” (SOFTEX, 2016).

O MPS.BR objetiva ser adequado ao perfil de empresas com diferentes tamanhos e características, públicas e privadas, embora com especial atenção às micro, pequenas e médias empresas. Também se espera que o modelo MPS seja compatível com os padrões de qualidade aceitos internacionalmente e que tenha como pressuposto o aproveitamento de toda a competência existente nos padrões e modelos de melhoria de processo já disponíveis (SOFTEX, 2016). Dessa forma, ele tem como base os requisitos de processos definidos nos modelos de melhoria do processo e atende a necessidade de implantar os princípios de Engenharia de Software de forma adequada ao contexto das empresas. O modelo de qualidade tem o intuito de ser aderente às principais abordagens internacionais para definição, avaliação e melhoria dos processos de software.

Para atender a sua principal meta, o MPS.BR estrutura-se em dois modelos de processos de software, um modelo de avaliação de processos e um modelo de negócio, descritos respectivamente pelos componentes: Modelo de Referência do MPS.BR para Software (MR-MPS-SW); Modelo de Referência do MPS.BR para Serviços (MR-MPS-SV); Método de Avaliação (MA-MPS); e Modelo de Negócio (MN-MPS). Os modelos e o método propostos estão baseados nas normas e nos modelos (SOFTEX, 2016):

- NBR ISO/IEC 12207 – Processo de Ciclo de Vida de Software;
- ISO/IEC 12207, emendas 1 e 2 da norma internacional;
- ISO/IEC 15504;
- ISO/IEC 20000;
- CMMI-DEV;
- CMMI-SVC.

A Figura 5 ilustra os componentes do programa MPS.BR e os documentos relacionados.



**Figura 5. Componentes do MPS.BR**  
Fonte: SOFTEX (2016).

Este modelo de qualidade, portanto, não se propõe a implementar novas diretrizes para a Engenharia de Software. Sua proposta é implementar paradigmas de avaliação diferentes, adaptados à realidade nacional.

O Modelo de Referência MR-MPS-SW contém os requisitos que os processos das unidades organizacionais devem atender para estar em conformidade com o mesmo, que por sua vez atende aos requisitos dos modelos de referência de processo da Norma Internacional ISO/IEC 12207 (SOFTEX, 2016).

O Modelo de Referência do MPS.BR para Serviços, ou MR-MPS-SV, tem como referências o Modelo de Referência MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016), a Norma Internacional ISO/IEC 20000, a Norma Internacional ISO/IEC 15504 e o modelo CMMI-SVC. Tem como objetivo o detalhamento da definição dos níveis de maturidade, seus processos e capacidade, além dos resultados esperados referentes a serviços.

O Método de Avaliação MA-MPS descreve os requisitos para os avaliadores líderes, avaliadores adjuntos e Instituições Avaliadoras (IA). O processo e o método de

avaliação MA-MPS estão em conformidade com a Norma Internacional ISO/IEC 15504-2 (SOFTEX, 2016).

O Modelo de Negócio MN-MPS (SOFTEX, 2016) descreve regras de negócio para: implementação do MR-MPS-SW e MR-MPS-SV pelas Instituições Implementadoras; avaliação seguindo o MA-MPS pelas Instituições Avaliadoras; organização de grupos de empresas pelas Instituições Organizadoras de Grupos de Empresas para implementação do MR-MPS-SW e MR-MPS-SV e avaliação MA-MPS; certificação de Consultores de Aquisição; e programas anuais de treinamento do MPS.BR por meio de cursos, provas e workshops.

Os documentos de apoio que aparecem na Figura 2.3 compõem a base técnica do MPS.BR, são descritos abaixo. Vale ressaltar que os guias de implementação ainda não foram atualizados e se referem apenas ao MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016):

- Guia Geral MPS de Software:2012;
- Guia Geral MPS de Serviços:2012;
- Guia de Avaliação:2012;
- Guia de Aquisição:2011;
- Guia de Implementação – Parte 1: Fundamentação para Implementação do Nível G do MR-MPS:2011;
- Guia de Implementação – Parte 2: Fundamentação para Implementação do Nível F do MR-MPS:2011;
- Guia de Implementação – Parte 3: Fundamentação para Implementação do Nível E do MR-MPS:2011;
- Guia de Implementação – Parte 4: Fundamentação para Implementação do Nível D do MR-MPS:2011;
- Guia de Implementação – Parte 5: Fundamentação para Implementação do Nível C do MR-MPS:2011;
- Guia de Implementação – Parte 6: Fundamentação para Implementação do Nível B do MR-MPS:2011;

- Guia de Implementação – Parte 7: Fundamentação para Implementação do Nível A do MR-MPS:2011;
- Guia de Implementação – Parte 8: Implementação do MR-MPS:2011 (Níveis G a A) em organizações que adquirem software;
- Guia de Implementação – Parte 9: Implementação do MR-MPS:2011 (Níveis G a A) em organizações do tipo Fábrica de Software;
- Guia de Implementação – Parte 10: Implementação do MR-MPS:2011 (Níveis G a A) em organizações do tipo Fábrica de Teste.
- Guia de Implementação – Parte 11: Implementação e Avaliação do MR-MPS-SW:2012 em Conjunto com o CMMI-DEV v1.3.

O MR-MPS-SW, assim como o CMMI-DEV estagiado, é dividido em níveis de maturidade, os quais estabelecem patamares de evolução de processos. Estes patamares caracterizam os estágios de melhoria da implementação de processos na organização. “O nível de maturidade em que se encontra uma organização permite prever o seu desempenho futuro ao executar um ou mais processos” (SOFTEX, 2016). O MR-MPS-SW tem apenas o equivalente à avaliação por estágios do CMMI-DEV, não apresentando em seu modelo de referência uma abordagem semelhante à avaliação contínua.

Existem sete níveis de maturidade no MR-MPS-SW, cada um contém processos e atributos de processo (SOFTEX, 2016), como mostra o Quadro 3.

Os sete níveis de maturidade e suas denominações são em ordem crescente de maturidade: nível G – Parcialmente Gerenciado; nível F – Gerenciado; nível E – Parcialmente Definido; nível D – Largamente Definido; nível C – Definido; nível B – Gerenciado Quantitativamente; nível A – Em Otimização. Cada nível de maturidade é composto pelos seus próprios processos em adição aos de níveis de maturidade inferiores. Estes níveis possuem a relação de equivalência com o CMMI-DEV apresentada na Figura 6. Vale ressaltar que o MR-MPS-SW não apresenta classificação equivalente ao nível 1 do CMMI-DEV, referente ao caos e esforço heroico predominantes. A Equivalência entre Níveis do MR-MPS-SW e níveis do CMMI-DEV pode ser visualizado na Figura 6.



**Figura 6. Equivalência entre Níveis do MR-MPS-SW e níveis do CMMI-DEV**  
 Fonte: adaptado de SOFTEX, 2016.

### 2.3.3.1 Processo de Medição de Software e o MR-MPS-SW

O processo de Medição encontra-se no Nível F, ou Gerenciado, do MR-MPS-SW. O nível F do MPS.BR é o segundo nível de maturidade do MR-MPS. O nível de maturidade F é composto pelos processos do nível de maturidade anterior (G) acrescidos dos processos Aquisição, Garantia da Qualidade, Gerência de Configuração, Gerência de Portfólio de Projetos e Medição (SOFTEX, 2016). O quadro 3 apresenta os níveis de maturidade do MR-MPS-SW com seus respectivos processos e atributos de processo (SOFTEX, 2016).

O processo de Medição tem como propósito “coletar, armazenar, analisar e relatar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais” (SOFTEX, 2016).

Este processo conta com sete resultados esperados. São eles (SOFTEX, 2016):

- MED 1. Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos de negócio da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais;
- MED 2. Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e definido, priorizado, documentado, revisado e, quando pertinente, atualizado;

Quadro 3. Níveis de maturidade do MR-MPS-SW

Nível	Processos	Atributos de Processo
A		AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1 e AP 5.2
B	Gerência de Projetos – GPR (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2, AP 4.1 e AP 4.2
C	Gerência de Riscos – GRI	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
	Desenvolvimento para Reutilização – DRU	
	Gerência de Decisões – GDE	
D	Verificação – VER	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
	Validação – VAL	
	Projeto e Construção do Produto – PCP	
	Integração do Produto – ITP	
	Desenvolvimento de Requisitos – DRE	
E	Gerência de Projetos – GPR (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
	Gerência de Reutilização – GRU	
	Gerência de Recursos Humanos – GRH	
	Definição do Processo Organizacional – DFP	
	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional – AMP	
F	Medição – MED	AP 1.1, AP 2.1 e AP 2.2
	Garantia da Qualidade – GQA	
	Gerência de Portfólio de Projetos – GPP	
	Gerência de Configuração – GCO	
	Aquisição – AQU	
G	Gerência de Requisitos – GRE	AP 1.1 e AP 2.1
	Gerência de Projetos – GPR	

Fonte: SOFTEX, 2016

- MED 3. Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados;
- MED 4. Os procedimentos para a análise das medidas são especificados;
- MED 5. Os dados requeridos são coletados e analisados;
- MED 6. Os dados e os resultados das análises são armazenados;
- MED 7. Os dados e os resultados das análises são comunicados aos interessados e são utilizados para apoiar decisões.

No nível B do MR-MPS-SW, assim como no nível 4 do CMMI, o processo de medição é melhor utilizado para poder assim estabelecer um controle estatístico de processos, pois o nível B, deve satisfazer os atributos de processos 4.1 “Este atributo evidencia o quanto os resultados de medição são usados para assegurar que a execução do processo atinge os seus objetivos de desempenho e apoia o alcance dos objetivos de negócio definidos” e 4.2 “Este atributo evidencia o quanto o processo é controlado estatisticamente para produzir um processo estável, capaz e previsível dentro de limites estabelecidos” (SOFTEX, 2016). Como mencionando na seção 2.3.2.1, o presente trabalho como está mais voltado para organizações que estão iniciando o processo de medição, direciona a atenção para os processos estabelecidos no nível F do MR-MPS-SW, não abordando desta forma o controle estatístico de processos.

## 2.4 Trabalhos Relacionados

Em (MONTEIRO e OLIVEIRA, 2008) foram coletadas e analisadas as medidas de desempenho de software mais referenciadas na literatura. Essas medidas foram organizadas em um catálogo de medidas que permite a análise de desempenho de processos da categoria de engenharia do CMMI. O catálogo proposto neste trabalho difere do catálogo feito por Monteiro e Oliveira (2008), pois não se limita a tratar somente de medidas, mas oferece um catálogo que abordará também os objetivos de medição, as necessidades de informações e os indicadores mais propícios de serem usados em ambientes organizacionais.

Rocha *et al.* (2012) trata sobre medição de software e controle estatístico de processos, os autores sugerem algumas medidas para o uso nos vários processos do Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW), porém se limitam a este modelo, bem como não apresentam a forma de coleta destas medidas, se as mesmas foram coletadas com base na literatura ou se foi com base em experiências práticas.

Dentre as ferramentas encontradas que também oferecem apoio ao processo de Medição estão o software Remex (GREESE e RODRIGUES, 2000), a ferramenta Spider-Mplan (ESTÁCIO e OLIVEIRA, 2010) e a aplicação MedPlan (SCHNAIDER *et al.*, 2004). Entretanto, além de todas adotarem a abordagem GQM (*Goal Question Metric*) para definir como será realizado o processo de medição, ou seja, não contemplando indicadores, a última aplicação mencionada define que somente o

Gerente do Projeto é quem poderá fazer as análises de medição, limitando a análise das causas e tomadas de decisão.

Outra ferramenta que também utiliza a abordagem GQIM é a WebAPSEE (NASCIMENTO *et al.*, 2007), entretanto esta difere do software proposto por também modelar processos de software e só permite que sejam realizadas medições nas atividades constantes nestes processos, o que limita a definição dos indicadores para os projetos. Essa ferramenta também fixa que somente o Gerente é o responsável por realizar as coletas das medidas. Na ferramenta proposta neste trabalho, é permitido ao Administrador controlar o nível de acesso de cada perfil, para poder assim se adequar a diferentes ambientes organizacionais e projetos.

## 2.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou os principais conceitos sobre o Processo de Medição e sua relação com os modelos e normas para a melhoria do processo de software.

O Processo de Medição de Software é uma área que possibilita a coleta, armazenamento, análise e divulgação dos dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais. Corroborando com esta ideia, modelos de qualidade para o processo de software têm práticas correlatas à Medição de software. E por ser o processo de medição um fator importante para o sucesso de uma empresa desenvolvedora de software, os modelos de maturidade como o CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*) (SEI, 2010) e o MR-MPS (Modelo de Referência para a Melhoria do Processo de Software) (SOFTEX, 2016), tratam a medição desde os níveis iniciais de maturidade (CMMI-DEV no nível 2 e o MR-MPS no nível F) (ROCHA *et al.*, 2012).

Pelo fato do processo de medição estar envolvido com os objetivos organizacionais de uma empresa e, portanto com as regras de negócio ou mesmo os segredos de uma organização, torna-se difícil de conseguir informações sobre os objetivos de medição, necessidades de informação e/ou medidas que as mesmas utilizam. Mesmo que muitas organizações tenham objetivos semelhantes, as empresas iniciantes e que ainda não apresentam um processo de medição maduro não conseguem se basear em algo já concreto para poder começar a implementar o processo de medição. É possível que encontrem informações na literatura, no entanto, estas

informações ainda se encontram dispersas e sem uma análise geral na literatura e conseqüentemente sem um instrumento que agrupe os ativos de medição que são os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas, assim elaborar um processo de medição iria dispendir um tempo considerável para conseguir essas informações com uma pesquisa na literatura. A dissertação aqui apresentada pretende contribuir neste sentido para as pesquisas na área, apresentando um catálogo com os ativos de medição mais utilizados segundo a literatura, juntamente com uma ferramenta capaz de apoiar a implementação do processo de medição.

### **3 UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA O PROCESSO DE MEDIÇÃO DE SOFTWARE**

Este capítulo apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que teve como intuito descobrir quais objetivos, necessidades de informação, indicadores e medidas são mais utilizados no contexto de projetos de software. As estratégias, metodologias e resultados preliminares da RSL também são apresentados com base nos seguintes tópicos:

- Engenharia de Software Baseada em Evidência;
  - Revisões Sistemáticas da Literatura (RSL);
- Metodologia de uma RSL;
  - Planejamento;
  - Condução;
  - Apresentação;
- Resultados Preliminares;
  - Planejamento;
  - Condução;
- Considerações Finais do Capítulo.

Vale ressaltar que os estudos identificados no contexto desta RSL serão utilizados para fundamentar o Catálogo de medição, o qual será apresentado e discutido no Capítulo 4.

#### **3.1 Engenharia de Software Baseada em Evidências**

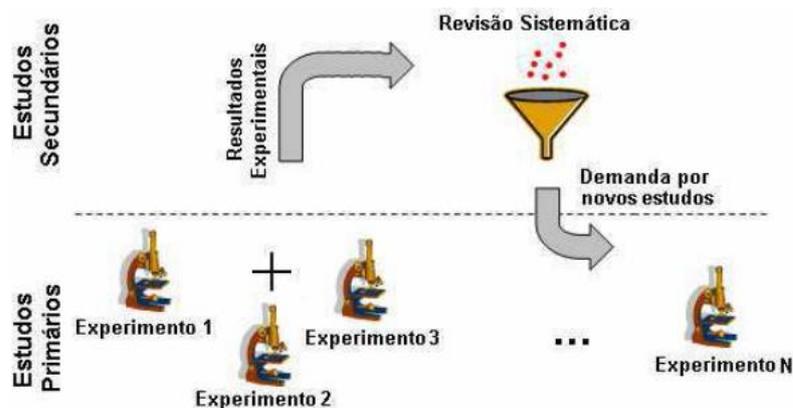
Cochrane (2003) *apud* Mafra e Travassos (2006) já afirmava que a importância da aplicação de uma metodologia baseada em evidência na pesquisa científica pode ser ilustrada pela experiência vivenciada na Medicina, que durante muito tempo, esteve repleta de revisões que não utilizavam métodos para identificar, avaliar e sintetizar a

informação existente na literatura. Além disso, chamou atenção que uma provável consequência dessa falta de rigor pôde ser observada no final dos anos 80, onde estudos apontaram que, de um lado, a falha em organizar a pesquisa médica em revisões sistemáticas podia custar vidas. Desde então, o reconhecimento da necessidade da condução de revisões de forma sistemática e formal em Medicina tem crescido rapidamente. Este fato pode ser comprovado pela grande quantidade de revisões formais publicadas a cada ano na área médica (NHSCRD, 2003).

A experimentação em Engenharia de Software surgiu por volta da década de 1980 e desde então diversos trabalhos têm sido publicados ao longo dos anos a este respeito (MAFRA e TRAVASSOS, 2006). A experimentação permite avaliar a atividade humana de modo sistemático, disciplinado, computável e controlado (TRAVASSOS, GUROV e AMARAL, 2002). Kitchenham *et al.* (2004) foram os primeiros a realizar um trabalho que estabelecesse um paralelo entre a Medicina e a Engenharia de Software, no que diz respeito a uma abordagem baseada em evidência. Segundo os autores, a Engenharia de Software Baseada em Evidência deve prover meios pelos quais melhores evidências provenientes da pesquisa possam ser integradas com experiência prática e valores humanos no processo de tomada de decisão, considerando o desenvolvimento e a manutenção do software.

Com o objetivo de atingir um nível adequado de evidência a respeito da caracterização de uma determinada tecnologia em uso, a Engenharia de Software Baseada em Evidência, segundo Mafra e Travassos (2006), deve fazer uso basicamente de dois tipos de estudos: estudos primários e estudos secundários. Os estudos primários são definidos como aqueles que visam caracterizar uma tecnologia em uso dentro de um contexto específico. Nessa categoria encontram-se os estudos experimentais, entre os quais experimentos, estudos de caso e *surveys*. Já os estudos secundários são aqueles que visam identificar, avaliar e interpretar todos os resultados relevantes a um determinado tópico de pesquisa, fenômeno de interesse ou questão de pesquisa.

Mafra, Barcelos e Travassos (2006) apresentam que resultados obtidos por diversos estudos primários atuam como fonte de informação para estudos secundários, essa relação é mostrada na Figura 7.



**Figura 7. Relação entre Estudos Primários e Estudos Secundários**  
**Fonte: MAFRA, BARCELOS e TRAVASSOS (2006).**

Ainda em comparativo com a Medicina e com dados baseados na pesquisa de Monteiro (2010), pode-se afirmar que as práticas médicas mudaram drasticamente na última década, pois, estudos mostraram que a não realização de revisões sistemáticas poderia custar vidas. Costa (2010) discute que esta afirmação pode ser válida também para o contexto da Engenharia de Software, devido ao aumento da importância de softwares em diversas áreas, já que os mesmos têm sido utilizados em dispositivos médicos, sistemas de controle de voos, construção civil, entre outros.

A essência do paradigma baseado em evidência é coletar e analisar sistematicamente todos os dados disponíveis sobre determinado fenômeno para obter uma perspectiva mais completa e mais ampla do que se pode captar por meio de um estudo individual (COSTA, 2010).

Um dos principais métodos da Engenharia de Software Baseada em Evidências é a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) classificada como um estudo secundário, já que dependem dos estudos primários utilizados para revelar evidências e construir conhecimento (KITCHENHAM *et al.*, 2004; BIOLCHINI *et al.*, 2005).

A precisão e a confiabilidade proporcionadas pela condução de estudos secundários contribuem para a melhoria e para o direcionamento de novos tópicos de pesquisa, a serem investigados por estudos primários, em um ciclo iterativo. Ou seja, é válido ressaltar que estudos secundários não podem ser considerados uma abordagem alternativa para a produção primária de evidências, representada pelos estudos primários (BIOLCHINI *et al.*, 2005).

### 3.2 Revisão Sistemática da Literatura

Segundo Kitchenham (2007), uma Revisão Sistemática da Literatura é uma forma de avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis, referentes a uma questão de investigação particular, área temática ou fenômeno de interesse. Podendo definir, assim, esta revisão, como uma revisão abrangente e não tendenciosa. Ele afirma, ainda, que revisões sistemáticas têm por objetivo apresentar uma avaliação justa de um tópico de investigação, usando uma metodologia confiável, rigorosa e auditável.

Pode-se afirmar que a principal meta de uma revisão sistemática da literatura consiste em realizar pesquisa exaustiva na literatura, em busca de evidências que possam apoiar uma determinada hipótese, ou simplesmente a busca por conhecimento aprofundado acerca de certo fenômeno de interesse. Para tal, a revisão sistemática faz uso de estudos previamente publicados e validados relacionados ao tópico de interesse: os estudos primários, estudos de natureza experimental que envolvem hipóteses e resultados obtidos com pesquisas e experimentação, a partir de diferentes métodos, como *surveys*, estudo de caso e experimentos. (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

Mafra e Travassos (2006) afirmam que no contexto de Engenharia de Software, os estudos experimentais consistem em uma importante maneira de se obter maiores informações a respeito de novas tecnologias, metodologias e boas práticas quanto ao desenvolvimento de software.

Mulrow (1994) define a RSL como uma técnica científica objetiva, eficiente e reprodutível, que permite extrapolar achados de estudos independentes, avaliar a consistência de cada um deles e explicar as possíveis inconsistências e conflitos. Com base nisso, uma RSL reúne, de forma organizada, o resultado de vários estudos realizados em uma determinada área do conhecimento.

Clarke e Oxman (2000) apresentam como objetivo de uma RSL o de responder uma pergunta claramente formulada utilizando métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, e coletar e analisar dados de estudos incluídos na revisão. Sendo assim, é possível considerar uma RSL como uma revisão transparente, já que a mesma deve apresentar toda sua estratégia de pesquisa, restrições e critérios de avaliação.

A revisão sistemática possui como característica: a abrangência, já que engloba todos ou, pelo menos, a grande maioria dos estudos relevantes à questão de pesquisa;

ser não tendenciosa, pois possui um protocolo de revisão, não sendo dirigida por interesses pessoais de seus pesquisadores; e ser passível de replicação, por possuir um protocolo de revisão definido a priori (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

A ciência é uma atividade cooperativa e social e o conhecimento científico é resultado do processo cumulativo dessa cooperação (BIOLCHINI *et al.*, 2005). Nesse sentido, Mafra e Travassos (2006) afirmam que a revisão na literatura é o meio pelo qual o pesquisador pode identificar o conhecimento específico em uma determinada área de forma a planejar sua pesquisa, evitando duplicação de esforços e a repetição de erros passados. Uma revisão sistemática difere-se de uma revisão informal nos seguintes aspectos:

- **Inconsistência dos resultados:** para Biolchini *et al.* (2005), nas revisões informais a presença de inconsistência é um fator negativo, já que dificulta o entendimento e julgamento do pesquisador. Já nas revisões sistemáticas, essa inconsistência é um fator de incentivo para o pesquisador, já que por meio dessa inconsistência pode ser percebida a falta de robustez para o fenômeno em estudo, o que pode auxiliar no apoio ou não de suas hipóteses;
- **Propósito:** para Mafra e Travassos (2006), uma revisão sistemática não é simplesmente uma revisão da literatura conduzida conforme um planejamento. A revisão de literatura é parte integrante de uma revisão sistemática, ou seja, o objetivo de uma revisão sistemática é maior do que o de uma revisão de literatura informal, tendo em vista que o propósito de uma revisão sistemática é a análise dos dados coletados com o objetivo da geração de evidências para o fenômeno em questão.

No contexto da Engenharia de Software, Mafra e Travassos (2006) afirmam que frequentemente as revisões de literatura são realizadas de maneira informal, sem planejamento e critérios estabelecidos, o que geralmente ocasiona em uma revisão pouco abrangente, não passível de repetição, pouco confiável e dependente de revisores. Aspectos esses que não são encontrados em uma revisão sistemática, já que a mesma estabelece um processo formal. Vale ressaltar, ainda, nesse aspecto, que uma revisão sistemática não é apenas um agrupamento de estudos e sim uma abordagem metodológica para se realizar pesquisa com finalidades experimentais.

### **3.3 Metodologia de uma Revisão Sistemática da Literatura**

Uma revisão sistemática deve ser conduzida por meio de um protocolo pré-estabelecido para garantir que essa revisão tenha de fato valor científico e possibilidade de repetição, pois caso isso não aconteça, as revisões tornam-se informais e dependentes dos revisores que a conduziram, diminuindo o grau de confiabilidade das mesmas.

A revisão sistemática segue uma metodologia específica e peculiar, apresentada por Kitchenham (2007), em que define: que as revisões sistemáticas começam pela definição de um protocolo de revisão, que especifica a questão de pesquisa a ser tratada e os métodos que serão usados para sua realização; no qual é apresentada uma estratégia de busca definida pelo pesquisador, a qual objetiva identificar o máximo possível de estudos relevantes à questão de pesquisa; onde esta estratégia é documentada nos mínimos detalhes, para que o leitor possa avaliar seu rigor, completude e replicabilidade; além do que, é exigido a definição de critérios explícitos de inclusão e exclusão de estudos primários, de forma a avaliar a necessidade destes estudos para a pesquisa; e por fim é especificada a forma que serão extraídos os dados a serem obtidos a partir de cada estudo primário, incluindo critérios de qualidade para avaliação de cada estudo.

Desta forma, Kitchenham (2007) resume as etapas de uma revisão sistemática em três fases principais: planejamento, condução e apresentação. Essas etapas são explicadas nas subseções seguintes.

#### ***3.3.1 Planejamento da revisão***

A fase de planejamento de uma RSL é realizada pela definição de seu Protocolo de Revisão, onde são definidos diversos pontos importantes que norteariam todo o processo de revisão, tais como a definição da questão de pesquisa, critérios objetivos de avaliação de estudos, métodos de seleção, avaliação e extração.

A formulação das questões de pesquisa a serem respondidas é a base para uma revisão sistemática, sendo assim, a fase mais importante da etapa de planejamento, já que todos os outros aspectos do processo da revisão dependem dela (DYBA *et al.*, 2007).

Para Kitchenham (2007), antes de realizar uma revisão sistemática, os pesquisadores devem assegurar que a mesma é necessária e o protocolo deve ser capaz de responder a algumas questões:

- Quais são os objetivos desta revisão?
- Que fontes foram pesquisadas para identificar os estudos primários? Houve alguma restrição?
- Quais foram os critérios de inclusão / exclusão e como foram aplicados?
- Que critérios foram utilizados para avaliar a qualidade dos estudos primários?
- Como foram aplicados os critérios de qualidade?
- Como os dados foram extraídos dos estudos primários?
- Como os dados foram sintetizados?
- Quais foram às diferenças entre os estudos pesquisados?
- Como os dados foram combinados?

Travassos (2007), por meio de alguns passos, confirma e acrescenta novas informações sobre o que a fase de planejamento deve contemplar:

- Objetivos da pesquisa devem ser listados;
- Questões de pesquisa formuladas (*strings* de busca preparadas);
- Métodos que serão utilizados para executar a revisão e analisar os dados obtidos devem ser definidos;
- As fontes e a seleção de estudos devem ser planejadas;
- Um protocolo de revisão deve ser definido, documentado e disponibilizado.

Outro fator importante a ser levado em consideração é que depois de definido, o protocolo deve passar por uma avaliação para garantir a viabilidade da pesquisa. É sugerido que essa avaliação seja realizada por um especialista.

### **3.3.2 Condução da revisão**

A etapa de condução da revisão pode ser dividida nas seguintes fases: busca primária, seleção dos estudos primários, avaliação da qualidade dos estudos primários e extração dos dados.

A fase de busca primária é definida pela utilização de *strings* de busca nas fontes de pesquisa definidas, tendo como resultado um conjunto de estudos primários potenciais para a pesquisa.

A fase de seleção dos estudos primários é onde ocorre a execução do processo de seleção definido no protocolo de revisão, com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão pré-definidos nos estudos retornados da busca primária, tendo como resultado o conjunto de estudos que serão utilizados na pesquisa.

A fase de avaliação da qualidade dos estudos primários ocorre após a seleção, onde estes são avaliados inicialmente com base em critérios de qualidade, previamente estabelecidos. Depois dessa avaliação é atribuída uma nota final para cada estudo e com base em uma tabela com faixas de notas é atribuído um nível de qualidade.

A fase de extração dos dados pode ser realizada por meio de formulários, podendo ser apoiadas por uma ferramenta computacional, para a categorização desses dados obtidos dos estudos primários selecionados.

Para Travassos e Biolchini (2007), o processo para realizar a etapa de condução de uma revisão sistemática é definido pelos seguintes passos:

- Realização das Buscas nas fontes definidas: o processo deve ser transparente, repetível e documentado, assim como as mudanças que ocorrem no processo;
- Seleção dos Estudos Primários com os critérios de inclusão e exclusão definidos;
- Extração dos dados, desde informações gerais dos estudos às respostas para as questões de pesquisa. Formulários são um bom meio para registrar todos os dados necessários e o uso de uma ferramenta computacional pode apoiar a extração e registro dos dados e posterior análise;
- Avaliação da qualidade dos estudos é importante para balancear a importância de diferentes estudos, reduzir o viés (tendência a produzir “resultados tendenciosos” que se separam sistematicamente dos resultados verdadeiros), maximizar a validade interna e externa e guiar recomendações para pesquisas futuras;
- Síntese dos dados é realizada de acordo com as questões de pesquisa, por meio de quadros para realçar as similaridades e diferenças entre estudos. Se

dados quantitativos estão disponíveis, pode-se considerar fazer uma meta-análise.

### ***3.3.3 Apresentação da revisão***

A etapa de apresentação da revisão consiste na sumarização dos resultados, com base na análise e síntese dos dados realizada durante a etapa de extração.

A sumarização pode ser realizada por meio da escrita de um relatório, em que são apresentados os resultados com informações tabuladas de forma que auxiliem ou respondam as questões de pesquisa.

Vale ressaltar que as etapas apresentadas, não necessariamente, precisam ser realizadas de forma sequencial, algumas delas podem ser realizadas de forma paralela.

## **3.4 Planejamento da Revisão**

A etapa de planejamento da revisão sistemática da literatura realizada neste trabalho culminou na criação de um protocolo de revisão (Apêndice A).

O protocolo de revisão é o documento em que se encontra o planejamento de uma revisão sistemática. Nele são definidos os objetivos, o escopo, as restrições, os critérios, entre outras especificações para que uma revisão sistemática seja conduzida com sucesso. Nas subseções seguintes são apresentadas essas especificações.

### ***3.4.1 Objetivo da Revisão***

Esta revisão sistemática teve o objetivo de identificar os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no contexto de processos de desenvolvimento de software. Desta forma, têm-se a seguinte estrutura para o objetivo, conforme proposto em (SANTOS, 2010):

- **Analisar:** relatos de experiência e publicações científicas através de um estudo baseado em revisão sistemática;
- **Com o propósito de:** identificar os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no processo de medição de software;

- **Com relação à:** definição de objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas empregados para a implantação e execução das atividades de Medição em organizações de desenvolvimento de software;
- **Do ponto de vista:** de pesquisadores e organizações desenvolvedoras/mantenedoras de software;
- **No contexto:** acadêmico e industrial.

### 3.4.2 *Questão de Pesquisa Principal*

Com base no objetivo de investigação desta revisão foi definida a seguinte questão de pesquisa, a qual guiou esta Revisão Sistemática da Literatura:

- **(Q1) Quais os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados para apoiar o Processo de Medição de Software?**

#### 3.4.2.1 *Estrutura da Questão de Pesquisa Principal*

A estrutura da questão de pesquisa foi organizada conforme a estrutura *Population, Intervention, Context, Outcomes, Comparison* (PICOC), recomendada por Kitchenham (2007). Entretanto, apenas os itens *Population, Interventione* e *Outcomes* (PIO), que traduzidos para o português são População, Intervenção e Resultados, foram considerados relevantes para a pesquisa. *Comparison* – Comparação – foi excluído do contexto, pois esta revisão sistemática da literatura não tem como objetivo comparar duas possíveis intervenções. *Context* – Contexto – não foi considerado no escopo da pesquisa, pois se refere ao contexto no qual a comparação acontece, portanto ao excluir Comparação, foi necessário também excluir o Contexto.

Tal restrição, segundo Santos (2010), caracteriza esta pesquisa como uma Revisão QUASI Sistemática da Literatura. Ainda segundo Kitchenham (2007), esta é a estrutura recomendada na área médica. Nesse sentido definiu-se a seguinte estrutura para a questão de pesquisa principal:

- **População (P):** Organizações de Software e Projetos de Software;
- **Intervenção (I):** Metodologia utilizada para aplicar o processo de medição;

- **Resultados (O):** Objetivos de Medição, Necessidades de informação, Indicadores e Medidas mais frequentemente usadas no Processo de Medição.

### ***3.4.3 Questões de Pesquisa Secundárias***

Com base na questão principal e utilizando o conhecimento obtido na realização de uma revisão informal para Processo de Medição de Software, foi estabelecido um conjunto de questões de pesquisa secundárias. Tais questões têm o objetivo de esclarecer detalhes importantes que a revisão procura identificar para colaborar com o projeto onde está inserida. As questões de pesquisa secundárias são apresentadas a seguir:

- **(Q1A)** Qual o contexto de aplicação da abordagem encontrada?
- **(Q1B)** Qual a metodologia utilizada no processo de medição?
- **(Q1C)** Quais objetivos organizacionais são mais comuns entre as empresas desenvolvedoras de software?
- **(Q1D)** Quais as necessidades de informação (questões) são mais utilizadas para tentar atingir os objetivos organizacionais?
- **(Q1E)** Quais os indicadores (variável, limites e metas) são geralmente utilizados?
- **(Q1F)** Quais as medidas e quais campos de medidas são geralmente armazenados para o processo?
- **(Q1G)** Quais os ativos (papéis, artefatos) envolvidos?

### ***3.4.4 Escopo e Recursos da Pesquisa***

Com o objetivo de assegurar a viabilidade da pesquisa, foi definido um escopo para a mesma, que compreende quais máquinas de busca foram consideradas na elaboração deste trabalho, o que pode ser descrito por meio da definição de critérios de seleção de fontes e algumas restrições.

Para a seleção das fontes de pesquisa, foram definidos os seguintes critérios:

- Disponibilidade para consultas web;
- Disponibilidade para busca de artigos através do domínio da UFPA;

- Disponibilidade de artigos na íntegra por meio do domínio da UFPA ou a partir da utilização da *engine* de busca Google e/ou Google Scholar;
- Disponibilidade de artigos em inglês ou português;
- Presença de mecanismo de busca que faça uso de palavras-chave;
- Relevância da fonte;
- Boa relação entre estudos retornados e estudos selecionáveis.

Como restrições para a pesquisa têm-se:

- A pesquisa não pode incorrer em ônus financeiro aos pesquisadores. Portanto, apenas foram selecionadas as fontes que possibilitam consultas de forma gratuita (também foram consideradas fontes que oferecem consultas de forma gratuita a partir do acesso pelo domínio da UFPA);
- Foram apenas considerados os estudos obtidos por meio das fontes selecionadas e em conformidade com os critérios de inclusão e exclusão;
- A pesquisa esteve restrita aos resultados publicados entre 01 de janeiro de 2005 até junho de 2015, contemplando, desta forma, um período de mais de 10 anos, dada a necessidade de identificar os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no contexto de processos de desenvolvimento de software. Vale ressaltar que esse período pode ser adequado de acordo com as limitações das fontes.

Adicionalmente, para a execução da revisão sistemática, foram utilizados os seguintes recursos:

- Dois pesquisadores da UFPA (um aluno de mestrado em Ciência da Computação e um aluno da graduação de Ciência da Computação);
  - O aluno de mestrado, autor desta dissertação, foi o responsável pela coordenação de esforços da equipe. Atuou, também, nas etapas de seleção, avaliação da qualidade, análise e extração de resultados;
  - O aluno da graduação atuou na etapa de seleção de estudos primários e desenvolveu esforços referentes à organização dos gráficos e tabelas, conforme os dados iam sendo coletados e desenvolvidos pelos demais pesquisadores;
- Acesso às fontes de pesquisa por meio do domínio da Universidade Federal do Pará;

- Validações sobre documentos e procedimentos da realização da revisão sistemática através de reuniões com o coordenador do Projeto SPIDER e orientador deste trabalho.

### 3.4.5 Seleção de Fontes

Com base na relevância das fontes para o tópico de interesse deste trabalho foram elencadas onze possíveis fontes de interesse. Assim, levando em consideração os critérios de seleção e as restrições da pesquisa, foram selecionadas as fontes de pesquisa (Quadro 4) nas quais foram realizadas as buscas dos estudos primários, de acordo com disponibilidade de pesquisa e relevância para área de Qualidade de Software.

**Quadro 4. Seleção de Fontes de Pesquisa**

<b>Fonte</b>	<b>Selecionada?</b>	<b>Justificativa</b>
ACM	Sim	-
IEEE Xplore Digital Library	Sim	-
El Compendex	Sim	-
ISI Web of Knowledge	Sim	-
Scopus	Sim	-
Jairo	Não	Máquina de busca ineficiente.
Anais do WAMPS - Anais do Workshop Anual do MPS.BR	Sim	-
Anais do SBQS – Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software	Sim	-
Anais do SBES – Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software	Não	Falta de disponibilidade.
Anais do SBSI – Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação	Não	Falta de disponibilidade.
Anais do CLEI – Conferência Latinoamericana en Informática (Latin American Computing Conference)	Sim	-

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

### 3.4.6 Busca Primária

É na etapa de busca primária que os pesquisadores utilizam métodos previamente definidos para encontrar os estudos primários nas fontes de pesquisas selecionadas para a RSL. Essa busca pode ser feita de duas formas:

- **Buscas Manuais:** são aquelas definidas para fontes que não possuem uma *engine* de busca, ou seja, não possui uma catalogação de estudos primários que permita o retorno de estudos por meio de uma *string* de busca. Geralmente essas fontes são as de anais de eventos ou periódicos que não têm seus trabalhos indexados em bases de dados;
- **Buscas Automáticas:** são aquelas definidas para fontes que possuem uma *engine* de busca, ou seja, as que possuem trabalhos indexados em repositórios de estudos *online*.

Para a busca manual, a estratégia deu-se da seguinte forma:

- Encontrar os Anais dos Eventos selecionados como fontes de pesquisas, levando em consideração as restrições da pesquisa.
- Analisar todos os estudos primários dispostos nos anais por meio da leitura de título e resumo dos mesmos.

Já os métodos que foram utilizados para as buscas automáticas seguiram a seguinte estratégia:

- Identificação de Palavras-chave e sinônimos;
- Geração de *Strings* de Busca;
- Realização das buscas nas fontes de pesquisas selecionadas (aplicação de *strings* de busca).

Nas subseções seguintes são detalhadas as estratégias que foram utilizadas para as buscas automáticas no contexto deste trabalho.

### 3.4.7 Identificação de Palavras-Chaves e Sinônimos

As palavras-chaves foram identificadas a partir das questões de pesquisa e em conformidade com a estrutura População, Intervenção e Resultados. De acordo com as restrições da pesquisa, os idiomas em que as palavras-chaves foram definidas foram o

Português e o Inglês. A seguir são apresentadas as palavras-chaves para a questão de pesquisa principal.

- **POPULAÇÃO**

- Inglês: *Software Development, Software Project, Project, Development, Organization, Enterprise, Company, Industry, Institute, Research Group, Technology Center;*
- Português: Desenvolvimento de Software, Projeto de Software, Projeto, Desenvolvimento, Organização, Empresa, Companhia, Indústria, Instituição, Grupo de Pesquisa, Centros de Tecnologia;

- **INTERVENÇÃO**

- Inglês: *GQM, GQIM, PSM, BSC, COBIT;*
- Português: *GQM, GQIM, PSM, BSC, COBIT.*

- **RESULTADOS**

- Inglês: *Measurement Process, Measuring, Software Measurement, Measurement, Objective Measurement, Information Need, Question, Indicator, Measure;*
- Português: Processo de Medição, Medindo, Software de Medição, Medição, Objetivo de Medição, Necessidade de Informação, Questão, Indicador, Medida.

### 3.4.8 Geração de Strings de Busca

Uma *string* de busca é o agrupamento das palavras-chave, por meio dos operadores <OR> e <AND>. O operador <OR> é utilizado para o agrupamento das palavras-chave e sinônimos por elemento (População, Intervenção e Resultados). O operador <AND> é utilizado para agrupar o conjunto de palavras-chave definidos para todos os elementos, de acordo com a estrutura PICO (ou PIO no caso desta pesquisa) conforme segue (SANTOS, 2010):

**P <and> I <and> C <and> O**

Vale ressaltar que o elemento Comparação não está no contexto desse trabalho, logo o conjunto de palavras-chave para esse elemento é vazio. Para a questão de pesquisa foram consideradas duas *strings* de busca (uma para busca em inglês e outra para o português), e com base nesta foi gerada uma *string* de busca para cada fonte de

pesquisa automática devido à diferença entre as máquinas de busca, pois cada fonte apresenta uma determinada sintaxe para a *string* de busca.

- **Para Q1:**

- **Inglês:** ("Software" OR "Softwares" AND ("Project" OR "Development" OR "Organization" OR "Enterprise" OR "Company" OR "Industry" OR "Institute" OR "Research Group" OR "Technology Center")) AND (("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR "COBIT") AND ("Measurement Process" OR "Measuring" OR "Software Measurement" OR "Measurement") AND ("Objective" OR "Information Need" OR "Question" OR "Indicator" OR "Measure")));
- **Português:** ("Software" OR "Softwares" AND ("Projeto" OR "Desenvolvimento" OR "Organização" OR "Empresa" OR "Companhia" OR "Indústria" OR "Instituição" OR "Grupo de Pesquisa" OR "Centro de Tecnologia")) AND (("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR "COBIT") AND ("Processo de Medição" OR "Medindo" OR "Software de Medição" OR "Medição") AND ("Objetivo" OR "Necessidade de Informação" OR "Questão" OR "Indicador" OR "Medida")));

- **Para IEEE:**

- **Inglês:** ("Software" AND ("Project" OR "Organization" OR "Development" OR "Enterprise")) AND (("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR "COBIT") AND ("Measure" OR "Measurement" OR "Measuring")));

- **Para El Compendex:**

- **Inglês:** (("Software" AND ("Project" OR "Development" OR "Organization" OR "Enterprise" OR "Company" OR "Industry" OR "Institute" OR "Research Group" OR "Technology Center")) AND (("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR "COBIT") AND ("Measurement Process" OR "Measuring" OR "Software Measurement" OR "Measurement") AND ("Objective" OR "Information Need" OR "Question" OR "Indicator" OR "Measure")));

- **Para ISI Web of Knowledge:**

- **Inglês:** TS=(((("Software" AND ("Project" OR "Development" OR "Organization" OR "Enterprise" OR "Company" OR "Industry" OR

*"Institute" OR "Research Group" OR "Technology Center")) AND  
 (("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR "COBIT") AND  
 ("Measurement Process" OR "Measuring" OR "Software Measurement"  
 OR "Measurement") AND ("Objective" OR "Information Need" OR  
 "Question" OR "Indicator" OR "Measure"))));*

- **Para ACM:**

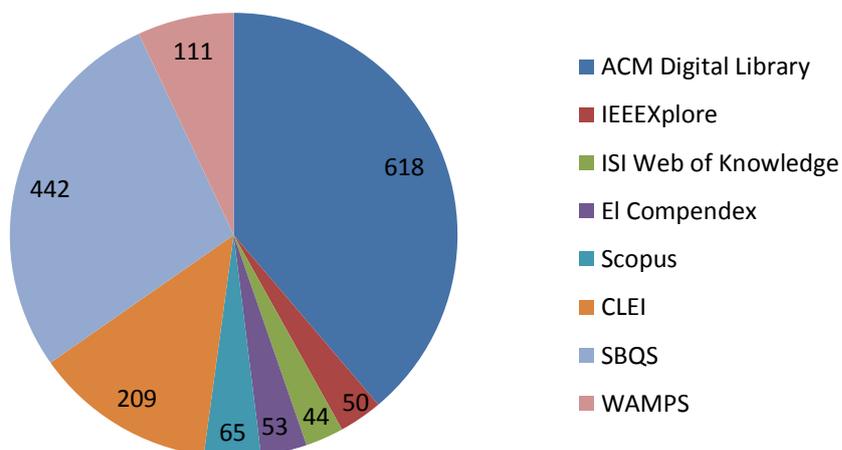
- **Inglês:** *(("Software" OR "Softwares" AND ("Project" OR  
 "Development" OR "Organization" OR "Enterprise" OR "Company" OR  
 "Industry" OR "Institute" OR "Research Group" OR "Technology  
 Center")) AND (("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR  
 "COBIT") AND ("Measurement Process" OR "Measuring" OR "Software  
 Measurement" OR "Measurement") AND ("Objective" OR "Information  
 Need" OR "Question" OR "Indicator" OR "Measure"))));*

- **Para Scopus:**

- **Inglês:** *TITLE-ABS-KEY("Software" AND ("Project" OR "Development"  
 OR "Organization" OR "Enterprise" OR "Company" OR "Industry" OR  
 "Institute" OR "Research Group" OR "Technology Center") AND  
 ("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR "COBIT") AND  
 ("Measurement Process" OR "Measuring" OR "Software Measurement"  
 OR "Measurement") AND ("Objective" OR "Information Need" OR  
 "Question" OR "Indicator" OR "Measure")) AND (LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2015) OR (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2006) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2006) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-  
 TO(PUBYEAR, 2003) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-*

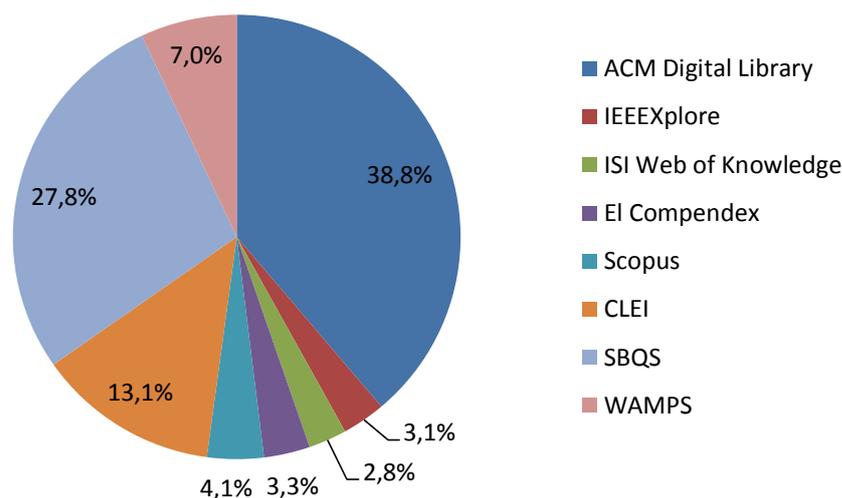
*TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2006) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005)) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO(LANGUAGE, "Portuguese")) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "COMP"))).*

Conforme definido, foi realizada a pesquisa por trabalhos em cada base de dados por meio da aplicação das *strings* de busca apresentadas acima, para as fontes automáticas e a estratégia de leitura de título e resumo para fontes manuais. Obteve-se um total de 1592 estudos, no qual 618 trabalhos foram identificados na ACM, 50 na *IEEE*, 44 na ISI Web Knowledge, 53 na *El Compendex*, 65 na Scopus, 209 na CLEI, 442 no SBQS, e por fim, 111 trabalhos foram identificados no WAMPS. Como pode ser visualizado na Figura 8.



**Figura 8. Número de Estudos retornados a partir da Busca Primária**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O percentual de artigos retornados em cada fonte de pesquisa em relação ao total (1592 estudos) pode ser visualizado na Figura 9.



**Figura 9. Percentual de estudos retornados a partir da Busca Primária**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

É importante frisar que a quantidade de estudos retornada por cada fonte pode ser justificada por diversos fatores, tais como, a quantidade total de estudos na fonte e a relevância da fonte para a questão de pesquisa.

Nas fontes de pesquisa CLEI, SBQS e WAMPS a busca foi feita de forma manual, e dessa forma os estudos retornados desta base já foram considerados estudos incluídos de acordo com os critérios de inclusão.

### 3.5 Condução da Revisão

No contexto desse trabalho a fase de condução foi dividida em: Seleção de Estudos Primários, Avaliação de Qualidade dos Estudos e a Estratégia de Extração de Dados.

#### 3.5.1 Seleção dos Estudos Primários

A etapa de seleção de estudos primários pode ser dividida em: Definição de Critérios de Inclusão e Exclusão de Estudos Primários e Definição do Processo de Seleção dos mesmos.

### 3.5.1.1 Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos Primários

Os critérios de Inclusão e Exclusão dos estudos primários são os que vão nortear os pesquisadores na seleção dos estudos que foram coletados das fontes de pesquisas, além do que determina o rigor da pesquisa e impossibilita os vieses dos pesquisadores no momento da seleção.

Os critérios de exclusão dos artigos foram:

- CE.1)** Artigos que não estejam disponíveis livremente para consulta ou *download* (em versão completa) através das fontes de pesquisa ou através de busca manual (para artigos que não sejam fornecidos na íntegra) realizada nas ferramentas de busca Google (<http://www.google.com.br/>) e/ou Google Scholar (<http://scholar.google.com.br/>);
- CE.2)** Artigos que claramente não atendam as questões de pesquisa;
- CE.3)** Artigos repetidos (em mais de uma fonte de busca) terão apenas sua primeira ocorrência considerada;
- CE.4)** Artigos duplicados terão apenas sua versão mais recente ou a mais completa considerada, salvo casos em que haja informações complementares.
- CE.5)** Estudos enquadrados como resumos, *keynote speeches*, cursos, tutoriais, workshops e afins;
- CE.6)** Artigos que não mencionem as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do artigo, salvo trabalhos que abordem melhoria do processo de software nos quais seja observada possibilidade do Processo de Medição ser tratada ao longo do trabalho;
- CE.7)** Excluir se o estudo não estiver inserido no contexto de Projetos de Software, Indústria de Software ou Engenharia de Software;
- CE.8)** Excluir se o estudo não estiver apresentado em uma das linguagens aceitas (Inglês e Português).

Os critérios de inclusão dos artigos basearam-se em:

- CI.1)** Estudos que apresentem primária ou secundariamente abordagens (padrões e CASEs) de apoio às atividades do Processo de Medição;

- CI.2)** Estudos que apresentem relatos de experiência da indústria, ou pesquisas de caráter experimental ou teórico, contanto que apresentem exemplos de aplicação, descrição de experimentos ou casos reais de uso de abordagens (padrões e CASEs) para apoio às atividades de Processos de Medição.

### 3.5.1.2 *Processo de Seleção dos Estudos Primários*

Durante a condução desta revisão sistemática, os estudos primários foram identificados conforme o processo seguinte:

1. Realizou-se as buscas em todas as fontes selecionadas, por meio de *strings* de busca. Estudos claramente irrelevantes à pesquisa foram descartados. Os artigos foram catalogados na ferramenta Microsoft Excel, estabelecendo uma planilha com a lista, para cada pesquisador, de possíveis estudos primários;
2. A partir da leitura de resumo, introdução e conclusão, os artigos foram avaliados por cada pesquisador quanto aos critérios de inclusão e exclusão, e o resultado foi registrado;
3. Em uma revisão sistemática, os dois pesquisadores responsáveis pela seleção dos artigos devem entrar em consenso, quando necessário. Devendo isso ocorrer quando não houver uma unanimidade na inclusão de um artigo e pelo menos um pesquisador decidir incluir. Entretanto para atingir um número maior de trabalhos a serem analisados, os pesquisadores decidiram incluir para uma análise mais detalhada todos os trabalhos em que pelo menos um dos pesquisadores decidiu incluir;
4. Durante a segunda fase da seleção dos artigos, os artigos que foram pré-selecionados a partir da leitura do resumo, introdução e conclusão, foram analisados novamente de forma mais detalhada e os dois pesquisadores responsáveis pela seleção dos artigos entraram em consenso, quando necessário para poder assim selecionar os artigos que passariam para a fase de análise da qualidade. O consenso ocorreu quando não houve uma unanimidade na inclusão de um artigo e pelo menos um pesquisador decidiu incluir;

5. Na fase de consenso, em caso de discordância sobre a inclusão de algum estudo, o mesmo foi incluído;
6. Os estudos primários identificados foram posteriormente lidos em totalidade e, então, foi aplicada a avaliação de qualidade e a estratégia de extração de dados, conforme descrito nas subseções seguintes.

Foram aplicados os critérios de exclusão e inclusão e o processo de seleção de estudos primários acima apresentados. A tabela referente à aplicação dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos primários selecionados, durante a primeira fase de seleção, nas bases de dados ACM, *IEEE Xplore Digital Library*, *ISI Web Knowledge*, *El Compedex*, Scopus, CLEI, SBQS e WAMPS pode ser visualizada no Apêndice B. No Apêndice C pode-se visualizar a tabela que exhibe os artigos que foram excluídos na segunda fase de seleção dessa pesquisa, desta forma, foram utilizados nessa pesquisa para a extração de dados e construção do catálogo apresentado no Capítulo 4, os estudos presentes na tabela do apêndice B e que não foram excluídos, ou seja, que não fazem parte da tabela do apêndice C, esses artigos também podem ser encontrados no quadro 9 presente no capítulo 4. A Tabela 1 apresenta as estatísticas de quantos estudos foram incluídos ou excluídos antes e depois do consenso em cada base de dados.

**Tabela 1. Seleção de Estudos Primários**

<b>Seleção de Estudos Primários</b>		
<b>Fontes</b>	<b>Estudos Retornados</b>	<b>Estudos Incluídos</b>
ACM Digital Library	618	3
IEEE Xplore	50	6
ISI Web Knowledge	44	4
<i>El Compedex</i>	53	3
Scopus	65	1
CLEI	209	1
SBQS	442	2
WAMPS	111	0
<b>Total</b>	<b>1592</b>	<b>20</b>

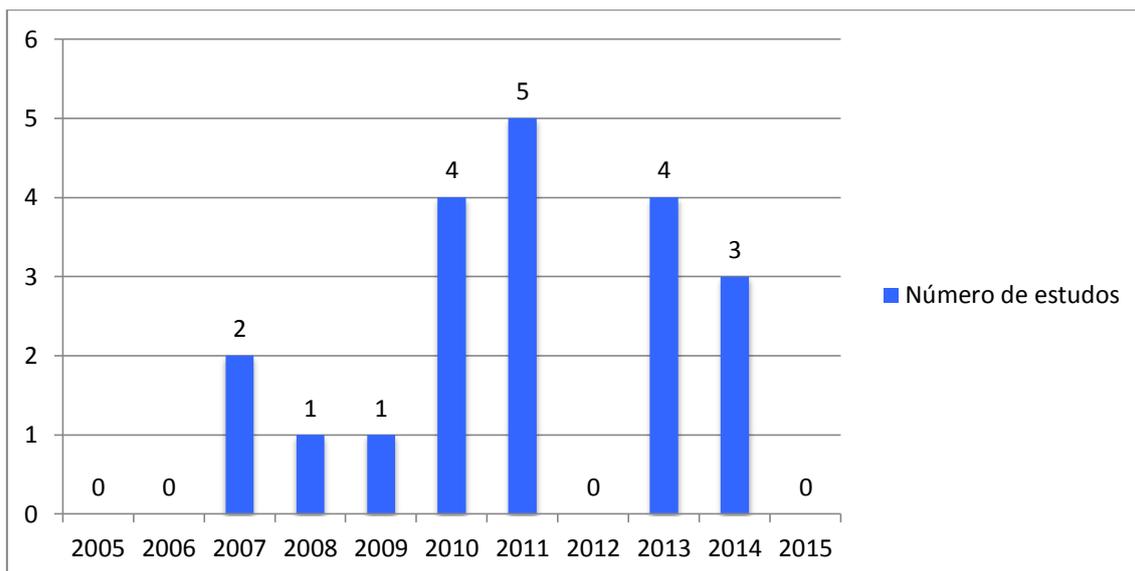
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Após o processo de seleção dos estudos primários, pode-se verificar que embora a IEEE Xplore apresente um número pequeno de estudos retornados, com 3,14%, essa fonte teve uma grande representatividade, quando comparada com as demais. Nos estudos primários selecionados esta fonte obteve 30%. E se somada a Isi Web of Knowledge, a outra base com o menor número de artigos retornados, as duas compõem 50% dos estudos primários selecionados. Isso pode ser explicado pela ordem que o

processo de seleção ocorreu, já que muitos estudos dessas bases permaneceram em detrimento aos estudos de outras fontes que foram enquadrados no critério de exclusão de estudos repetidos. A ordem das bases do processo de seleção segue a mesma ordem em que as mesmas aparecem na Tabela 1, essa ordem foi estabelecida considerando a estabilidade da base em relação à *string* de busca definida para a mesma e a relação dos artigos retornados com o tema da pesquisa.

Uma das restrições dessa pesquisa era o ano de publicação dos estudos, que deveria estar entre 01 de janeiro de 2005 até junho de 2015, neste caso, todos os estudos primários selecionados foram publicados no período desejado. A pesquisa contemplou, desta forma, um período de mais de 10 anos, podendo, assim, identificar as informações acerca da literatura mundial atual para Medição de Software.

Ao analisar a quantidade de estudos publicados com relação ao ano, pode-se demonstrar e confirmar o que outros autores destacam no que diz respeito ao crescimento de pesquisas em Medição de Software no contexto de desenvolvimento de softwares na última década. De acordo com os resultados obtidos na busca nas fontes de pesquisa selecionadas, nos anos de 2005 e 2006 não foi publicado nenhum estudo referente à questão de pesquisa, nos três anos seguintes foram publicados um ou dois artigos, e a partir do ano de 2010 houve um grande crescimento. E mesmo que nos anos de 2012 e 2015 apresente uma queda nesta quantidade, pode-se dizer que o aumento do número de estudos a partir do ano de 2010 pode ter sido motivado pelo aumento no reconhecimento da importância da área. Vale ressaltar que somente metade do ano de 2015 foi levada em consideração nesta pesquisa, pois a pesquisa limitou-se até junho deste ano que foi o mês em que as coletas dos artigos foram realizadas. De forma geral, poucos foram os trabalhos publicados relacionados à questão de pesquisa, visto que o processo de medição envolve os objetivos organizacionais de uma empresa e, portanto, as regras de negócio ou mesmo os segredos de uma organização, por isso torna-se difícil de conseguir informações sobre o que esta Revisão Sistemática objetiva apresentar, que são os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados. A Figura 10 ilustra a distribuição dos estudos primários, identificados pelo processo de seleção, ao longo dos anos.



**Figura 10. Número de Estudos ao Longo dos Anos**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Na Tabela 2 pode-se observar o número de publicações por autores que entraram nesta pesquisa por meio de suas publicações dentro do espaço de tempo determinado.

**Tabela 2. Número de Estudos por Autor**

<b>Número de Estudos por Autor</b>	
<b>Nome</b>	<b>Estudos Publicados</b>
Levin, G.	2
Gencel, C.	2
Petersen, K.	2
Iqbal, M. I.	2
Mughal, A. A.	2
Andronick, J.	1
Baaz, A.	1
Barcellos, M. P.	1
Basili, V.R.	1
Borjesson, A.	1
Coman, I.	1
Dara, R.	1
De Amescua-Seco Antonio	1
Díaz-Ley, M.	1
Fauzia, H.	1
García, F.	1
García-Guzmán Javier	1
Gusmão, C.	1
Hao Ke-gang	1
Heidrich, J.	1
Hendradjaya, B.	1
Jeffery, R.	1

Jian LI	1
Jr. Menezes, J.	1
Kegang HAO	1
Klein, G.	1
Laksmiwati, H.	1
Lepmets, M.	1
Li Jian	1
Li Ya-hong	1
Lima, F.	1
Lima, S. T.	1
Lindvall, M.	1
Mitre-Hernández Hugo A.	1
Moore, M.	1
Moura, H.	1
Munch, J.	1
Murray, T.	1
Oliveira, K. M. De	1
Piattini, M.	1
Pries-Heje, J.	1
Ras, E.	1
Regardie, M.	1
Renault, A.	1
Rocha, A. R.	1
Rombach, D	1
Salehie, M.	1
Santos, G.	1
Sarcia, S. Alessandro	1
Seaman, C.	1
Sen Li	1
Shimin Li	1
Sillitti, A.	1
Southekal, P.	1
Southekal, P.H.	1
Staples, M.	1
Succi, G.	1
Tahvildari, L.	1
Tao Xu	1
Timmeras, M.	1
Trendowicz, A.	1
Velasco-Elizondo Perla	1
Yahong LI	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

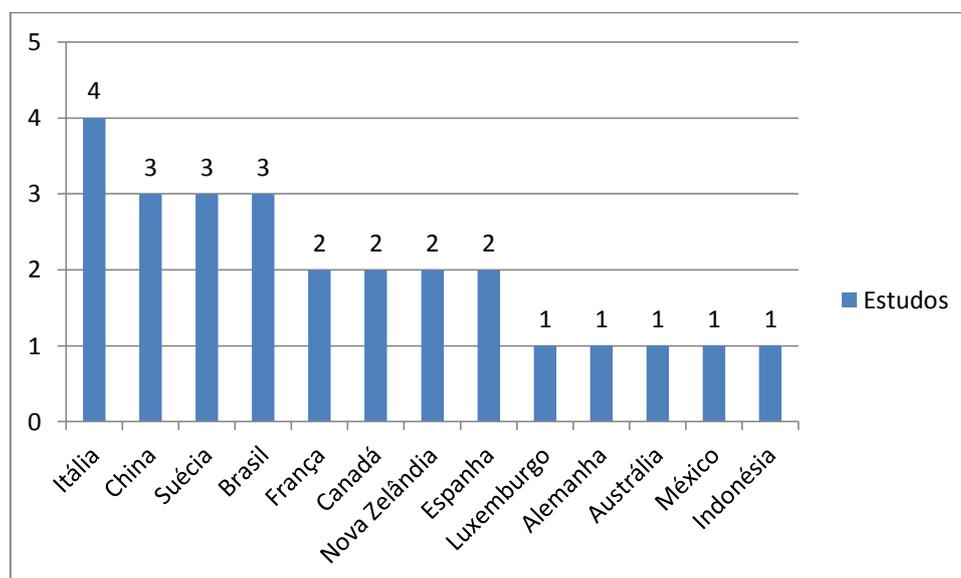
A distribuição de estudos por instituição de filiação pode ser visualizada na Tabela 3, onde o número de instituições com publicações é maior do que o número de estudos publicados selecionados na pesquisa, pois em muitos casos instituições trabalharam em parceria para poder produzir o estudo em questão.

**Tabela 3. Número de Estudos por Instituição**

<b>Número de Estudos por Instituição</b>	
<b>Instituição</b>	<b>Nº de Estudos</b>
Ericsson AB	3
Skema Business School	2
Free University of Bolzano	2
Blekinge Institute of Technology, School of Computing	2
Auckland University of Technology	2
University of Rome Tor Vergata	1
College of Business and Administration	1
Public Research Centre Henri Tudor	1
Fraunhofer Center for Experimental Software Engineering	1
Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering	1
Software Technologies Applied Research (STAR) Lab University of Waterloo	1
BIS-E Software Verification & Validation Department Research In Motion (RIM)	1
Management and Economy School, Beijing Institution of Technology	1
Software Engineering Institute, Northwest University	1
Accenture Inc	1
IT University of Göteborg	1
University of New South Wales	1
Carlos III University of Madrid	1
The Center for Mathematical Research (CIMAT)	1
Autonomous University of Zacatecas	1
Bandung Institute of Technology: School of Electrical and Informatics Engineering	1
Sistemas Técnicos de Loterías del Estado (STL)	1
University of Castilla-La Mancha	1
Management and Economy School, Beijing Institution of Technology, BIT	1
Software Engineering Institute, Northwest University, NWU	1
Universidade Católica de Brasília	1
Universidade Federal do Rio de Janeiro	1
Universidade Federal do Espírito Santo	1
Universidade Federal de Pernambuco	1
Free University of Bozen-Bolzano	1

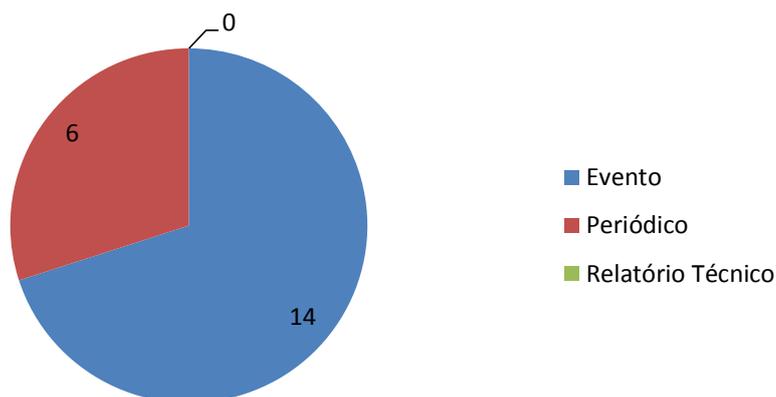
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 11 pode-se observar quais os países que mais publicam sobre Medição de Software no contexto de projetos de software. Pode-se observar também a importância do Brasil, no que diz respeito à qualidade de software, porém essa expressividade pode-se dar devido à escolha de fontes de pesquisas nacionais para compor esta pesquisa. A Itália, como se pode observar, apresentou um número de publicações superior, seguida pela China, Suécia e Brasil. Isso pode ser explicado devido esses países entrarem em parceria para produzir um determinado trabalho e/ou apresentarem especialistas no processo de medição que publicaram trabalhos que condizem com o objetivo desta pesquisa, visto que muitos trabalhos que tratam sobre o processo de medição foram encontrados no processo de seleção, porém só estão sendo levados em consideração para a análise, os que trataram especificamente do objetivo desta pesquisa.



**Figura 11. Número de Estudos por País**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A distribuição dos trabalhos por tipo de publicação pode ser visualizada na Figura 12, em que se pode perceber que a maioria dos estudos primários, 70% (14 estudos), foi publicada em eventos, outra parcela, que corresponde a 30% (6 estudos) foi publicada em periódicos, e por último, não se identificou nenhum relatório técnico condizente com a pesquisa. Pode-se observar que a grande maioria dos estudos incluídos, foram publicados por meio de eventos, e isso pode ser explicado devido ao fato de que a computação é uma ciência relativamente nova. Então ainda não existem tantos periódicos especializados na área de Engenharia de Software.



**Figura 12. Trabalhos por Tipo de Publicação**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O Quadro 5 apresenta a distribuição dos estudos primários em relação ao local de publicação, de onde foi possível retirar a informação de qual(is) Evento(s) ou Periódico(s) que mais tiveram publicações nos últimos dez anos.

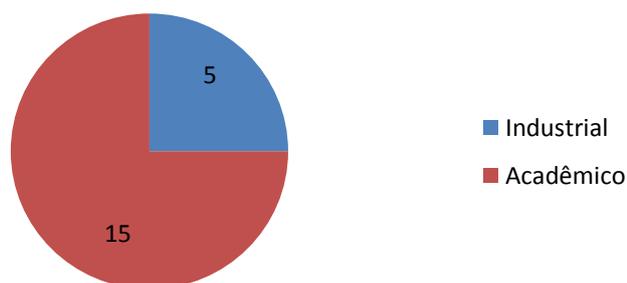
**Quadro 5. Meios que mais Publicaram Estudos**

Número de estudos por local de publicação		
Nome	Ocorrências	Tipo de publicação
International Conference on Software Engineering - ICSE	1	Evento
Empirical Software Engineering and Measurement - ESEM	1	Evento
International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement	1	Evento
Wireless Communications, Networking and Mobile Computing - WiCOM	1	Evento
SRII Global Conference	1	Evento
Computer (IEEE Computer Society)	1	Periódico
European Conference on Software Maintenance and Reengineering	1	Evento
International Conference on Management Science & Engineering	1	Evento
International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC)	1	Evento
International Federation for Information Processing - IFIP	1	Evento
The Journal of Systems and Software	2	Periódico
Information and Software Technology	1	Periódico
Ingeniería Investigación y Tecnología	1	Periódico
International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE)	1	Evento
Advances in Engineering Software	1	Periódico

International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)	1	Evento
Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS)	2	Evento
Conferência Latinoamericana de Informática – CLEI	1	Evento

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

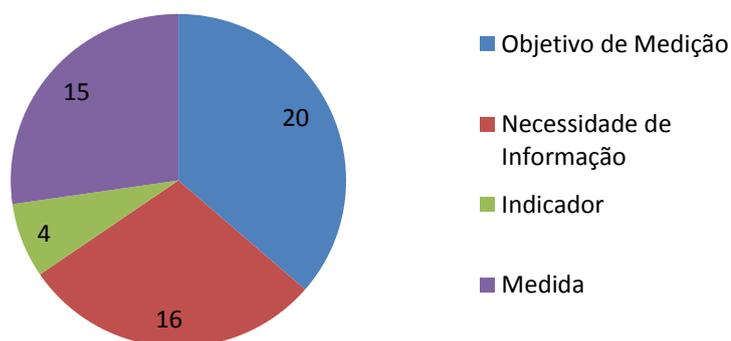
A distribuição dos estudos entre acadêmico ou voltados para a indústria pode ser visualizada no gráfico da Figura 13, onde se observa uma quantidade maior de estudos acadêmicos (75%). Isso pode ser explicado devido ao foco do meio acadêmico ser o de produzir trabalhos científicos e de pesquisa, o que não é uma regra para o meio industrial, que também produz trabalho de pesquisa, mas que nem sempre apresenta como foco a publicação dos mesmos, além do que mesmo que um trabalho apresente um estudo de caso em um meio organizacional, se este for produzido por uma instituição acadêmica, permanecerá o caráter acadêmico. Outro fator que pode influenciar o meio industrial apresentar poucos trabalhos relacionados ao objetivo da pesquisa deste trabalho é que por vezes isso pode estar relacionado a objetivos estratégicos da organização e muitas empresas preferem não expor esse tipo de informação.



**Figura 13. Avaliação dos Estudos: Acadêmico ou Voltados a Indústria**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A distribuição dos Ativos de medição em relação aos trabalhos selecionados pode ser visualizada na Figura 14. Dos trabalhos selecionados, todos apresentaram um determinado objetivo de medição, uma grande parcela (80%) apresentou necessidades de informação, somente 20% apresentaram indicadores e 75% apresentaram medidas em seu trabalho. Isso pode ser explicado, devido à metodologia GQM ser a mais

utilizada até então quando se trata de processo de medição, dessa forma o número de trabalhos que apresentam indicadores é expressivamente menor.



**Figura 14. Ativos de Medição**  
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 6 apresenta os ativos de medição que cada estudo incluído possui, os mesmos estão ordenados por base e em seguida por ano de publicação. Nesse quadro, os artigos recebem uma marcação com um “X” nas colunas OM (Objetivos de Medição), NI (Necessidades de Informação), I (Indicadores) e M (Medidas), caso apresentem em seu conteúdo algum desses ativos de medição.

**Quadro 6. Ativos de medição por estudo**

Ativos de medição por estudo						
Artigo	Ano	Base	OM	NI	I	M
A case-study on using an Automated In-process Software Engineering Measurement and Analysis system in an industrial environment	2009	ACM	X			
Is GQM+Strategies really applicable as is to non-software development domains?	2010	ACM	X	X		X
Formulation and Empirical Validation of a GQM Based Measurement Framework	2011	ACM	X	X		X
A Composite Measurement Pattern	2008	IEEE	X	X		X
A Quality Measurement Framework for IT Services	2011	IEEE	X		X	X
Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement	2010	IEEE	X	X		X
Prioritizing Requirements-Based Regression Test Cases: A Goal-Driven Practice	2011	IEEE	X	X		X
The software project progress measurement frame based on GQM model	2013	IEEE	X	X		X

Validation of a generic GQM based measurement framework for software projects from industry practitioners	2011	IEEE	X	X		X
Measuring process innovations and improvements	2007	ISI WEB	X	X		X
A decision support framework for metrics selection in goal-based measurement programs: GQM-DSFMS	2013	ISI WEB	X	X	X	X
An empirical research agenda for understanding formal methods productivity	2014	ISI WEB	X	X		
Designing a Strategic Measurement Program for Software Engineering Organizations- Discovering Difficulties and Problems	2014	ISI WEB	X	X		
A quality model for mobile thick client that utilizes web API	2014	EL Compendex	X	X		X
MIS-PyME software measurement capability maturity model - Supporting the definition of software measurement programs and capability determination	2010	EL Compendex	X			
Software engineer behavior analysis measurement process in SW-KPA	2011	EL Compendex	X	X		X
A decision support framework for metrics selection in goal-based measurement programs: GQM-DSFMS	2013	Scopus	X	X	X	X
Avaliação da Acessibilidade de Sítios Web por meio de Métricas de Software	2007	SBQS	X	X		X
Análise da Estrutura e Conteúdo de uma Base de Medidas Visando ao Controle Estatístico de Processos de Software	2010	SBQS	X	X		X
Defining Indicators for Risk Assessment in Software Development Projects	2013	CLEI	X		X	

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.5.2 Avaliação da Qualidade dos Estudos Primários

A qualidade de um artigo pode ser mensurada pela relevância e valor científico de seu conteúdo; também é considerado um critério de exclusão, a ser aplicado durante a condução da pesquisa. Desta forma, durante a análise dos estudos primários e coleta de resultados, foram aplicados os critérios de qualidade definidos abaixo, permitindo um processo adicional de validação dos estudos, de forma a identificar possíveis trabalhos que ainda devem ser desconsiderados da pesquisa e observar o grau de importância dos estudos individualmente para quaisquer comparações durante a síntese dos dados (KITCHENHAM, 2004).

Adicionalmente, a avaliação da qualidade pode servir como recomendação de estudos para futuras pesquisas, fornecendo informações a respeito da qualidade das informações de cada estudo avaliado (KITCHENHAM, 2004).

Os critérios de qualidade que foram aplicados aos estudos primários foram adaptados de Costa (2010), uma vez que descreviam critérios abrangentes o suficiente para cobrir o escopo dos estudos a serem considerados, com alterações para se adequarem aos objetivos e questões de pesquisa desta revisão sistemática. Segue a lista dos critérios de qualidade e suas categorias:

1. Introdução/Planejamento
  - a. Os objetivos ou questões do estudo são claramente definidos (incluindo justificativas para a realização do estudo)?
  - b. O tipo de estudo está definido claramente?
2. Desenvolvimento
  - a. Existe uma clara descrição do contexto no qual a pesquisa foi realizada?
  - b. O trabalho é bem/adequadamente referenciado (apresenta trabalhos relacionados ou semelhantes e se baseia em modelos e teorias da literatura)?
3. Conclusão
  - a. O estudo relata de forma clara e não ambígua os resultados?
  - b. Os objetivos ou questões do estudo são alcançados?
4. Critérios para a Questão de Investigação
  - a. O estudo lista primária ou secundariamente os Modelos, Processos, Métodos, Técnicas, Metodologia e afins, para apoiar atividades de Rastreabilidade de Requisitos?
  - b. O estudo apresenta Ferramentas de apoio às atividades do Processo de Medição?
5. Critério Específico para estudos Experimentais
  - a. Existe um método ou um conjunto de métodos descrito para a realização do estudo?
6. Critério Específico para estudos Teóricos
  - a. Existe um processo não tendencioso na escolha dos estudos?

7. Critério Específico para Revisões Sistemáticas
  - a. Existe um protocolo rigoroso, descrito e seguido?
8. Critério Específico para Relato de Experiência Industrial
  - a. Existe uma descrição sobre a(s) organização(ões) onde foi conduzido o estudo?

Os critérios de qualidade (1) a (4) aplicam-se a todos os estudos primários avaliados, enquanto os critérios (5) a (8) aplicam-se especificamente aos respectivos tipos de trabalho mencionados. Estes tipos de estudos foram propostos por Easterbrooks (2007).

### 3.5.2.1 *Processo de Avaliação de Qualidade*

Os estudos primários selecionados foram lidos em totalidade e, então, foram avaliados utilizando os critérios de qualidade. Para avaliar o grau de adequação aos critérios de qualidade, foi adotada a estratégia de avaliação proposta por Costa (2010), onde se utiliza a escala de Likert-5, permitindo respostas gradativas de 0 (discordo totalmente) a 4 (concordo totalmente), como apresentado no Quadro 7.

**Quadro 7. Escala de Likert-5**

<b>Escala de Likert-5</b>	
Concordo totalmente (4)	Deve ser concedido no caso em que o trabalho apresente no texto os critérios que atendam totalmente a questão.
Concordo parcialmente (3)	Deve ser concedido no caso em que o trabalho atenda parcialmente aos critérios da questão.
Neutro (2)	Deve ser concedido no caso em que o trabalho não deixe claro se atende ou não a questão;
Discordo parcialmente (1)	Deve ser concedido no caso em que os critérios contidos na questão não são atendidos pelo trabalho avaliado;
Discordo totalmente (0)	Deve ser concedido no caso em que não existe nada no trabalho que atenda aos critérios da questão.

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Para auxiliar a avaliação, a escala de Likert-5 foi adaptada para cada critério de qualidade, como se pode observar no Quadro 8.

Quadro 8. Escala para cada critério de qualidade

Escala por Critério	
Critério	Escala
1a.	<p>4 - Define e justifica o estudo claramente.</p> <p>3 - Define claramente o estudo, porém a justificativa não é clara.</p> <p>2 - Define claramente o estudo, mas não justifica.</p> <p>1 - A definição dos objetivos do estudo não é clara.</p> <p>0 - Não define o estudo.</p>
1b.	<p>4 - Define o tipo de estudo, referenciando na literatura a metodologia.</p> <p>3 - Define o tipo de estudo, porém sem referenciar a metodologia.</p> <p>2 - Não define o tipo de estudo. É possível inferir facilmente.</p> <p>1 - Não define o tipo de estudo. É possível inferir com dificuldade.</p> <p>0 - Não é possível inferir o tipo de estudo.</p>
2a.	<p>4 - Define claramente uma seção com o contexto da pesquisa.</p> <p>3 - O contexto da pesquisa está incluído em uma seção não exclusiva.</p> <p>2 - O contexto da pesquisa está disperso ao longo do texto.</p> <p>1 - O contexto da pesquisa está disperso e é insubstancial.</p> <p>0 - O contexto da pesquisa não é abordado.</p>
2b.	<p>4 - O texto apresenta uma seção de trabalhos relacionados.</p> <p>3 - O texto apresenta trabalhos relacionados em uma seção não exclusiva.</p> <p>2 - O texto apresenta trabalhos relacionados dispersos ao longo do texto.</p> <p>1 - O texto não apresenta trabalhos relacionados, mas se apoia na literatura.</p> <p>0 - O texto não apresenta trabalhos relacionados nem se apoia na literatura.</p>
3a.	<p>4 - Resultados são claramente apresentados na seção de conclusão.</p> <p>3 - Resultados são claramente referenciados na seção de conclusão.</p> <p>2 - Resultados apresentados na conclusão não são claros.</p> <p>1 - Resultados referenciados na conclusão não são claros.</p> <p>0 - Não são apresentados resultados.</p>
3b.	<p>4 - Os resultados estão totalmente aderentes ao objetivo do estudo.</p> <p>3 - Os resultados estão aderentes ao objetivo do estudo, no entanto o autor faz ressalvas.</p> <p>2 - Os resultados são parcialmente aderentes ao objetivo do estudo.</p>

	<p>1 – Os resultados não estão aderentes ao objetivo do estudo.</p> <p>0 – Não é alcançado nenhum resultado.</p>
4a.	<p>4 – Algum dos elementos é claramente descrito.</p> <p>3 – Algum dos elementos é apresentado, mas não aprofundado.</p> <p>2 – Algum dos elementos é avaliado, porém não descrito.</p> <p>1 – Algum dos elementos é citado indiretamente.</p> <p>0 – Nenhum dos elementos é apresentado direta ou indiretamente.</p>
4b.	<p>4 – Apresenta uma ferramenta disponível para uso em versão funcional.</p> <p>3 – Apresenta ferramenta em versão funcional, porém não disponível para uso.</p> <p>2 – Apresenta um projeto ou proposta de ferramenta, incluindo a descrição de funcionalidades.</p> <p>1 – Apresenta apenas algoritmos de apoio ou análises de ferramentas de suporte à Rastreabilidade de Requisitos.</p> <p>0 – Não são apresentadas ferramentas de apoio.</p>
5a.	<p>4 – O método de experimento é definido e referenciado claramente.</p> <p>3 – O método de experimento é definido claramente.</p> <p>2 – O método de experimento é citado.</p> <p>1 – O método de experimento não é citado, porém é possível inferir.</p> <p>0 – Não é possível inferir o método de experimento.</p>
6a.	<p>4 – O texto descreve critérios para a escolha dos estudos.</p> <p>3 – O texto não descreve critérios para a escolha dos estudos, porém apresenta estudos que discordam do estudo apresentado.</p> <p>2 – O texto descreve apenas estudos aderentes ao estudo apresentado.</p> <p>1 – O texto descreve estudos insuficientes.</p> <p>0 – O texto não descreve estudos base.</p>
7a.	<p>4 – O protocolo de revisão é apresentado, descrito e seguido.</p> <p>3 – O protocolo de revisão é apresentado e descrito, porém há evidências de que não foi seguido adequadamente.</p> <p>2 – O protocolo de revisão não foi suficientemente descrito.</p> <p>1 – O protocolo de revisão apenas foi citado ao longo do texto.</p> <p>0 – Não há um protocolo de revisão.</p>
8a.	<p>4 – A área de atuação, tamanho e origem da organização são informados.</p> <p>3 – Apenas duas das características do item 4 são informadas.</p> <p>2 – Apenas uma das características do item 4 é informada.</p>

	1 – Nenhuma das características do item 4 é informada. 0 – O estudo não foi conduzido em uma ou mais organizações.
--	---

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

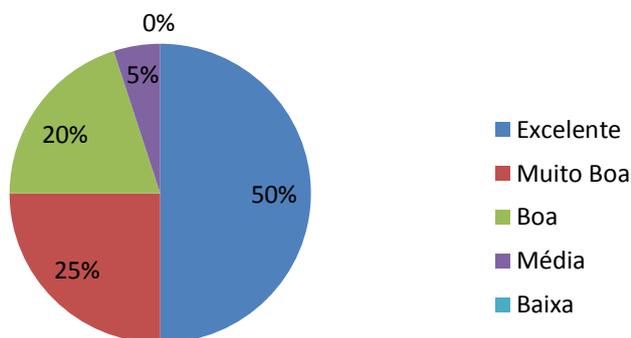
Deve-se então, dada à soma das pontuações, enquadrá-los em um dos cinco níveis de qualidade classificados por Beecham (2007), tais como, apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4. Níveis de Qualidade**

Faixa de Notas	Avaliação
Excelente	>86%
Muito Boa	66%-85%
Boa	46%-65%
Média	26%-45%
Baixa	< 26%

**Fonte: Beecham (2007).**

Com relação à qualidade dos estudos, foi possível notar prevalência nos estudos com qualidade “Excelente” e “Muito Boa”, contando com 10 e 5 estudos, respectivamente. Em seguida, houve 4 ocorrências de trabalhos de qualidade “Boa”. Houve apenas 1 estudo de qualidade “Média”, ao passo que não foi identificado nenhum estudo com qualidade “Baixa”. A Figura 15 sintetiza estas informações.



**Figura 15. Percentual de Estudos por Categoria de Qualidade**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Com base na avaliação da qualidade realizada, pôde-se verificar que os estudos quanto à sua forma apresentavam em sua maioria uma excelente qualidade, sendo assim, este poderia ser um indicativo da qualidade do conteúdo dos mesmos.

### 3.5.3 *Estratégia de Extração de Informações*

Para cada estudo primário analisado durante a etapa de extração de resultados, foi feito um resumo que identificou os ativos de medição apresentados pelo estudo, o tipo de estudo e definições importantes sobre processo de medição, a fim de responder as seguintes questões:

- **Q1A – Qual o contexto de aplicação da abordagem encontrada?** A abrangência da abordagem (referente à questão de pesquisa Q1) será analisada em relação ao contexto de desenvolvimento onde foi encontrada a abordagem (acadêmico, industrial);
- **Q1B – Qual a metodologia utilizada no processo de medição?** Verificar quais metodologias, tais como GQM, GQIM, PSM, entre outras está sendo utilizada no processo de medição de software do trabalho em questão;
- **Q1C – Quais objetivos de medição são mais comuns entre as empresas desenvolvedoras de software?** Verificar quais são os objetivos de medição das empresas desenvolvedoras de software e se as mesmas possuem objetivos de medição comuns;
- **Q1D – Quais as necessidades de informação (questões) são mais utilizadas para tentar atingir os objetivos organizacionais?** Para cada objetivo de medição encontrado, analisar quais questões são elaboradas para que com as respostas das mesmas se possa tomar uma decisão em prol do objetivo. Conhecer as diversas questões e saber quais são mais utilizadas e mais adequadas nos diferentes contextos;
- **Q1E – Quais os indicadores são geralmente utilizados?** Se o estudo fizer uso da metodologia GQIM, para cada necessidade de informação, limites são estipulados com o intuito de saber se o valor obtido está bom, razoável ou ruim, busca-se com esse item verificar quais indicadores, assim como suas metas e limites são mais utilizados;
- **Q1F – Quais as medidas e quais campos de medidas são geralmente armazenados para o processo?** Verificar quais são as medidas mais utilizadas no processo de medição para se obter um determinado indicador e quais são os dados que costuma-se armazenar de cada medida;

- **Q1G – Quais os ativos (papéis, artefatos) envolvidos?** Para cada abordagem encontrada nos estudos, verificar quais os ativos envolvidos em seu desenvolvimento.

#### ***3.5.4 Sumarização dos Resultados***

Como sumarização dos resultados desta revisão, foi elaborado um catálogo de medidas de apoio ao processo de medição, em que são dispostas informações importantes sobre os ativos de medição, com o objetivo de reunir em um único instrumento os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no processo de medição que se encontram dispersos na literatura, a fim de auxiliar organizações desenvolvedoras/mantenedoras de software ou qualquer interessado no assunto a ter uma visão de como aplicar o processo de medição. O catálogo de medidas será apresentado no próximo capítulo deste trabalho.

### **3.6 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou uma revisão sistemática da literatura aplicada ao Processo de Medição. Foram consideradas para fazer parte deste estudo oito fontes de pesquisa. Por meio da aplicação de critérios de seleção de fontes, foram selecionadas as bases de estudos ACM, *IEEE Xplore Digital Library*, *ISI Web Knowledge*, *El Compedex*, Scopus, CLEI (Anais da Conferência Latino-americana em Informática), SBQS (Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software) e WAMPS, WAMPS (Anais do Workshop Anual do MPS.BR).

Uma estratégia de busca por estudos primários foi estabelecida e executada. Como resultado da busca, foram encontrados 1592 estudos. Cada estudo foi avaliado por dois pesquisadores, os quais decidiram selecionar 20 estudos relevantes para este trabalho. Posteriormente, a qualidade destes estudos foi analisada conforme critérios apresentados neste capítulo.

Como resultado da seleção e avaliação de qualidade dos estudos selecionados, foi possível coletar informações estatísticas relevantes às quais apontam alguns números identificados no contexto da RSL como, por exemplo: a quantidade de estudos selecionados com relação ao tempo; países; instituições; e autores que mais publicaram a respeito do tópico de interesse; e principalmente encontrar os objetivos de medição,

necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no processo de medição.

Os resultados da extração de dados dos estudos selecionados serão discutidos no Capítulo 4, o qual apresenta o catálogo de medidas de apoio ao processo de medição no contexto de desenvolvimento de projetos de software desenvolvido no contexto desta dissertação.

## 4 CATÁLOGO DE MEDIÇÃO

Este capítulo discute uma das principais contribuições deste trabalho que é um Catálogo de Medição que visa apresentar os ativos de medição mais utilizados no processo de medição de software no contexto de desenvolvimento de projetos de software. Neste trabalho entende-se por catálogo um instrumento disponibilizado por meio de um documento virtual onde se encontram diversos ativos de medição de apoio ao processo de medição, que é de grande valia para a Engenharia de Software por reunir esses diversos ativos de medição que se encontram dispersos na literatura em um único banco de conhecimento, a fim de facilitar e ajudar organizações na escolha de qual necessidade de informação, indicador ou medida utilizar em relação a um determinado objetivo no momento em que estiver sendo realizada a implementação do processo de medição de software na organização.

No contexto deste trabalho, entende-se por ativos de medição: objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas utilizados no processo de medição de software. Devido à importância dos ativos de medição no contexto do processo de medição de software, sendo justificado pelo fato destes serem a principal abordagem na definição de todo o planejamento do processo, e conseqüentemente com os seus resultados, a Alta Administração de uma empresa pode tomar decisões que irão definir o futuro da organização. Outro fator a ser citado para a escolha dos ativos de medição como a principal abordagem norteadora deste trabalho é o caráter de aplicação prática que este catálogo propõe.

Além disso, para este trabalho entende-se como (BARCELLOS, 2009): necessidade de informação, necessária ao gerenciamento de objetivos, riscos e problemas; objetivo, é a meta pela qual ações de medição e estratégicas são planejadas/realizadas; indicador, é uma representação de forma simples ou intuitiva de uma medida para facilitar sua interpretação quando comparada a uma referência ou alvo; medida, é um instrumento de medição que é utilizado para associar um valor a um

elemento mensurável ou pode ser a quantificação de dados em um padrão e qualidade aceitáveis (exatidão, completude, consistência, temporalidade).

Vale ressaltar que a busca por ativos de medição de apoio ao processo de medição deu-se por meio da realização de uma Revisão Sistemática da Literatura apresentada no Capítulo 3, por ser um método que consiste em uma pesquisa organizada e metodológica na literatura, que possui como características: a abrangência, já que engloba todos ou, pelo menos, a grande maioria dos estudos relevantes à questão de pesquisa; não tendenciosa, pois possui um protocolo de revisão, não sendo dirigida por interesses pessoais de seus pesquisadores; passível de replicação, já que existe um processo bem definido de sua execução; além de ter como principal meta a realização de uma pesquisa exaustiva na literatura, em busca de evidências que possam apoiar uma determinada hipótese, ou simplesmente a busca por conhecimento aprofundado acerca de certo fenômeno de interesse (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

## **4.2 Catálogo de Medição de Apoio ao Processo de Desenvolvimento de Software**

Esta subseção apresenta o catálogo de medição, desde sua organização e estrutura, até sua apresentação por meio dos objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no processo de medição no contexto de desenvolvimento de software.

### ***4.1.1 Organização do Catálogo***

Este catálogo está organizado pela ordenação de prioridade das bases e pela ordem alfabética dos estudos selecionados em cada base. Para fins de sumarização, cada Estudo Selecionado será mencionado por seu respectivo código que seguirá o padrão <Base> – ES<ID>, onde <Base> representa o nome da base na qual o estudo foi encontrado, seguido de ES (Estudo Selecionado) e o <ID>, que representa o Identificador do referido estudo. Estes códigos são apresentados no quadro 9.

Quadro 9. Estudos Selecionados para a Elaboração do Catálogo

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Ano de Publicação</b>	<b>Fonte</b>
ACM – ES1	A case-study on using an Automated In-process Software Engineering Measurement and Analysis system in an industrial environment	2009	ACM Digital Library
ACM – ES2	Formulation and Empirical Validation of a GQM Based Measurement Framework	2011	ACM Digital Library
ACM – ES3	Is GQM+Strategies really applicable as is to non-software development domains?	2010	ACM Digital Library
IEEE – ES4	A Composite Measurement Pattern	2008	IEEE
IEEE – ES5	A Quality Measurement Framework for IT Services	2011	IEEE
IEEE – ES6	Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement	2010	IEEE
IEEE – ES7	Prioritizing Requirements-Based Regression Test Cases: A Goal-Driven Practice	2011	IEEE
IEEE – ES8	The software project progress measurement frame based on GQM model	2013	IEEE
IEEE – ES9	Validation of a generic GQM based measurement framework for software projects from industry practitioners	2011	IEEE
IWK – ES10	A decision support framework for metrics selection in goal-based measurement programs: GQM-DSFMS	2013	ISI Web of Knowledge
IWK – ES11	An empirical research agenda for understanding formal methods productivity	2014	ISI Web of Knowledge
IWK – ES12	Designing a Strategic Measurement Program for Software Engineering Organizations - Discovering Difficulties and Problems	2014	ISI Web of Knowledge
IWK – ES13	Measuring process innovations and improvements	2007	ISI Web of Knowledge
ELC – ES14	A quality model for mobile thick	2014	El Compendex

	client that utilizes web API		
ELC – ES15	MIS-PyME software measurement capability maturity model - Supporting the definition of software measurement programs and capability determination	2010	El Compendex
ELC – ES16	Software engineer behavior analysis measurement process in SW-KPA	2011	El Compendex
SCOP – ES17	A decision support framework for metrics selection	2013	Scopus
CLEI – ES18	Defining Indicators for Risk Assessment in Software Development Projects	2013	CLEI
SBQS – ES19	Análise da Estrutura e Conteúdo de uma Base de Medidas Visando ao Controle Estatístico de Processos de Software	2010	SBQS
SBQS – ES20	Avaliação da Acessibilidade de Sítios Web por meio de Métricas de Software	2007	SBQS

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Quanto à estrutura do catálogo, cada estudo será analisado com base nos seguintes itens:

- **Objetivos de Medição:** Quanto aos objetivos de medição de um determinado estudo, é possível que um estudo apresente mais de um objetivo de medição, desta forma todos os objetivos de medição presentes no estudo foram catalogados, relacionando os mesmos com as suas respectivas necessidades de informação e indicadores. Em relação aos objetivos também foram catalogados qual o Nível que o objetivo abrange, se o mesmo encontra-se definido em nível de projeto ou nível organizacional; o Propósito, ou seja, o porquê de se ter esse objetivo no projeto ou na organização; o Foco, a quem ou a que se destina esse objetivo; e o Ambiente, isto é, em que contexto está sendo empregado esse objetivo;
- **Necessidades de Informação:** Quanto às necessidades de informação, ou questões da técnica do GQIM, as mesmas são apresentadas juntamente com o Objetivo de Medição com o qual cada necessidade de informação está relacionada e o Tipo de Variação dessa necessidade de informação, podendo

esse tipo de variação ser objetivo de negócio, objetivo do produto, legislação ou objetivo de processo. Como pode-se perceber, estes também fazem referência ao objetivo com o qual essa questão está relacionada;

- **Indicadores:** Quanto aos Indicadores, os mesmos foram extraídos dos estudos com: uma determinada Descrição, com foco em descrever o que faz esse indicador; a Finalidade desse indicador, definindo o que será alcançado com o mesmo; e por fim foram apresentados no catálogo as Necessidades de Informação e os Objetivos de Medição com os quais esses Indicadores estão relacionados;
- **Relação entre Indicadores e Medidas:** Quanto à relação entre indicadores e medidas, são levados em consideração para a estrutura do catálogo: a Composição do Indicador, definindo se o mesmo é composto por uma medida, nesse caso seria um indicador básico ou se é composto por duas ou mais medidas, nessas condições tem-se um indicador derivado; a Meta de um Indicador, isto é, os valores limites para determinar a partir de seu resultado se o mesmo encontra-se em um estado crítico, ou de alerta ou em um estado ok; o Critério de Análise, que é a descrição de quando um indicador será considerado com o estado de ok, alerta ou crítico; os nomes das Medidas que compõem o Indicador; a Fórmula matemática entre essas medidas, para poder gerar o valor final do indicador; a Unidade de Resposta, podendo ser em porcentagem ou pontos por função ou outras unidades; e os Passos da Coleta, que são utilizados para coletar as medidas definidas no indicador;
- **Medida:** Quanto às Medidas, as mesmas foram extraídas dos estudos com: a sua Definição; a Escala Sugerida, que são os tipos de valores que podem ser atribuídos às medidas, como por exemplo números inteiros; e a Faixa Sugerida com os valores mínimos e máximos esperados da medida.

#### ***4.1.2 Ativos de Medição***

Diversos ativos de medição foram encontrados na literatura por meio da RSL realizada, deste modo os ativos de medição encontrados são dispostos abaixo baseados na estrutura definida anteriormente. Os estudos que não apresentam a estrutura completa do catálogo definido na seção 4.1.1 é porque não definiram ou não informaram todos os dados, e por isso será exibido somente os dados encontrados em cada artigo. Por

exemplo, se um determinado artigo utilizou a metodologia GQM, não serão encontrados Indicadores neste e por isso a parte da estrutura do catálogo que trata dos indicadores não será mencionada neste estudo.

Vale mencionar que foram levados em consideração para a pesquisa os objetivos de medição encontrados. Se um determinado trabalho chegou a mencionar o objetivo estratégico de uma determinada empresa, o mesmo não foi levado em consideração para fins dessa pesquisa, uma vez que os objetivos estratégicos estão muito mais relacionados com as regras de negócio das empresas e por isso tornam-se muito particulares de uma organização, não podendo ser replicados para outras organizações, portanto não se torna interessante inserir os mesmos no catálogo.

#### 4.1.2.1 ACM – ESI

Esta seção faz referência ao artigo “*A case-study on using an Automated In-process Software Engineering Measurement and Analysis system in an industrial environment*”, publicado no ano de 2009 (COMAN et al., 2009), encontrado na base *ACM Digital Library*. Este artigo apresentou em seu conteúdo somente objetivos de medição. O Quadro 10 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo com base na estrutura definida na Seção 4.1.1.

**Quadro 10. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ESI**

<b>Objetivo de Medição</b>	<b>Nec. de Informação</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>
Melhorar o processo da equipe	Não informado	Não informado	Não informado
Ter uma maneira mais objetiva e quantificável de apresentar as atividades da equipe para o nível superior, gestão de TI, não da empresa.	Não informado	Não informado	Não informado
Avaliar o produto de trabalho	Não informado	Não informado	Não informado
Fazer o esforço do departamento de TI visível para outros departamentos	Não informado	Não informado	Não informado

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

#### 4.1.2.2 ACM – ES2

Esta seção faz referência ao artigo “*Formulation and Empirical Validation of a GQM Based Measurement Framework*”, publicado no ano de 2011 (SOUTHEKAL E LEVIN, 2011), encontrado na base *ACM Digital Library*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo, Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. Vale mencionar que o conjunto de Necessidades de Informação e/ou Indicadores compreendidos em um determinado Objetivo de Medição podem ser facilmente visualizados através do escopo limite de células mescladas de um Objetivo, que se encontram na mesma direção das células dessas Necessidade de Informação e Indicadores. O mesmo vale para as Medidas que fazem parte de um determinado Indicador e/ou Necessidade de Informação. Neste caso, o artigo apresentou somente um único Objetivo de Medição. O Quadro 11 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo. Abaixo do Quadro 11, ainda seguindo a estrutura do catálogo definida na seção 4.1.1, estão maiores detalhes dos ativos de medição informados pelo estudo.

**Quadro 11. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ES2**

<b>Objetivo de Medição</b>	<b>Nec. de Informação</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>
Acompanhar o projeto de Software	Como estimar o tamanho do projeto antes do desenvolvimento?	Não informado	Pontos por função
	Como saber o tamanho do software após o desenvolvimento?	Não informado	Linhas de código
	Qual é o esforço total estimado? Quanto o projeto vai custar?	Não informado	Pontos por função
			Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo
	Qual é a complexidade das entregas?	Não informado	Complexidade ciclomática McCabe
	Qual é a duração estimada desse projeto?	Não informado	Pontos por função
Índice de desempenho do cronograma			

	Qual é o atual estágio desse projeto?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo
			Nível sigma
			Defeito de eficiência de remoção
			Densidade de defeitos
	Qual é a produtividade ou quais são as variações do cronograma e esforço?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo
	Qual é a eficácia de entrega no projeto?	Não informado	Nível sigma
Índice de desempenho do cronograma			
Índice de desempenho do custo			
Qual é o nível atual de qualidade?	Não informado	Nível sigma	
		Defeito de eficiência de remoção	
		Densidade de defeitos	
Qual é o impacto e a quantidade de retrabalho / Custo da Qualidade?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma	
		Índice de desempenho do custo	
Qual é o tempo médio até a falha (MTTF) ou qual é a estabilidade do processo?	Não informado	Nível sigma	
Quais são os níveis de riscos com relação ao cronograma, custo e qualidade?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma	
		Índice de desempenho do custo	

			Nível sigma
--	--	--	-------------

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O Objetivo de Medição “Acompanhar o projeto de Software” foi proposto no estudo em Nível de projeto, com o Propósito de entregar o escopo do projeto no prazo definido e com Foco no tamanho, complexidade, cronograma, custo e qualidade do projeto, considerando o Ambiente de projetos de software (SOUTHEKAL E LEVIN, 2011).

O artigo também informou a descrição das medidas presentes no mesmo, tais descrições podem ser visualizadas abaixo (SOUTHEKAL E LEVIN, 2011):

- **Pontos por função:** Expressa a quantidade de funcionalidades de negócio fornecida ao usuário de negócios,
- **Linhas de código:** É a contagem de qualquer declaração de programação física, sem contar as linhas em branco ou os comentários;
- **Índice de desempenho do cronograma:** É um índice que mostra a eficiência do tempo utilizado no projeto;
- **Índice de desempenho do custo:** É a eficiência da utilização dos recursos/orçamento no projeto;
- **Complexidade ciclomática McCabe:** Fornece a contagem dos caminhos de decisão disponíveis no programa;
- **Nível sigma:** É a eficácia de todo o processo de entrega de projeto de software;
- **Defeito de eficiência de remoção:** Representa a relação entre os defeitos removidos para o total de defeitos possíveis, incluindo defeitos latentes;
- **Densidade de defeitos:** Compara o número de defeitos em vários componentes de software, refletindo a estabilidade de diferentes componentes no projeto.

#### 4.1.2.3 ACM – ES3

Esta seção faz referência ao artigo “*Is GQM+Strategies really applicable as is to non-software development domains?*”, publicado no ano de 2010 (SARCIA, 2010), encontrado na base *ACM Digital Library*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo, Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 12 apresenta a catalogação dos ativos de medição

deste estudo. Abaixo do Quadro 12, seguindo a estrutura do catálogo, estão maiores detalhes dos ativos de medição informados pelo estudo.

**Quadro 12. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ES3**

<b>Objetivo de Medição</b>	<b>Nec. de Informação</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>
Avaliar a tendência da despesa	Qual é a despesa atual com treinamentos?	Não informado	Despesa atual com treinamento
	Qual a porcentagem de orçamentos cortados para este ano, ano 2 e ano 3?	Não informado	Perc. de orçamentos cortados ano X
Avaliar a redução do número de formandos	Qual a despesa de treinamento elementar por formando?	Não informado	Despesa de treinamento elementar por formando
	Quantos formandos são experientes?	Não informado	Nº de formandos experientes
	Quantos formandos não são experientes?	Não informado	Nº de formandos não experientes
Avaliar a capacidade global de formação de todo o pessoal	Quantos formandos são experientes?	Não informado	Nº de formandos experientes
	Quantos formandos não são experientes?	Não informado	Nº de formandos não experientes
	Qual é um nível aceitável de confiança na avaliação do desempenho daqueles que receberam o treinamento em relação os outros?	Não informado	Confiança na avaliação da diferença no treinamento

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O Objetivo de Medição “Avaliar a tendência da despesa” foi proposto no estudo com o Propósito de Diminuir a despesa com treinamentos. O Objetivo “Avaliar a redução do número de formandos” foi proposto no estudo com o Propósito de Aplicar uma abordagem de treinamento seletivo a fim de reduzir o número de formandos, enquanto que o Objetivo “Avaliar a capacidade global de formação de todo o pessoal”, foi proposto no estudo em nível organizacional com o Propósito de compreender se aqueles que não receberam a formação elementar (formandos sem experiência) mantiveram capacidades de formação comparáveis. Ambos objetivos estão focados nas

Despesas com Treinamento, onde vale mencionar que o estudo de caso apresentado por esse trabalho esteve compreendido em um Ambiente Militar (SARCIA, 2010). Entretanto o mesmo pode ser analisado para então ser inserido no contexto do processo de desenvolvimento de software.

#### 4.1.2.4 IEEE – ES4

Esta seção faz referência ao artigo “A Composite Measurement Pattern”, publicado no ano de 2008 (XU, 2008), encontrado na base *IEEE Xplore*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo, Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 13 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 13. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES4**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Processamento de Pedido de Mudança	Será que a velocidade de processamento segue a prescrição?	Não informado	Tempo de ciclo médio
			Desvio da velocidade real de processamento do pedido de mudança da linha de base
	Quais são os principais passos que descrevem o processo?	Não informado	Etapas do processo principal
	Cada membro da equipe acompanha o processo?	Não informado	Questionário para cada membro da equipe
	A equipe acompanha o processo?	Não informado	Porcentagem dos membros da equipe com "não"
			Porcentagem dos membros da equipe com "sim, mas só em parte"
			Porcentagem dos membros da equipe com "sim, todos eles"

	O desempenho atual é satisfatório do ponto de vista de cada cliente?	Não informado	Avaliação subjetiva por cada cliente
	O desempenho atual é satisfatório do ponto de vista do cliente?		Porcentagem dos clientes com "muito satisfeito"
			Porcentagem dos clientes com "satisfeito"
			Porcentagem dos clientes com "não satisfeito"

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O Objetivo de Medição “Processamento de Pedido de Mudança” foi proposto no estudo com o Propósito de melhorar e avaliar os pedidos de mudanças e com o foco na qualidade de processamento no Ambiente de Manutenção de Software (XU, 2008).

#### 4.1.2.5 IEEE – ES5

Esta seção faz referência ao artigo “A *Quality Measurement Framework for IT Services*”, publicado no ano de 2011 (LEPMETS et al., 2011), encontrado na base *IEEE Xplore*. Este artigo apresentou em seu conteúdo, Objetivos de Medição, Indicadores e Medidas. O Quadro 14 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 14. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES5**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Tamanho do produto e estabilidade	Não informado	Estabilidade da interface	Interfaces
	Não informado	Tamanho do Software - por linhas de código	Linhas de código
	Não informado	Tamanho do Software - linhas de código	
	Não informado	Orçamento de energia elétrica	Dimensões físicas
	Não informado	Estabilidade de requisitos	Requisitos
	Não informado	Estabilidade de requisitos por tipo de mudança	
	Não informado	Multiplos indicadores por	Carga de trabalho de alteração

		solicitações de mudança	funcional
	Não informado	Solicitações de mudança por prioridade	
Qualidade do Produto	Não informado	Densidade de defeitos	Defeitos
	Não informado	Falhas no sistema	Tempo de restauração
	Não informado	Tempo médio para a restauração do sistema, etc.	
	Não informado	Complexidade do software	Complexidade ciclomática
	Não informado	Complexidade de unidades do software	
	Não informado	Tempo de resposta - funções on-line	Cronometragem
	Não informado	Tempo de resposta durante teste	
	Não informado	Validação de conformidade da interface	Cumprimento de normas
	Não informado	Relatório de problemas por tipo de dados do problema	Erros do operador
	Não informado	Distribuição de erro do operador por razão	
	Não informado	Distribuição da complexidade do dispositivo	
	Não informado	Variações MTBF baseado no histórico de dados	Falhas
	Não informado	Crescimento da confiabilidade rastreados com tempo médio para falha	
Desempenho do Processo	Não informado	Nível modelo de referência	Referências de classificação do modelo
	Não informado	Constatações de auditoria do processo	Constatações de auditoria do processo
	Não informado	Produtividade de Software -	Produtividade

		Histórico vs Proposta	
	Não informado	Avaliando opções usando produtividade de software	
	Não informado	Defeitos de requisitos descobertos após a fase de requisitos	Contenção de defeitos
	Não informado	Esforço de retrabalho	Retrabalho
	Não informado	Esforço de desenvolvimento por atividade - em comparação com esforço total de retrabalho	
Satisfação do Cliente	Não informado	Pesquisa de satisfação do cliente	Resultados de pesquisa
	Não informado	Desempenho do Prêmio Pontuações	Classificação de desempenho
	Não informado	Total de ligações por mês por prioridade	Pedidos de apoio
	Não informado	Tempo médio de resposta por prioridade	
Estabilidade nos Serviços de TI	Não informado	MTRS - tempo médio para restaurar o serviço de TI após falha	Manutenibilidade
	Não informado	Impacto nos negócios na perda de serviços de TI (financeiro)	Análise de impacto nos negócios
	Não informado	A média de tempo de recuperação	
	Não informado	Incidentes relacionados com a continuidade dos serviços de TI	
	Não informado	Alterações relacionadas com a continuidade dos serviços de TI	
	Não informado	Número de riscos	Gestão de riscos

		e ameaças identificadas	
	Não informado	Média ponderada do impacto dos riscos agregados	
	Não informado	Incidentes relacionados com a capacidade de serviço de TI	Capacidade de serviços operacionais
	Não informado	Alterações relacionadas com a capacidade de serviço de TI	
	Não informado	Incidentes relacionados ao desempenho de serviços de TI	Velocidade de processamento da informação
	Não informado	Alterações relacionadas com o desempenho de serviços de TI	
	Não informado	Incidentes relacionados à informação confidencialidade	Confidencialidade
	Não informado	Alterações relacionadas à informação confidencialidade	
	Não informado	Incidentes relacionados com a integridade da informação	Integridade
	Não informado	Alterações relacionadas com a integridade da informação	
	Não informado	Incidentes relacionados com a disponibilidade das informações	Disponibilidade
	Não informado	Alterações relacionadas com a disponibilidade das informações	
	Não informado	Incidentes, RFCs e problemas manipulados diariamente	Confiabilidade

	Não informado	Tempo médio para atingir a resolução de incidentes	
Qualidade do Sistema de Informação	Não informado	Densidade de defeitos	Defeitos
	Não informado	Validação de conformidade da Interface	Conformidade com as normas
	Não informado	Número de problemas evitados diariamente	Problemas e erros
	Não informado	Número de incidentes relacionados a problemas diariamente	
	Não informado	TMEIS - tempo médio entre incidentes de sistema	Tempo de restauração
	Não informado	MTBF - tempo médio entre falhas do sistema	
	Não informado	MTRS - tempo de restauração do sistema significa	
	Não informado	Número de incidentes resolvidos fora de todos os incidentes diariamente	
	Não informado	Número de falhas do sistema relacionadas com o desempenho dos componentes	Desempenho de componentes técnicos
	Não informado	Número de falhas do sistema relacionadas com a capacidade componente	Capacidade de componentes técnicos
	Não informado	Incidentes relacionados com a velocidade de crescimento	Crescimento sem perturbação de negócios
	Não informado	A complexidade do sistema	Complexidade

Desempenho dos Processos de Serviços de TI	Não informado	Resultados da Avaliação de Processos	Classificação do modelo de referência
	Não informado	Resultados da Auditoria do processo	Constatações de auditoria do processo
	Não informado	Histórico vs proposto e real	Produtividade
	Não informado	Defeitos de requisitos descobertos após fase de designe	Defeitos de contenção
	Não informado	Esforço de retrabalho	Retrabalho
Satisfação do Cliente	Não informado	Aparência das instalações, equipamentos, pessoal e material de comunicações	Resultados de pesquisa
	Não informado	Serviço de TI é fornecido segura e precisamente	
	Não informado	Provedor de serviços de TI está disposta a ajudar os clientes e prestar um serviço rápido	
	Não informado	Provedor de serviços de TI transmite confiança e segurança	
	Não informado	Provedor de serviços de TI fornece carinho, atenção individualizada	
	Não informado	Percepção de estabilidade de serviços de TI	
	Não informado	Percepção de qualidade em Sistemas de Informação	
	Não informado	Percepção do desempenho de processos de serviços de TI	

	Não informado	Chamada total por dia atendida, abandonada	Pedidos de apoio
	Não informado	Média de chamada tempo de resposta	
	Não informado	Incidentes manipulados diariamente pelo service desk	

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.6 IEEE – ES6

Esta seção faz referência ao artigo “*Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement*”, publicado no ano de 2010 (BASILI et al., 2010), encontrado na base *IEEE Xplore*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 15 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 15. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES6**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Avaliar tendência no lucro	Qual é o lucro atual?	Não informado	Lucro anual atual
	Qual é o lucro para o ano 2 e ano 3?	Não informado	Lucro anual para o ano x
Avaliar o crescimento funcional de cada liberação	Quantos requisitos há em cada versão?	Não informado	Número de requisitos implementados solicitados pelo cliente
	Quanto tempo entre as versões?	Não informado	Duração da versão
Avaliar a eficácia de Moscou e Cocomo	Quantos requisitos há em cada versão?		Número de requisitos implementados solicitados pelo cliente
	Quanto tempo entre as versões?		Duração da versão
	Precisão de estimativa de custo?	Não informado	Variação do orçamento
	Quão extenso foi o treinamento?		Número de formandos
	Qual é o custo de treinamento?		Horas gastas em formação

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Objetivo de Medição “Avaliar tendência no lucro” foi proposto no estudo com o Propósito de aumentar os lucros e com o foco no resultado líquido. Enquanto que o Objetivo “Avaliar o crescimento funcional de cada liberação” foi proposto com o Propósito de Entregar 5% a mais de funcionalidades comparada à versão anterior, com o foco em Funcionalidades mais úteis solicitadas pelo cliente. Ambos objetivos estiveram compreendidos em um Ambiente de grupos de desenvolvimento avaliados no CMMI nível 2 ou superior (BASILI et al., 2010).

#### 4.1.2.7 IEEE – ES7

Esta seção faz referência ao artigo “*Prioritizing Requirements-Based Regression Test Cases: A Goal-Driven Practice*”, publicado no ano de 2011 (SALEHIE et al., 2011), encontrado na base *IEEE Xplore*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 16 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 16. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES7**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Aumentar a probabilidade de revelar falhas no início de testes de regressão	Qual é a probabilidade atual de revelar falhas mais cedo?	Não informado	Porcentagem de falhas média detectada (APFD)
	Quantos requisitos alterados ou afetados no caso de teste cobre?	Não informado	Associação de um caso de teste para alterado ou em função das necessidades de alteração
	Quantas peças importantes do produto passaram por um teste cobre?	Não informado	Prioridade do requisito relacionado com o caso de teste
	O que é o caso de testes de cobertura de requisitos?	Não informado	Cobertura de requisito do caso de teste
Cobertura de requisito adicional do caso de teste			

	Quantas partes complexas do produto passaram pelo teste de cobre?	Não informado	Complexidade do requisito relacionado com o caso de teste
	Qual é a capacidade de casos de testes que revelaram falhas na execução?	Não informado	Número de bugs encontrados pelo caso de teste
Prioridade de bugs encontrados pelo caso de teste			
Priorizar os casos de teste para aumentar a probabilidade de falhas reveladoras mais cedo em uma corrida de testes de regressão	Quantos requisitos alterados ou afetados no caso de teste cobre?	Não informado	Associação de um caso de teste para alterado ou em função das necessidades de alteração
	Quantas peças importantes do produto passaram por um teste cobre?	Não informado	Prioridade do requisito relacionado com o caso de teste
	O que é o caso de testes de cobertura de requisitos?	Não informado	Cobertura de requisito do caso de teste
			Cobertura de requisito adicional do caso de teste
	Quantas partes complexas do produto passaram pelo teste de cobre?	Não informado	Complexidade do requisito relacionado com o caso de teste
	Qual é a capacidade de casos de testes que revelaram falhas na execução?	Não informado	Número de bugs encontrados pelo caso de teste
Prioridade de bugs encontrados pelo caso de teste			

Manter / Reduzir o esforço humano em testes de regressão	Qual é o esforço humano atual de testes de regressão?	Não informado	Hora por tester
	Qual é o esforço humano para revalidação caso de teste?	Não informado	Complexidade do caso de teste
	Qual é o esforço humano para a execução do caso de teste?	Não informado	Teste de tempo de execução do caso
Priorizar os casos de teste para reduzir ou manter o esforço humano	Qual é o esforço humano para revalidação caso de teste?	Não informado	Complexidade do caso de teste
	Qual é o esforço humano para a execução do caso de teste?	Não informado	Teste de tempo de execução do caso

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.8 IEEE – ES8

Esta seção faz referência ao artigo “*The software project progress measurement frame based on GQM model*”, publicado no ano de 2013 (HONG et al., 2013), encontrado na base *IEEE Xplore*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 17 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 17. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES8

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Melhorar a cooperação do parceiro	Todos os parceiros atendem os projetos em todos os períodos?	Não informado	Entre os parceiros, todos estão trabalhando e se esforçando
			Os horários de reunião para todos os parceiros
			Todos os parceiros submeteram o artigo de tecnologia

	Todos os resultados tem sido usados dentre os projetos cooperativos?	Não informado	A quantidade de pessoas de cada projeto
			A capacidade de compreensão da pessoa de cada projeto
			A disponibilidade do resultado de cada projeto
Analisar o progresso do projeto após a sétima semana de inicializado	Se a codificação está trabalhando como exigido?	Não informado	Os resultados da revisão da pesquisa de requisitos e análise
			Os resultados da revisão de análise de sistemas e design
			O codificador está no lugar
			Semana na qual estão as estatísticas de codificação
	O teste de unidade foi concluído antes do teste integrado?	Não informado	Quantidade de codificadores que terminou seu teste de unidade
			Grau da unidade do teste de regressão concluída
			Se a taxa de defeitos de testes unitários está na faixa controlada?
	Na semana 7, todas as tarefas estiveram finalizadas para a proporção correspondente?	Não Informado	Tarefa de exigência de pesquisa e análise deve estar (7/10) % concluída
			Tarefa análise de sistema e

			design deve estar (7/8) % concluída
			Tarefa de codificação deve estar (4/10) % concluída
			Tarefa de versão do sistema deve estar (1.5/10.5) % concluída
			Semana na qual o sistema poderia liberar a primeira versão

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.9 IEEE – ES9

Esta seção faz referência ao artigo “*Validation of a generic GQM based measurement framework for software projects from industry practitioners*”, publicado no ano de 2011 (SOUTHEKAL, e LEVIN 2011), encontrado na base *IEEE Xplore*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 18 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 18. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES9

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Acompanhar o projeto de software	Como estimar o tamanho do projeto antes do desenvolvimento?	Não informado	Pontos por função
	Como saber o tamanho do software após o desenvolvimento?	Não informado	Linhas de código
	Qual é o esforço total estimado? Quanto o projeto vai custar?	Não informado	Pontos por função
			Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo

	Qual é a complexidade das entregas?	Não informado	Complexidade ciclomática McCabe
	Qual é a duração estimada desse projeto?	Não informado	Pontos por função
			Índice de desempenho do cronograma
	Qual é o atual estágio desse projeto?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo
			Nível sigma
			Defeito de eficiência de remoção
			Densidade de defeitos
	Qual é a produtividade ou quais são as variações do cronograma e esforço?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo
	Qual é a eficácia de entrega no projeto?	Não informado	Nível sigma
			Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo
	Qual é o nível atual de qualidade?	Não informado	Nível sigma
			Defeito de eficiência de remoção
			Densidade de defeitos
	Qual é o impacto e a quantidade de retrabalho / Custo da Qualidade?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo

	Qual é o tempo médio até a falha (MTTF) ou qual é a estabilidade do processo?	Não informado	Nível sigma
	Quais são os níveis de riscos com relação ao cronograma, custo e qualidade?	Não informado	Índice de desempenho do cronograma
			Índice de desempenho do custo
			Nível sigma

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.10 IWK – ES10

Esta seção faz referência ao artigo “*A decision support framework for metrics selection in goal-based measurement programs: GQM-DSFMS*”, publicado no ano de 2013 (GENCELA et al., 2013), encontrado na base *ISI Web of Knowledge*. Este artigo utilizou a metodologia GQM com algumas alterações e apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas. O Quadro 19 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 19. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IWK – ES10**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Reduzir falhas	Quantas falhas foram resolvidas?	Resolução de falhas	Número de falhas resolvidas
			Número de falha descoberta
	Quantas falhas foram corrigidas?	Remoção de falhas	Número de falhas corrigidas
			Número de falhas detectadas na revisão
	Qual é a confiabilidade do produto?	Confiabilidade	Linhas de Código (LOC)
			Falhas descobertas
			Defeitos descobertos
			Horas de uso (est.)

	Qual é o investimento em teste?	Esforço de teste	Linhas de Código (LOC)
			Casos de teste
			Horas de uso (act.)
			Horas de teste
Diminuir o trabalho de portabilidade	Qual é a confiabilidade do produto?	Confiabilidade	Linhas de Código (LOC)
			Falhas descobertas
			Defeitos descobertos
	Qual a facilidade de instalação?	Esforço	Horas de uso (est.)
			Facilidade de instalação
Qual a tolerância de falhas do sistema?	Tolerância de Falha	Esforço de instalação	
		Tolerância de falhas	
Diminuir as falhas de funcionamento	Qual é a confiabilidade do produto?	Confiabilidade	Facilidade de instalação
			Falhas descobertas
			Defeitos descobertos
			Horas de uso (est.)
	Qual a tolerância de falhas do sistema?	Tolerância de Falha	Tolerância de falhas
			Falha por mês
	Qual a taxa de falhas do software a longo prazo?	Taxa de reprovação	Tempo médio para falhar (MTTF)
			Tempo médio para reparo (MTTR)
Tempo médio para falhar (MTTF)			
Qual a Disponibilidade de tempo?	Disponibilidade de tempo	Tempo médio para reparo (MTTR)	
		Tempo médio para falhar (MTTF)	
Diminuir os erros que causam falha na operação	Quais erros causam falha?	Analisabilidade	Apoio de função de diagnóstico
			Capacidade de análise de falha

	Qual a taxa de defeitos encontrados?	Densidade de Defeitos	Eficiência na análise de falha
			Número de falhas detectadas na revisão
	Qual é a complexidade do software?	Complexidade	Tamanho do módulo
			Linhas de Código (LOC)
			Pontos por função
			Métricas de contagem de caminho
	Quanto tempo é gasto na manutenção perfeita?	Manutenção perfeita	Medida estruturada
			Tempo de reconhecimento do problema
			Tempo de atraso administrativo
			Tempo de análise do problema
			Tempo de especificação de mudança
	Melhorar manutenção do projeto	Os usuários podem operar sistemas de software sem falhas após manutenção?	Alterar taxa de sucesso
Vezes usuário encontra falhas após a mudança de software			
Quanto o software permanece em manutenção?		Manutenção	Tempo de operação durante o período de observação especificado após a mudança do software
	Defeitos descobertos		
			Tamanho do módulo

	Manutenção corrente?	Manutenção corrente	Pontos por função
			Número de falhas detectadas na revisão
			Linhas de Código (LOC)
			Pontos por função
			Falhas localizadas em montagem e manutenção
			Falhas em montagem e manutenção reparadas
Melhorar manutenção de requisitos	Foram estabelecidos os requisitos de manutenção?	Requisitos estabelecidos	Número de requisitos iniciais
			Número total de requisitos
	Esforço em requisitos de manutenção?	Esforço para a manutenção de requisitos	Esforço em reparar as falhas de requisitos
			Esforço total do projeto

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.11 IWK – ES11

Esta seção faz referência ao artigo “*An empirical research agenda for understanding formal methods productivity*”, publicado no ano de 2014 (JEFFERY et al., 2014), encontrado na base ISI Web of Knowledge. Este artigo apresentou em seu conteúdo, Objetivos de Medição e Necessidades de Informação. O Quadro 20 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 20. Catalogação dos Ativos de Medição do IWK – ES11

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Reduzir o custo de métodos formais em projetos de escala industrial e Fornecer provas para comparar	Há instâncias dos contextos métodos formais nos projetos existentes?	Não informado	Não informado
	Será que os artefatos e	Não informado	Não informado

a relação custo-benefício com a Engenharia de software convencional	atividades existem na prática nesses projetos?		
	É uma questão em aberto produtividade nesses projetos?	Não informado	Não informado
	Quais são as propriedades dos métodos de artefatos e atividades formais?	Não informado	Não informado
	Como podemos medir a produtividade de atividades de prova?	Não informado	Não informado
	Como podemos medir o tamanho de métodos artefatos e atividades formais?	Não informado	Não informado
	Quais são as características dos métodos de projetos formais? (incluindo as ferramentas e tecnologias utilizadas, domínio industrial, e tamanho) [	Não informado	Não informado
	Como é que o tamanho ou a complexidade de métodos formais artefatos comparar um ao outro?	Não informado	Não informado
	Como artefatos e atividades (incluindo ciclo de vida do processo) em métodos de projetos formais diferem daquelas em engenharia de software convencional?	Não informado	Não informado
	Como é que a produtividade em projetos de métodos formais para comparar a produtividade em projetos de engenharia de software convencionais?	Não informado	Não informado
	Como é que a produtividade de grandes métodos formais projetos ou sistemas de comparar	Não informado	Não informado

	com os pequenos?		
	Em engenharia de software utilizando métodos formais, como é que a produtividade da manutenção comparar a produtividade do desenvolvimento original?	Não informado	Não informado
	Como a produtividade dos três contextos projeto GQM comparar?	Não informado	Não informado
	Qual é a frequência relativa de ocorrência na prática dos três tipos de métodos de projetos formais?	Não informado	Não informado
	Qual é a variação na produtividade para as atividades de métodos formais?	Não informado	Não informado
	Qual é o tamanho ou complexidade distribuição de métodos de artefatos formais (por exemplo, especificações formais, provas formais)?	Não informado	Não informado
	Qual é a distribuição do esforço para atividades de prova encontrou?	Não informado	Não informado
	Qual é o ciclo de vida do processo pelo qual as provas são desenvolvidos?	Não informado	Não informado
	Quais são os passos detalhados envolvidos no desenvolvimento de métodos de artefatos formais individuais (por exemplo, especificações formais ou provas formais)?	Não informado	Não informado
	O que formal de atividades de verificação pode ser realizada simultaneamente dentro de uma equipe?	Não informado	Não informado

	Quais são as relações de tamanho entre os métodos de artefatos formais (por exemplo, entre formais especificações, projetos e código)?	Não informado	Não informado
	Como são características do projeto (por exemplo, experiência pessoal, ferramentas ou tecnologia utilizada, ou o tamanho do projeto) relacionadas com a produtividade em projetos de métodos formais?	Não informado	Não informado
	Qual dos factores de custo para a engenharia de software convencional tem a maior correlação com esforço prova em métodos formais projetos?	Não informado	Não informado
	Como é o esforço de re-verificação para atividades de manutenção relacionada com o esforço para a verificação inicial e ao tamanho das mudanças de manutenção?	Não informado	Não informado
	Como são características formais especificações, propriedades, ou código relacionado ao esforço em provas formais?	Não informado	Não informado
	Qual é o custo (normalizado) de verificação formal em comparação com os testes?	Não informado	Não informado
	Qual é a qualidade de código para que uma prova refinamento foi concluído em relação código para os quais nenhuma prova foi completado?	Não informado	Não informado

	Nós podemos combinar verificação formal com os testes convencionais para melhorar a qualidade do software a um custo razoável?	Não informado	Não informado
	Como pode atividades métodos formais ser efetivamente integrado em modelos de processos de desenvolvimento existentes?	Não informado	Não informado
	Como podemos estimar o custo eo esforço de atividades e projetos de métodos formais?	Não informado	Não informado
	Como podemos combinar melhor prova interativa e automação prova para alcançar alta produtividade prova durante o desenvolvimento inicial prova e posterior manutenção prova?	Não informado	Não informado
	Como podemos melhor especificação reutilização e prova para melhorar os métodos de produtividade formal?	Não informado	Não informado
	Como devemos alocar otimamente esforço entre o desenvolvimento de ferramentas e trabalho a prova em um projeto de verificação formal?	Não informado	Não informado
	Em que ordem deve trabalho será feito em um projeto formal de métodos para otimizar a produtividade geral?	Não informado	Não informado

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

#### 4.1.2.12 IWK – ES12

Esta seção faz referência ao artigo “*Designing a Strategic Measurement Program for Software Engineering Organizations - Discovering Difficulties and Problems*”, publicado no ano de 2014 (MITRE et al., 2014), encontrado na base *ISI Web of Knowledge*. Este artigo apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição e Necessidades de Informação. O Quadro 21 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 21. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IWK – ES12**

<b>Objetivo de Medição</b>	<b>Nec. de Informação</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>
Avaliar e encontrar sugestões para projetar um programa de medição estratégico alinhado corretamente com os objetivos estratégicos, para uma tomada de decisão eficaz	Quais são as dificuldades e / ou problemas para conceber um programa de medição estratégica para a tomada de decisão eficaz a todos os níveis da organização?	Não informado	Não informado
	Quais são as dificuldades e / ou problemas para alinhar corretamente as metas estratégicas com o programa de medição estratégico?	Não informado	Não informado
	Quais são as dificuldades e / ou problemas para justificar os utilitários ou benefícios da integração de iniciativas de melhoria na estratégia de negócio?	Não informado	Não informado

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

#### 4.1.2.13 IWK – ES13

Esta seção faz referência ao artigo “*Measuring process innovations and improvements*”, publicado no ano de 2007 (BORJESSON et al. 2007), encontrado na base *ISI Web of Knowledge*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 22 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 22. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IEEE – ES13

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Compreender e melhorar a eficiência e utilização processo Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	Como podemos garantir que os nossos processos P&D são usados?	Não informado	Processamento
			Processo de Compromisso
	Como podemos facilitar a utilização dos nossos processos P&D?	Não informado	Melhoria de processos
			Aprendizagem processo

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.14 ELC – ES14

Esta seção faz referência ao artigo “A quality model for mobile thick client that utilizes web API”, publicado no ano de 2014 (FAUZIA et al., 2014), encontrado na base *El Compendex*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 23 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 23. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES14

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Adequação	A aplicação está correta?	Não informado	Cobertura da implementação funcional
	A aplicação está completa?	Não informado	Completeness da implementação funcional
Confiabilidade	Como a API está disponível?	Não informado	Limite de taxa API
	A aplicação trata no caso de resposta inesperada do servidor?	Não informado	Relação de tratamento de solicitação falhou
	A aplicação trata no caso de conexão instável?	Não informado	Off-line verificando relação de manipulação
			Online / offline relação de manipulação
A aplicação preserva os dados quando é retomada?	Não informado	Persistência dos dados após a retomada	
Otimização	A aplicação utiliza	Não informado	Uso de memória

	recursos de otimização do dispositivo?		Uso de CPU
			Uso de rede
	A aplicação apresenta um alto desempenho para todas as suas funcionalidades?	Não informado	Uso de memória
			Uso de CPU
			Uso de rede
	A aplicação apresenta um alto desempenho em todos os estados da aplicação?	Não informado	Tempo de carregamento da primeira tela
		Tempo de carregamento de retomada de tela	
Usabilidade	Quão fácil é aprender a usar a aplicação?	Não informado	Contagem das etapas de uso das funcionalidades
	Quão fácil é usar a aplicação?	Não informado	Contagem das etapas de uso das funcionalidades
Segurança	Todos os dados privados dentro da aplicação estão criptografados?	Não informado	Criptografia de dados
Manutenibilidade	Quantas são as plataformas que suportam a API web?	Não informado	Tipo de dependência API
	Quão modular é a aplicação?	Não informado	Falta de coesão em métodos (LCOM)
	Quantas são as plataformas em que o aplicativo pode ser executado?	Não informado	Número de plataformas suportadas

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.15 ELC – ES15

Esta seção faz referência ao artigo “*MIS-PyME software measurement capability maturity model - Supporting the definition of software measurement programs and capability determination*”, publicado no ano de 2010 (DÍAZ et al., 2010), encontrado na base *El Compendex*. Este artigo apresentou em seu conteúdo somente Objetivos de Medição. O Quadro 24 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 24. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES15**

<b>Objetivo de Medição</b>	<b>Nec. de Informação</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>
Melhorar os planos de projeto	Não informado	Não informado	Não informado
Melhorar o acompanhamento do projeto	Não informado	Não informado	Não informado
Melhorar a gestão do processo. A empresa particularmente pretendia melhorar a eficácia das fases de testes	Não informado	Não informado	Não informado
Melhorar o serviço de desenvolvimento	Não informado	Não informado	Não informado
Melhorar a qualidade dos produtos no que respeita à fiabilidade	Não informado	Não informado	Não informado

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O Objetivo de “Melhorar o serviço de desenvolvimento” foi proposto no estudo com o Propósito de Melhorar os aspectos do projeto que mais afetam o cliente (DÍAZ et al., 2010).

#### 4.1.2.16 ELC – ES16

Esta seção faz referência ao artigo “*Software engineer behavior analysis measurement process in SW-KPA*”, publicado no ano de 2011 (LI et al., 2011), encontrado na base *El Compendex*. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 25 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 25. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES16**

<b>Objetivo de Medição</b>	<b>Nec. de Informação</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>
Melhorar a cooperação do parceiro	Todos os parceiros atendem os projetos em todos os períodos?	Não informado	Entre os parceiros, todos estão trabalhando e se esforçando

			Os horários de reunião para todos os parceiros
			Todos os parceiros submeteram o artigo de tecnologia
			A quantidade de pessoas de cada projeto
	Todos os resultados tem sido usados dentre os projetos cooperativos?	Não informado	A capacidade de compreensão da pessoa de cada projeto
			A disponibilidade do resultado de cada projeto
			Velocidade de codificação
Avaliar a compreensão do engenheiro responsável	Qual o diferencial do engenheiro?	Não informado	Capacidade de análise lógica do software
			Defeitos de extensão em processo de codificação
			Grau de restrição da mente
			Responsabilidade de lidar com problemas
			Grau de obediência à organização
	Qual o desempenho geral do engenheiro?	Não informado	Capacidade de comunicação
			Capacidade de cooperação com outro membro do grupo
			E quanto ao grau de resposta para sua organização
			Senso de ser parte do seu grupo

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.1.2.17 SCOP – ES17

Esta seção faz referência ao artigo “*A decision support framework for metrics selection*”, publicado no ano de 2013 (BORJESSON et al., 2013), encontrado na base *Scopus*. Este artigo utilizou a metodologia GQM com algumas alterações e apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas. O Quadro 26 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 26. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo SCOP – ES17**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Reduzir falhas	Quantas falhas foram resolvidas?	Resolução de falhas	Número de falhas resolvidas
			Número de falha descoberta
	Quantas falhas foram corrigidas?	Remoção de falhas	Número de falhas corrigidas
			Número de falhas detectadas na revisão
	Qual é a confiabilidade do produto?	Confiabilidade	Linhas de Código (LOC)
			Falhas descobertas
			Defeitos descobertos
			Horas de uso (est.)
	Qual é o investimento em teste?	Esforço de teste	Linhas de Código (LOC)
			Casos de teste
Horas de uso (act.)			
Horas de teste			
Diminuir o trabalho de portabilidade	Qual é a confiabilidade do produto?	Confiabilidade	Linhas de Código (LOC)
			Falhas descobertas
			Defeitos descobertos
			Horas de uso (est.)
	Qual a facilidade de instalação?	Esforço	Facilidade de instalação

			Esforço de instalação
	Qual a tolerância de falhas do sistema?	Tolerância de Falha	Tolerância de falhas
Diminuir as falhas de funcionamento	Qual é a confiabilidade do produto?	Confiabilidade	Linhas de Código (LOC)
			Falhas descobertas
			Defeitos descobertos
			Horas de uso (est.)
	Qual a tolerância de falhas do sistema?	Tolerância de Falha	Tolerância de falhas
	Qual a taxa de falhas do software a longo prazo?	Taxa de reprovação	Falha por mês
			Tempo médio para falhar (MTTF)
			Tempo médio para reparo (MTTR)
Qual a Disponibilidade de tempo?	Disponibilidade de tempo	Tempo médio para falhar (MTTF)	
		Tempo médio para reparo (MTTR)	
Diminuir os erros que causam falha na operação	Quais erros causam falha?	Analisabilidade	Apoio de função de diagnóstico
			Capacidade de análise de falha
			Eficiência na análise de falha
	Qual a taxa de defeitos encontrados?	Densidade de Defeitos	Número de falhas detectadas na revisão
			Tamanho do módulo
	Qual é a complexidade do software?	Complexidade	Linhas de Código (LOC)
			Pontos por função
			Métricas de contagem de caminho
Medida estruturada			

	Quanto tempo é gasto na manutenção perfeita?	Manutenção perfeita	Tempo de reconhecimento do problema
			Tempo de atraso administrativo
			Tempo de análise do problema
			Tempo de especificação de mudança
			Tempo de mudança (incl. teste / revisão)
Melhorar manutenção do projeto	Os usuários podem operar sistemas de software sem falhas após manutenção?	Alterar taxa de sucesso	Vezes usuário encontra falhas após a mudança de software
			Tempo de operação durante o período de observação especificado após a mudança do software
	Quanto o software permanece em manutenção?	Manutenção	Defeitos descobertos
			Tamanho do módulo
			Pontos por função
	Manutenção corrente?	Manutenção corrente	Número de falhas detectadas na revisão
			Linhas de Código (LOC)
			Pontos por função
			Falhas localizadas em montagem e manutenção
Melhorar manutenção	Foram estabelecidos os	Requisitos	Número de

de requisitos	requisitos de manutenção?	estabelecidos	requisitos iniciais
			Número total de requisitos
	Esforço em requisitos de manutenção?	Esforço para a manutenção de requisitos	Esforço em reparar as falhas de requisitos
			Esforço total do projeto

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.18 CLEI – ES18

Esta seção faz referência ao artigo “*Defining Indicators for Risk Assessment in Software Development Projects*”, publicado no ano de 2013 (MENEZES et al., 2013), encontrado na base CLEI. Este artigo apresenta como objetivo definir indicadores para um determinado objetivo, e em vista disso apresentou em seu conteúdo somente Objetivos de Medição e Indicadores. O Quadro 27 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 27. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo CLEI – ES18

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Engenharia de Produto	Não informado	Requisito de Estabilidade	Não informado
	Não informado	Requisito de Integralidade	Não informado
	Não informado	Requisito de Clareza	Não informado
	Não informado	Tamanho do Software	Não informado
	Não informado	Requisitos de Dependência	Não informado
	Não informado	Requisito de Complexidade	Não informado
	Não informado	Nível de reutilização	Não informado
	Não informado	Nível de Interface	Não informado
	Não informado	Número de linguagens de programação	Não informado
	Não informado	Nível de especificação das unidades teste	Não informado
	Não informado	Número de dispositivos alvo	Não informado

	Não informado	Número de solicitações de mudanças (estabilidade do produto)	Não informado
	Não informado	Nível de dificuldade para implementar os requisitos de segurança	Não informado
Ambiente de Desenvolvimento	Não informado	Experiência no processo de desenvolvimento (equipe)	Não informado
	Não informado	Nível de distribuição geográfica	Não informado
	Não informado	Disponibilidade de infra-estrutura de Desenvolvimento	Não informado
	Não informado	Disponibilidade para o desenvolvimento de software	Não informado
	Não informado	Nível de experiência em gestão (gestor de projetos)	Não informado
	Não informado	Grau de dependência do projeto	Não informado
	Não informado	Mudanças de processo	Não informado
	Não informado	Nível de maturidade	Não informado
	Não informado	Níveis de motivação	Não informado
	Não informado	Eficácia das regras da organização	Não informado
	Não informado	Nível de conflito	Não informado
	Não informado	Foco da equipe	Não informado
	Não informado	Volume de negócios	Não informado
Restrições do Programa	Não informado	Nível de conhecimento da equipe	Não informado
	Não informado	Nível de experiência da	Não informado

		equipe	
	Não informado	Disponibilidade da equipa	Não informado
	Não informado	Tamanho da equipe	Não informado
	Não informado	Complexidade do projeto	Não informado
	Não informado	Criticidade do projeto	Não informado
	Não informado	Tamanho do projeto	Não informado
	Não informado	Pontos de Risco	Não informado
	Não informado	Viabilidade financeira	Não informado
	Não informado	Grau de dependência externa (produto ou serviço)	Não informado
	Não informado	Valor do negócio	Não informado
	Não informado	Nível de participação do cliente	Não informado
	Não informado	Experiência do cliente	Não informado

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O artigo informou a descrição da maioria dos Indicadores apresentados, assim como a finalidade dos mesmos. Tais informações podem ser visualizadas abaixo (MENEZES et al., 2013):

- **Requisito de Estabilidade:** Permite o acompanhamento da evolução das necessidades com a finalidade de verificar se o grau de mudança é aceitável;
- **Requisito de Integralidade:** Permite que os requisitos considerados mais importantes sejam melhor especificados com a finalidade de prover uma melhor compreensão dos requisitos;
- **Tamanho do Software:** Pode também ser estimada de acordo com o número de requisitos combinados para outras informações sobre o produto, tais como Pontos por Função apresentados com a finalidade de atribuir prioridades de acordo com o tamanho do sistema;
- **Requisitos de Dependência:** Pode ser útil na melhor percepção de fatores que poderiam dificultar a implementação de um requisito estabelecido;

- **Requisito de Complexidade:** Pode ser útil na melhor percepção de fatores que poderiam dificultar a implementação de um requisito estabelecido;
- **Número de linguagens de programação:** Está mais relacionado com o número de interfaces do produto;
- **Número de dispositivos alvo:** É útil na definição de um ambiente adequado para testar sistemas sob desenvolvimento com a finalidade de evitar que o cliente ou usuário identifique os erros causados pela operação de diferentes dispositivos;
- **Experiência no processo de desenvolvimento (equipe):** Tem por finalidade de avaliar a influência da experiência sobre o processo, evitando maus entendidos ou estrangulamentos. Também é útil para identificar se é necessário para qualificar membros da equipe em determinado processo de desenvolvimento;
- **Nível de distribuição geográfica:** Tenta identificar e analisar os fatores de risco relacionados ao desenvolvimento distribuído, considerando informações como o número de locais de desenvolvimento em função da distância versus o número de línguas nativas contra diferença de fuso horário;
- **Nível de experiência em gestão (gestor de projetos):** Avalia o nível de experiência do gerente de projeto com a finalidade de ajudar na alocação dos gestores de acordo com o tamanho, complexidade ou tipo de um projeto;
- **Grau de dependência do projeto:** Poderia ser útil para medir os níveis de dependência entre projetos com a finalidade de fornecer tomadas de decisão para a otimização dos projetos, sabendo que alguns projetos compartilham recursos tais como pessoas, equipamentos, ferramentas, de modo que de acordo com o grau de dependência;
- **Mudanças de processo:** É um indicador específico para as organizações que estão mudando processos, de modo que ele pode ajudar a estabelecer a correlação entre essas mudanças e o desempenho dos projetos;
- **Nível de maturidade:** Quando o nível de maturidade é alta, menor serão os riscos com a finalidade de definir investimentos em organizações e também pode ser útil na combinação entre o nível de maturidade e outras fontes de

informação organizacional, ajudando a monitorar a consciência de riscos na organização;

- **Níveis de motivação:** Define os níveis de motivação da equipe como um indicador de risco, permitindo visualizar pontos de melhoria em processos organizacionais, impactando em seguida, no desempenho de projetos;
- **Nível de conflito:** Os conflitos entre membros da equipe, dependendo do tipo e grau, pode arruinar um projeto. A esta luz, nível de conflitos corrobora com a avaliação de fatores de risco relacionados à gestão de conflitos;
- **Volume de negócios:** É comumente calculada pelo número de funcionários que saem da organização, dividido pelo número total de empregados, multiplicado por 100. A maioria dos processos de software dependem de pessoas, e sua substituição pode ser perigosa para os projetos. Tem a finalidade de tomar decisões visando reduzir os níveis de volume de negócios e avaliar o impacto do volume de negócios em projetos;
- **Nível de conhecimento da equipe:** Identificar o perfil da equipe e avaliar a possibilidade de treinar ou contratar novas pessoas, segundo as suas capacidades técnicas, com a finalidade de definir planejamentos mais realistas;
- **Nível de experiência da equipe:** Identificar o perfil da equipe e avaliar a possibilidade de treinar ou contratar novas pessoas, segundo as suas capacidades técnicas, com a finalidade de definir planejamentos mais realistas;
- **Disponibilidade da equipa:** Analisar os riscos de projetos no ponto de vista da disponibilidade da equipe por projeto com a finalidade de verificar se o número de membros por projeto é aceitável;
- **Complexidade do projeto:** Para medir quão crítico ou complexo é um projeto com a finalidade de permitir decisões sobre a viabilidade de um projeto;
- **Criticidade do projeto:** Para medir quão crítico ou complexo é um projeto com a finalidade de permitir decisões sobre a viabilidade de um projeto;
- **Tamanho do projeto:** Para medir quão crítico ou complexo é um projeto com a finalidade de permitir decisões sobre a viabilidade de um projeto;

- **Pontos de Risco:** Para medir quão crítico ou complexo é um projeto. Avalia a complexidade de um projeto de software baseada no número de riscos identificados com a finalidade de permitir decisões sobre a viabilidade de um projeto;
- **Viabilidade financeira:** É útil realizar uma avaliação de risco antes do projeto, com a finalidade de verificar se o custo estimado é realmente viável e também é útil para realocar recursos para projetos considerados de prioridade para a organização;
- **Grau de dependência externa (produto ou serviço):** Traz informações sobre dependências externas do projeto, como produtos ou serviços, com a finalidade de ajudar a minimizar ou evitar riscos especialmente relacionados à terceirização;
- **Valor do negócio:** Tenta identificar se há produtos similares no mercado com a finalidade de ajudar as partes interessadas a manter o valor do projeto aceitável;
- **Nível de participação do cliente:** Indica os riscos sobre o envolvimento do cliente com a finalidade de permitir planos de ação a fim de não prejudicar o projeto;
- **Experiência do cliente:** Indica os riscos sobre a experiência do cliente com a finalidade de permitir planos de ação a fim de não prejudicar o projeto.

#### 4.1.2.19 SBQS – ESQ19

Esta seção faz referência ao artigo “Análise da Estrutura e Conteúdo de uma Base de Medidas Visando ao Controle Estatístico de Processos de Software”, publicado no ano de 2010 (BARCELLOS et al., 2010), encontrado na base SBQS. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 28 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 28. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo SBQS – ES6**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Monitorar o processo de Planejamento do	Qual a precisão das estimativas de cronograma (prazo) nos	Não informado	PEP (Prazo Estimado do Projeto)

Projeto	projetos de desenvolvimento?		PRP (Prazo Real do Projeto)
---------	------------------------------	--	-----------------------------

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.20 SBQS – ES20

Esta seção faz referência ao artigo “Avaliação da Acessibilidade de Sítios Web por meio de Métricas de Software”, publicado no ano de 2007 (LIMA, 2007), encontrado na base SBQS. Este artigo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. O Quadro 29 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

**Quadro 29. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo SBQS – ES20**

Objetivo de Medição	Nec. de Informação	Indicador	Medida
Analisar sites Web	Qual o grau de percepção do conteúdo dos sites Web avaliados?	Não informado	Grau de percepção do conteúdo
			Quantitativo de violações ao princípio da Percepção
	Qual o grau de operação do conteúdo dos sites Web avaliados?	Não informado	Grau de Operação do conteúdo em relação ao uso do teclado
			Grau de Operação do conteúdo em relação ao tempo de execução
			Grau de Operação do conteúdo em relação à complexidade da navegação
			Grau de Operação do conteúdo em relação à existência de âncoras
			Quantitativo de violações ao

			princípio da Operação para a tarefa
	Qual o grau de entendimento do conteúdo dos sites Web avaliados?	Não informado	Grau de Entendimento e compreensão
			Quantitativo de violações ao princípio do Entendimento para a tarefa
	Qual o grau de satisfação dos usuários quanto à acessibilidade dos conteúdos dos sites avaliados?	Não informado	Grau de satisfação no contexto da acessibilidade
	Qual o percentual de usuários que executaram corretamente a tarefa?	Não informado	Percentual de usuários que finalizaram a tarefa
	Qual o percentual de usuários que executaram a tarefa em até 10 minutos?	Não informado	Percentual de usuário que finalizaram a tarefa em até 10 minutos

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O artigo informou a descrição das medidas, assim como sugeriu para a maior parte uma escala e uma determinada faixa de valores. Tais informações podem ser visualizadas abaixo (LIMA, 2007):

- **Grau de percepção do conteúdo:** Mede a percepção do usuário sobre os conteúdos Web lidos por um software leitor de tela. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros e uma faixa de valores de 0 a 7;
- **Quantitativo de violações ao princípio da Percepção:** Mede o número de violações encontrados nas páginas Web relacionadas aos itens que compõem o princípio de Percepção. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros;
- **Grau de Operação do conteúdo em relação ao uso do teclado:** Mede a percepção do usuário sobre a operação dos conteúdos Web com o uso de um teclado ou dispositivo apontador (mouse). Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros e uma faixa de valores de 0 a 7;

- **Grau de Operação do conteúdo em relação ao tempo de execução:** Mede a percepção do usuário sobre o tempo gasto durante a interação com o conteúdo Web. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros e uma faixa de valores de 0 a 7;
- **Grau de Operação do conteúdo em relação à complexidade da navegação:** Mede a percepção do usuário sobre a complexidade de navegação durante a interação com o conteúdo Web. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros e uma faixa de valores de 0 a 7;
- **Grau de Operação do conteúdo em relação à existência de âncoras:** Mede a percepção do usuário sobre a facilidade de encontrar âncoras durante a interação com o conteúdo Web. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros e uma faixa de valores de 0 a 7;
- **Quantitativo de violações ao princípio da Operação para a tarefa:** Mede o número de violações encontrados nas páginas Web relacionadas aos itens que compõem o princípio de Operação. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros;
- **Grau de Entendimento e compreensão:** Mede a percepção do usuário quanto à compreensão do conteúdo Web. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros e uma faixa de valores de 0 a 7;
- **Quantitativo de violações ao princípio do Entendimento para a tarefa:** Mede o número de violações encontrados nas páginas Web relacionadas aos itens que compõe o princípio do Entendimento. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros;
- **Grau de satisfação no contexto da acessibilidade:** Mede o grau de satisfação do usuário em relação à interação com o conteúdo Web no contexto da acessibilidade. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de números inteiros e uma faixa de valores de 0 a 7;
- **Percentual de usuários que finalizaram a tarefa:** Mede o percentual de usuário que conseguiram executar todos os passos previstos para um dada tarefa. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de percentagem e uma faixa de valores de 0 a 100;

- **Percentual de usuário que finalizaram a tarefa em até 10 minutos:** Mede o percentual de usuário que conseguiram executar todos os passos previstos para um dada tarefa em até 10 minutos. Para essa medida o artigo sugere utilizar uma Escala de percentagem e uma faixa de valores de 0 a 100.

#### ***4.1.3 Aplicação do Catálogo***

Este catálogo apresentou diversos ativos de medição que auxiliam a atividade de medição de software no contexto de desenvolvimento de projetos de software, podendo ser um instrumento de grande valia tanto para a área acadêmica quanto para a indústria. Para a área acadêmica pode servir como um guia para pesquisas futuras sobre medição de software, por exemplo, na apresentação e aprendizado sobre o processo de medição, na elaboração de um processo inicial de medição ou mesmo na otimização de um processo já existente. Já para a indústria pode ser um norteador que auxilia no momento da escolha de qual Ativo de Medição pode ser utilizado para a implementação do processo de medição de software, considerando o objetivo estratégico da empresa.

Nesse sentido, para sua melhor aplicação é necessário que seus leitores tenham certo conhecimento do contexto em que sua organização encontra-se, como por exemplo, quais são os objetivos estratégicos definidos pela empresa, forma de trabalho da equipe para coletar as medidas, processo de desenvolvimento adotado, entre outros fatores. Além do que, qual a expectativa e/ou limitações para a implantação do processo de medição, levando em consideração custos, recursos disponíveis, cronograma, conhecimento técnico, equipe, infraestrutura, cultura e política organizacional.

Sendo assim, escolher um determinado Objetivo de Medição, com suas respectivas Necessidades de Informação, Indicadores e Medias é uma tarefa complexa, pois pelo fato do processo de medição está relacionado aos objetivos estratégicos da organização, é possível que se o processo de medição for implementado de maneira equivocada, a empresa tenha um gasto significativo que ao fim não resultará em nada. Todavia, se o processo de Medição for implementado de maneira correta, seus resultados são muito satisfatórios, podendo prover informações valiosas e possíveis condições para fazer com que a empresa atinja seus objetivos estimados. Adicionalmente, a definição dos ativos de medição está diretamente relacionada com a

maneira correta de implementar o processo de medição, uma vez que são estes é que irão nortear o processo de medição.

Para melhor utilização deste catálogo e, conseqüentemente, da escolha dos ativos de medição que mais enquadram-se a uma determinada organização, o leitor deve tomar como referência inicialmente as características do processo de medição para que possa entender sobre o processo. Em segundo lugar, deverá escolher uma determinada metodologia para aplicar o processo de medição, seja ela GQM ou GQIM ou alguma outra que o usuário acredite ser melhor para implantar o processo de medição em sua organização. Se o processo selecionado for o GQM ou o GQIM, o usuário poderá usufruir melhor do catálogo aqui apresentado, visto que a metodologia selecionada para o referido trabalho foi a GQIM. Em seguida é importante saber os objetivos estratégicos da organização para que possam ser desenvolvidos os objetivos de medição alinhados a esses objetivos estratégicos. Por fim, já com os objetivos de medição inicialmente elaborados, deve-se visualizar o catálogo com os ativos de medição a fim de analisar se algum dos objetivos de medição inicialmente planejados apresenta semelhança com algum objetivo de medição presente no catálogo e, desta forma, poder utilizar as necessidades de informação, indicadores e medidas desse objetivo ou mesmo refinar o objetivo para uma ideia mais completa. Após isso, verificar os outros objetivos do catálogo, analisando se seria interessante para a empresa utilizar algum outro dos objetivos catalogados ou mesmo algum outro ativo de medição que não o objetivo como apoio para o processo que se está desenvolvendo.

Só deverão ser utilizados os ativos de medição caso os mesmos aparentem estar alinhados aos objetivos estratégicos da organização. Recomenda-se primeiramente elaborar os objetivos de medição para que o catálogo não venha a enviesar na definição desses objetivos, uma vez que é possível que alguém utilize os objetivos do catálogo para não precisar elaborar outros e isso pode gerar um alto custo desnecessário para a empresa, caso seja feito dessa forma e se assim for validado, visto que é possível que esse objetivo de medição não esteja de acordo com os objetivos organizacionais.

A forma de manuseio do catálogo deve ser pautada inicialmente na busca das definições estabelecidas por seu usuário. Caso este usuário não tenha um conhecimento prévio a respeito de medição de software, deve-se buscar um estudo mais aprofundado sobre conceitos que permeiam esta área a fim de definir o que se procura atingir com o processo de medição de software.

## 4.2 Avaliação do Catálogo

Para a avaliação deste catálogo foi utilizado o método de avaliação por especialista, esta técnica faz uso de um ou mais especialistas da área e com afinidade com o tema em questão. Sua escolha justifica-se pelo fato de se ter inicialmente a avaliação de alguém que de fato entenda da área a respeito das informações dispostas neste catálogo, para que se possa realizar o refinamento do mesmo e futuramente colocá-lo em avaliação na indústria.

Neste contexto, um especialista em qualidade de software, doutor em Engenharia de Software, implementador e avaliador do MR-MPS-SW e com experiência na implementação do CMMI-DEV, com ampla pesquisa e atuação na área, foi consultado para evidenciar a avaliação do catálogo. Para nortear que aspectos deveriam ser considerados na avaliação, foram estabelecidos os seguintes critérios objetivos:

- a) Avaliar o conteúdo do catálogo de medição para apoiar o processo de medição de software, bem como sua estrutura; e analisar se as considerações feitas refletem as práticas relacionadas às atividades do processo de medição;
- b) A descrição dos objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores, medidas e outras informações relacionadas ao processo de medição (presentes na estrutura do catálogo) e suas principais referências.

O questionário da avaliação foi composto por 16 questões objetivas, divididas em 2 grupos: o primeiro diz respeito ao Perfil do Revisor, onde as questões tem o objetivo de descobrir o nível de conhecimento do entrevistado a respeito de processo de medição, implementação de modelos para melhoria de processo, e métodos de avaliação constantes nos modelos; o segundo grupo trata da Apresentação da Proposta, que tem como intuito verificar o entendimento do avaliador em relação ao trabalho em avaliação, tendo como quesitos o grau de corretude e completude do catálogo e se o mesmo pode ser utilizado como referência no auxílio da implementação de medição de software.

Como anexo ao questionário, foi solicitada uma avaliação subjetiva para revisão do material enviado, baseado em (MELLO *et al.*, 2012) e (BRITO NETO, 2014), no qual era permitido o registro de comentários através de uma tabela preenchida pelo

avaliador, contendo a identificação do comentário, sua categoria, o item a qual se corresponde (podendo ser relativo a uma fase, tarefa ou em geral da metodologia), o texto do comentário em si, e uma sugestão com a proposta do revisor para contornar o problema. As categorias definidas para os comentários foram:

- Técnico Alto (TA), indicando que foi encontrado um problema em um item que, se não for alterado, comprometerá as considerações;
- Técnico Baixo (TB), indicando que foi encontrado um problema em um item que seria conveniente alterar;
- Editorial (E), indicando que foi encontrado um erro de português ou que o texto pode ser melhorado;
- Questionamento (Q), indicando que houve dúvidas quanto ao conteúdo das considerações;
- Geral (G), indicando que o comentário é geral em relação às considerações;
- Boas Práticas (BP), indicando que o comentário está relacionado à lista de boas práticas.

O material de avaliação e a metodologia definida foram enviados ao revisor selecionado através de contato por e-mail e após conferência realizada para explicar a metodologia de avaliação, também descrita no documento, foi aguardado o retorno da avaliação realizada.

Os *feedbacks* recebidos após a avaliação foram bastante proveitosos e favoráveis para o aprimoramento da metodologia e são descritos a seguir, junto ao perfil do avaliador. Os mesmos também podem ser visualizados no Apêndice D desta dissertação.

Com relação ao perfil do especialista que enviou a avaliação realizada no dia 29 de dezembro de 2015, o próprio revisor considera que possui conhecimento alto em relação ao processo de medição de software e na utilização da metodologia GQIM, inclusive implantando esta área do conhecimento em diversas organizações em um tempo de mais de cinco anos, com 15 implantações e também já implementou o processo de gerência quantitativa de medição a nível de controle estatístico de processos em 3 organizações. Além disso, ele considerou que possui alta experiência com métodos de avaliação constantes em modelos para melhoria do processo de medição de software, possuindo certificação como implementador e avaliador MPS.BR e

implementador CMMI-DEV, com tempo de experiência de mais de cinco anos tanto em implementação quanto em avaliação de processos de medição de software. Possui conhecimento dos métodos SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement*) e MA-MPS (Método de avaliação para melhoria do processo de software) que são os métodos geralmente aceitos para avaliar organizações perante os modelos CMMI e MPS.BR, respectivamente.

Em relação à proposta do catálogo de medição apresentada o avaliador considerou de forma completa os seguintes itens:

- A própria proposta do catálogo de medição do processo medição de software;
- A descrição dos objetivos, necessidades de informação, indicadores e medidas apresentados;
- A extração dos dados para o catálogo;
- A relação entre cada objetivo e sua(s) necessidade(s) de informação;
- A relação entre cada objetivo e seu(s) indicador(es);
- A coerência entre cada objetivo e os que você geralmente percebe que são utilizados dentro das organizações.

E por fim o avaliador considerou que o catálogo pode ser um referencial para ser utilizado no processo de medição de software. É importante ressaltar que o avaliador considerou que o catálogo, à época da revisão, necessitava de alguns ajustes sobre a extração dos ativos de medição dos seus respectivos artigos base e solicitou a alteração de determinados ativos.

As observações da avaliação subjetiva renderam dezesseis itens relacionados à proposta do catálogo em geral, descritos a seguir.

Os comentários considerados mais graves pelo revisor, adequados à categoria TA (Técnico Alto), foram seis, os mesmos estavam relacionados aos objetivos de medição, indicando que estavam incompletos e que isso deveria ser revisado não somente no quadro geral onde estavam todos os ativos de medição, mas também em todos os outros quadros nos quais esses itens estavam replicados com uma maior riqueza de detalhes.

Os comentários considerados pelo revisor, adequados à categoria TB (Técnico Baixo), foram quatro, dois desses estavam relacionados a objetivos, necessidades de

informação, indicadores e medidas, que estavam apresentando uma característica de continuidade, considerando que os ativos de medição devem apresentar uma ideia de completos em sua declaração. Outro comentário estava relacionado à existência de muitos acrônimos, o revisor sugeriu permanecer com o acrônimo, porém acrescentando a sua definição.

Os comentários realizados pelo revisor, adequado à categoria E (Editorial), indicando que foi encontrado um erro de português ou que o texto pode ser melhorado, foram cinco, os mesmo foram analisados e alterados de acordo com as sugestões do revisor. E por fim, a última categoria utilizada pelo autor em seus comentários foi categoria Q (Questionamento), foi realizado apenas um questionamento por parte do revisor no qual o mesmo questiona a estrutura definida para o catálogo na época que poderia comprometer o entendimento do mesmo, a partir disso, a estrutura do catálogo foi alterada para o melhor entendimento do mesmo.

### **4.3 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou um catálogo de ativos de medição relacionados ao processo de medição de software, sendo composto pelos objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizadas no processo de medição de software. A base para a definição deste catálogo foi a Revisão Sistemática da Literatura realizada no contexto deste trabalho, com o objetivo de encontrar ativos de medição de apoio para o processo de medição de software que foi apresentada no Capítulo 3. Além disso, foi apresentada a forma de aplicação deste catálogo, ou seja, qual a valia deste instrumento para organizações ou quaisquer interessados na área. Por fim, foi apresentada a avaliação do catálogo feita por um especialista da área e após as sugestões fornecidas e aprimoramento da proposta, este trabalho pode ser utilizado em organizações.

## 5 SPIDER-MSCONTROL – FERRAMENTA DE APOIO PARA USO DO CATÁLOGO DE MEDIÇÃO

Este capítulo apresenta a ferramenta de apoio ao processo de medição, intitulada como Spider-MsControl (Spider - *Measurement Control*), desenvolvida no decorrer da pesquisa e em paralelo à Revisão Sistemática da Literatura.

A ferramenta aqui proposta apresenta uma solução *desktop* que opera um sistema cliente-servidor e visa auxiliar o processo de medição, no que tange às atividades de definição, coleta, análise e acompanhamento de medidas. O software segue todas as práticas, os resultados esperados e as atividades definidos para o processo de Medição dos modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW e da norma ISO/IEC 12207, entre outros guias de boas práticas nesta disciplina.

A arquitetura, principais funcionalidades, implementação e outras informações relevantes são apresentados com base nos seguintes tópicos:

- Arquitetura;
- Principais Funcionalidades;
  - Utilização do Método GQIM;
  - Login e Níveis de Acesso;
  - Gerenciamento de vários Projetos Simultâneos;
  - Definição de Objetivos, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas;
  - Definição dos Procedimentos de Coleta e Análise;
  - Coleta de Medidas e Análise de Indicadores;
  - Resultados;
  - Plano de Medição e Relatório;
- Implementação;
- Considerações Finais do Capítulo.

## 5.1 Arquitetura

A ferramenta foi construída apresentando um sistema cliente-servidor para ser utilizada em modo *desktop*. A escolha dessa abordagem deu-se para atender às necessidades e realidades das empresas de desenvolvimento de software, possibilitando com que as mesmas pudessem compartilhar os dados e as informações em tempo real.

A arquitetura do Spider-MsControl (Spider - *Measurement Control*) foi baseada em uma combinação entre a arquitetura em três camadas e o padrão de projeto MVC. Deste modo, os eventos ocorridos são gerenciados por controladores, que são intermediários entre a interface com o usuário e as entidades do banco de dados. Assim, o principal ganho com essa abordagem é a facilidade de manutenção e a adição de novos recursos que podem surgir, como a mudança das interfaces com o usuário ou do banco de dados.

Para manter o código o mais legível possível, padronizar o entendimento da equipe de desenvolvimento e reduzir custos de futuras manutenções, também foram adotados os padrões de projetos Facade e DAO (GAMMA *et al.*, 2000), isolando a camada de negócio das camadas de visualização e de persistência.

## 5.2 Principais Funcionalidades

A ferramenta Spider-MsControl utiliza o conceito de ator para especificar quem realiza determinada atividade no processo de Medição. Existem cinco tipos de atores: o **Analista de Medição**, que detém a maior parte das atividades do processo como definição da abordagem GQIM, definição dos procedimentos de análise e coleta, coletar, analisar, elaborar/divulgar/revisar relatórios; a **Alta Administração**, responsável pelas atividades da definição dos objetivos de medição e, conjuntamente com o **Gerente de Projetos**, validam métricas, apreciam relatórios, analisam resultados e podem estabelecer tomadas de decisão; o **Usuário de Medição**, responsável pela atividade de fornecer a base de dados para a coleta de métricas; e o **Bibliotecário de Medição**, responsável por qualquer dado manipulado pela ferramenta. É importante que se ressalte que um usuário da ferramenta pode representar mais de um ator, dependendo do grau de envolvimento com o processo de medição.

Nesta seção são apresentadas as principais funcionalidades da ferramenta Spider-MsControl, que fazem dela um diferencial em relação a outras ferramentas disponíveis, descritas no Capítulo 2. São exibidas capturas de telas preenchidas com uma determinada informação nas subseções abaixo para gerar uma melhor visualização da funcionalidade na ferramenta. Um vídeo para um melhor entendimento destas funcionalidades pode ser acessado em <https://youtu.be/OJCu0qKH15I>.

### **5.2.1 Utilização do Método GQIM**

Durante o processo de medição é importante que se use uma abordagem para ajudar na organização e na prática de como fazer a medição de software. Dentre as abordagens mais utilizadas está o GQM (*Goal-Question-Metric*) (SOLINGEN e BERGHOUT, 1999). Nesta abordagem são definidos os objetivos organizacionais e de projeto, são estipuladas questões para que com suas respostas possam-se atingir os objetivos e responder como essas medidas são definidas, coletadas e analisadas.

A abordagem GQIM é uma variação do GQM. Essa abordagem está baseada no entendimento de que identificar questões e medidas sem visualizar um indicador muitas vezes não é suficiente. O GQIM é mais eficaz e eficiente que o GQM porque toma como base as metas de negócio da organização, que são mais abrangentes e geralmente mais conhecidas (PARK *et al.*, 1996). O GQIM inicia com a pergunta “O que se quer aprender?”. Além disso, no GQIM são introduzidos indicadores, que constituem um nível intermediário entre as perguntas e as métricas para auxiliar a identificação das métricas mais adequadas. A abordagem GQIM, devido sua eficiência e eficácia, se aplicada corretamente, vem ganhando espaço para ser utilizada nos processos de medição e por isso optou-se pela mesma para ser utilizada na concepção e desenvolvimento da ferramenta.

Assim, para manter a aderência à abordagem GQIM, foram definidas as seguintes funcionalidades para a ferramenta: gerenciamento dos objetivos da medição; gerenciamento das necessidades de informações associadas aos objetivos; definição e aprovação dos indicadores para responder as necessidades de informação; caracterização das medidas para os indicadores. Cada uma destas funcionalidades será melhor apresentada na Seção 5.2.4.

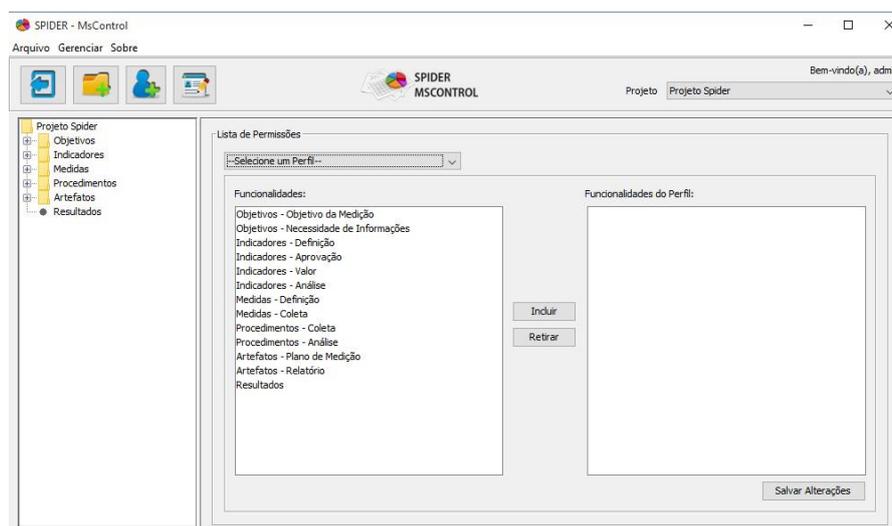
### 5.2.2 Login e Níveis de Acesso

A ferramenta oferece suporte para que cada usuário possua um *login* e, desta forma, identificando o usuário, pode-se limitar o nível de acesso do mesmo de acordo com o seu perfil. A Figura 16, apresenta a tela de *login* do software, sendo esta a primeira tela apresentada ao usuário, vale mencionar que para que o usuário tenha acesso à ferramenta, o mesmo precisa ser previamente cadastrado pelo administrador.



**Figura 16. Tela de Login**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A ferramenta possibilita com que o perfil de Administrador possa selecionar o que cada perfil poderá realizar durante a execução da ferramenta, o que se mostrou ser uma opção bastante interessante, uma vez que pode ser manipulada para se adequar à realidade das mais diversas organizações e projetos. A Figura 16 exibe a tela na qual estão listadas as funcionalidades, possibilitando restringir o acesso de cada perfil. É possível também na Figura 17 perceber como o software está organizado, considerando que a parte administrativa da ferramenta está concentrada na barra de menu superior e as funcionalidades do processo de Medição que podem ser realizadas dentro de um determinado projeto podem ser encontradas no menu lateral (à esquerda). As telas são alteradas dinamicamente no espaço onde se encontra o quadro de permissões do perfil de acordo com o que se seleciona.



**Figura 17. Tela de Níveis de Acesso**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

### 5.2.3 Gerenciamento de vários Projetos Simultâneos

A ferramenta foi desenvolvida para ser facilmente utilizada para gerenciar múltiplos projetos, visualizando informações de cada um de forma detalhada. Também é permitido visualizar o processo de medição de projetos concluídos e analisar os indicadores destes projetos. As avaliações são importantes insumos para o registro de uma base histórica organizacional e orientação em futuros projetos.

### 5.2.4 Definição de Objetivos, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas

Para este trabalho entende-se como (BARCELLOS, 2009): objetivo é a meta pela qual, ações de medição e estratégias são planejadas/realizadas; necessidade de informação é necessária ao gerenciamento de objetivos, riscos e problemas; indicador, é uma representação de forma simples ou intuitiva de uma medida para facilitar sua interpretação quando comparada a uma referência ou alvo; medida, é um instrumento de medição que é utilizado para associar um valor a um elemento mensurável ou pode ser a quantificação de dados em um padrão e qualidade aceitáveis (exatidão, completude, consistência, temporalidade).

Para o gerenciamento dos objetivos de medição, a ferramenta possibilita definir “o que é importante (necessário)” para a organização saber com o processo de Medição no sentido de atender os objetivos organizacionais. Posteriormente, o gerenciamento das necessidades de informações associadas aos objetivos é realizado a partir de uma folha

de entrevista com a Alta Administração da organização com a finalidade de extrair e estruturar informações (como fatores de qualidade, fatores de variação) relevantes ao processo de Medição. Consiste, ainda, em levantar questões, as quais são perguntas e indagações que permitem facilitar o alcance dos objetivos de medição definidos.

A seguir, ocorre na ferramenta a definição e a aprovação dos indicadores para responder as necessidades de informação. Estes indicadores representam informações a partir das quais é possível avaliar uma situação e sua evolução histórica. Por fim, ocorre a caracterização das medidas para os indicadores, onde se define quais métricas serão usadas no processo de Medição e estas devem ser revisadas para verificar se estão de acordo com os objetivos de medição. Esta revisão pode ser realizada por um Gerente de Projetos, que tenha habilidades/experiência de coleta e análise de medidas de projetos e organizacionais.

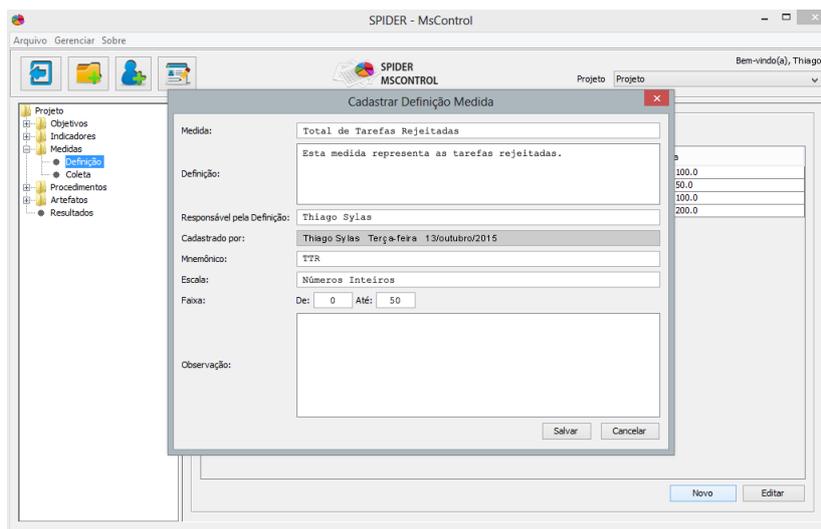
Assim, a definição ou registro de novos objetivos, necessidades de informação, indicadores e medidas é realizada de forma detalhada, onde os campos de cadastro são definidos de acordo com os modelos estudados e armazenam as informações necessárias para que se tenha um bom processo de medição.

Os indicadores quando registrados devem indicar com qual necessidade de informação estão relacionados e por sua vez, cada necessidade de informação quando definida deverá indicar com qual objetivo está relacionada. As medidas são especificadas e coletadas, podendo ser usadas para responder o alcance dos limites propostos aos vários indicadores. Por sua vez, estes indicadores respondem à necessidade de informação, fornecendo assim dados para que se possa tomar a decisão mais assertiva e assim chegar ao objetivo estipulado. As Figuras 18, 19, 20 e 21 exibem as telas de cadastro de objetivo de medição, necessidade de medição, indicador e medida, respectivamente, onde cada figura exhibe as informações que necessitam ser preenchidas, para que ocorra a inserção de um desses ativos de medição na ferramenta.

**Figura 18. Tela de Cadastro de Objetivo de Medição**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

**Figura 19. Tela de Cadastro de Necessidade de Informação**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

**Figura 20. Tela de Cadastro de Indicador**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

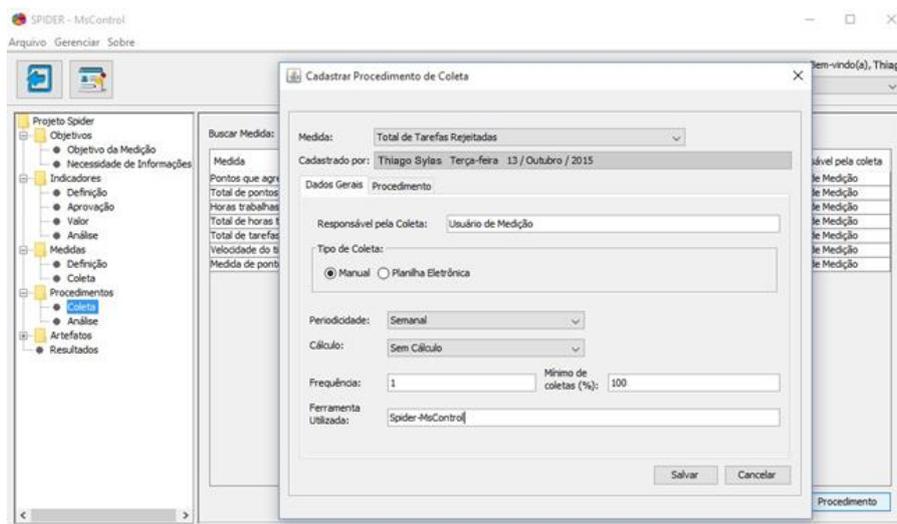


**Figura 21. Tela de Cadastro de Medida**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

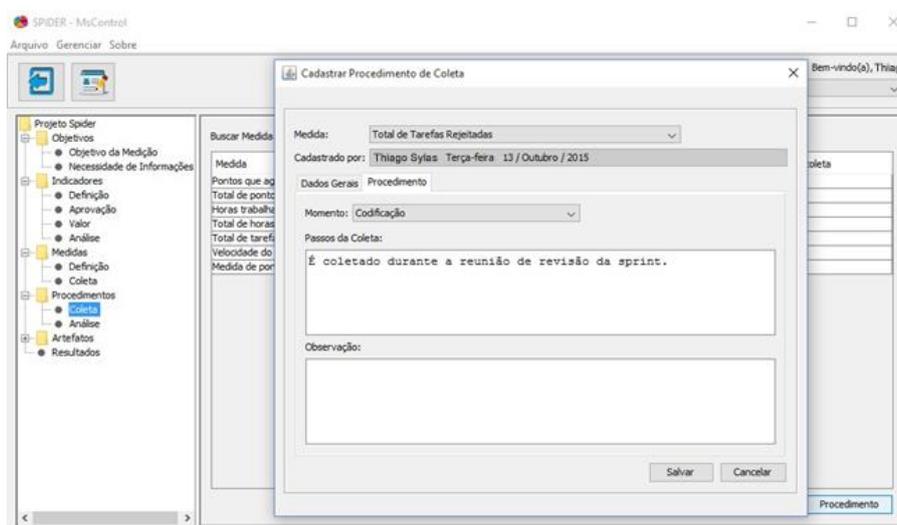
### ***5.2.5 Definição dos Procedimentos de Coleta e Análise***

Esta funcionalidade detalha como será realizada a coleta sobre os dados das métricas fornecidas. O procedimento ajuda a assegurar que os dados corretos estão sendo coletados e a explicitar que as necessidades de informações e os objetivos das medições estão sendo atendidos.

O procedimento de coleta é definido para uma determinada medida, o qual armazena informações sobre como a coleta de medidas irá acontecer: como e quando a coleta será realizada; quem irá realizar a mesma; qual a frequência com que uma determinada coleta será realizada; qual o cálculo realizado para que uma medida seja gerada a partir dessa coleta; dentre outras informações. As Figuras 22 e 23 exibem as telas de cadastro de um procedimento de coleta, cada figura exhibe uma das abas que necessitam ser preenchidas para que um procedimento de coleta seja cadastrado e dessa forma pode-se identificar quais informações são necessárias. Essas informações, assim como as de outras telas foram cuidadosamente selecionadas durante a pesquisa para que se limitassem as que estão sendo solicitadas, não precisando de um número muito grande de informações durante o cadastro de cada ativo de medição, porém as informações solicitadas são suficientes para gerar um resultado satisfatório durante o processo de medição, seguindo as regras e modelos exibidos na seção 2.3.

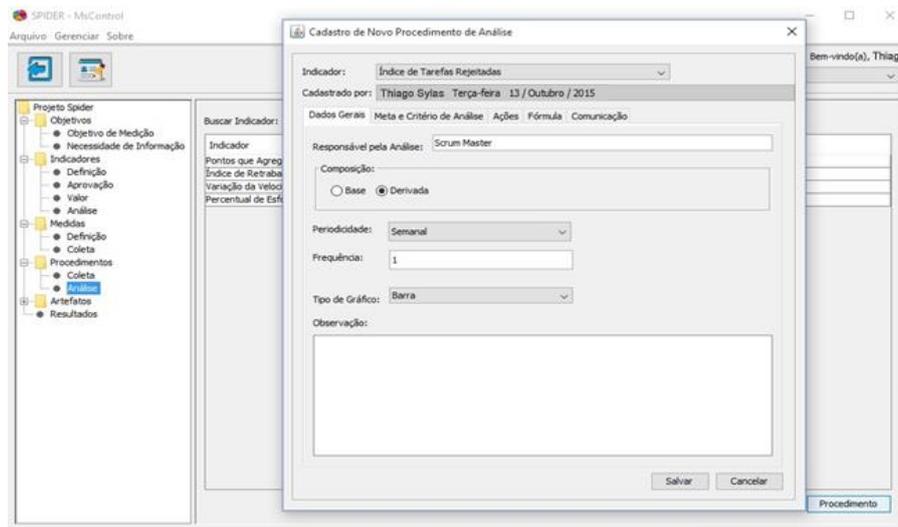


**Figura 22. Tela de Cadastro do procedimento de coleta (aba Dados Gerais)**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

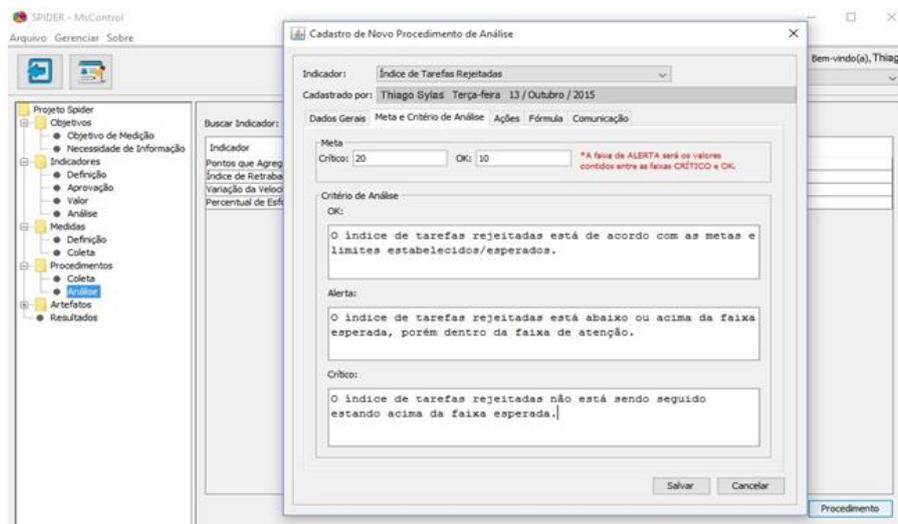


**Figura 23. Tela de Cadastro do procedimento de coleta (aba Procedimento)**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

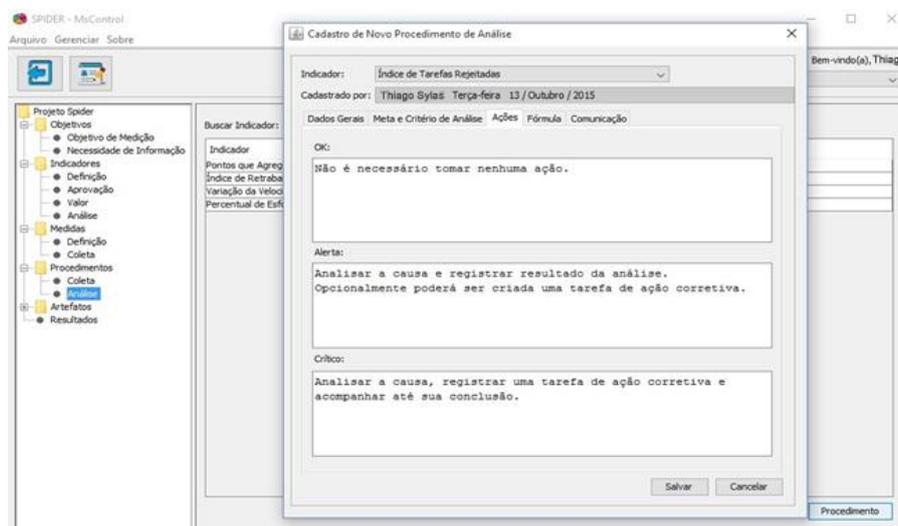
O procedimento de análise é definido para um indicador, armazenando informações sobre como a análise de um indicador será realizada: como e quando a análise será realizada; qual o tipo de gráfico gerado que se adequa para uma análise mais clara do mesmo; quem irá analisar; quais as metas para cada estado do indicador (ok, alerta e crítico); como a análise deve ser feita; quais as ações devem ser tomadas, sabendo em qual estado encontra-se; dentre outros campos. As Figuras 24, 25, 26, 27 e 28 exibem as telas de cadastro de um procedimento de análise, onde cada figura exhibe uma das abas que necessitam ser preenchidas para que um procedimento de análise seja cadastrado e dessa forma pode-se identificar quais informações são necessárias.



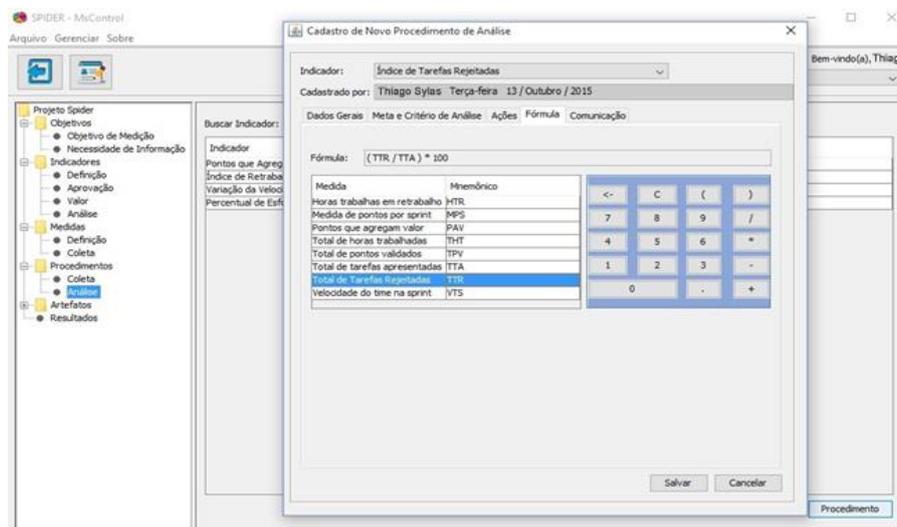
**Figura 24. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Dados Gerais)**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**



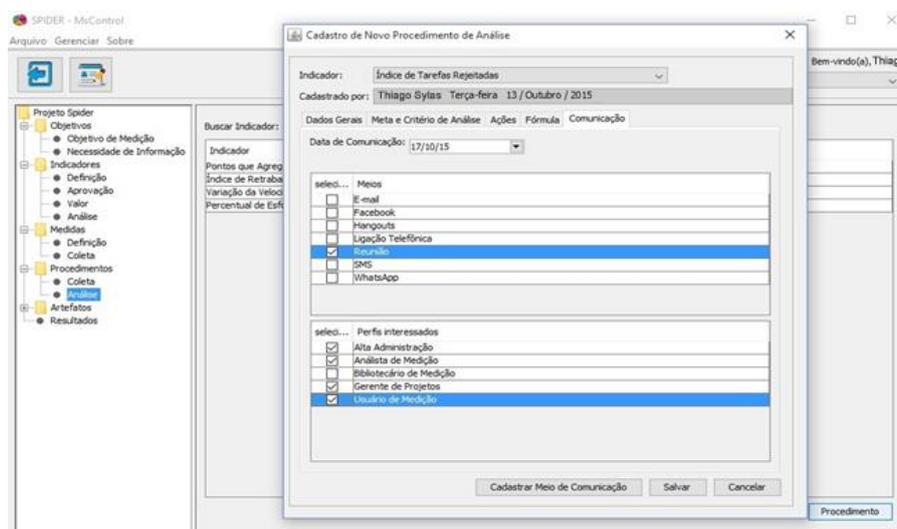
**Figura 25. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Meta e Critério de Análise)**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**



**Figura 26. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Ações)**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**



**Figura 27. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Fórmula)**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**



**Figura 28. Tela de Cadastro do procedimento de análise (aba Comunicação)**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Uma funcionalidade intrínseca a estes procedimentos diz respeito à definição do armazenamento das medidas, que consiste em especificar onde (o repositório) as métricas serão armazenadas. A definição de um repositório no contexto de medição ajuda a assegurar que os dados estarão disponíveis e acessíveis para uso futuro. O repositório deve ser definido em termos de localização, procedimentos de inserção e de acesso aos dados, incluindo permissões e responsabilidades. Assim, percebe-se que a própria ferramenta em si já sistematiza esta funcionalidade.

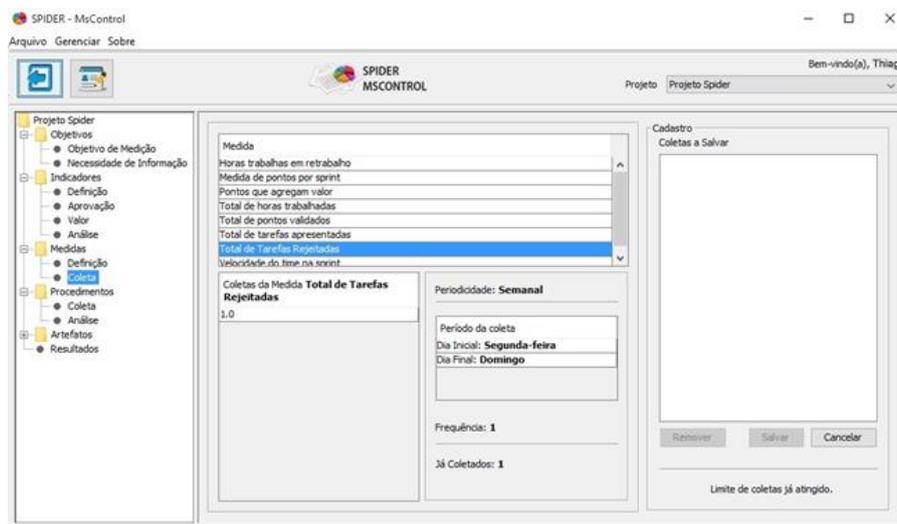
### 5.2.6 Coleta de Medidas e Análise de Indicadores

Esta funcionalidade é responsável pelo agrupamento e pela organização dos dados fornecidos pelos usuários, os quais serão usados nas medições, e pela análise dos dados coletados para que possíveis tomadas de decisões possam ser estabelecidas. A análise dos dados é acompanhada por gráficos que facilitam a interpretação de uma coleção de dados.

Importante enfatizar que a ferramenta Spider-MsControl possui integração a uma outra ferramenta de modelagem do processo chamada de Spider-PM (Spider – *Process Modeling*) (BARROS, 2010), que provê um ferramental de apoio para a definição das atividades que serão medidas. Apesar desta integração, a Spider-MsControl pode ser usada de forma independente da Spider-PM.

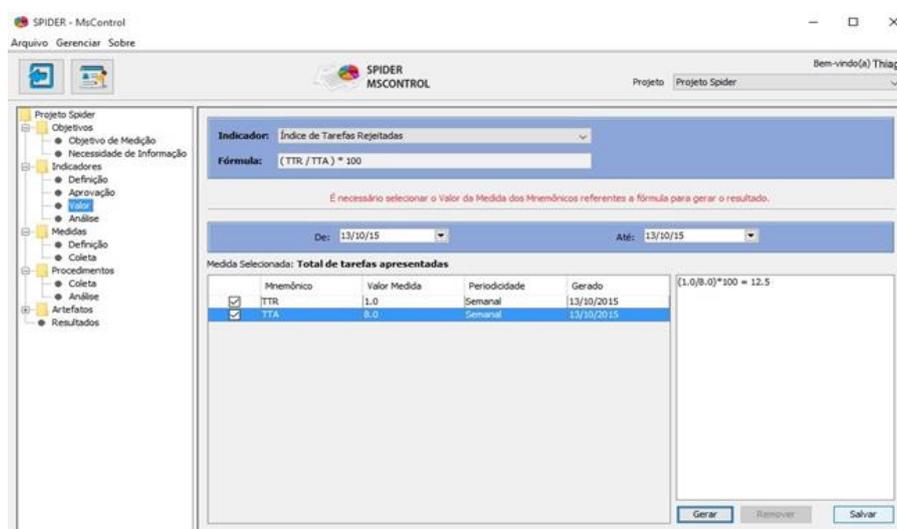
Assim, a coleta das medidas e a análise dos indicadores são realizadas a partir do processo definido na ferramenta Spider-PM. Pelo fato deste processo não ser modelado dentro da ferramenta Spider-MsControl, esta característica permite uma flexibilidade para a organização na geração dos resultados de um processo de medição.

A coleta de medidas pode ser realizada de maneira manual, ou seja, o usuário insere os valores manualmente considerando o prazo determinado para a coleta dessa medida ou de maneira automática, podendo importar as medidas a partir de uma planilha eletrônica, a maneira de inserção desses dados deverá seguir o que foi anteriormente estabelecido no cadastro do procedimento de coleta. A Figura 5.9 mostra a tela de coleta de medidas, na qual exibe a lista de todas as medidas disponíveis na ferramenta e se o prazo para inserção dos valores das medidas estiver aberto, o usuário pode inserir novos valores de medidas, entretanto se a quantidade de valores estipulados no procedimento já foi atingida ou se o prazo estiver fechado para inserção de valores, o usuário não poderá coletar novos valores de medidas, pode-se perceber que no exemplo visualizado na Figura 29, o usuário já atingiu o limite de coletas estabelecido.



**Figura 29. Tela de Coleta de Medidas**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Para gerar os valores dos indicadores que é o que de fato será representado por meio de gráficos e é sobre isso que será realizada a análise para a tomada de decisões, o usuário poderá selecionar em relação ao indicador desejado as medidas que compõem a fórmula desse indicador e pedir para gerar o valor relacionando as medidas selecionadas. Para selecionar essas medidas o usuário precisa indicar um determinado intervalo de tempo e automaticamente uma listagem das medidas que fazem parte da fórmula do indicador selecionado serão exibidas, de acordo como é exibido na Figura 30.



**Figura 30. Tela de Valor dos Indicadores**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Ao realizar a análise de um indicador, a Spider-MsControl indica no momento em que o indicador desejado seja selecionado, qual o valor atual desse indicador, por exemplo como mostra na Figura 31, quando selecionado o indicador Índice de Tarefas

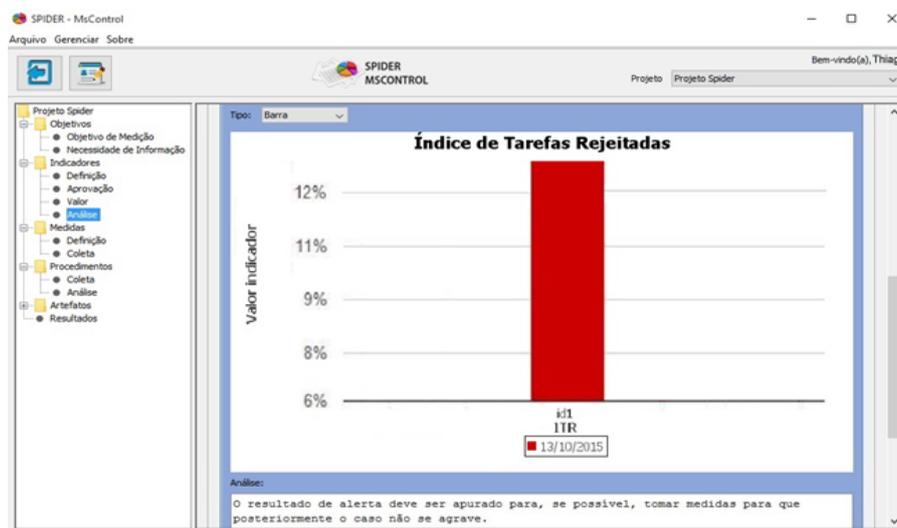
Rejeitadas, é apresentado o valor atual desse índice, assim como o *status* do mesmo indicando se ele está Ok, em estado de Alerta para o qual é necessário oferecer uma atenção maior ou em estado Crítico, no qual alguma ação corretiva precisaria ser tomada. Nessa tela, também é possível visualizar as análises anteriormente realizadas para o indicador em questão.



**Figura 31. Tela de Análise dos Indicadores**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como medidas fazem referência a dados quantitativos, é indicado que se utilize gráficos para poder organizar e visualizar melhor as informações e desta forma, poder interpretar os dados coletados. A Figura 32 exibe um exemplo da geração do gráfico baseado nos valores gerados para um determinado indicador, o tipo do gráfico pode ser alterado entre gráfico de pizza, de barra ou de linhas, sendo que o tipo padrão quando se gera o gráfico de um determinado indicador é definido no procedimento de análise quando cadastrado.



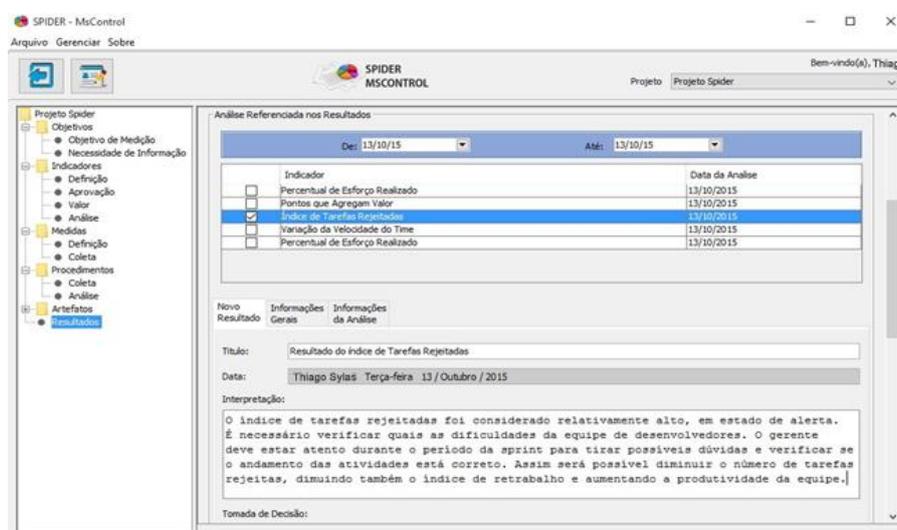
**Figura 32. Tela de Análise dos Indicadores com o auxílio de gráfico**

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.2.7 Resultados

Esta funcionalidade consiste em gerar relatórios a partir das análises realizadas sobre as métricas com o propósito de mostrar os resultados obtidos pelo processo de Medição. Depois de gerados, os relatórios de medição devem ser divulgados (comunicados) para os Gerentes de Projetos e/ou a Alta Administração, permitindo a avaliação deste relatório, a partir de críticas e sugestões.

Na etapa de resultado, a ferramenta disponibiliza um campo no qual o responsável irá analisar os gráficos gerados para interpretá-los e assim definir uma tomada de decisão com base nos dados apresentados, tal como é exibido na Figura 33. Com isso chega-se ao objetivo de um processo de medição, que é obter informações suficientes para se tomar a decisão mais assertiva possível.



**Figura 33. Tela de Resultados**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

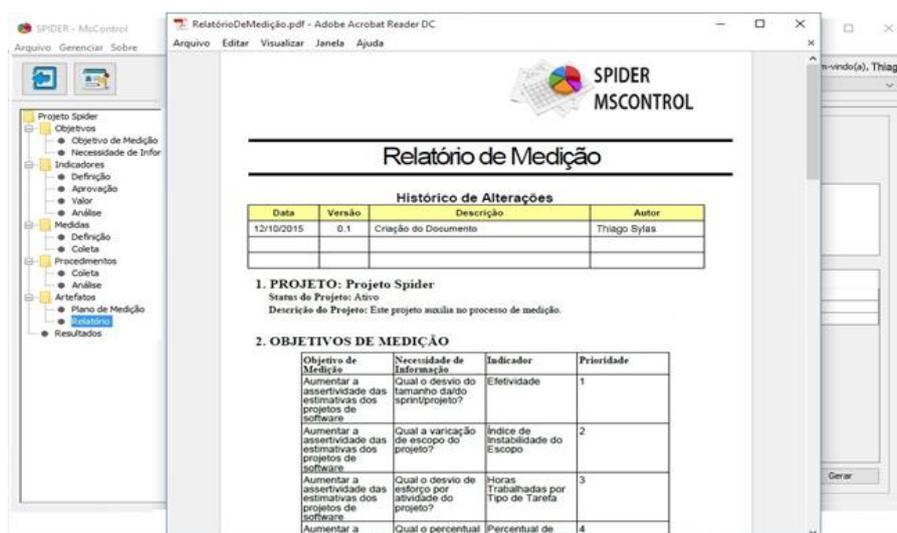
### 5.2.8 Plano de Medição e Relatório

A ferramenta gera dois artefatos ou documentos bem definidos na extensão .pdf, sendo estes o Plano de Medição e o Relatório. O Plano de Medição contém basicamente os procedimentos de coleta e de análise, ou seja, de que forma o projeto foi planejado para executar o processo de medição. Já o Relatório contém os dados quantitativos em si, juntamente com os gráficos gerados em cada análise e a interpretação dos mesmos, assim como as decisões tomadas. A Figura 34 apresenta um exemplo de relatório de medição sendo gerado, podendo este ser salvo fora da aplicação na extensão .pdf. A ferramenta Spider-MsControl possui a funcionalidade de permitir a análise dos

indicadores gerados a partir da coleta dos dados, bem como o registro das ações tomadas como decisões, quando de uma possível realização de uma Reunião de Análise Crítica com a Alta Administração.

Vale mencionar que a ferramenta permite com que artefatos com conteúdos parciais possam ser gerados, ou seja, os documentos podem ser gerados mesmo que nem todos os campos que o determinam tenham sido preenchidos.

Por fim, todos os registros devem ser armazenados, consistindo em mantê-los no repositório de medição com a finalidade de organizar todo o produto de trabalho produzido pelo processo de Medição.



**Figura 34. Tela de Relatório**  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.2.9 Comparativo das Funcionalidades com as outras Ferramentas Encontradas

Considerando outras ferramentas de software encontradas, presentes na seção 2.4, o Quadro 30 compara as funcionalidades entre essas ferramentas que são: Remex, Spider-Mplan, MedPlan, WebAPSEE e a Spider-MsControl, tomando como base as funcionalidades descritas nesta seção. Cada ferramenta recebe a identificação: "S", caso possua a funcionalidade; "P", caso realize a funcionalidade parcialmente, ou seja, com restrições; "N", caso não exista tal funcionalidade; e "D", caso a referência analisada sobre a ferramenta não identifique esta informação.

**Quadro 30. Comparativo das Funcionalidades da Ferramenta Spider-MsControl com os Trabalhos Relacionados**

Funcionalidades	Remex	Spider-Mplan	MedPlan	WebAPSEE	Spider-MsControl
Utilização da metodologia GQIM	N	N	N	S	S
Login e Níveis de Acesso	N	S	N	S	S
Gerenciamento de vários Projetos Simultâneos	N	S	S	S	S
Definição de Objetivos, Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas	P	P	P	P	S
Definição dos Procedimentos de Coleta e Análise	P	P	P	S	S
Coleta de Medidas e Análise de Indicadores	P	P	P	P	S
Resultados	D	S	P	P	S
Plano de Medição e Relatório	D	P	P	P	S

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3 Implementação

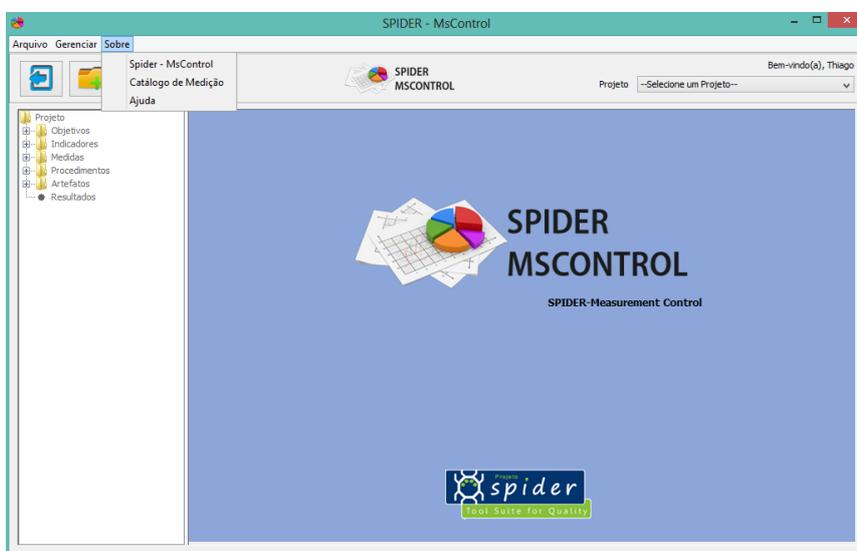
A ferramenta Spider-MsControl foi implementada utilizando a linguagem de programação Java, sob a licença GPL – *General Public License*, voltada especificamente para o processo de Medição de Software, aderente às boas práticas recomendadas pelos padrões MR-MPSSW, CMMI-DEV e ISO/IEC 12207, e pela abordagem GQIM. Trata-se de um ambiente *desktop* que utiliza o sistema cliente-servidor e seu desenvolvimento foi pautado no uso de ferramentas de software livre, tais como: Sistema Operacional Ubuntu 14.10, Netbeans IDE 8.0.2, banco de dados MySQL 5.6.24 tanto para persistência de dados quanto para comunicação entre o servidor local e a ferramenta.

### 5.4 Considerações Finais

O foco no que tange a ferramenta foi realizar um estudo sobre o processo de Medição de software, para que fosse desenvolvida uma ferramenta de software capaz de sistematizar as boas práticas dos modelos estudados. A ferramenta Spider-MsControl propõe agilizar a implementação e execução de um processo de Medição em organizações desenvolvedoras de software. Desta forma, as organizações serão

beneficiadas como um todo, tendo um controle melhor das tarefas relacionadas à Medição. Assim como, espera-se que haja uma redução do trabalho com a adoção desta ferramenta, visto que a maior parte de seus dados será gerada de forma automática, além de contar com mais informações para uma tomada de decisões mais assertivas. Além disso, Gerentes com pouca experiência com medição podem de maneira mais fácil implantar este processo em seus projetos, de forma alinhada aos principais modelos de qualidade de processo de software, uma vez que possui um passo a passo para a sua implantação de forma gradual dentro dos menus da própria ferramenta.

A ferramenta encontra-se disponível no site do grupo de pesquisa SPIDER (*Software Process Improvement: Development and Research*) no link <http://spider.ufpa.br/index.php?id=resultados>. É também disponibilizado no site o manual da ferramenta, mostrando um passo a passo de como instalar, como utilizar e o que é cada elemento no contexto de medição de software e da ferramenta especificamente; este documento, está também presente dentro dos menus da própria ferramenta. Além disso, a ferramenta disponibiliza o Catálogo de Medição apresentado no Capítulo 4 e informações gerais sobre o software em si, para acessá-los, o usuário pode clicar em Sobre na Tela principal e escolher visualizar o Catálogo de Medição ou informações sobre o próprio software e ao clicar em uma dessas opções, um arquivo no formato .pdf será aberto para ser visualizado e se o usuário desejar, poderá salvar esse arquivo, o menu Sobre é mostrado na figura 35.



**Figura 35. Tela apresentando o Menu Sobre**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

## 6 CONCLUSÕES

Neste capítulo é abordada uma sumarização do trabalho apresentado por meio de suas principais conclusões. Também são apresentadas as principais contribuições à área de medição de software, algumas oportunidades de melhorias identificadas, assim como trabalhos futuros a serem executados a partir do estudo realizado.

### 6.1 Sumarização dos Resultados

O trabalho realizado focou na investigação dos ativos de medição mais utilizados no processo de medição no contexto de desenvolvimento de softwares. O trabalho realizado focou na investigação de ativos de medição identificando os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados presentes na literatura. Também foi foco deste trabalho o desenvolvimento de uma ferramenta de software para auxiliar o processo de medição durante o desenvolvimento de software, seguindo as práticas definidas na abordagem GQIM e as práticas, resultados esperados e atividades definidos para o processo de Medição constantes nos modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW e na norma ISO/IEC 12207, entre outros guias de boas práticas nesta disciplina. A análise destes ativos para medição de software resultou na elaboração de um catálogo, apresentado no Capítulo 4, e no desenvolvimento de uma ferramenta de software, apresentada no Capítulo 5. Ao fim, estes dois vieses da pesquisa, o catálogo e a ferramenta de software, foram integrados, fornecendo assim um instrumento capaz de auxiliar a implantação do processo de medição de software dentro de uma organização e ao mesmo tempo fornecer um arcabouço de objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados.

O catálogo mencionado foi fundamentado por meio da realização de uma revisão sistemática da literatura, que ocorreu a partir da aplicação de um protocolo de revisão

sistemática, o qual incluía critérios de inclusão e exclusão de estudos, assim como mais informações pertinentes à condução de uma revisão sistemática. Foram analisados 1592 trabalhos, dos quais 20 foram selecionados. A avaliação de um especialista em medição foi de grande importância para a fundamentação do catálogo, considerando que pela experiência do mesmo, apresentada na seção 4.2, observou-se que o catálogo proposto nesse trabalho pode ser utilizado para a implementação do processo de medição em empresas no que tange a completude do mesmo.

A ferramenta Spider-MsControl apresentada neste trabalho, propõe agilizar a implementação e a execução de um processo de Medição em organizações desenvolvedoras de software. Desta forma, a organização será beneficiada como um todo, tendo melhor controle das tarefas relacionadas à Medição. Assim como, espera-se que haja uma redução do trabalho com a adoção desta ferramenta, visto que a maior parte de seus dados será gerada de forma automática, além de contar com mais informações para a tomada de decisões mais assertivas. Além disso, Gerentes com pouca experiência em medição podem de maneira mais fácil implantar este processo em seus projetos, de forma alinhada aos principais modelos de qualidade de processo de software, uma vez que possui um passo a passo para a sua implantação de forma gradual.

Dentre os estudos selecionados foram coletadas informações importantes sobre os ativos de apoio ao processo de medição. Nesse sentido, o catálogo e a ferramenta de software propostos podem ser instrumentos de grande valia tanto para a área acadêmica quanto para a indústria. Para a área acadêmica pode servir como um guia para pesquisas futuras sobre medição de software, por exemplo, na apresentação e aprendizado sobre o processo de medição, na elaboração de um processo de medição ou mesmo na otimização de um processo já existente. Já para a indústria podem ser norteadores que auxiliam no momento da escolha de qual Ativo de Medição pode ser utilizado para a implementação do processo de medição de software, considerando o objetivo estratégico da empresa e auxiliam quando se deseja implementar o processo de software.

Com base no exposto acima, este trabalho almejou fornecer contribuições para a área de medição de software, apresentando evidências encontradas na literatura, a fim de reunir em um único banco de conhecimento grande parte de ativos de medição disponíveis na literatura para implementar esta atividade. E ao mesmo tempo,

disponibilizar um apoio ferramental de acordo com as práticas, resultados esperados e atividades definidos em modelos e normas de qualidade reconhecidos, nacional e internacionalmente na área de medição. Isso pode servir como um referencial para organizações e pessoas interessadas no tópico estudado.

## 6.2 Contribuições

A seguir são apresentadas algumas contribuições obtidas durante o desenvolvimento deste trabalho:

- **Revisão Sistemática da Literatura** – a revisão sistemática da literatura avaliou 1592 artigos, selecionando 20 destes por meio da aplicação de um protocolo de revisão sistemática. O protocolo criado, incluindo os seus critérios de inclusão e método de avaliação de qualidade, é flexível e o suficiente para ser utilizado em outros contextos, que não somente à medição de software;
- **Catálogo de Medição** – o catálogo de ativos de medição foi uma das principais contribuições do trabalho, já que foi constituído por informações obtidas por meio de um método rigoroso, confiável e auditável, que é o de Revisão Sistemática da Literatura. É esperado que o catálogo de medição auxilie na implantação das atividades de medição em projetos de desenvolvimento de software dentro de organizações, reduzindo custos e aumentando a qualidade das mesmas;
- **A Ferramenta Spider-MsControl** – a ferramenta de software Spider-MsControl foi outra das principais contribuições do trabalho, já que foi desenvolvida seguindo as práticas definidas na abordagem GQIM e as práticas, resultados esperados e atividades definidos para o processo de Medição constates nos modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW e na norma ISO/IEC 12207, entre outros guias de boas práticas nesta disciplina. É esperado que a ferramenta auxilie na implementação do processo de medição em projetos de desenvolvimento de software dentro de organizações, reduzindo custos e aumentando a qualidade das mesmas;
- **Produção de Trabalho Científico** – houve a publicação de dois trabalhos no contexto desta dissertação de mestrado apresentando a ferramenta Spider-

MsControl: um na *IASTED International Conference on Software Engineering and Applications* (SEA 2015) e outro no Workshop Anual do MPS (WAMPS 2015);

- **Orientação de Trabalhos Acadêmicos:** esta dissertação propiciou a orientação 1 Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Ciência da Computação da UFPA e 2 Trabalhos de Iniciação Científica no programa PIBIC da UFPA.

### 6.3 Limitações

Uma das principais limitações deste trabalho está no fato da quantidade de pesquisadores envolvidos na execução da revisão sistemática da literatura, já que apenas dois pesquisadores participaram do processo, sendo esta a quantidade mínima para a realização deste método.

Outra limitação deu-se pela quantidade de fontes de pesquisas presentes no trabalho, pois, mesmo com um número relevante de trabalhos encontrados, outras fontes poderiam ter contribuído ainda mais para a realização do mesmo, porém, estas não satisfizeram os critérios de seleção de fontes.

Quanto ao catálogo, uma limitação que pode ser apresentada é que, pelo fato do processo de medição estar envolvido com os objetivos organizacionais de uma empresa e, portanto com as regras de negócio ou mesmo os segredos de uma organização, torna-se difícil de conseguir informações sobre os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e/ou medidas que as mesmas utilizam. Além disso, outra limitação que pode ser apontada é quanto à avaliação do catálogo, pois devido ao tempo de execução desta pesquisa e a disponibilidade de demais especialistas na área, o catálogo foi avaliado apenas por um especialista usando a técnica de Revisão por Pares.

Quanto à ferramenta de software desenvolvida, a mesma tornou-se trabalhosa no sentido de que o processo de medição é complexo por si só e para implementar o mesmo em uma ferramenta de software deve-se conhecer as nuances deste processo, já que a equipe de desenvolvimento ainda não conhecia este processo, o que gerou retrabalho e por vezes, optou-se por interromper o desenvolvimento de algo crucial para as etapas seguintes do desenvolvimento até a consulta com um especialista na área para

poder seguir com a implementação do código de acordo com as regras do processo de medição.

## **6.4 Trabalhos Futuros**

Este trabalho pode ser expandido em várias direções, devido à sua alta abrangência e relevância. Nesse sentido, espera-se que esta dissertação oriente novos trabalhos a respeito do mesmo tema. Assim, esta seção identifica sugestões de prosseguimentos do trabalho aqui apresentado, indicando possíveis evoluções que podem torná-lo mais completo e adequado para a medição de software.

### ***6.4.1 Evolução da Revisão Sistemática***

A revisão sistemática da literatura identificou diversos ativos de medição disponíveis na literatura com o foco nos mais utilizados, porém, outros ativos de medição podem não ter sido identificados nos estudos, devido ao número de fontes pesquisadas, ou até mesmo ao período de busca, já que existem eventos especializados na área possibilitando então que novos ativos de medição sejam descobertos. Sendo assim, uma possível evolução no protocolo de revisão pode ajudar a encontrar técnicas que possivelmente não tenham sido identificadas no estudo.

### ***6.4.2 Aplicação Prática do Catálogo***

A aplicação deste catálogo na indústria, com sua utilização em um projeto de desenvolvimento de software pode ser de grande valia para o amadurecimento deste, isto porque oportunidades de melhoria em relação a sua estrutura, forma de apresentação ou mesmo conteúdo podem ser encontradas, além do que, sua efetividade quanto ao que se propõe pode ser avaliada.

### ***6.4.3 Expansão do Catálogo***

Com a possibilidade do encontro ou surgimento de outros ativos de medição na literatura considerando estudos de caso no que se refere à implementação do processo de medição, o catálogo também pode ser expandido neste contexto futuramente. Outra fonte para expandir o catálogo é realizar um *survey*, aplicando questionários ou realizando entrevistas com empresas e outras organizações que fazem uso do processo de medição a fim de conseguir identificar novos ativos de medição. Além do que, pode

também ser acrescentado outras informações sobre os ativos de medição, caso sejam identificadas como importantes.

#### ***6.4.4 Aplicação Prática da Ferramenta Spider-MsControl***

Promover o uso da ferramenta em projetos reais de software, contemplando diferentes cenários no desenvolvimento de software, principalmente em organizações que buscam a certificação em modelos de qualidade.

#### ***6.4.5 Integrar a Ferramenta Spider-MsControl com Outras Ferramentas***

Integrar a ferramenta Spider-MsControl com outras ferramentas, que contemplem outros processos de software, pode-se tornar interessante, pois iria oferecer para organizações uma ferramenta mais robusta e mais abrangente para a implementação de processos, uma vez que todo o processo iria estar centralizado e por conta disso mais organizado no que tange ao desenvolvimento de software. São vários os processos de software que poderiam ser integrados à ferramenta, tais como gerência de projetos, gerência de requisitos, gerência de riscos, entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas e Técnicas. NBR ISO/IEC 12207:2009 – Engenharia de Sistemas de Software – Processos de Ciclo de Vida de Software.** Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

BARCELLOS, M. P. **Uma Estratégia para Medição de Software e Avaliação de Bases de Medidas para Controle Estatístico de Processos de Software em Organizações de Alta Maturidade.** Tese de Doutorado. UFRJ. Rio de Janeiro – Brasil. 2009.

BARCELLOS, M.; SANTOS, G., ROCHA, A. N. **Análise da Estrutura e Conteúdo de uma Base de Medidas Visando ao Controle Estatístico de Processos de Software.** Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS). 2010.

BARROS, R. S. **Spider-PM: Um Ferramental de Apoio para Modelagem de Processos de Software.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, UFPA. Pará – Brasil. 2010.

BASILI, V., CALDIERA, G., ROMBACH, H. (1994). **The Goal Question Metric Approach.**

BASILI, V.R.; LINDVALL, M.; REGARDIE, M.; SEAMAN, C.; HEIDRICH, J.; MUNCH, J. **Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement.** Computer (IEEE Computer Society). 2010.

BERTOLLO, G., FALBO, R. A. **Apoio Automatizado à Definição de Processos de Software em Níveis.** In: II Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, SBQS 2003, Fortaleza, Brasil. Anais. 2003, p. 1-6.

BIOLCHINI, J., MIAN, P.G., NATALI, A.C., TRAVASSOS, G.H. **Systematic Review in Software Engineering: Relevance and Utility.** Relatório Técnico ES-679/05, PESC – COPPE/UFRJ, 2005.

BOOKMAN GREESE, C., RODRIGUES, R. **Planejamento de programas de mensuração baseados em reutilização.** XI Conferência Internacional de Qualidade de Software. Curitiba – Brasil. 2000.

BORJESSON, A.; BAAZ, A.; PRIES-HEJE, J.; TIRNMERAS, M. **Measuring process innovations and improvements.** International Federation for Information Processing – IFIP. 2007.

CLARKE, M; OXMAN, A. D.; **Cochrane Reviewers' Handbook 4.1.** In: Review Manager (RevMan). Version 4.1. Oxford, England: The Cochrane Collaboration, 2000.

COMAN, I.; SILLITTI, A.; SUCCI, G. **A case-study on using an Automated In-process Software Engineering Measurement and Analysis system in an industrial environment.** International Conference on Software Engineering – ICSE. 2009.

COSTA, C. S. **Uma abordagem baseada em evidências para o gerenciamento de projetos no desenvolvimento distribuído de software.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

DEMARCO, T. **Controlling software projects,** Yourdon Press Prentice-Hall. 1982.

DÍAZ, L.; MARÍA; GARCÍA, F.; PIATTINI, M. **MIS-PyME software measurement capability maturity model - Supporting the definition of software measurement programs and capability determination.** Advances in Engineering Software. 2010.

DYBA, T.; DINGSOYR, T.; HANSSSEN, G.K. **Applying Systematic Reviews to Diverse Study Types: An Experience Report.** in Proceedings of the 1st Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM-07). Madri, Spain: IEEE Computer Society, pp. 225-234, 2007.

EASTERBROOKS, S. et. al. **Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research.** International Conference on Automoted Software Engineering. Atlanta, Georgia, EUA, 2007.

ESTÁCIO, B. e OLIVEIRA, S. R. B. **Spider-MPlan: Uma Ferramenta para Apoio ao Processo de Medição do MPS.BR.** XI Workshop de Software Livre. Porto Alegre-RS. 2010.

FALBO, R. A. **Integração de Conhecimento em um Ambiente de Desenvolvimento de Software.** Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dezembro de 1998.

FAUZIA, HANNY; LAKSMIWATI, HIRA; HENDRADJAYA, BAYU. **A quality model for mobile thick client that utilizes web API.** International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE). 2014.

FENTON, N. e PFLEEGER, S. L. **Software Metrics. A rigorous and practical approach.** PWS Pub. 1997.

FUGGETA, A. **Software Process: A Roadmap.** In: International Conference On Software Engineering, 22., 2000, New York. Proceedings. New York: ACM Press. 2000.

GAMMA, E., HELM, R., JOHNSON, R., VLISSIDES, J. **Padrões de Projetos – Soluções reutilizáveis de software orientado a objetos.** 2000.

GENCELA, CIGDEM; PETERSEN, KAI; MUGHALD, A.; IQBAL, M. **A decision support framework for metrics selection in goal-based measurement programs: GQM-DSFMS.** The Journal of Systems and Software. 2013.

GENCELA, CIGDEM; PETERSEN, KAI; MUGHALD, A. AHMAD; IQBAL, M. IMRAN. **A decision support framework for metrics selection.** The Journal of Systems and Software. 2013.

GREESE, C. e RODRIGUES, R. **Planejamento de programas de mensuração baseados em reutilização**. XI Conferência Internacional de Qualidade de Software. Curitiba, Brasil. 2000.

GRUHN, V. **Process-Centered Software Engineering Environments: A Brief History and Future Challenges**. In: Annals of Software Engineering 14, p. 363-382. 2012.

HONG, L. Y.; JIAN, L.; GANG, H. K. **The software project progress measurement frame based on GQM model**. International Conference on Management Science & Engineering. 2013.

HUMPHREY, W. **Managing the software process**. Massachussets: Addison-Wesley, 1989. 512 p.

ISO/IEC 12207: **Systems and Software Engineering – Software Life Cycle Processes**, 2nd edition, 2008.

JEFFERY, R.; STAPLES M.; ANDRONICK, J; KLEIN, G.; MURRAY, T. **An empirical research agenda for understanding formal methods productivity**. Information and Software Technology. 2014.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews**. In Software Engineering, Technical Report EBSE-2007-01, Departament of Computer Science Keele University, Keele, 2007.

KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Joint Technical Report, Software Engineering Group, Keele University, and Empirical Software Eng., Nat'l ICT Australia, 2004.

LEPMETS, M.; RAS, E.; RENAULT, A. **A Quality Measurement Framework for IT Services**. SRII Global Conference. 2011.

LI, Y.; LI, J.; HAO, K. **Software engineer behavior analysis measurement process in SW-KPA**. International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS). 2011.

LIMA, S. T. **Avaliação da Acessibilidade de Sítios Web por meio de Métricas de Software**. Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS). 2007.

MAFRA, S.; BARCELOS, R. TRAVASSOS, G. **Aplicando uma metodologia Baseada em Evidência na Definição de Novas Tecnologias de Software**. In Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES 2006), v. 1, pp. 239-254. 2006.

MAFRA, S.; TRAVASSOS, G. **Estudos Primários e Secundários apoiando a busca por Evidencia em Engenharia de Software - Relatório Técnico: RT-ES-687/06 – Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE/UF RJ – Rio de Janeiro, 2006.**

MENEZES, J.; GUSMÃO, C; MOURA, H. **Defining Indicators for Risk Assessment in Software Development Projects**. Conferência Latinoamericana de Informática – CLEI. 2013.

MITRE, H. H. A.; AMESCUA, S. A.; GARCÍA, G. J.; VELASCO, E. P.. **Designing a Strategic Measurement Program for Software Engineering Organizations - Discovering Difficulties and Problems**. Ingeniería Investigación y Tecnología. 2014.

MONTEIRO, C. V. F. **Impacto do uso de ferramentas de software n as fases iniciais do processo de inovação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil, 2010.

MONTEIRO, L. F. S. e OLIVEIRA, K. M. (2008) – **Definição de um Catálogo de Medidas para a Análise de Desempenho de Processos de Software**. Disponível em: <[http://www.bdtd.ucb.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=875](http://www.bdtd.ucb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=875)>. Acesso em: 23 fevereiro 2016.

MULROW, C.D. **Systematic reviews: Rationale for sistematic reviews**. British Medical Journal v.309, pp.597-599, 1994.

NASCIMENTO, L. M. A.; COSTA, A. J. S.; FRANÇA, BRENO B. N.; REIS, R. Q.; REIS, C. A. **Uma abordagem para Medição em um Ambiente de Desenvolvimento de Software Centrado em Processos**. XXXIII Conferência Latinoamericana de Informática, San José. 2007.

NHSCRD - NHS Centre for Reviews and Dissemination. **Database of Abstracts of Reviews of Effectiveness**. In: The Cochrane Library, Issue 1. Oxford: Updated quarterly. 2003.

NOGUEIRA, M.O. **Qualidade no Setor de Software Brasileiro**. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, abril 2006.

PARK, R. E., GOETHERT, W. B., FLORAC, W. A. **Goal-Driven Software Measurement – A Guidebook**. Handbook CMU/SEI-96-HB-002. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Hanscom – MA. 1996.

PMI – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK Guide – Um guia do Conhecimento em gerenciamento de projetos**. Quinta Edição, 2014.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software - uma abordagem profissional**. 7a. ed. Porto Alegre: AMGH Bookman, v. I, 2011.

ROCHA, A. R. C.; SOUZA, S. S e BARCELLOS, M. P. **Medição de Software e Controle Estatístico de Processos**. Brasília, 232 p. 2012.

SALEHIE, M.; SEN LI; TAHVILDARI, L.; DARA, R.; SHIMIN LI; MOORE, M. **Prioritizing Requirements-Based Regression Test Cases: A Goal-Driven Practice**. European Conference on Software Maintenance and Reengineering. 2011.

SANTOS, G. **Revisão Sistemática**, Minicurso. Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS 2010, Belém – PA, 2010.

SARCIA, S. **Is GQM+Strategies really applicable as is to non-software development domains?** Empirical Software Engineering and Measurement – ESEM. 2010.

SCHNAIDER, L.; SANTOS, G.; MONTONI, M.; ROCHA, R. **Uma abordagem para Medição e Análise em Projetos de Desenvolvimento de Software.** III Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. Brasília, Brasil. 2004.

SEI. **Capability Maturity Model Integration (CMMI) for Development**, Version 1.3. Carnegie Mellon, USA, 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação.** 3. ed. rev. Atual – Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SOFTEX – Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro. **Guia de Implementação - Parte 2: 2013.** 2013.

SOFTEX, **Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR) - Guia Geral 2016.** Disponível em: <[http://www.softex.br/wp-content/uploads/2013/07/MPS.BR\\_Guia\\_Geral\\_Software\\_2016.pdf](http://www.softex.br/wp-content/uploads/2013/07/MPS.BR_Guia_Geral_Software_2016.pdf)>. Acesso em: 23 fevereiro 2016.

SOLINGEN, R., BERGHOUT, E. **The Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development.** McGraw-Hill. 1999.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software.** 9a edição, Pearson Addison-Wesley, 2011.

SOUTHEKAL, P.; AND LEVIN, G. **Formulation and Empirical Validation of a GQM Based Measurement Framework.** International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. 2011.

SOUTHEKAL, P.H.; LEVIN, G. **Validation of a generic GQM based measurement framework for software projects from industry practitioners.** International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI\*CC). 2011.

TRAVASSOS, G. H. **O Modelo de Integração de Ferramentas da Estação TABA.** Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1994.

TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. A. G. D. **Introdução à Engenharia de Software Experimental.** Relatório Técnico RT-ES-590/02 do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

TRAVASSOS, G., BIOLCHINI J. **Revisões Sistemáticas Aplicadas a Engenharia de Software.** In: XXI SBES - Brazilian Symposium on Software Engineering, João Pessoa, PB, Brasil, 2007.

XU, T. **A Composite Measurement Pattern.** Wireless Communications, Networking and Mobile Computing – WiCOM. 2008.

ZAHRAN, S. **Software Process Improvement.** Addison-Wesley. 1998.

## APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO

### Histórico de Revisões

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
<b>29/03/2015</b>	<b>0.1</b>	<b>Início da Concepção do Protocolo de Revisão Sistemática (objetivos, referências e questões de pesquisa).</b>	<b>Thiago Sylas</b>
<b>01/04/2015</b>	<b>0.2</b>	<b>Definição das fontes de buscas, critérios de inclusão e exclusão, critérios de qualidade e definição do processo de avaliação da qualidade</b>	<b>Thiago Sylas</b>
<b>06/04/2015</b>	<b>0.3</b>	<b>Definição da Estratégia de Extração de resultados e Refinamento das questões de pesquisa secundárias</b>	<b>Thiago Sylas</b>

## Protocolo de Revisão

### Contexto

O projeto SPIDER (acrônimo para *Software Process Improvement – Development and Research*) surgiu em 2009 com o objetivo de propor abordagens sistematizadas para apoiar a implementação de programas de melhoria de processo de software. Com relação à abordagem para sistematizar a implementação de processos, o Projeto SPIDER tem como possibilidades: Utilização de ferramentas já existentes no mercado; A adequação de ferramentas já existente no mercado; A criação de novas ferramentas. O Projeto SPIDER foca, ainda, na utilização de software livre, o que proporciona a liberdade: de executar o programa; de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades; de redistribuir cópias; de modificar o programa; e de liberar estas modificações (GNU, 2011). Utilizar software livre para a implementação de modelos de qualidade pode ocasionar em diminuição de custos e tempo de implementação (OLIVEIRA, 2010).

Neste contexto, esta revisão sistemática é parte de um projeto de dissertação de mestrado vinculado ao Projeto SPIDER com o objetivo de reunir conhecimentos a respeito da implementação do Processo de medição, criando assim um catálogo das principais Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas (NIIM) utilizadas para sua realização, bem como a definição de em qual contexto estas NIIM's são melhores utilizadas. Nessa pesquisa também será desenvolvida uma ferramenta para auxiliar o processo de medição durante o desenvolvimento de software.

O processo de medição tem por finalidade gerar informações capazes de apoiar a tomada de decisão a fim de atingir aos objetivos da organização. Vale mencionar que o processo de medição deve estar sempre de acordo com os objetivos estratégicos e organizacionais da empresa, para que desta forma se possa realmente chegar a informações capazes de contribuir para os objetivos em questão, esse é o grande diferencial das organizações que de fato sabem utilizar o processo de medição das outras que simplesmente acumulam dados inúteis.

Neste contexto, esta revisão sistemática será um instrumento metodológico para apoiar a criação de um catálogo contento questões, indicadores e medidas utilizadas na literatura e no dia-a-dia de empresas desenvolvedoras de software durante a implantação do processo de medição.

### Objetivos

Esta revisão sistemática terá objetivo de identificar os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados no contexto de processos de desenvolvimento de software com o intuito de estabelecer um catálogo. Desta forma, têm-se a seguinte estrutura, conforme proposto em Santos (2010):

**Analisar:** relatos de experiência e publicações científicas através de um estudo baseado em revisão sistemática.

**Com o propósito de:** identificar abordagens para apoiar o Processo de Medição de Software.

**Com relação:** a definição e uso de necessidades de informação, indicadores e medidas para a implantação e execução do processo de medição em organizações de desenvolvimento de software.

**Do ponto de vista:** de pesquisadores e organizações desenvolvedoras/mantenedoras de software.

**No contexto:** acadêmico e industrial.

## Referências

KITCHENHAM, B. (2005) “Guidelines for performing Systematic Literature Re views in Software Engineering”. Vol 2.3 EBSE Technical Report, EBSE-2007-01, 2007.

MAFRA, S., TRAVASSOS, G. (2005) “Técnicas de Leitura de Software: Uma Revisão Sistemática”. XIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2005).

SANTOS, G. S. (2010) “Revisão Sistemática, Mini-Curso”. Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS 2010, Belém – PA.

## Formulação da Pergunta

Questões de pesquisa são a base de uma revisão sistemática da literatura. Esta pesquisa objetiva investigar as propostas da literatura no que tange a seguinte indagação:

**Quais os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados para apoiar o Processo de Medição no contexto de Projetos de Software?**

Para tal, foi definida a seguinte questão de pesquisa a qual guiará esta revisão sistemática da literatura:

**Q1. Quais os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas mais utilizados para apoiar o Processo de Medição de Software?**

### 4.1 Estrutura da Questão Principal

A questão levantada foi organizada conforme a estrutura *Population, Intervention, Context, Outcomes, Comparison* (PICOC), recomendada por Kitchenham (2007). Entretanto, apenas os itens População, Intervenção e Resultados foram considerados relevantes para a pesquisa. Tal restrição, segundo Santos (2010), caracteriza esta pesquisa como uma Revisão QUASI Sistemática da Literatura.

#### 1.1.1. Para Q1

Tem-se o objetivo de identificar quais padrões para apoiar a Rastreabilidade de Requisitos (Intervenção), aplicáveis no contexto de organizações (empresas, instituições, centros, e grupos) que atuam em projetos de software (População), sob

forma de modelos de processos, técnicas, metodologias, ferramentas para Rastreabilidade de Requisitos. Logo, definiu-se a seguinte estrutura:

- **População (P):** Organizações de Software e Projetos de Software;
- **Intervenção (I):** Metodologia utilizada para aplicar o processo de medição;
- **Resultados (O):** Objetivos de Medição, Necessidades de informação, Indicadores e Medidas mais frequentemente usadas no Processo de Medição.

### 1.2. Questões Secundárias

Um conjunto de questões secundárias referentes à questão principal foi estabelecido, questões essas para serem respondidas durante a fase de extração de informações (para maiores detalhes, consultar **seção 15**). Tais questões têm objetivo de esclarecer detalhes importantes que esta revisão procura identificar, para colaborar com o projeto onde esta se insere.

**Q1A** Qual o contexto de aplicação da abordagem encontrada?

**Q1B** Qual a metodologia utilizada no processo de medição?

**Q1C** Quais objetivos organizacionais são mais comuns entre as empresas desenvolvedoras de software?

**Q1D** Quais as necessidades de informação (questões) são mais utilizadas para tentar atingir os objetivos organizacionais?

**Q1E** Quais os indicadores (variável, limites e metas) são geralmente utilizados?

**Q1F** Quais as medidas e quais campos de medidas são geralmente armazenados para o processo?

**Q1G** Quais os ativos (papéis, artefatos) envolvidos?

### Escopo da Pesquisa

Visando estabelecer limites viáveis para a execução desta pesquisa, foram definidos critérios para seleção das fontes de pesquisa e restrições para garantir a viabilidade da mesma.

### 1.3. Critérios de Seleção de Fontes

Para seleção das fontes de pesquisa, foram definidos os seguintes critérios:

- Disponibilidade para consultas web.
- Disponibilidade para busca de artigos através do domínio da UFPA.
- Disponibilidade de artigos na íntegra através do domínio da UFPA ou a partir da utilização da *engine* de busca Google e/ou Google Scholar.
- Disponibilidade de artigos em inglês ou português.
- Relevância da fonte.
- Boa relação entre estudos retornados e estudos selecionáveis.

A princípio, serão consideradas fontes de dados que disponibilizem artigos na íntegra, de modo a diminuir o retrabalho por parte dos pesquisadores com relação a novas busca necessárias para encontrar as versões completas de artigos apresentando somente resumo/abstract. Adicionalmente, caso os artigos não estejam disponíveis na íntegra, serão utilizadas as máquinas de busca disponíveis nos sites do Google (<http://www.google.com.br/>) e Google Scholar (<http://scholar.google.com.br/>) com o objetivo de encontrar a versão completa do artigo. Caso o artigo, ainda assim, o artigo

não seja encontrado através da busca manual, a versão incompleta do mesmo será descartada da pesquisa.

#### **1.4. Restrições**

Devido ao caráter da pesquisa, esta não deverá incorrer em ônus financeiro aos pesquisadores. Portanto apenas serão selecionadas as fontes que possibilitem consultas de forma gratuita ou a partir do acesso pelo domínio da UFPA. Serão apenas considerados os estudos obtidos através das fontes selecionadas e em conformidade com os critérios de inclusão e exclusão. A pesquisa estará restrita aos resultados publicados entre 01 de janeiro de 2005 até a data de realização das buscas, contemplando, desta forma, um período de mais de 10 anos, dada a necessidade de identificar abordagens para apoio às atividades de Medição de software mais atuais. Serão considerados apenas artigos em inglês ou português devido à proficiência dos autores nestes idiomas.

#### **Métodos de busca nas Fontes**

Os métodos de busca nas fontes podem ser definidos como: método de busca manual e método de busca automática.

#### **1.5. Método de Busca Manual**

A busca manual utiliza as fontes onde os estudos estão inseridos em anais de eventos e não disponíveis em um repositório digital e sim em um documento digital. Na busca manual os anais das conferências são consultados para um determinado período específico. Todos os resultados apresentados são conferidos um por um permitindo o pesquisador a determinar se o artigo pertence ao conjunto que ele propôs.

#### **1.6. Método de Busca Automática**

A pesquisa será realizada através de mecanismos de busca web por palavras-chave. Poderão ser necessárias eventuais buscas manuais por artigos que não sejam disponibilizados na íntegra, ou seja, artigos que possuam versão contendo apenas resumo/abstract. Para estes casos, o título do artigo, incluindo o nome dos autores, será utilizado com uma “*string* de busca” a ser inserido nos mecanismos de busca web Google (<http://www.google.com.br/>) e Google Scholar (<http://scholar.google.com.br/>).

#### **Palavras-Chave e Strings de Busca**

##### **1.7. Palavras-Chave e Sinônimos**

A partir das questões de pesquisa, palavras-chave foram identificadas em acordo com a estrutura População, Intervenção e Resultados. Por considerar estudos nos idiomas Português e Inglês, as palavras-chave foram definidas para ambos os idiomas, para a posterior formulação das *strings* de busca. Para cada questão, segue a listagem de palavras-chave definidas:

- **POPULAÇÃO**
  - Inglês: *Software Development, Software Project, Project, Development, Organization, Enterprise, Company, Industry, Institute, Research Group, Technology Center;*
  - Português: *Desenvolvimento de Software, Projeto de Software, Projeto, Desenvolvimento, Organização, Empresa, Companhia, Indústria, Instituição, Grupo de Pesquisa, Centros de Tecnologia.*
- **INTERVENÇÃO**
  - Inglês: *GQM, GQIM, PSM, BSC, COBIT;*
  - Português: *GQM, GQIM, PSM, BSC, COBIT.*
- **RESULTADOS**
  - Inglês: *Measurement Process, Measuring, Software Measurement, Measurement, Objective Measurement, Information Need, Question, Indicator, Measure;*
  - Português: *Processo de Medição, Medindo, Software de Medição, Medição, Objetivo de Medição, Necessidade de Informação, Questão, Indicador, Medida.*

### 1.8. Strings de Busca

Para elaboração da string de busca, as palavras-chave e sinônimos relacionados são agrupadas por meio de operador <OR> e os conjuntos de termos são agrupados com o operador <AND>, de acordo com a estrutura PICO (ou PIO no caso desta pesquisa) conforme segue (Santos, 2010):

#### **P <and> I <and> C <and> O**

Conforme já especificado anteriormente, a Comparação (ou Controle) não se aplica ao contexto desta revisão. Tem-se, então, que o conjunto de palavras-chave referentes a Comparação (C) é vazio ( $C=\emptyset$ ). Adicionalmente, as palavras chave da Intervenção são relevantes apenas no contexto da Rastreabilidade de Requisitos, portanto as palavras chave.

#### 1.8.1. Para Q1

- Inglês: ("Software" OR "Softwares" AND ("Project" OR "Development" OR "Organization" OR "Enterprise" OR "Company" OR "Industry" OR "Institute" OR "Research Group" OR "Technology Center")) AND (("GQM" OR "GQIM" OR "PSM" OR "BSC" OR "COBIT") AND ("Measurement Process" OR "Measuring" OR "Software Measurement" OR "Measurement") AND ("Objective" OR "Information Need" OR "Question" OR "Indicator" OR "Measure")).

### Listagem de Fontes

Com base nos critérios de seleção de fontes e nas restrições definidas na seção 5, tem-se a seguinte listagem de fontes:

- IEEE Xplore Digital Library
- El Compendex
- ISI Web of Knowledge
- ACM

- Scopus
- Jairo
- Anais do Wamps
- Anais do SBQS
- Anais do SBES – falta de disponibilidade – não conseguiu acesso
- Anais do CIBSI – falta de disponibilidade – não conseguiu acesso
- Anais do CLEI

## **Tipo dos Artigos**

Serão consideradas pesquisas do tipo experimental, teórica, relato de experiência industrial, revisões da literatura e relatórios técnicos na forma de artigos completos de periódicos ou conferências.

## **Idioma dos Artigos**

Serão considerados artigos escritos em português e inglês, a primeira por ser importante considerar pesquisas de âmbito nacional, dada a relevância do Programa MPS.BR para o estudo, e a segunda para expandir a abrangência da pesquisa, uma vez que é a língua definida como padrão na grande maioria dos periódicos e conferências internacionais.

## **Crítérios de Inclusão e Exclusão dos Artigos**

Os critérios de exclusão dos artigos:

- CE.9)** Artigos que não estejam disponíveis livremente para consulta ou download (em versão completa) através das fontes de pesquisa ou através de busca manual (para artigos que não sejam fornecidos na íntegra) realizada nas ferramentas de busca Google (<http://www.google.com.br/>) e/ou Google Scholar (<http://scholar.google.com.br/>);
- CE.10)** Artigos que claramente não atendam as questões de pesquisa;
- CE.11)** Artigos repetidos (em mais de uma fonte de busca) terão apenas sua primeira ocorrência considerada;
- CE.12)** Artigos duplicados terão apenas sua versão mais recente ou a mais completa considerada, salvo casos em que haja informações complementares.
- CE.13)** Estudos enquadrados como resumos, keynote speeches, cursos, tutoriais, workshops e afins;
- CE.14)** Artigos que não mencionem as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do artigo, salvo trabalhos que abordem melhoria do processo de software nos quais seja observada possibilidade do Processo de Medição ser tratada ao longo do trabalho.
- CE.15)** Excluir se o estudo não estiver inserido no contexto de Projetos de Software, Indústria de Software ou Engenharia de Software.
- CE.16)** Excluir se o estudo não estiver apresentado em uma das linguagens aceitas (Inglês e Português).

Os critérios de inclusão dos artigos se baseiam em:

- CI.1)** Estudos que apresentem primária ou secundariamente abordagens (padrões e CASEs) de apoio às atividades do Processo de Medição;
- CI.2)** Estudos que apresentem relatos de experiência da indústria, ou pesquisas de caráter experimental ou teórico, contanto que apresentem exemplos de aplicação, descrição de experimentos ou casos reais de uso de abordagens (padrões e CASEs) para apoio às atividades de Processos de Medição.

## **Crítérios de Qualidade dos Estudos Primários**

Em adição aos critérios gerais de inclusão e exclusão, é considerado importante avaliar a qualidade dos estudos primários (KITCHENHAM, 2004). Os critérios de qualidade que serão aplicados aos estudos primários foram adaptados de Catarina (2010) uma vez que descreviam critérios abrangentes o suficiente para cobrir o escopo dos estudos a serem considerados, com alterações para adequarem-se aos objetivos e questões de pesquisa desta revisão sistemática.

- 1. Introdução/Planejamento**
  - a. Os objetivos ou questões do estudo são claramente definidos (incluindo justificativas para a realização do estudo)?
  - b. O tipo de estudo está definido claramente?
- 2. Desenvolvimento**
  - a. Existe uma clara descrição do contexto no qual a pesquisa foi realizada?
  - b. O trabalho é bem/adequadamente referenciado (apresenta trabalhos relacionados ou semelhantes e baseia-se em modelos e teorias da literatura)?
- 3. Conclusão**
  - a. O estudo relata de forma clara e não ambígua os resultados?
  - b. Os objetivos ou questões do estudo são alcançados?
- 4. Critérios para a Questão de Investigação**
  - a. O estudo lista primária ou secundariamente as Necessidades de Informação ou Indicadores ou Medidas mais utilizados em relação a um determinado objetivo organizacional no contexto do processo de medição de software?
  - b. O estudo apresenta Ferramentas de apoio às atividades do Processo de Medição?
- 5. Critério Específico para estudos Experimentais**
  - a. Existe um método ou um conjunto de métodos descrito para a realização do estudo?
- 6. Critério Específico para estudos Teóricos**
  - a. Existe um processo não tendencioso na escolha dos estudos?
- 7. Critério Específico para Revisões Sistemáticas**
  - a. Existe um protocolo rigoroso, descrito e seguido?
- 8. Critério Específico para Relato de Experiência Industrial**
  - a. Existe uma descrição sobre a(s) organização(ões) onde foi conduzido o estudo?

## **Processo de Buscas nas Fontes**

Para a execução desta revisão sistemática cada método de busca definido anteriormente seguirá os seguintes processos:

### **1.9. Processo de Busca Manual**

Durante a condução desta revisão sistemática, os estudos primários serão identificados conforme o processo seguinte:

1. Realiza-se as buscas em todos os anais das conferências selecionadas, por meio da leitura do título e abstract, e se necessário, introdução e conclusão de todos os estudos, estudos claramente irrelevantes a pesquisa são descartados.

### **1.10. Processo de Busca Automática**

1. Realiza-se as buscas em todas as fontes selecionadas, por meio de Strings de busca, estudos claramente irrelevantes a pesquisa são descartados. Os artigos são catalogados de forma a estabelecer uma planilha com a lista, para cada pesquisador, de possíveis estudos primários;

## **Processo de Seleção dos Estudos Primários**

Para a execução desta revisão sistemática serão utilizados os seguintes recursos:

- Dois pesquisadores (um aluno de mestrado e um graduando);
- Acesso às fontes de pesquisa por meio do domínio da Universidade Federal do Pará;
- Validações sobre documentos e procedimentos da realização da revisão sistemática através de reuniões com o coordenador do Projeto SPIDER e orientador do projeto de dissertação, onde esta pesquisa está inserida, o Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira;

Durante a condução desta revisão sistemática, os estudos primários serão identificados conforme o processo seguinte:

1. A partir da leitura de resumo, introdução e conclusão, os artigos deverão ser avaliados quanto aos critérios de inclusão e exclusão, e o resultado deve ser registrado.
2. Os dois pesquisadores responsáveis pela seleção dos artigos devem entrar em consenso, quando necessário. Isso ocorre quando não há uma unanimidade na inclusão de um artigo e pelo menos um pesquisador decidir incluir.
3. Na fase de consenso, em caso de discordância sobre a inclusão de algum estudo, o mesmo deverá ser incluído.

4. Os estudos primários identificados serão posteriormente lidos em totalidade e então será aplicada a avaliação de qualidade e a estratégia de extração de dados, conforme descrito nas subseções seguintes.

### **Avaliação da Qualidade dos Estudos Primários**

A qualidade de um artigo pode ser mensurada pela relevância e valor científico de seu conteúdo; também é considerado um critério de exclusão, a ser aplicado durante a condução da pesquisa. Desta forma, durante a análise dos estudos primários e coleta de resultados, serão aplicados os critérios de qualidade (definidos na seção 12), permitindo um processo adicional de validação dos estudos, de forma a identificar possíveis trabalhos que ainda devem ser desconsiderados da pesquisa e observar o grau de importância dos estudos individualmente para quaisquer comparações durante a síntese dos dados (KITCHENHAM, 2005).

Adicionalmente, a avaliação da qualidade pode servir como recomendação de estudos para futuras pesquisas, fornecendo informações a respeito da qualidade das informações de cada estudo avaliado (KITCHENHAM, 2005).

Artigos que, porventura, sejam excluídos por não se adequarem aos critérios de qualidade devem ser citados, juntamente com as razões para sua exclusão. Após este passo, os artigos incluídos na pesquisa passarão pela fase de extração de dados.

Os critérios (1) a (4) se aplicam a todos os estudos primários avaliados, enquanto os critérios (5) a (8) se aplicam especificamente aos respectivos tipos de trabalho mencionados.

### **Processo de Avaliação de Qualidade**

Os estudos primários selecionados são lidos em totalidade e então são avaliados quanto aos critérios de qualidade. Para avaliar o grau de adequação aos critérios de qualidade, será adotada a estratégia de avaliação proposta por Costa (2010), onde se utiliza a escala de Likert-5, permitindo respostas gradativas de 0 (discordo totalmente) à 4 (concordo totalmente), como apresentada no quadro 3.1. Para auxiliar a avaliação seguindo a escala de Likert-5 para cada critério de qualidade foram definidas escalas, como se pode observar no quadro 3.2.

<b>Escala de Likert-5</b>	
Concordo totalmente (4)	Deve ser concedido no caso em que o trabalho apresente no texto os critérios que atendam totalmente a questão.
Concordo parcialmente (3)	Deve ser concedido no caso em que o trabalho atenda parcialmente aos critérios da questão.
Neutro (2)	Deve ser concedido no caso em que o trabalho não deixe claro se atende ou não a questão;
Discordo parcialmente (1)	Deve ser concedido no caso em que os critérios contidos na questão não são atendidos pelo trabalho avaliado;
Discordo totalmente (0)	Deve ser concedido no caso em que não existe nada no trabalho que atenda aos critérios da questão.

<b>Escala por Critério</b>	
<b>Critério</b>	<b>Escala</b>
1a.	4 - Define e justifica o estudo claramente. 3 - Define claramente o estudo, porém a justificativa não é clara. 2 - Define claramente o estudo, mas não justifica. 1 - A definição dos objetivos do estudo não é clara. 0 - Não define o estudo.
1b.	4 - Define o tipo de estudo, referenciando na literatura a metodologia. 3 - Define o tipo de estudo, porém sem referenciar a metodologia. 2 - Não define o tipo de estudo. É possível inferir facilmente. 1 - Não define o tipo de estudo. É possível inferir com dificuldade. 0 - Não é possível inferir o tipo de estudo.
2a.	4 - Define claramente uma seção com o contexto da pesquisa. 3 - O contexto da pesquisa está incluído em uma seção não exclusiva. 2 - O contexto da pesquisa está disperso ao longo do texto. 1 - O contexto da pesquisa está disperso e é insubstancial. 0 - O contexto da pesquisa não é abordado.
2b.	4 - O texto apresenta uma seção de trabalhos relacionados. 3 - O texto apresenta trabalhos relacionados em uma seção não exclusiva. 2 - O texto apresenta trabalhos relacionados dispersos ao longo do texto. 1 - O texto não apresenta trabalhos relacionados, mas se apoia na literatura. 0 - O texto não apresenta trabalhos relacionados nem se apoia na literatura.
3a.	4 - Resultados são claramente apresentados na seção de conclusão. 3 - Resultados são claramente referenciados na seção de conclusão. 2 - Resultados apresentados na conclusão não são claros. 1 - Resultados referenciados na conclusão não são claros. 0 - Não são apresentados resultados.
3b.	4 - Os resultados estão totalmente aderentes ao objetivo do estudo. 3 - Os resultados estão aderentes ao objetivo do estudo, no entanto o autor faz ressalvas. 2 - Os resultados são parcialmente aderentes ao objetivo do estudo. 1 - Os resultados não estão aderentes ao objetivo do estudo. 0 - Não é alcançado nenhum resultado.
4a.	4 - Algum dos elementos é claramente descrito. 3 - Algum dos elementos é apresentado, mas não aprofundado. 2 - Algum dos elementos é avaliado, porém não descrito. 1 - Algum dos elementos é citado indiretamente. 0 - Nenhum dos elementos é apresentado direta ou indiretamente.
4b.	4 - Apresenta uma ferramenta disponível para uso em versão funcional. 3 - Apresenta ferramenta em versão funcional, porém não disponível para uso. 2 - Apresenta um projeto ou proposta de ferramenta, incluindo a descrição de funcionalidades. 1 - Apresenta apenas algoritmos de apoio ou análises de ferramentas de suporte à Rastreabilidade de Requisitos. 0 - Não são apresentadas ferramentas de apoio.
5a.	4 - O método de experimento é definido e referenciado claramente. 3 - O método de experimento é definido claramente. 2 - O método de experimento é citado.

	1 – O método de experimento não é citado, porém é possível inferir. 0 – Não é possível inferir o método de experimento.
6a.	4 – O texto descreve critérios para a escolha dos estudos. 3 – O texto não descreve critérios para a escolha dos estudos, porém apresenta estudos que discordam do estudo apresentado. 2 – O texto descreve apenas estudos aderentes ao estudo apresentado. 1 – O texto descreve estudos insuficientes. 0 – O texto não descreve estudos base.
7a.	4 – O protocolo de revisão é apresentado, descrito e seguido. 3 – O protocolo de revisão é apresentado e descrito, porém há evidências de que não foi seguido adequadamente. 2 – O protocolo de revisão não foi suficientemente descrito. 1 – O protocolo de revisão apenas foi citado ao longo do texto. 0 – Não há um protocolo de revisão.
8a.	4 – A área de atuação, tamanho e origem da organização são informados. 3 – Apenas duas das características do item 4 são informadas. 2 – Apenas uma das características do item 4 é informada. 1 – Nenhuma das características do item 4 é informada. 0 – O estudo não foi conduzido em uma ou mais organizações.

1. Deve-se então, dada à soma das pontuações, enquadrá-los em um dos cinco níveis de qualidade classificados por Beecham (2007), tais como, apresentados na tabela abaixo.

Faixa de Notas	Avaliação
Excelente	>86%
Muito Boa	66%-85%
Boa	46%-65%
Média	26%-45%
Baixa	< 26%

## Estratégia de Extração de Informações

Cada publicação selecionada é avaliada com relação ao tipo de abordagem que ela utiliza. Esta aderência é registrada na tabela Avaliação da Qualidade.

### 1.11. Extração de resultados

Para cada estudo primário analisado durante a etapa de extração de resultados, será feito um resumo e serão observados os detalhes referentes às questões secundárias da pesquisa (ver 4.2). Desta forma, será analisado:

#### 1.11.1. Q1A – Qual o contexto de aplicação da abordagem encontrada?

A abrangência da abordagem (referente a questão de pesquisa Q1) será analisada em relação ao contexto de desenvolvimento onde foi encontrada a abordagem (acadêmico, industrial).

#### 1.11.2. Q1B – Qual a metodologia utilizada no processo de medição?

Verificar quais metodologias, tais como GQM, GQIM, PSM, entre outras está sendo utilizada no processo de medição de software do trabalho em questão.

**1.11.3. Q1C – Quais objetivos de medição são mais comuns entre as empresas desenvolvedoras de software?**

Verificar quais são os objetivos de medição das empresas desenvolvedoras de software e se as mesmas possuem objetivos de medição comuns.

**1.11.4. Q1D – Quais as necessidades de informação (questões) são mais utilizadas para tentar atingir os objetivos organizacionais?**

Para cada objetivo de medição encontrado, analisar quais questões são elaboradas para que com as respostas das mesmas se possa tomar uma decisão em prol do objetivo. Conhecer as diversas questões e saber quais são mais utilizadas e mais adequadas nos diferentes contextos.

**1.11.5. Q1E – Quais os indicadores são geralmente utilizados?**

Se o estudo fizer uso da metodologia GQIM, para cada necessidade de informação, limites são estipulados com o intuito de saber se o valor obtido está bom, razoável ou ruim, busca-se com esse item verificar quais indicadores, assim como suas metas e limites são mais utilizados.

**1.11.6. Q1F – Quais as medidas e quais campos de medidas são geralmente armazenados para o processo?**

Verificar quais são as medidas mais utilizadas no processo de medição para se obter um determinado indicador e quais são os dados que costuma-se armazenar de cada medida.

**1.11.7. Q1G – Quais os ativos (papéis, artefatos) envolvidos?**

Para cada abordagem encontrada nos estudos, verificar quais os ativos envolvidos em seu desenvolvimento.

## **Sumarização dos Resultados**

### **1.12. Disposição das Informações**

O principal gráfico gerado em relação à questão de pesquisa é o da quantidade de artigos que abordam uma determinada técnica. Outros gráficos podem ser desenvolvidos ao longo da Extração dos Resultados, como, por exemplo:

- Quantidade e classificação de ferramentas analisadas;
- Quantidade de artigos selecionados por base de dados;
- Evolução ao longo do tempo da quantidade de estudos selecionados;
- Quantidade de estudos por tipo (Experimental, Teórico, Revisão Sistemática ou Relato de Experiência);

## APÊNDICE B – ESTUDOS PRIMÁRIOS

ID	Título	Ano de Publicação	Fonte
EP1	A case-study on using an Automated In-process Software Engineering Measurement and Analysis system in an industrial environment	2009	ACM
EP2	Formulation and Empirical Validation of a GQM Based Measurement Framework	2011	ACM
EP3	Is GQM+Strategies really applicable as is to non-software development domains?	2010	ACM
EP4	A case study of measuring process risk for early insights into software safety	2011	ACM
EP5	A Case Study on Improving Maintainability and Evolvability using Architectural Constraints	2011	ACM
EP6	Functional Safety Measurement in the Automotive Domain: Adaptation of PSM	2015	ACM
EP7	Defining Indicators for Risk Assessment in Software Development Projects	2013	CLEI
EP8	Applying Software Metrics to evaluate Business Process Models	2006	CLEI
EP9	A quality model for mobile thick client that utilizes web API	2014	El Compendex
EP10	MIS-PyME software measurement capability maturity model - Supporting the definition of software measurement programs and capability determination	2010	El Compendex
EP11	Bridging the gap between business strategy and software development	2007	El Compendex
EP12	Software engineer behavior analysis measurement process in SW-KPA	2011	El Compendex
EP13	A Composite Measurement Pattern	2008	IEEE
EP14	A Quality Measurement Framework for IT Services	2011	IEEE

EP15	Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement	2010	IEEE
EP16	Prioritizing Requirements-Based Regression Test Cases: A Goal-Driven Practice	2011	IEEE
EP17	The software project progress measurement frame based on GQM model	2013	IEEE
EP18	Validation of a generic GQM based measurement framework for software projects from industry practitioners	2011	IEEE
EP19	A Metrics Generation Model for Measuring the Control Objectives of Information Systems Audit	2007	IEEE
EP20	Alignment between the business strategy and the software processes improvement: A roadmap for the implementation	2009	IEEE
EP21	Automated support for process-aware definition and execution of measurement plans	2005	IEEE
EP22	Framework for Quantitative S/W Development Performance Measurement and Analysis in Semiconductor Industry	2008	IEEE
EP23	Measurement in Support of Safety and Security Management	2006	IEEE
EP24	Models and software measurement using Goal/Question/Metric method and CMS Matrix parameter (Case study discussion forum)	2014	IEEE
EP25	Process Model for Decision Making Using GQM approach	2010	IEEE
EP26	SPQF: Software Process Quality Factor	2011	IEEE
EP27	Towards a Multi-agents Architecture for GQM Measurement System	2009	IEEE
EP28	A decision support framework for metrics selection in goal-based measurement programs: GQM-DSFMS	2013	ISI Web of Knowledge

EP29	An empirical research agenda for understanding formal methods productivity	2014	ISI Web of Knowledge
EP30	Designing a Strategic Measurement Program for Software Engineering Organizations- Discovering Difficulties and Problems	2014	ISI Web of Knowledge
EP31	Automated support for process-aware definition and execution of measurement plans	2005	ISI Web of Knowledge
EP32	Critical Success Factors To Evaluate Information Technology Outsourcing Projects	2008	ISI Web of Knowledge
EP33	Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement	2010	ISI Web of Knowledge
EP34	Measuring process innovations and improvements	2007	ISI Web of Knowledge
EP35	Avaliação da Acessibilidade de Sítios Web por meio de Métricas de Software	2007	SBQS
EP36	Análise da Estrutura e Conteúdo de uma Base de Medidas Visando ao Controle Estatístico de Processos de Software	2010	SBQS
EP37	Medições de uma implementação de MPS. BR nível F	2007	SBQS
EP38	Uma Infra-Estrutura de Apoio a um Processo de Medição de Projetos em Micro e Pequenas Empresas de Software	2010	SBQS
EP39	Uma Proposta de Medição para Avaliar a Qualidade em Uso dos Sistemas de Informação no Senado Federal	2010	SBQS
EP40	Avaliação da Qualidade do Modelo de Features em Linhas de Produtos de Software Utilizando Medidas	2013	SBQS
EP41	Ostra: uma abordagem para análise da qualidade de software por meio de regras de associação de métricas	2013	SBQS
EP42	A decision support framework for metrics selection	2013	Scopus

EP43	Indicações de Abordagens para Rastreabilidade de Requisitos no contexto do MRMPS-SW por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura	2014	WAMPS
EP44	Mapeamento Sistemático sobre Métricas no Contexto de Métodos Ágeis aplicadas a Teste de Software	2014	WAMPS

## APÊNDICE C – ESTUDOS EXCLUÍDOS

ID	Título	Ano de publicação	Fonte	Critérios de Exclusão
EE1	A case study of measuring process risk for early insights into software safety	2011	ACM	EC2
EE2	A Case Study on Improving Maintainability and Evolvability using Architectural Constraints	2011	ACM	EC2
EE3	Functional Safety Measurement in the Automotive Domain: Adaptation of PSM	2015	ACM	EC2
EE4	Applying Software Metrics to evaluate Business Process Models	2006	CLEI	EC2
EE5	Bridging the gap between business strategy and software development	2007	El Compendex	EC2
EE6	A Metrics Generation Model for Measuring the Control Objectives of Information Systems Audit	2007	IEEE	EC2
EE7	Alignment between the business strategy and the software processes improvement: A roadmap for the implementation	2009	IEEE	EC2
EE8	Automated support for process-aware definition and execution of measurement plans	2005	IEEE	EC2
EE9	Framework for Quantitative S/W Development Performance Measurement and Analysis in Semiconductor Industry	2008	IEEE	EC2
EE10	Measurement in Support of Safety and Security Management	2006	IEEE	EC2
EE11	Models and software measurement using Goal/Question/Metric method and CMS Matrix parameter (Case study discussion forum)	2014	IEEE	EC2
EE12	Process Model for Decision Making Using GQM approach	2010	IEEE	EC2

EE13	SPQF: Software Process Quality Factor	2011	IEEE	EC2
EE14	Towards a Multi-agents Architecture for GQM Measurement System	2009	IEEE	EC2
EE15	Automated support for process-aware definition and execution of measurement plans	2005	ISI Web of Knowledge	EC2
EE16	CRITICAL SUCCESS FACTORS TO EVALUATE INFORMATION TECHNOLOGY OUTSOURCING PROJECTS	2008	ISI Web of Knowledge	EC2
EE17	Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement	2010	ISI Web of Knowledge	EC2
EE18	Medições de uma implementação de MPS. BR nível F	2007	SBQS	EC2
EE19	Uma Infra-Estrutura de Apoio a um Processo de Medição de Projetos em Micro e Pequenas Empresas de Software	2010	SBQS	EC2
EE20	Uma Proposta de Medição para Avaliar a Qualidade em Uso dos Sistemas de Informação no Senado Federal	2010	SBQS	EC2
EE21	Avaliação da Qualidade do Modelo de Features em Linhas de Produtos de Software Utilizando Medidas	2013	SBQS	EC2
EE22	Ostra: uma abordagem para análise da qualidade de software por meio de regras de associação de métricas	2013	SBQS	EC2
EE23	Indicações de Abordagens para Rastreabilidade de Requisitos no contexto do MRMPS-SW por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura	2014	WAMPS	EC2
EE24	Mapeamento Sistemático sobre Métricas no Contexto de Métodos Ágeis aplicadas a Teste de Software	2014	WAMPS	EC2

## APÊNDICE D – FORMULÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE ESPECIALISTA

### Histórico de Revisões

Data	Versão	Descrição	Autor
10/12/2015	0.1	Elaboração do Formulário de Revisão por Pares	Thiago Syllas

# Revisão por Pares

## Apresentação

Esta Revisão por pares tem como foco a avaliação do Catálogo de Medição para apoiar o processo de medição de software desenvolvido como parte de uma dissertação de mestrado.

## Objetivo da Revisão por Pares

Esta revisão tem como objetivo avaliar o conteúdo do catálogo de medição para apoiar o processo de medição de software, bem como sua estrutura; e analisar se as considerações feitas esclarecem suas atribuições e estão de acordo com seus conhecimentos.

Devem ser revisados os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores, medidas e outras informações relacionadas ao processo de medição (presentes na estrutura do catálogo) e suas principais referências, a partir dos artigos previamente selecionados no processo de revisão sistemática da literatura.

## Instruções para a Execução da Revisão por Pares

- a) Preencha a sua Identificação e o seu Perfil como especialista em medição de software (Seção 4).
- b) Leia o arquivo Catálogo de Medição (em anexo), analisando se os dados informados são válidos, com relação à clareza, requisitos técnicos e ortografia. Avalie se as informações contribuem para o processo de medição de software.
- c) Durante a leitura, identifique pontos do conteúdo das considerações para as quais você deseja registrar um comentário.
- d) Utilize a Tabela constante no final deste documento (Seção 6) para registrar seus comentários:
  - A coluna **ID** representa um campo auto incremental de considerações provenientes das Revisões;
  - A coluna **Categoria** representa o tipo de consideração da Revisão. Estes tipos serão melhor explicados na Seção 6 deste documento;
  - A coluna **Item** representa o nome do objetivo constante no catálogo apresentado e que possui alguma consideração proveniente da Revisão;
  - A coluna **Comentário com a Justificativa** representa a consideração do Revisor quanto à criação do catálogo;
  - A coluna **Sugestão** representa a proposta do Revisor para contornar o problema, caso aplicável.
- e) Após concluir a análise do documento em anexo preencha a avaliação objetiva da proposta (Seções 5 e 6).
- f) Ao concluir a revisão, por favor, envie seu documento de revisão para: tsylasac@gmail.com.

**Dados de Identificação do Revisor****Nome do Revisor:****Data da Revisão:** 29/12/2015**Perfil do Revisor do Framework**

a) Qual seu nível de conhecimento no processo de medição de software?

- Alto  Médio  
 Baixo  Nenhum

b) Qual seu nível de conhecimento seguindo a metodologia GQIM?

- Alto  Médio  
 Baixo  Nenhum

c) Já Trabalhou implantando o processo de medição em uma organização?

- Sim. Quantas: 15  
 Não

d) Qual o seu tempo de experiência em medição de software?

- Mais de cinco anos  Entre dois e cinco anos  
 Entre um e dois anos  Menos de um ano  
 Nenhum

e) Qual o seu tempo de experiência em Implantação de Modelos para Melhoria do Processo de Medição de Software?

- Mais de cinco anos  Entre dois e cinco anos  
 Entre um e dois anos  Menos de um ano  
 Nenhum

f) Possui certificação em algum Modelo para Melhoria do Processo de Software?

- Sim. Qual(is): CMMI-DEV, MR-MPS-SW, MR-MPS-SV  
 Não

g) Qual o seu nível de conhecimento em Métodos de Avaliação constantes nos Modelos para Melhoria do Processo de Software?

- Alto  Médio

Baixo

Nenhum

h) Caso você tenha algum nível de conhecimento em relação à questão anterior, por favor, cite em que método(s):

SCAMPI, MA-MPS

i) Já Trabalhou implantando o processo de medição a nível de controle estatístico de processos em uma organização?

Sim. Quantas: 3

Não

### **Apresentação da proposta**

a) Como você considera a proposta do catálogo de medição do processo medição de software (descrição, tipo, forma, etc.)?

Completa

Incompleta

Inconsistente

Não sei

Observações: \_\_\_\_\_

b) Como você considera a descrição dos objetivos, necessidades de informação, indicadores e medidas apresentados?

Completa

Incompleta

Inconsistente

Não sei

Observações: \_\_\_\_\_

c) Como você considera a extração dos dados para o catálogo?

Completa

Incompleta

Inconsistente

Não sei

Observações: \_\_\_\_\_

d) Como você considera a relação entre cada objetivo e sua(s) necessidade(s) de informação?

- Completa
- Incompleta
- Inconsistente
- Não sei

Observações: \_\_\_\_\_

e) Como você considera a relação entre cada objetivo e seu(s) indicador(es)?

- Completa
- Incompleta
- Inconsistente
- Não sei

Observações: \_\_\_\_\_

f) Como você considera a coerência entre cada objetivo e os que você geralmente percebe que são utilizados dentro das organizações?

- Completa
- Incompleta
- Inconsistente
- Não sei

Observações: \_\_\_\_\_

g) Você considera que o catálogo pode ser um referencial para ser utilizado no processo de medição de software?

- Sim
- Parcialmente
- Não

Observações: \_\_\_\_\_

## Revisão do Catálogo

**Observação:** A linha em amarelo na Tabela abaixo representa um exemplo de preenchimento das colunas descritas na Seção 3 deste documento e deve ser apagada ao preencher a tabela.

Segue abaixo os itens utilizados para a coluna "**Categoria**"

- **TA (Técnico Alto)**, indicando que foi encontrado um problema em um item que, se não for alterado, comprometerá as considerações;
- **TB (Técnico Baixo)**, indicando que foi encontrado um problema em um item que seria conveniente alterar;
- **E (Editorial)**, indicando que foi encontrado um erro de português ou que o texto pode ser melhorado;
- **Q (Questionamento)**, indicando que houve dúvidas quanto ao conteúdo das considerações;
- **G (Geral)**, indicando que o comentário é geral em relação às considerações.
- **BP (Boas Práticas)**, indicando que o comentário está relacionado à lista de boas práticas.

ID	Categoria	Item	Comentário com a Justificativa	Sugestão
1	E	Quadro Geral	O segundo na linha 3 apresenta um texto muito grande que não diz respeito a um Objetivo, a saber o trecho: "Desde que a empresa..."	Remover esta parte do texto.
2	E	Quadro Geral	O texto do Objetivo do quarto item na linha 5 está confuso.	Rever a tradução e deixar um texto melhor descrito.
3	E	Quadro Geral	Ao longo de todo o Quadro há erros de ortografia e gramática, como o item definido na linha 38.	Fazer uma revisão do texto e corrigir os erros ortográficos e gramaticais.

ID	Categoria	Item	Comentário com a Justificativa	Sugestão
4	Q	Quadro Geral	A partir do item na linha 9, ficou meio confuso se as medidas, por exemplo Pontos por Função, Índice de Desempenho do Cronograma e Índice de Desempenho do Custo, representam a mesma Necessidade de Informação.	Rever a Diagramação da Planilha
5	TB	Quadro Geral	Rever os textos para o Objetivo definido a partir da linha 72, pois um Objetivo, uma Necessidade de Informação e uma Medida não podem iniciar com o “E”, parece que está completando algo anterior, quando eu penso que os Objetivos devem ser independentes.	Rever o texto e refazer os itens.
6	TB	Quadro Geral	O item da linha 103 apresenta um Indicador com “etc.”, por que?	Rever isso.
7	E	Quadro Geral	No item 177 a necessidade de informação possui a palavra requisitos escrita errada.	Rever isso.
8	TB	Quadro Geral	O item 191 apresenta um Objetivo que dá sentido de continuidade, quando percebe que não há nada anteriormente que remeta a este item.	Rever isso e refazer o item.

ID	Categoria	Item	Comentário com a Justificativa	Sugestão
9	E	Quadro Geral	A partir do item na linha 235 a palavra sites está escrita como sítios.	Rever isso e corrigir a palavra.
10	TB	Quadro Geral	Há muitos acrônimos definidos, como LOC, P&D, e outros.	Sugiro permanecer com o acrônimo, porém acrescentando a sua definição.
11	TA	Quadro Geral	Na linha 326 existe um objetivo que não faz muito sentido “Diminuir trabalho à porta”	Rever este objetivo e corrigir o mesmo.
12	TA	Quadro Geral	Na linha 382 o objetivo está escrito incompleto	Rever este objetivo e corrigir o mesmo.
13	TA	Demais Quadros	As informações do Quadro Geral encontram-se replicadas nos demais Quadros da Planilha.	Corrigir os erros encontrados nos itens acima para os demais quadros.
14	TA	Objetivo	Na linha 35 o propósito “Entregar” está incompleto.	Rever isso e corrigir este propósito, afinal será Entregar o que?
15	TA	Objetivo	Na linha 23 o propósito “Melhoria e Avaliação” está incompleto.	Rever isso e corrigir este propósito, afinal será Melhoria e Avaliação do que?
16	TA	Nec. de Informação	Na coluna Relacionado ao Obj. alguns objetivos estão errados de acordo com os ajustes a serem realizados no Quadro Geral.	Rever isso e corrigir para manter a conformidade.