

DOI: 10.5748/9788599693148-15CONTECSI/PS-5768

Indication of Measurement Assets by a Systematic Review of the Literature

Thiago Syllas Antunes da Costa, 0000-0002-5785-9591, (Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil) – tsylasac@gmail.com

Rubens Fernandes Rocha, 0000-0003-4390-1581, (Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil) – profrubensfr@gmail.com

Aline Francielle dos Anjos Lima, 000-0001-7080-4192, (Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil) – af.lima02@gmail.com

Colaboradores

Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira, 0000-0002-8929-5145, (Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil) – srbo@ufpa.br

ABSTRACT: This paper aims to provide a study about measurement assets commonly used in software development context, found by conducting a systematic review of the literature, and based on this study carry an indication by a catalog of which measurement goals, information needs, indicators and measures can be more used in the context of software process improvement. This way, it is intended to contribute to the dissemination of these assets found in the literature about software measurement and the catalog can support in the implementation of this process included in quality models and standards.

Keywords: Measurement, Assets, Systematic Review, Catalogue.

Indicação de Ativos de Medição por Meio de uma Revisão Sistemática da Literatura

RESUMO: Este trabalho objetiva fornecer um estudo sobre os ativos de medição mais utilizados no contexto de desenvolvimento de software, encontradas por meio da realização de uma revisão sistemática da literatura, e com base neste estudo realizar a indicação, através de um catálogo, de quais objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas podem ser mais usados no contexto de melhoria do processo de software. Com isto, pretende-se contribuir com a disseminação destes ativos encontrados na literatura sobre medição de software e que o catálogo possa auxiliar na implementação deste processo constante em modelos e normas de qualidade.

Palavras-chave: Medição, Ativos, Revisão Sistemática, Catálogo.

Agradecimentos: Os autores querem agradecer a CAPES pela concessão de bolsa de Mestrado institucional ao PPGCC/UFPA. Este trabalho pertence ao projeto SPIDER/UFPA (<http://www.spider.ufpa.br>).

1. INTRODUÇÃO

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 Tecnologia da Informação (TI) 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 a utilização de um processo de medição (SOFTEX 2016), 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 estas 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 fizerem 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.

Vale ressaltar que, com o amadurecimento de uma área de pesquisa, o número de estudos e resultados cresce significativamente (PETERSEN *et al.*, 2008). Sendo assim, a literatura diferencia as RSLs em dois tipos: As Revisões Sistemáticas da Literatura Convencionais (RSL); e os Estudos de Mapeamentos Sistemáticos (EMS) (PETTICREW e ROBERTS, 2005). Desta forma, o estudo de mapeamento sistemático, também conhecido como estudo exploratório, abrange uma revisão ampla de estudos primários, em uma determinada área, buscando identificar quais evidências estão disponíveis nesta área (KITCHENHAM e CHATERS, 2007). A realização de um mapeamento além de prover uma visão geral de uma área de pesquisa, possibilita conhecer também as frequências de publicações ao longo do tempo, quantidade e os tipos de pesquisa dentro dela, possibilitando identificar tendências (PETERSEN *et al.*, 2008).

Assim, este trabalho objetiva realizar um estudo de mapeamento sistemático da literatura, adotando como estratégia uma revisão sistemática da literatura, que tenha como foco descobrir quais os ativos de medição (objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas) indicados na literatura são utilizados para implementar o processo de medição. Esta estratégia pode também 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 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.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado como se deu o planejamento da EMS realizada; a condução da EMS e a extração dos ativos de medição e o catálogo de medição são apresentadas na Seção 3; na Seção 4 é apresentada uma recomendação de aplicação do catálogo; a avaliação do catálogo é apresentada na Seção 5; e, por fim, na Seção 6 são apresentadas as conclusões deste trabalho.

2. O MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

O estudo de mapeamento sistemático segue uma metodologia específica e peculiar [KITCHENHAM e CHATERS, 2007; PETERSEN *et al.*, 2008], que define que mapeamentos sistemáticos começam pela definição de um protocolo de revisão e resume as etapas de um mapeamento em três fases principais: planejamento, condução e apresentação. Nesta seção serão apresentadas definições referentes à fase de planejamento. O protocolo na íntegra pode ser encontrado em [COSTA, 2016] ou pelo endereço https://www.dropbox.com/s/2qfnqvvd83oqbh6/Protocolo_da_Revisão_Sistemática.pdf?dl=0.

2.1 Objetivo do Mapeamento

O mapeamento sistemático realizado teve o objetivo de identificar os ativos de medição mais utilizados no contexto de processos de desenvolvimento de software, no período de 2005 a 2015, no que tange a objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas. Este período foi definido com base na quantidade e qualidade dos resultados obtidos a partir dos testes realizados nas fontes de pesquisa. Desta forma, tem-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 mapeamento sistemático; **Com o propósito de:** identificar os objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas 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.

2.2 Questões de Pesquisa

Com base no objetivo de investigação deste mapeamento, foi definida a seguinte questão de pesquisa, a qual guiou este EMS:

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

Adicionalmente, questões de pesquisa secundárias foram usadas para nortear a pesquisa e traçar um perfil das publicações existentes na literatura especializada, a saber: Qual a distribuição dos estudos por Ano?; Qual a distribuição dos estudos por Autor?; Qual a distribuição dos estudos por Instituição?; Qual a distribuição dos estudos por País?; Qual a distribuição dos estudos por Tipo de Publicação?; Qual a distribuição dos estudos por Ativos de Medição?

A estrutura da questão de pesquisa principal foi organizada conforme a estrutura *Population, Intervention, Context, Outcomes, Comparison* (PICOC), recomendada em (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007). Entretanto, apenas os itens *Population, Intervention e Outcomes* (PIO), que traduzidos para o português são População, Intervenção e Resultados, foram considerados relevantes para a pesquisa. 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 frequentemente usadas no Processo de Medição.

2.3 Geração de *Strings* de Busca

A *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 PICOC (ou PIO no caso desta pesquisa) conforme segue (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007):

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

Vale ressaltar que o elemento Comparação (ou Controle) não está no contexto desse trabalho, logo, o conjunto de palavras-chave para esse elemento é vazio.

(*"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")*)

Outro ponto importante a ser destacado é que foram necessárias mudanças na string de busca para Q1 de acordo com a forma de busca implementada em cada fonte de pesquisa.

2.4 Seleção de Fontes

Com base em critérios de seleção pré-estabelecidos e nas restrições da pesquisa, foram selecionadas as seguintes fontes de pesquisa onde foram realizadas as buscas dos estudos primários, de acordo com a disponibilidade de pesquisa e a relevância para área de Qualidade de Software: ACM; IEEEExplore Digital Library; ISI Web of Knowledge; El Compendex; Scopus; Anais do CLEI – Conferência Latinoamericana de Informática; Anais do SBQS – Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software; Anais do WAMPS – Workshop Anual do MPS. A escolha destas deu-se pela relevância das fontes para o tópico de interesse deste trabalho e de acordo com disponibilidade de pesquisa.

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 estudos foram: (i) Estudos que não estejam disponíveis livremente para consulta ou download (em versão completa) nas fontes de pesquisa ou por meio de busca manual (para estudos 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/>); (ii) Estudos que claramente não atendam às questões de pesquisa; (iii) Estudos repetidos (em mais de uma fonte de busca) tiveram apenas sua primeira ocorrência considerada; (iv) Estudos duplicados tiveram apenas sua versão mais recente ou a mais completa considerada, salvo casos em que haja informações complementares; (v) Estudos enquadrados como resumos, *keynote speeches*, cursos, tutoriais, *workshops* e afins; (vi) Estudos que não mencionem as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do estudo, salvo trabalhos que abordem melhoria do processo de software nos quais seja observada a possibilidade do Processo de

Medição ser tratado ao longo do trabalho; (vii) Excluir se o estudo não estiver inserido no contexto de Projetos de Software, Indústria de Software ou Engenharia de Software; (viii) Excluir se o estudo não estiver apresentado em uma das linguagens aceitas (Inglês e Português).

Já os critérios de inclusão dos estudos basearam-se em: (i) Estudos que apresentem primária ou secundariamente ativos de medição de apoio às atividades do Processo de Medição; (ii) 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 ativos de medição para apoio às atividades de Processos de Medição.

Para a execução do processo da etapa de seleção dos estudos primários da revisão sistemática, foram utilizados os seguintes recursos: (i) Dois pesquisadores (um aluno de mestrado e um graduando) e Um pesquisador-revisor (orientador da pesquisa); (ii) Acesso às fontes de pesquisa por meio do domínio da Universidade Federal do Pará; (iii) Validações sobre documentos e procedimentos da realização da revisão sistemática por meio de reuniões com o professor-orientador deste trabalho.

Durante a condução desta revisão sistemática, os estudos primários foram identificados conforme o processo seguinte: (i) foram realizados testes pilotos nas bases de dados digitais com o intuito de adaptar a string de busca a cada repositório; (ii) foram realizadas buscas em todas as fontes selecionadas, por meio de strings de busca, onde estudos claramente irrelevantes à pesquisa foram descartados e os estudos foram catalogados, estabelecendo uma planilha com a lista, para cada pesquisador, de possíveis estudos primários; (iii) a partir da leitura do título e do resumo, os estudos foram avaliados quanto aos critérios de inclusão e exclusão, e o resultado foi registrado; (iv) os dois pesquisadores responsáveis pela seleção dos estudos entraram em consenso, quando necessário, quando não houve uma unanimidade na inclusão de um estudo, um pesquisador-revisor era ouvido para saber seu ponto de vista; (v) na fase de consenso, em caso de discordância sobre a inclusão de algum estudo, o mesmo pesquisador-revisor da pesquisa foi ouvido; (vi) o índice de concordância foi medido através do cálculo do valor Kappa, utilizado em (BJØRNSON e DINGSØYR, 2008), para futura referência; (vii) os estudos primários identificados foram posteriormente lidos em totalidade e, então, foi aplicada a avaliação de qualidade (COSTA, 2016) e a estratégia de extração de dados.

3. EXTRAÇÃO DOS DADOS

Em acordo com o que foi definido no planejamento do mapeamento, no que diz respeito à busca realizada nas fontes selecionadas, esta foi executada em cada fonte com uma string de busca específica. A partir disso, 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 Compedex; 65 na Scopus; 209 no CLEI; 442 foram identificados no SBQS; e, por fim, 111 no WAMPS.

A partir do processo de seleção definido no protocolo de mapeamento, foram selecionados os estudos primários por meio da leitura do título, palavras-chaves, resumo e conclusão de cada estudo retornado, e em seguida foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Após o processo de seleção, o número de estudos foi bastante reduzido, sendo selecionados 20 estudos, motivado por várias razões apresentadas em <https://www.dropbox.com/s/g91809x0j5duxbn/Dissertação-Thiago-Sylas.pdf?dl=0>. A evolução em números do processo de seleção de estudos primários é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Evolução dos Estudos Primários após o Processo de Seleção.

| Fontes | Estudos Retornados | Estudos Excluídos | Estudos Incluídos |
|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| ACM | 618 | 615 | 3 |
| IEEE | 50 | 44 | 6 |
| ISI Web Knowledge | 44 | 40 | 4 |
| El Compendex | 53 | 50 | 3 |
| Scopus | 65 | 64 | 1 |
| SBQS | 442 | 440 | 2 |
| CLEI | 209 | 208 | 1 |
| WAMPS | 111 | 111 | 0 |
| Total | 1592 | 1572 | 20 |

Fonte: Elaboração própria (2016).

Após a seleção dos estudos primários, estes foram lidos em sua totalidade a fim de identificar os ativos de medição utilizados que possam auxiliar o processo de medição de software. A distribuição dos ativos de medição em relação aos trabalhos selecionados pode ser visualizada na Figura 1(a). Dos trabalhos selecionados, todos apresentaram um determinado Objetivo de Medição (OM), uma grande parcela (80%) apresentou Necessidades de Informação (NI), somente 20% apresentaram Indicadores (I) e 75% apresentaram Medidas (M). Isso pode ser explicado, devido à metodologia GQM (*Goal Question Metric*) (BASILI *et al.*, 1994) ser bastante utilizada até então quando se trata de processo de medição (ROCHA *et al.*, 2012), dessa forma o número de trabalhos que apresentam indicadores é expressivamente menor.

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 estudos, 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. O gráfico da Figura 1(b) ilustra a distribuição dos estudos primários, identificados pelo processo de seleção, ao longo dos anos.

Dos 20 estudos selecionados, 63 foi o número de autores que os produziram, destes 5 estão presentes em 2 estudos e o restante dos autores participou no desenvolvimento de 1 estudo. Pode-se observar abaixo o número de publicações por autores que entraram nesta pesquisa através de suas publicações dentro do espaço de tempo determinado:

- **2 Estudos:** Levin, G.; Gencel, C.; Petersen, K.; Iqbal, M. I.; Mughal, A. A.;
- **1 Estudo:** Andronick, J.; Baaz, A.; Barcellos, M. P.; Basili, V.R. Borjesson, A.; Coman, I.; Dara, R.; De Amescua-Seco Antonio; Díaz-Ley, M.; Fauzia, H.; García, F.; García-Guzmán Javier; Gusmão, C.; Hao Ke-gang; Heidrich, J.; Hendradjaya, B.; Jeffery, R.; Jian LI; Jr. Menezes, J.; Kegang HAO; Klein, G.; Laksmiwati, H.; Lepmets, M.; Li Jian; Li Ya-hong; Lima, F.; Lima, S. T.; Lindvall, M.; Mitre-

Hernández Hugo A.; Moore, M.; Moura, H.; Munch, J.; Murray, T.; Oliveira, K. M.; Piattini, M.; Pries-Heje, J.; Ras, E.; Regardie, M.; Renault, A.; Rocha, A. R.; Rombach, D.; Salehie, M.; Santos, G.; Sarcia, S. Alessandro; Seaman, C.; Sen Li; Shimin Li; Sillitti, A.; Southekal, P.; Southekal, P.H.; Staples, M.; Succi, G.; Tahvildari, L.; Tao Xu; Timmeras, M.; Trendowicz, A.; Velasco-Elizondo Perla; Yahong LI.

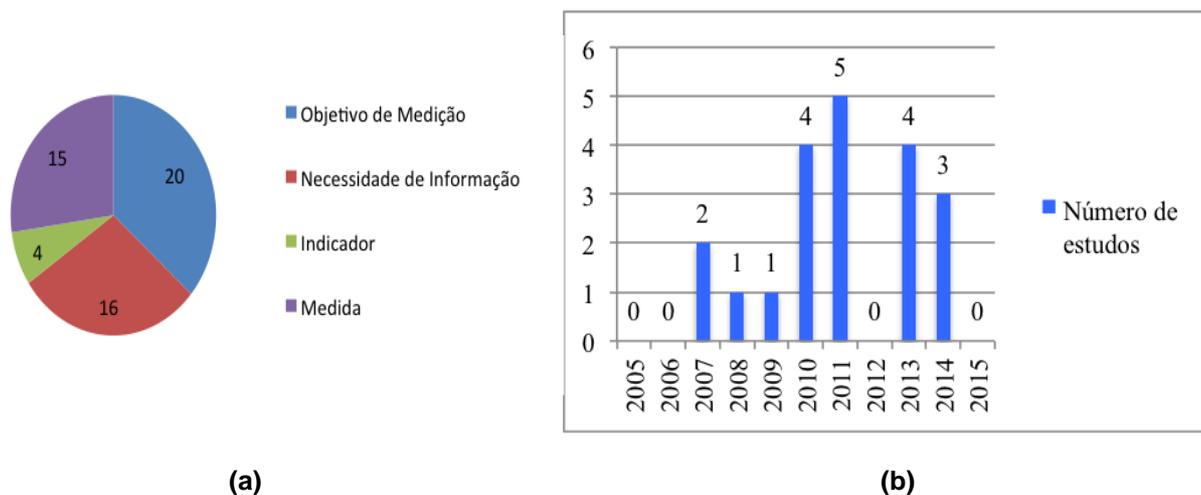


Figura 1 (a) – Distribuição dos Ativos de Medição; (b) – Distribuição dos Estudos Primários por Ano.

Fonte: Elaboração própria (2016).

A distribuição de estudos por instituição de filiação pode ser visualizada na Tabela 2. O número de instituições apresentadas é maior que o número de estudos selecionados devido a determinadas instituições fazerem parcerias para produzir um estudo.

Tabela 2 – Distribuição dos Estudos Primários por Instituição.

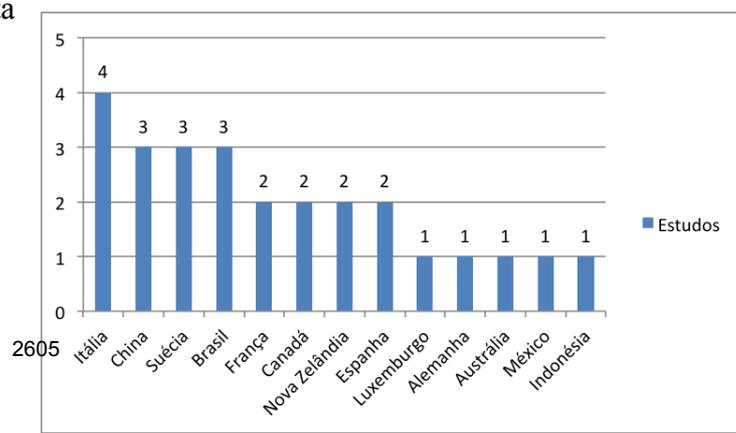
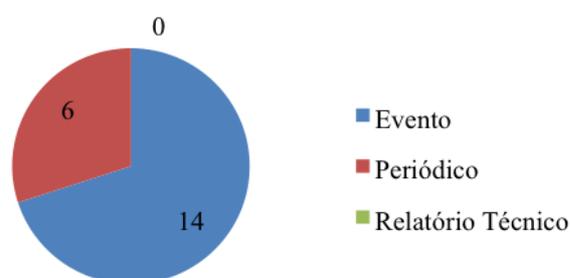
| Instituição | Nº de Estudos |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Ericsson AB | 3 |
| Skema Business School | 2 |
| Free University of Bolzano | 2 |
| Blekinge Institute of Technology, School of Computing | 2 |
| Auckland University of 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 |

| Instituição | Nº de Estudos |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 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: Elaboração própria (2016).

A distribuição dos trabalhos por tipo de publicação pode ser visualizada na Figura 2(a), 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. Assim, ainda não existem tantos periódicos especializados na área de Engenharia de Software, bem como os pesquisadores podem priorizar a publicação em eventos pela celeridade da publicação dos seus trabalhos. A lista dos eventos com publicação dos estudos selecionados pode ser encontrado em (COSTA, 2016) ou no endereço <https://www.dropbox.com/s/g91809x0j5duxbn/Dissertação-Thiago-Sylas.pdf?dl=0>.

Na Figura 2(b) 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.



(a)

(b)

Figura 2 (a) – Distribuição dos Estudos Primários por Tipo de Publicação; (b) – Distribuição dos Estudos Primários por País.

Fonte: Elaboração própria (2016).

Neste intuito, foram extraídos os ativos de medição presentes nos artigos selecionados a serem apresentados no Catálogo de Medição a seguir.

3.1 Catálogo de Medição

Para cada estudo primário analisado durante a etapa de extração dos resultados, foi feito um resumo que identificou os ativos de medição (OM - Objetivo de Medição; NI - Necessidade de Informação; I - Indicador; M - Medida) apresentados pelo estudo e a devida descrição desses ativos de medição. Devido à limitação de espaço deste artigo, não é possível apresentar no mesmo o catálogo de medição completo. A Tabela 3 apresenta os estudos que foram selecionados para compor o catálogo, as bases nas quais foram encontrados e quais ativos de medição os mesmos apresentam. O catálogo completo pode ser encontrado em (COSTA, 2016) ou acessando o endereço https://www.dropbox.com/s/twg341oqemn69yc/Catálogo_de_Medição.pdf?dl=0. A seguir as subseções fazem referência aos ativos de medição encontrados em alguns dos estudos selecionados, a fim de exemplificar e mostrar parte do catálogo.

Tabela 3 – Ativos de Medição por Estudo.

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

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

Fonte: Elaboração própria (2016).

3.1.1. Catálogo de Ativos de Medição: Análise do Estudo 3

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. O artigo apresentou somente um único Objetivo de Medição. A Tabela 4 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo, bem como maiores detalhes destes ativos.

Tabela 4 – Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo 3

| Objetivo de Medição | Necessidade de Informação | Indicador | Medida |
|---------------------|---------------------------|-----------|--------|
|---------------------|---------------------------|-----------|--------|

| Objetivo de Medição | Necessidade 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 |
| | Qual é a complexidade das entregas? | Não informado | Índice de desempenho do custo |
| | | | 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 |
| | Qual é o atual estágio desse projeto? | Não informado | 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 | |

| Objetivo de Medição | Necessidade de Informação | Indicador | Medida |
|---------------------|---------------------------|-----------|-------------|
| | | | custo |
| | | | Nível sigma |

Fonte: Elaboração própria (2016).

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 estudo também informou a descrição das medidas presentes, 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.

3.1.2 Catálogo de Ativos de Medição: Análise do Estudo 2

Esta seção faz referência ao estudo “*Is GQM+Strategies really applicable as is to non-software development domains?*”, publicado no ano de 2010 (GARCIA, 2010), encontrado na base ACM Digital Library. Este estudo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. A Tabela 5 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Tabela 5 – Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo 2

| Objetivo de Medição | Necessidade de Informação | Indicador | Medida |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|
| Avaliar a tendência da despesa | Qual é a despesa atual com treinamentos? | Não informado | Despesa atual com treinamento |
| | Qual a percentagem de orçamentos cortados para este ano, ano 2 e ano 3? | Não informado | Percentual de orçamentos cortados no ano X |
| Avaliar a redução do número de | Qual a despesa de treinamento elementar por formando? | Não informado | Despesa de treinamento elementar por |

| Objetivo de Medição | Necessidade de Informação | Indicador | Medida |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------|
| formandos | | | 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: Elaboração própria (2016).

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 [Garcia 2010]. Entretanto, o mesmo pode ser analisado para então ser inserido no contexto do processo de desenvolvimento de software.

3.1.3 Catálogo de Ativos de Medição: Análise do Estudo 4

Esta seção faz referência ao estudo “*A Composite Measurement Pattern*”, publicado no ano de 2008 (XU, 2008), encontrado na base IEEE Xplore. Este estudo utilizou a metodologia GQM, e em vista disso apresentou em seu conteúdo, Objetivos de Medição, Necessidades de Informação e Medidas. A Tabela 6 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Tabela 6 – Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo 4

| Objetivo de Medição | Necessidade 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 |

| Objetivo de Medição | Necessidade de Informação | Indicador | Medida |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|
| | 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? | Não informado | Porcentagem dos clientes com "muito satisfeito" |
| | | | Porcentagem dos clientes com "satisfeito" |
| | | | Porcentagem dos clientes com "não satisfeito" |

Fonte: Elaboração própria (2016).

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. APLICAÇÃO DO CATÁLOGO

Escolher um determinado Objetivo de Medição, com suas respectivas Necessidades de Informação, Indicadores e Medidas é uma tarefa complexa, pois pelo fato do processo de medição estar 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.

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, por exemplo GQM (*Goal Question Metric*) ou GQIM (*Goal Question Indicator Metric*) (PARK *et al.*, 1996), ou alguma outra que o usuário acredite ser a melhor para implantar o processo de medição em sua organização. 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 objetivo catalogado 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 o objetivo de medição selecionado 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.

5. 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 (Modelo de Referência MPS para Software) e com experiência na implementação do CMMI-DEV (*CMMI for Development*), 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: (i) 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; (ii) 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 do 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), 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: (i) **Técnico Alto (TA)**, indicando que foi encontrado um problema em um item que, se não for alterado, comprometerá as considerações; (ii) **Técnico Baixo (TB)**, indicando que foi encontrado um problema em um item que seria conveniente alterar; (iii) **Editorial (E)**, indicando que foi encontrado um erro de português ou que o texto pode ser melhorado; (iv) **Questionamento (Q)**, indicando que houve dúvidas quanto ao conteúdo das considerações; e (v) **Geral (G)**, indicando que o comentário é geral em relação às considerações.

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 em (COSTA, 2016) ou acessando o endereço https://www.dropbox.com/s/3tuzjw8a4qyrtit/Avaliação_do_Catálogo.pdf?dl=0.

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 implementações e também já implementou o processo de gerência quantitativa de medição em 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 nos métodos SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement*) e MA-MPS (Método de Avaliação do MPS) que são os métodos geralmente aceitos para avaliar organizações perante os modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW, 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 geralmente se 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 estudos 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. Estes ajustes foram contemplados na atual versão do catálogo.

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 mesmos foram analisados e alterados de acordo com as sugestões do revisor. E por fim, a última categoria utilizada pelo autor em seus comentários foi Q (Questionamento), onde 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.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentado parte, devido ao espaço reduzido, do catálogo de ativos de medição relacionado ao processo de medição de software, sendo composto pelos objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas utilizados neste processo. A base para a definição deste catálogo foi o Estudo de Mapeamento Sistemático da Literatura realizada no contexto deste trabalho, com o objetivo de encontrar os ativos de medição utilizados no contexto de desenvolvimento de software. 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.

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 por poder servir como um guia para pesquisas sobre medição de software. 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.

Como continuação deste trabalho, pode-se destacar a aplicação prática do catálogo na indústria, sua utilização em um projeto de desenvolvimento de software pode ser de grande valia para o amadurecimento deste. Outro ponto que merece destaque é a expansão do catálogo a partir da realização de 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.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu apoio financeiro da CAPES a partir da concessão de bolsa institucional de mestrado. Este projeto é parte do Projeto SPIDER-UFPA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, M. P. (2009) 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.

BASILI, V., CALDIERA, G., ROMBACH, H. (1994) The Goal Question Metric Approach. Available: <http://www.cs.umd.edu/~mvz/handouts/gqm.pdf>.

BJØRNSON, F. O., DINGSØYR, T. (2008) Knowledge Management in Software Engineering: A Systematic Review of Studied Concepts. Findings and Research Methods Used, Information and Software Technology, Elsevier, vol. 50, pp. 1055 – 1068.

COSTA, T. S. A. (2016) 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, PPGCC/UFPA, Belém - Brasil.

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

FENTON, N., PFLEEGER, S. (1997) Software Metrics: A rigorous and practical approach. 2nd Edition, PWS Pub, USA.

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

KITCHENHAM, B., CHARTERS, S. (2007) Guidelines for performing Systematic Literature Reviews. In Software Engineering, Technical Report EBSE-2007-01, Department of Computer Science Keele University, Keele.

MELLO, M., ROCHA, A. R. C., SANTOS, G. (2012) Metodologia para Definição de Instrumentos de Apoio a Iniciativas de Melhoria de Processos de Software Multi-Modelos Baseadas nos Modelos MR-MPS e CMMI-DEV. Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software.

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

PETERSEN, K., FELDT, R., MUJTABA, S., MATTSSON, M. (2008) Systematic mapping studies in software engineering. 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pages 71–80, Itália.

PETTICREW, M., ROBERTS, H. (2005) Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide. Blackwell Publishing Professional.

ROCHA, A., SOUZA, G., BARCELLOS, M. (2012) Medição de Software e Controle Estatístico de Processos. PBQP Software, 232 p., Brasília – Brasil.

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

SOFTEX – Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (2016) Guia de Implementação de Software - Parte 2: Nível F: 2016. Brasil.

SOUTHEKAL, P., LEVIN, G. (2011) Formulation and Empirical Validation of a GQM Based Measurement Framework. International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, IEEE, Banff – AB.

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