



CATÁLOGO DE MEDIÇÃO





Histórico de Revisões

| Data | Versão | Descrição | Autor |
|------------|--------|-----------------------------------|---------------|
| 24/02/2016 | 0.1 | Elaboração do Catálogo de Medição | Thiago Syllas |
| | | | |
| | | | |
| | | | |





Sumário

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | Catálogo de medição | 4 |
| 1.1 | Catálogo de Medição de Apoio ao Processo de Desenvolvimento de Software | 5 |
| 1.1.1 | Organização do Catálogo | 5 |
| 1.1.2 | Ativos de Medição | 9 |
| 1.1.2.1 | ACM – ES1..... | 9 |
| 1.1.2.2 | ACM – ES2..... | 10 |
| 1.1.2.3 | ACM – ES3..... | 13 |
| 1.1.2.4 | IEEE – ES4 | 14 |
| 1.1.2.5 | IEEE – ES5 | 15 |
| 1.1.2.6 | IEEE – ES6 | 22 |
| 1.1.2.7 | IEEE – ES7 | 23 |
| 1.1.2.8 | IEEE – ES8 | 25 |
| 1.1.2.9 | IEEE – ES9 | 27 |
| 1.1.2.10 | IWK – ES10..... | 29 |
| 1.1.2.11 | IWK – ES11..... | 33 |
| 1.1.2.12 | IWK – ES12..... | 37 |
| 1.1.2.13 | IWK – ES13..... | 38 |
| 1.1.2.14 | ELC – ES14..... | 39 |
| 1.1.2.15 | ELC – ES15..... | 40 |
| 1.1.2.16 | ELC – ES16..... | 41 |
| 1.1.2.17 | SCOP – ES17..... | 43 |
| 1.1.2.18 | CLEI – ES18..... | 46 |
| 1.1.2.19 | SBQS – ESQ19 | 52 |
| 1.1.2.20 | SBQS – ES20..... | 52 |
| 1.1.3 | Aplicação do Catálogo | 55 |
| 1.2 | Avaliação do Catálogo..... | 57 |
| 1.3 | Considerações Finais..... | 60 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 62 |



1 CATÁLOGO DE MEDIÇÃO

Este catálogo faz parte de uma dissertação de mestrado, a qual apresenta o processo completo utilizado para se chegar à definição deste catálogo. Para ter acesso a esta dissertação pode ser enviada uma solicitação para o grupo de pesquisa SPIDER (*Software Process Improvement: Development and Research*), os contatos podem ser encontrados no site do grupo de pesquisa: <http://spider.ufpa.br/>.

Este Catálogo de Medição visa apresentar os ativos de medição mais utilizados no processo de medição de software no contexto de desenvolvimento de projetos de software. 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 catálogo, entende-se por ativos de medição: objetivos de medição, necessidades de informação, indicadores e medidas utilizados no processo de medição de software. Devido a 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 consequentemente 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).

1.1 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.

1.1.1 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 1.



Quadro 1. Estudos Seleccionados para a Elaboração do Catálogo

| Código | Título | Ano de Publicação | Fonte |
|---------------|---|--------------------------|----------------------|
| 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 client that utilizes web API | 2014 | El Compendex |
| 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.

1.1.2 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 1.1.1 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.

1.1.2.1 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 2 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo com base na estrutura definida na Seção 1.1.1.

Quadro 2. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ESI

| Objetivo de Medição | Nec. de Informação | Indicador | Medida |
|--|--------------------|---------------|---------------|
| 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.

1.1.2.2 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 3 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo. Abaixo do Quadro 3, ainda seguindo a estrutura do catálogo definida na seção 1.1.1, estão maiores detalhes dos ativos de medição informados pelo estudo.

Quadro 31. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ES2

| 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.

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.

1.1.2.3 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 4 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo. Abaixo do Quadro 4, seguindo a estrutura do catálogo, estão maiores detalhes dos ativos de medição informados pelo estudo.

Quadro 4. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ACM – ES3

| Objetivo de Medição | Nec. 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 | 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 | Não informado | Confiança na avaliação da diferença no treinamento |



| | | | |
|--|--------------------------------------|--|--|
| | treinamento em relação os outros? | | |
|--|--------------------------------------|--|--|

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.

1.1.2.4 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 5 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 52. 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).

1.1.2.5 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 6 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.



Quadro 6. 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 solicitações de mudança | Carga de trabalho de alteração 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 | Erros do operador |



| | | | |
|------------------------|---------------|--|--|
| | | problema | |
| | 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 - Histórico vs Proposta | Produtividade |
| | 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 | Classificação de |



| | | | |
|---------------------------------|---------------|---|---|
| | | Prêmio Pontuações | 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 e ameaças identificadas | Gestão de riscos |
| | 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 | |
| | Não informado | Densidade de defeitos | Defeitos |
| Qualidade do Sistema de Informação | 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.

1.1.2.6 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 7 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 7. 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 | Quanto 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 | Quanto 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).

1.1.2.7 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 8 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 8. 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) |
| | Quanto 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 | Não informado | Número de |



| | | | |
|---|--|---------------|---|
| | casos de testes que revelaram falhas na execução? | | 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 | Qual é o esforço humano atual de testes de regressão? | Não informado | Hora por tester |

| | | | |
|---|---|---------------|------------------------------------|
| testes de regressão | 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.

1.1.2.8 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 9 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 9. 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 |
| | O teste de unidade foi concluído antes do teste integrado? | Não informado | Semana na qual estão as estatísticas de codificação |
| | | | Quantidade de codificadores que terminou seu teste de unidade |
| | | | Grau da unidade do teste de regressão concluída |
| | Na semana 7, todas as tarefas estiveram finalizadas para a proporção correspondente? | Não Informado | Se a taxa de defeitos de testes unitários está na faixa controlada? |
| | | | 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.

1.1.2.9 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 30 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 30. 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 | Não informado | Pontos por função |



| | | | |
|--|---|---------------|------------------------------------|
| | projeto vai custar? | | 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.

1.1.2.10 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 11 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 11. 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 |
| | | | 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) |



| | | | |
|--|--|--------------------------|--|
| Diminuir os erros que causam falha na operação | Qual a Disponibilidade de tempo? | Disponibilidade de tempo | Tempo médio para reparo (MTTR) |
| | | | Tempo médio para falhar (MTTF) |
| | | | Tempo médio para reparo (MTTR) |
| | 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 |
| | | | 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.



1.1.2.11 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 12 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 12. 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 a relação custo-benefício com a Engenharia de software convencional | Há instâncias dos contextos métodos formais nos projetos existentes? | Não informado | Não informado |
| | Será que os artefatos e atividades existem na prática nesses projetos? | Não informado | Não informado |
| | 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 com os pequenos? | Não informado | Não informado |
| | 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 | Não informado | Não informado |



| | | | |
|--|---|---------------|---------------|
| | exemplo, especificações formais, provas formais)? | | |
| | 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 | Não informado | Não informado |



| | | | |
|--|--|---------------|---------------|
| | métodos formais projetos? | | |
| | 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 | Não informado | Não informado |

| | | | |
|--|---|---------------|---------------|
| | interativa e automação prova para alcançar alta produtividade prova durante o desenvolvimento inicial prova e posterior manutenção prova? | | |
| | Como podemos melhorar 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.

1.1.2.12 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 13 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 13. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo IWK – ES12

| Objetivo de Medição | Nec. de Informação | Indicador | Medida |
|---|---|---------------|---------------|
| Avaliar e encontrar sugestões para projetar um programa de medição estratégico alinhado corretamente com os objetivos estratégicos, | Quais são as dificuldades e / ou problemas para conceber um programa de medição estratégica para a tomada de decisão eficaz a todos os níveis | Não informado | Não informado |

| | | | |
|-----------------------------------|--|---------------|---------------|
| para uma tomada de decisão eficaz | da organização? | | |
| | 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.

1.1.2.13 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 14 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 14. 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.

1.1.2.14 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 15 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 15. 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 | Completude 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 recursos de otimização do dispositivo? | Não informado | Uso de memória |
| | | | 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 |
| | A aplicação apresenta um alto desempenho em todos os estados da | Não informado | Uso de rede |
| | | | Tempo de carregamento da primeira tela |

| | | | |
|------------------|--|---------------|--|
| | aplicação? | | 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.

1.1.2.15 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 16 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 16. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES15

| Objetivo de Medição | Nec. de Informação | Indicador | Medida |
|--------------------------------------|--------------------|---------------|---------------|
| 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).

1.1.2.16 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 17 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 17. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo ELC – ES16

| 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 |
| Avaliar a compreensão do engenheiro responsável | Qual o diferencial do engenheiro? | Não informado | Velocidade de codificação |
| | | | Capacidade de análise lógica do software |
| | | | Defeitos de extensão em processo de codificação |
| | | | Grau de restrição da mente |
| | | | Responsabilidade de lidar com problemas |
| | Qual o desempenho geral do engenheiro? | Não informado | Grau de obediência à organização |
| | | | 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.



1.1.2.17 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 18 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 18. 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) |
| Diminuir os erros que causam falha na operação | Quais erros causam falha? | Analísabilidade | Tempo médio para falhar (MTTF) |
| | | | Tempo médio para reparo (MTTR) |
| | | | Apoio de função de diagnóstico |
| | Qual a taxa de defeitos encontrados? | Densidade de Defeitos | Capacidade de análise de falha |
| | | | Eficiência na análise de falha |
| | | | Número de falhas detectadas na revisão |
| | Qual é a complexidade | Complexidade | Tamanho do módulo |
| | | | Linhas de |



| | | | |
|--|--|-------------------------|---|
| | do software? | | 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 | Alterar taxa de sucesso | Veze usuário encontra falhas após a mudança de software |
| | | | Tempo de operação durante o período de observação especificado após a mudança do software |
| | | Manutenção | Defeitos descobertos |
| | | | Tamanho do módulo |
| | | 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.

1.1.2.18 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 19 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 19. 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 | Não informado |



| | | | |
|-----------------------------|---------------|--|---------------|
| | | Dependência | |
| | 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 equipe | Não informado |
| | 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;
- **Críticidade 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.

1.1.2.19 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 20 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 20. Catalogação dos Ativos de Medição do Estudo SBQS – ES6

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

1.1.2.20 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 21 apresenta a catalogação dos ativos de medição deste estudo.

Quadro 21. 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 Opração 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 |
| | | | Grau de Entendimento e compreensão |
| | Qual o grau de entendimento do conteúdo dos sites Web avaliados? | Não informado | 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 acessibiliade |
| | 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.

1.1.3 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 viesar 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 a o processo de medição de software.

1.2 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 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 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.

1.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou um catálogo de ativos de medição relacionados ao processo de medição de software, sendo composto das abordagens principais e norteadoras do mesmo, os objetivos de medição, as necessidades de informação, os indicadores e as 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.





REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

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

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.

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.

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.

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

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.

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



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.; 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/UFRJ – 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.

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.

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

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.

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