

Um catálogo de métricas para monitorar o progresso e o desempenho dos projetos de desenvolvimento de software

NILSON CESAR DA SILVA SOUZA

Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT
nilson.cesar01@gmail.com

CLAUDIO LUIS CARVALHO LARIEIRA

Fundação Getulio Vargas
larieira@hotmail.com



UM CATÁLOGO DE MÉTRICAS PARA MONITORAR O PROGRESSO E O DESEMPENHO DOS PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Resumo

O desempenho dos projetos de desenvolvimento de software continua insatisfatório no decorrer dos anos mesmo com a aplicação de várias práticas reconhecidas das áreas de gestão de projetos e engenharia de software. Uma das técnicas mais utilizadas é o monitoramento e controle de projetos, a qual utiliza métricas no seu processo de medição. No entanto, observa-se que o monitoramento e controle dos projetos ainda não está contribuindo com todo o seu potencial na melhoria dos indicadores de desempenho dos projetos. Esse trabalho buscou identificar os motivos pelos quais isso ainda acontece e quais são as oportunidades de melhoria. Além disso, fez uma proposta de catálogo de métricas onde foram relacionadas as métricas aos aspectos do projeto. A relevância e utilização desse catálogo e das métricas contidas nele também foram avaliadas e o resultado mostrou que a relação entre essas duas perspectivas nem sempre é tão direta, evidenciando a existência de uma lacuna entre a relevância percebida e a utilização das métricas.

Palavras-chave: monitoramento e controle de projetos; engenharia de software; gestão de projetos; medição; métricas.

Abstract

The performance of software development projects remains unsatisfactory over the years even with the application of a number of recognized practices in the areas of project management and software engineering. One of the techniques used is the monitoring and control of projects, which uses metrics in your measurement process. However, it is observed that monitoring and control of projects are not contributing their full potential in improving performance indicators for projects. This study aimed to identify the reasons why it still happens and what the gaps. It also made a proposal for metrics catalog, which were related metrics to aspects of the project. The relevance and use of this catalog and metrics contained herein were also evaluated by these experts and the result showed that the relationship between these two perspectives are not always so straightforward, evidencing the existence of a gap between the perceived relevance and use of metrics.

Keywords: monitoring and control of projects; software engineering; project management; measurement; metrics.



1 Introdução

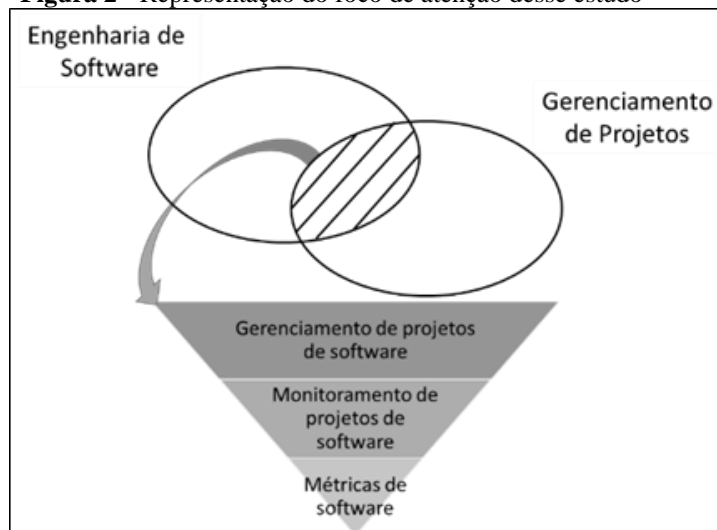
Este artigo apresenta o resultado de um estudo sobre uma proposta de catálogo de métricas para o monitoramento e controle de projetos de software. A partir da literatura, é elaborado um conjunto de métricas que posteriormente é validado de forma empírica através de consulta a especialistas.

O objetivo principal desse estudo foi identificar, a partir de uma investigação na literatura, um conjunto de métricas que possam apoiar o processo de monitoramento e controle de projetos de desenvolvimento de software e explorar sua relevância junto aos especialistas no assunto. Para isso, um catálogo de métricas para o monitoramento e controle do desempenho e progresso dos projetos de desenvolvimento de software foi proposto e disponibilizado para avaliação desses especialistas. Como objetivos específicos, foram definidos os seguintes:

- 1) Mapeamento das métricas levando em consideração o contexto do projeto, a tipologia dos próprios projetos e as expectativas das partes interessadas;
- 2) Categorização das métricas de acordo com as várias dimensões do projeto. As dimensões foram representadas pelas áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos, descritas por PMI (2013);
- 3) Avaliação da percepção dos especialistas sobre o desempenho dos projetos, a relevância e a utilização das métricas propostas no catálogo.

O baixo desempenho dos projetos de desenvolvimento de software exige que novas técnicas, métodos e iniciativas sejam estudadas e implementadas na tentativa de melhorar os seus resultados. Esse estudo foi mais uma tentativa de elucidar e avaliar o que está sendo publicado e praticado pela indústria, e de aperfeiçoar o processo de monitoramento e controle de projetos. Não foi escopo do trabalho investigar a relação existente entre as métricas utilizadas e o índice de sucesso dos projetos. Abaixo, a figura 2 apresenta o foco de atenção do estudo.

Figura 2 - Representação do foco de atenção desse estudo



2 Referencial teórico

A percepção ainda comum da indústria de software é que os projetos de desenvolvimento de software são entregues com atraso, acima do orçamento, com uma qualidade abaixo do esperado e sem todas as funcionalidades previstas (SWEBOK, 2014).



Percebe-se também que o índice de sucesso desses projetos mantém-se insatisfatório no decorrer dos anos. Segundo PMSURVEY.ORG (2010), 26% dos projetos de Tecnologia da Informação não atenderam às expectativas dos envolvidos. O Chaos Report 2014 (THE STANDISH GROUP, 2014) afirma que apenas 16,2% dos projetos foram concluídos com sucesso, enquanto que 52,7% foram concluídos, mas não satisfazendo as expectativas originais e 31,1% dos projetos foram cancelados em algum ponto do desenvolvimento.

Dada as informações apresentadas acima, faz-se necessário entender e avaliar o que está sendo estudado e praticado pela indústria para que melhores resultados sejam obtidos nos projetos de desenvolvimento de software. É certo que várias iniciativas já foram e estão sendo empreendidas com o objetivo de eliminar ou reduzir esses problemas, porém os resultados permanecem insatisfatórios.

O desenvolvimento de software é um processo apoiado por uma disciplina de engenharia, chamada engenharia de software. Esta, por sua vez, inclui técnicas que apoiam a especificação, projeto e evolução de programas. Pode-se dizer ainda que a engenharia de software contempla todos os aspectos de produção do software. Além disso, a engenharia de software não se preocupa apenas com os processos técnicos do desenvolvimento de software, ela também inclui atividades como gerenciamento de projetos e desenvolvimento de ferramentas, métodos e teorias na produção do software (SOMMERVILLE, 2011).

Relacionadas ao gerenciamento de projetos estão as atividades de planejamento, coordenação, medição, monitoramento, controle e apresentação de relatórios (SWEBOK, 2014). Essas atividades são realizadas para assegurar que o software seja entregue de forma eficiente, eficaz e com benefício para os envolvidos. A medição refere-se à atribuição de valores e rótulos ao trabalho da engenharia de software: seus produtos, processos e recursos. Já o monitoramento é definido como a análise contínua da aderência do projeto aos seus planos, realizada em intervalos predeterminados. O monitoramento acontece por meio da medição, a qual define quais métricas serão utilizadas e como as medidas serão coletadas.

São vários fatores que podem contribuir com o sucesso do projeto, como por exemplo, o apoio da alta administração, um bom planejamento, a comunicação, etc. Entre esses fatores está a prática do monitoramento e controle dos projetos (PINTO e SLEVIN, 1989). Muitos dos problemas apresentados acima, como por exemplo, o não atendimento aos prazos ou as mudanças de requisitos, etc., poderiam ser minimizados com a prática do monitoramento e controle de projetos. Apesar dessa afirmação, constata-se ainda que nem todas as empresas fazem uso das recomendações realizadas pelos principais institutos e pesquisadores especialistas em gerenciamento de projetos.

Frequentemente, projetos de desenvolvimento de software falham porque eles não são devidamente monitorados a ponto de uma falha tornar-se visível antes que seja tarde demais para tomar uma ação corretiva (WANGENHEIM, 2010). Monitorar é, acima de tudo, garantir que o projeto continue se movendo no caminho certo, que irá levá-lo à realização com sucesso dos seus objetivos estabelecidos (JALOTE, 2000). Diversos outros autores concordam que o monitoramento e controle contribui para se alcançar o sucesso dos projetos (PINTO e PRESCOTT, 1988; WHITE e FORTUNE, 2002; DONG e ZHAI, 2004; COOKE-DAVIS, 2002; SAYLES e CHANDLER, 1971; PINTO e SLEVIN, 1989).

No entanto, para que os benefícios do monitoramento e controle sejam alcançados, deve-se utilizar um processo de medição adequado e as métricas mais relevantes ao contexto. Kerzner (2013) argumenta que a excelência em gerenciamento de projetos requer mais métricas do que apenas prazo e custo e que, pelo fato da complexidade das interações dos elementos de trabalho, poucas métricas podem não fornecer uma visão clara da saúde do projeto, sendo a combinação de várias métricas necessária para a tomada de decisão consciente. Ele escreve ainda que, pelo fato de poder haver mais do que três restrições, está se usando agora o termo “restrições concorrentes”, ilustrado a seguir na figura 1, onde o número

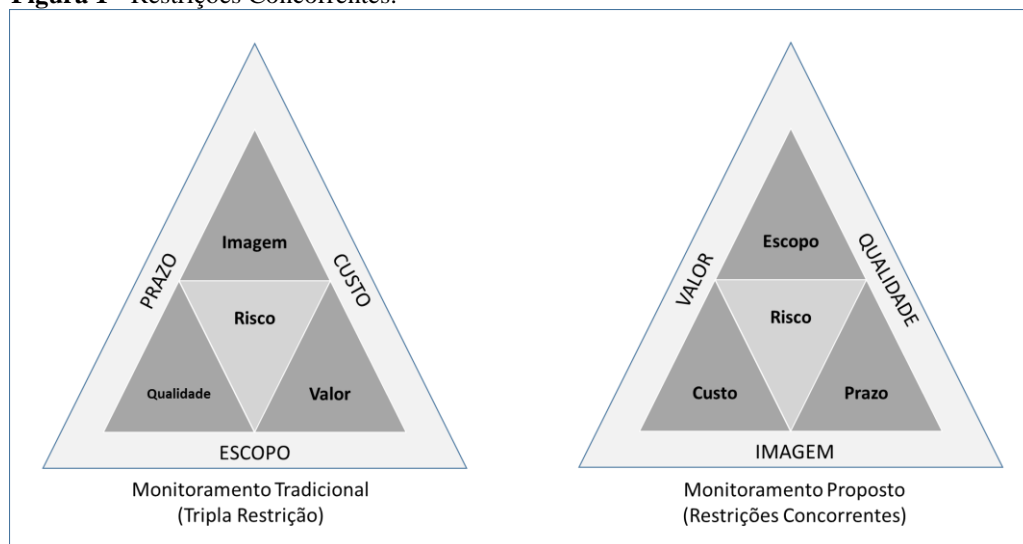


exato de restrições de sucesso e sua importância relativa pode mudar de um projeto para o outro. O importante, ainda segundo Kerzner (2013), é quais métricas devem ser estabelecidas para cada restrição do projeto.

As métricas utilizadas no ambiente de projetos, as quais estão relacionadas aos indicadores de sucesso, servem para influenciar ações e decisões e ajudam a determinar como o projeto está sendo gerenciado promovendo situações ganha-ganha (BRYDE, 2005). Segundo Kerzner (2013), não é possível corrigir ou melhorar algo que não pode ser efetivamente identificado e medido e boas métricas podem tornar a tomada de decisão mais fácil. O gerenciamento sem medição (qualitativa ou quantitativa) sugere falta de disciplina e a medição sem gerenciamento denota falta de propósito ou contexto. Um gerenciamento efetivo exige a combinação de ambos (SWEBOOK, 2014).

Entretanto, apesar da utilidade comprovada do monitoramento e controle por meio da medição e da variedade de métricas existentes, ainda não há um consenso de quais métricas deve-se utilizar e como devem ser interpretadas em cada possível contexto (BASILI, 1992; BRIAND, 2002). Muitos outros autores concordam que os projetos não deveriam ser monitorados utilizando apenas uma dimensão (TURNER, 1993; MORRIS e HOUGH, 1987; WATERIDGE, 1998; DEWIT, 1988; MCCOY, 1987; PINTO e SLEVIN, 1988; SAARINEN, 1990; BALLANTINE, 1996 apud ATKINSON, 1999; JALOTE, 2000; KERZNER, 2013).

Figura 1 - Restrições Concorrentes.



Dada a argumentação exposta acima, a qual apresenta a importância do processo de monitoramento e controle, da medição e da utilização das métricas nesse processo, fez-se necessário tentar elucidar se o uso desse processo e, principalmente, das métricas empregadas, estão sendo aproveitados em todo o seu potencial ou se existe alguma lacuna que possa ser melhor trabalhada para que os resultados dos projetos de desenvolvimento de software sejam melhorados.

3 Método

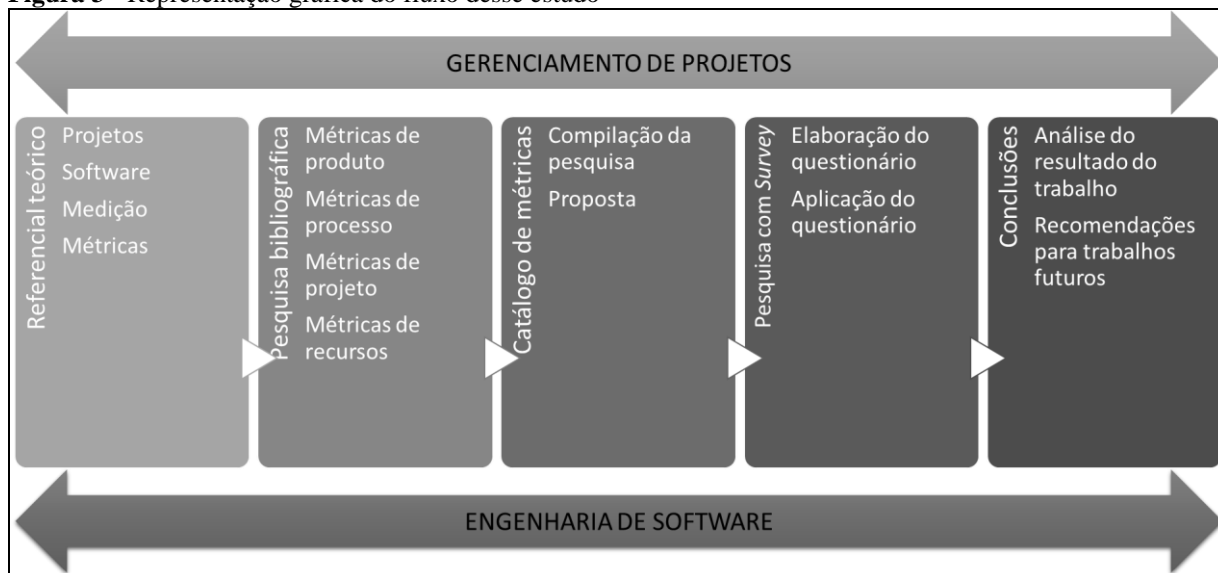
A abordagem da pesquisa foi considerada como qualitativa por fornecer base para uma aplicação prática com o objetivo de solucionar um problema específico. A pesquisa qualitativa inicia com a intenção de explorar uma área particular, coletar dados e gerar ideias e hipóteses a partir desses dados, por meio do que é conhecido como conclusão indutiva (GREENHALGH e TAYLOR, 1997). A pesquisa foi classificada como exploratória pois teve



o objetivo de aprofundar seus estudos em uma realidade específica, procurando antecedentes e maiores conhecimentos. Segundo Gil (2010), pesquisas com esse objetivo envolvem levantamento bibliográfico e análise de exemplos que possam estimular a compreensão do tema. Com base nos procedimentos técnicos utilizados, pode ser considerada como uma pesquisa bibliográfica. A validade foi criticada pela análise da comunidade acadêmica e da indústria por meio de uma pesquisa com *Survey* com a aplicação de um questionário. O público alvo foi formado por especialistas que trabalham ou pesquisam sobre projetos de desenvolvimento de software. O questionário foi elaborado com perguntas para avaliação do trabalho e do modelo.

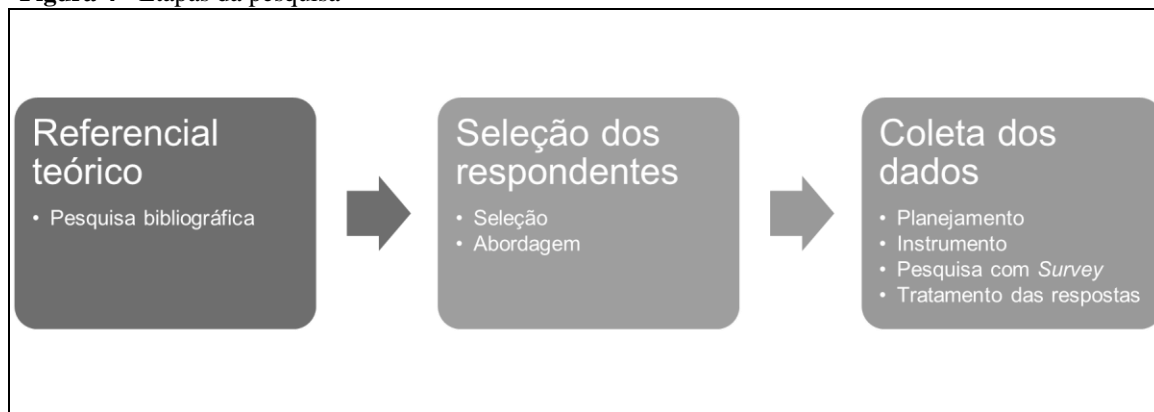
A seguir, a figura 3 ilustra a representação gráfica do fluxo da pesquisa levando em consideração os assuntos abordados em cada etapa. O objetivo foi seguir esse fluxo sempre à luz das duas grandes áreas de conhecimento: Engenharia de Software e Gerenciamento de Projetos. Por meio dessa abordagem, este estudo procurou explorar a avaliação de especialistas sobre uma proposta de catálogo de métricas que poderá ser utilizado no monitoramento e controle dos projetos de desenvolvimento de software.

Figura 3 - Representação gráfica do fluxo desse estudo



O estudo foi dividido em três principais etapas, figura 4 abaixo:

Figura 4 - Etapas da pesquisa





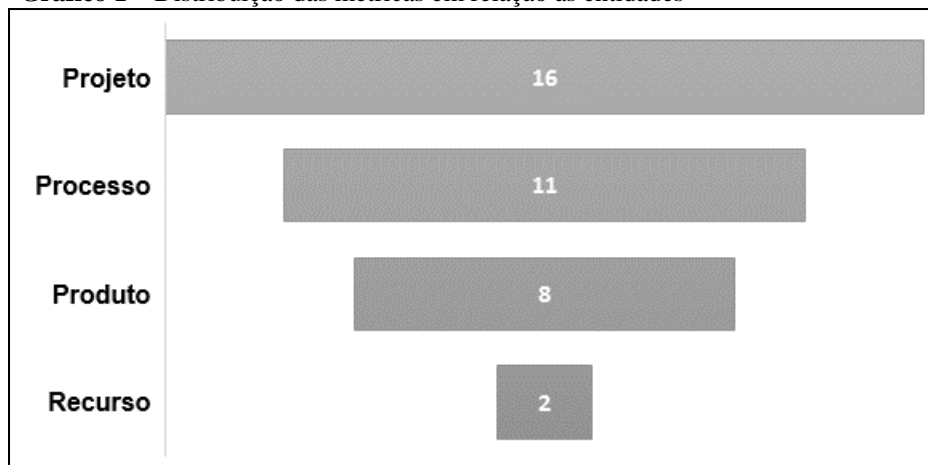
- 1) A primeira etapa teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre a importância do processo de monitoramento e controle de projetos, as principais métricas relacionadas ao software (produto, processo, projeto e recursos utilizados) e a correlação das métricas e as áreas de conhecimento.
- 2) A segunda etapa foi realizada para seleção e abordagem dos respondentes. Os respondentes foram escolhidos de acordo com a área de atuação (indústria) e pesquisa (academia) sobre o assunto.
- 3) A terceira etapa teve como objetivo confirmar a importância do processo de monitoramento e controle de projetos, a necessidade de um catálogo de métricas, e a utilização e relevância das métricas identificadas.

4 Desenvolvimento

Primeiramente, as métricas foram identificadas de acordo com quatro entidades predefinidas conforme os conceitos da engenharia de software: produto, processo, projeto e recurso. Após a identificação, as métricas foram categorizadas de acordo com algumas áreas de conhecimento, previstas no guia de melhores práticas de gerenciamento de projetos (PMBOK): escopo, prazo, custo, qualidade, recursos humanos e riscos. Essa categorização foi realizada levando em consideração como a proposta de cada métrica estava alinhada aos objetivos previstos nas áreas de conhecimento. Finalmente, as métricas foram consolidadas conforme a categorização anterior e as redundâncias foram eliminadas. O resultado é apresentado no Anexo A, onde as métricas são distribuídas pelas entidades e organizadas em tabela com as seguintes informações: nome da métrica, qual a proposta, a área conhecimento e a entidade a qual ela representa.

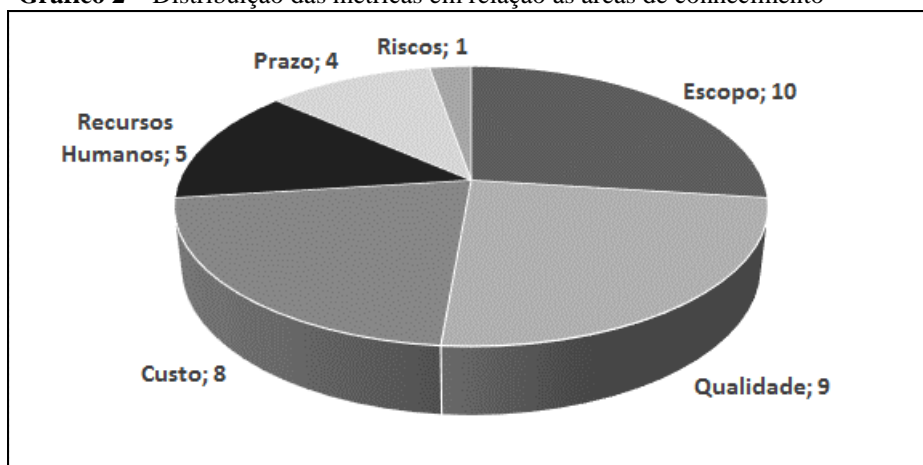
A seguir é apresentada a distribuição das métricas propostas no catálogo em relação às entidades, apresentada no gráfico 1, e em relação às áreas de conhecimento, observada no gráfico 2.

Gráfico 1 – Distribuição das métricas em relação às entidades



Nos parágrafos seguintes será apresentada a análise do resultado da pesquisa, iniciando pela análise dos respondentes, seguido pela análise da avaliação do processo, das métricas e, por último, pela análise da avaliação do catálogo.

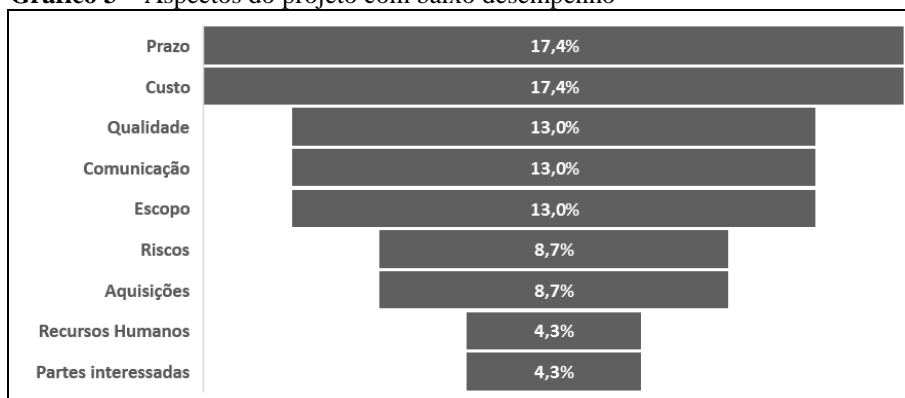
A avaliação do perfil dos respondentes mostrou aderência ao objetivo da pesquisa. Todos eles possuem mais do que 15 anos de experiência em projetos de desenvolvimento de software, sendo que todos os pesquisadores entrevistados são doutores. Além disso, todos os respondentes atuam ou pesquisam sobre o tema desse estudo.

Gráfico 2 – Distribuição das métricas em relação às áreas de conhecimento


A primeira avaliação do processo foi em relação aos aspectos com pior desempenho percebido. Os aspectos prazo e custo foram considerados com pior avaliação ao final dos projetos, seguido pelos aspectos qualidade, escopo e comunicação. Destaque para o aspecto comunicação que aparece com o mesmo percentual de outros aspectos geralmente com baixo desempenho. Outros aspectos também apareceram, porém com um percentual menor. O resultado completo pode ser observado no gráfico 3 a seguir.

Esse resultado leva à conclusão de que todos os aspectos do projeto de certa forma possuem desafios para melhoria do seu desempenho e isso implica na necessidade de um maior número de métricas que possam mostrar o progresso e o desempenho desses aspectos.

Sobre a relevância do processo de monitoramento e controle, 100% dos especialistas disseram considerá-lo muito relevante. Além disso, todos os especialistas concordaram que o processo de monitoramento e controle ajuda no acompanhamento do progresso do projeto. A opinião dos especialistas corroborou com o que foi levantado na literatura e com a suposição desse estudo. Ou seja, a execução do processo de monitoramento e controle de projetos é essencial para que o progresso do projeto seja acompanhado e que os desvios de percurso possam ser corrigidos antecipadamente. Apesar dessa constatação parecer óbvia, foi necessário reafirmar a percepção dos especialistas, pois ela é fundamental para a avaliação das demais questões da pesquisa.

Gráfico 3 – Aspectos do projeto com baixo desempenho


Os especialistas entrevistados também concordaram que o processo de monitoramento e controle pode interferir positivamente no desempenho final do projeto. O resultado mostrou um consenso entre eles sobre a contribuição do processo de monitoramento e controle para



um melhor desempenho dos projetos. Essa foi a mesma percepção de outros autores e que foi revelada pela pesquisa bibliográfica.

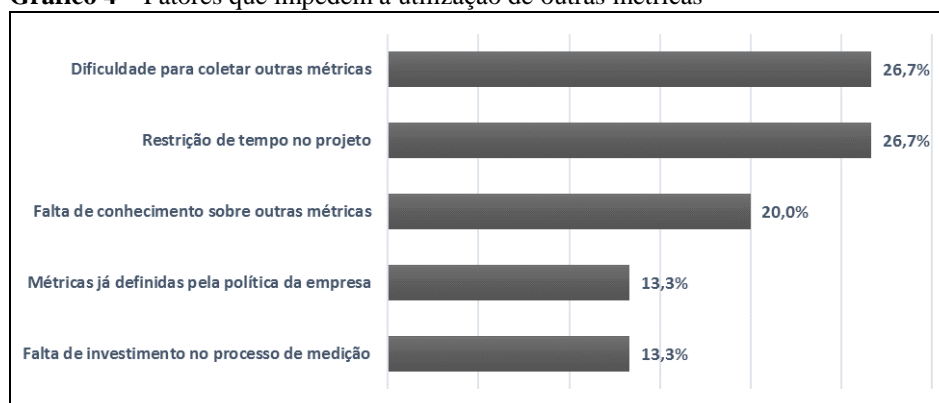
Apesar da relevância do processo, reafirmada pelo resultado da pesquisa, ainda existem fatores que impedem ou limitam a sua execução. Além das restrições de prazo e custo já bem conhecidas pela equipe do projeto, mereceu destaque o fator “ausência de métricas mais claras”. Esse resultado reforçou a necessidade de um catálogo de métricas previamente definido, pois elimina o consumo de tempo e esforço do projeto para sua construção, e traz esclarecimento sobre diversas métricas e quando utilizá-las. Outro ponto importante é que, na opinião dos especialistas, sempre existe algum obstáculo que impede a execução do processo. Isso significa que esses obstáculos precisam ser identificados e eliminados logo no início do projeto.

Em relação à avaliação das métricas de acordo com a sua relevância, os especialistas consideraram relevante a utilização de métricas no processo de monitoramento e controle. Além disso, eles também entenderam como essencial que outras métricas além daquelas relacionadas ao escopo, prazo e custo também sejam utilizadas sempre ou na maioria dos projetos. Um catálogo de métricas com uma diversidade de métricas que contemplem todos os aspectos do projeto ajuda muito nesse sentido. Obviamente, que o uso desse catálogo deve ser flexível ao ponto de não obstruir o andamento do projeto.

A utilização das métricas também foi avaliada pelos especialistas. O resultado mostrou que as métricas são utilizadas sempre ou na maioria dos projetos. Porém, quando a avaliação é sobre a utilização de outras métricas além daquelas relacionadas ao escopo, prazo e custo, o resultado é um pouco diferente. 28,6% das respostas mostraram que nem sempre essas métricas são utilizadas. Os motivos que impedem a utilização dessas métricas também podem ser observados no gráfico 4. Esse resultado mostrou que, mesmo sendo consideradas relevantes, as métricas nem sempre são utilizadas. Um catálogo de métricas, conforme proposto por esse estudo, poderia ajudar significativamente na eliminação desses obstáculos, facilitando a utilização dessas métricas.

Pelos comentários realizados pelos especialistas pôde-se observar um cuidado muito grande em relação à flexibilidade necessária na definição de quais e quantas métricas devem ser utilizadas no processo de monitoramento e controle. Essa flexibilidade pode ser alcançada por meio de um catálogo com métricas previamente definidas e relacionadas aos aspectos do projeto, pois as métricas poderiam ser escolhidas no início ou durante o projeto de acordo com o aspecto mais importante para aquele projeto específico.

Gráfico 4 – Fatores que impedem a utilização de outras métricas



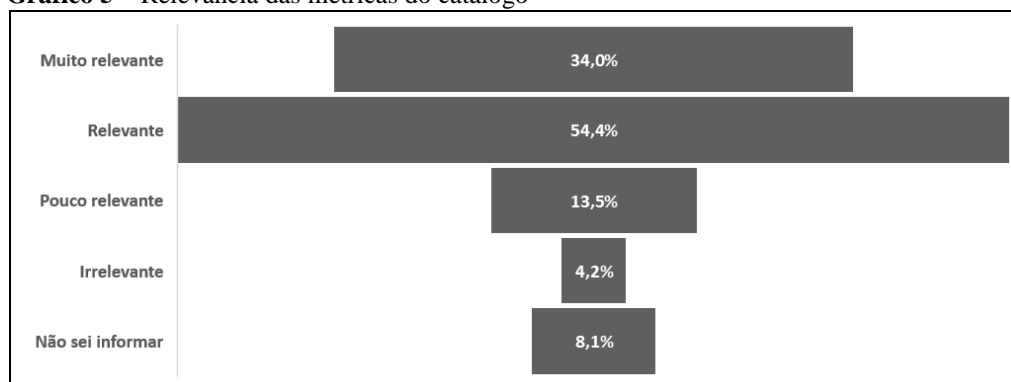
Sobre a relevância do catálogo e das métricas propostas, os especialistas entrevistados consideraram relevante a existência de um catálogo de métricas previamente definido para utilização no processo de monitoramento e controle de projetos. Além disso, 100% dos



especialistas também recomendaria o uso do catálogo sempre ou na maioria dos projetos. Esse resultado reforçou a proposta realizada por esse estudo, indicando que a existência de um catálogo de métricas agregaria muito ao processo, pois traria uma padronização das métricas e orientaria a coleta e aplicação das mesmas. Porém, algumas recomendações realizadas pelos especialistas devem ser levadas em consideração: 1) o catálogo e o seu conteúdo deve estar alinhado com todos os envolvidos; 2) deve ser algo corporativo e organizacional; 3) sua aplicação deve sempre ser flexível em relação ao projeto que será monitorado.

Em relação à relevância do conteúdo do catálogo, ou seja, das métricas propostas, seguem algumas análises. Primeiramente, para se obter a avaliação da relevância geral do catálogo foram somadas as avaliações de todas as métricas contidas no mesmo. O resultado é apresentado no gráfico 5, abaixo.

Gráfico 5 – Relevância das métricas do catálogo



O resultado mostrou que na opinião dos especialistas, 88,4% das métricas contidas no catálogo são relevantes ou muito relevantes, 17,7% foram consideradas pouco relevantes ou irrelevantes e 8,1% não foram avaliadas. Esse resultado denotou que a pesquisa bibliográfica foi bem-sucedida na identificação das métricas para o catálogo. No entanto, apesar dessa boa avaliação, algumas métricas foram avaliadas como pouco relevantes, indicando que há espaço para novos levantamentos.

Outro critério utilizado para avaliação da relevância do catálogo e das métricas foi o grau de relevância, que levou em consideração as possíveis respostas contidas no questionário. Sendo elas: (i) Muito relevante, (ii) Relevante, (iii) Pouco relevante, (iv) Irrelevante e (v) Não sei informar.

Para avaliação do grau de relevância as notas foram agrupadas e classificadas como maior relevância e menor relevância. Na classificação maior relevância foram somadas as avaliações “Muito Relevante” e “Relevante” e na classificação menor relevância foram somadas as avaliações “Pouco Relevante” e “Irrelevante”. A avaliação “Não sei informar” foi descartada dessa avaliação. O racional para essa definição é ilustrado no quadro explicativo 1 abaixo.

Quadro 1 – Critério para definição do grau de relevância

Grau de Relevância	Avaliação dos Especialistas
> Relevância	Σ % Muito Relevante + % Relevante
< Relevância	Σ % Pouco Relevante + % Irrelevante

Quando o % “> Relevância” for maior que o % “< Relevância” a métrica foi considerada com grau de relevância igual “> Relevância”. Quando % “< Relevância” for



maior que o % "> Relevância" a métrica foi considerada com grau de relevância igual "< Relevância". Quando forem iguais, a métrica foi considerada com grau de relevância "Equivalente". A seguir o quadro explicativo 2 com os critérios para essa classificação.

Quadro 2 – Classificação da métrica de acordo com grau de relevância

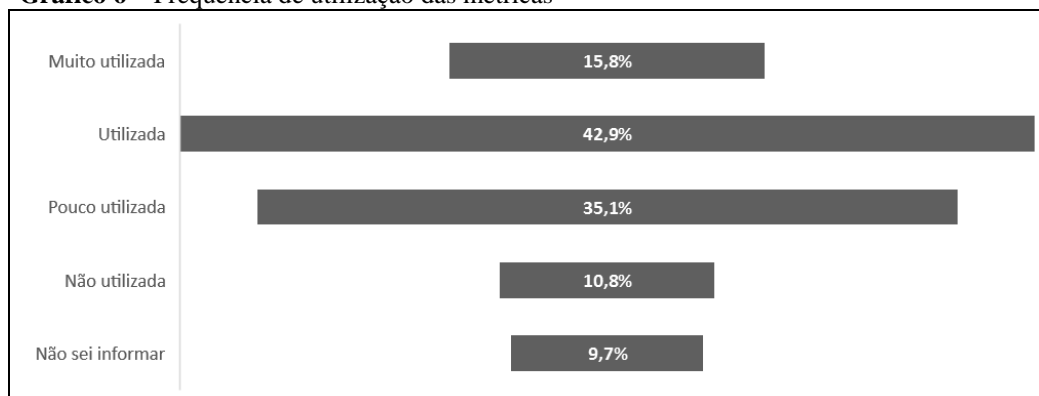
Grau de Relevância	Critério
> Relevância	% "> Relevância" > % "< Relevância"
< Relevância	% "< Relevância" > % "> Relevância"
Equivalente	% "< Relevância" = % "> Relevância"

O grau de relevância de todas as métricas pode ser observado na tabela apresentada no Anexo B, onde as métricas estão ordenadas da maior relevância para a menor relevância. A métrica "Custo Real (CR)" e "Esforço" foram as consideradas mais relevantes na opinião dos especialistas, com 63% das avaliações considerando-as muito relevantes e 37% como relevantes. Sendo assim, o grau de relevância foi definido como 100% para essas duas métricas. As métricas "Novos pontos de função no projeto", "Pontos de função implementados por período" e "Pontos de função previstos por período" foram as consideradas menos relevantes na opinião dos especialistas, sendo que 50% das avaliações as consideraram pouco relevantes ou irrelevantes. Interessante que as três métricas com menor relevância estão relacionadas a pontos de função.

De acordo com o critério de grau de relevância, 35 métricas do catálogo (94,6%) foram avaliadas com o grau de maior relevância. Apenas 2 métricas (5,4%) foram avaliadas com o mesmo grau de relevância maior e menor (equivalente) e nenhuma métrica foi avaliada com o grau de menor relevância.

Em relação à frequência de utilização das métricas propostas no catálogo, foi realizada também uma avaliação geral considerando as avaliações de todas as métricas. O resultado, apresentado no gráfico 6 abaixo, mostrou que, diferentemente da avaliação de relevância, não houve uma predominância das avaliações nas opções "Muito utilizada" e "Utilizada". Isso significa que apesar de ser notória a relevância de algumas métricas elas ainda não são utilizadas como poderiam.

Gráfico 6 – Frequência de utilização das métricas



Assim como na avaliação da relevância, também foi utilizado um critério para avaliação da frequência de utilização das métricas, o grau de frequência. Esse critério levou em consideração as possíveis respostas contidas no questionário. Sendo elas: (i) "Muito utilizada", (ii) "Utilizada", (iii) "Pouco utilizada", (iv) "Não utilizada" e (v) "Não sei informar".



Para avaliação do grau de frequência as notas foram agrupadas e classificadas como maior frequência e menor frequência. Na classificação maior frequência foram somadas as avaliações “Muito utilizada” e “Utilizada” e na classificação menor frequência foram somadas as avaliações “Pouco utilizada” e “Não utilizada”. A avaliação “Não sei informar” foi descartada. O racional para essa definição é ilustrado no quadro explicativo 3 abaixo.

Quadro 3 – Critério para definição do grau de frequência

Grau de Frequência	Avaliação dos Especialistas
> Frequência	Σ % Muito Utilizada + % Utilizada
< Frequência	Σ % Pouco Utilizada + % Não Utilizada

Quando o % “> Frequência” for maior que o % “< Frequência” a métrica foi considerada com grau de frequência igual “> Frequência”. Quando % “< Frequência” for maior que o % “> Frequência” a métrica foi considerada com grau de frequência igual “< Frequência”. Quando forem iguais, a métrica foi considerada com grau de Frequência “Equivalente”. Segue abaixo quadro explicativo 4 com os critérios para essa classificação.

O resultado pode ser observado na tabela apresentada no Anexo B. A métrica “Custo Real (CR)”, “Esforço” e “Valor Agregado (VA)” foram as consideradas mais utilizadas na opinião dos especialistas, com 50% das avaliações considerando-as muito utilizadas e 37,5% como utilizadas. Sendo assim, o grau de frequência foi definido como 87,5% para essas três métricas. Em contrapartida, a métrica “Variação do tamanho” foi a considerada menos utilizada na opinião dos especialistas, sendo que 100% das avaliações a considerou como pouco utilizada ou não utilizada.

O resultado da avaliação da frequência de utilização mostrou que 17 métricas do catálogo (45,9%) foram avaliadas com o grau de maior frequência, 13 métricas (35,1%) foram avaliadas com o grau de menor frequência e 7 métricas (18,9%) foram avaliadas com o mesmo grau de frequência maior e menor (equivalente).

Quadro 4 – Classificação da métrica de acordo com grau de frequência

Grau de Frequência	Critério
> Frequência	% “>Frequência” > % “<Frequência”
< Frequência	% “<Frequência” > % “>Frequência”
Equivalente	% “<Frequência” = % “>Frequência”

Comparando o grau de maior relevância com o grau de maior frequência, observa-se, conforme já havia sido sinalizado anteriormente, que apesar da relevância percebida das métricas, elas ainda não são muito utilizadas. O gráfico 7 a seguir mostra que 89,2% das métricas tem maior relevância percebida do que utilização, 10,8% possuem grau de relevância igual ao grau de frequência e nenhuma métrica tem grau de relevância menor que o grau de frequência. As métricas “Custo Real (CR)” e “Esforço” possuem maior grau de relevância e maior grau de frequência. Já as métricas “Taxa de Mudança” e “Remoção de Falhas”, apesar da alta relevância, possuem baixo grau de frequência. A lista completa pode ser visualizada na tabela apresentada no Anexo B.

As métricas com grau de relevância igual ao grau de frequência estão distribuídas entre as áreas de conhecimento custo, escopo, prazo e qualidade, e entre às entidades produto

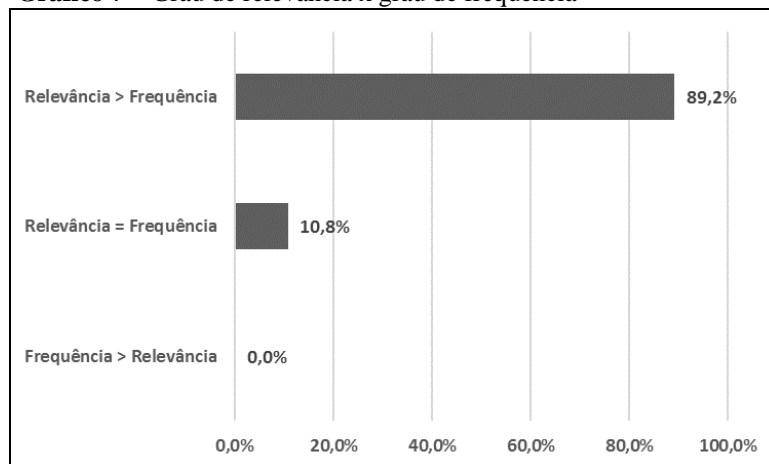


e projeto. Já as métricas com grau de relevância maior que o grau de frequência estão distribuídas entre todas as áreas de conhecimento e todas as entidades.

A comparação entre os graus de relevância e frequência também demonstrou, de acordo com a avaliação dos especialistas, que não há desperdício no uso de métricas não relevantes. Isso foi considerado um bom sinal. Todas as áreas de conhecimento e entidades possuem pelo menos uma métrica com alta relevância e pelo menos uma métrica com alta frequência, exceto a área de conhecimento riscos.

O resultado dessa pesquisa com os especialistas reforça a importância da existência de um catálogo de métricas, pois demonstra o alto grau de relevância das métricas nele contidas e seu potencial de utilização. A própria existência do catálogo pode simplificar muito a utilização das métricas fazendo com que a frequência seja maximizada.

Gráfico 7 – Grau de relevância x grau de frequência



5 Discussões e Conclusões

O propósito de estruturar um catálogo e classificar as métricas de acordo com as dimensões do projeto (áreas de conhecimento) foi o de facilitar a escolha de quais métricas serão utilizadas no processo de monitoramento e controle antes e durante o projeto de acordo com o contexto específico de cada projeto. Sendo assim, este estudo percorreu sobre o processo de monitoramento e controle de projetos e sobre as métricas utilizadas na medição. Procurou resgatar como está a percepção da indústria e dos pesquisadores em relação à eficácia do processo e das métricas utilizadas, trouxe por meio de uma pesquisa bibliográfica o que está sendo publicado sobre assunto e revelou por meio de uma pesquisa com *Survey* qual é a avaliação dos especialistas sobre o tema.

A pesquisa bibliográfica teve um papel importante no levantamento da avaliação atual sobre o processo mostrando que os indicadores de desempenho dos projetos ainda estão insatisfatórios. Apresentou também, em forma de catálogo, as métricas mais amplamente utilizadas nesse processo. A pesquisa com *Survey* foi essencial para que houvesse a confirmação daquilo que foi levantado pela pesquisa bibliográfica e para validação do catálogo proposto e das métricas nele contidas. Além disso, houve uma avaliação da relação entre a relevância das métricas e sua utilização.

Observou-se com o resultado da pesquisa que o processo de monitoramento e controle de projetos e as métricas utilizadas ainda não estão sendo utilizados em todo o seu potencial. Ainda existem alguns obstáculos principalmente em relação à dificuldade de coletar algumas métricas, e relacionados às restrições de prazo e custo do projeto. Merece destaque como fator



impeditivo a ausência de métricas mais claras e a necessidade de se utilizar outras métricas além daquelas relacionadas ao escopo, prazo e custo. Foi constatado também que os aspectos com pior desempenho continuam sendo o prazo e custo do projeto, seguidos de perto pela qualidade, escopo e comunicação.

A relevância do processo de monitoramento e controle e das métricas utilizadas foi ratificada e houve um consenso sobre o impacto positivo do processo tanto no acompanhamento do progresso como no desempenho final dos projetos. A existência de um catálogo de métricas foi avaliada positivamente, porém com o cuidado de sempre existir uma flexibilidade na escolha de quais métricas e quando as utilizar.

Além disso, ficou claro que não há uma relação direta entre as perspectivas de Relevância e Utilização das métricas, mostrando que, apesar do processo de monitoramento e controle, do catálogo e das métricas serem considerados muito relevantes, a utilização do processo e das métricas não seguem a mesma proporção.

Sendo assim, conclui-se que existe oportunidade para alavancagem da utilização das métricas consideradas mais relevantes e a proposta de um catálogo previamente definido, com métricas claras, classificadas de acordo com o aspecto do projeto vem ocupar esse espaço e contribuir para essa alavancagem. Um catálogo que possa ser consultado no início ou durante a execução de cada projeto e que forneça métricas adequadas àquele contexto específico pode simplificar muito a coleta e utilização das métricas e potencializar os benefícios do processo de monitoramento e controle no acompanhamento do progresso e desempenho do projeto. Acredita-se que com esses benefícios potencializados pode-se obter melhores resultados nos projetos de desenvolvimento de software

Referências

- ATKINSON, R. Project Management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, it's time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management* Vol. 17, No. 6, pp. 337-342, 1999.
- BALLANTINE, J.; BONNER, M.; LEVY, M.; MARTIN A.; MUNRO, I.; POWELL, P. L. The 3-D Model of Information Systems Success: the search for the dependent variable continues. *Information Resources Management Journal*, 9(4), 5-14, 1996.
- BASIL, V. R. Software Modeling and Measurement: The Goal/Question/Metric Paradigm. Institute for Advanced Computer Studies – Department of Computer Science – University of Maryland, 1992.
- BRIAND, L. C.; MORASCA, S.; BASIL, V. R. An Operational Process for Goal-Driven Definition of Measures. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Vol. 28, no. 12, 2002.
- BRYDE, D. J. Methods for Managing Different Perspectives of Project Success. *British Journal of Management*, Vol. 16, 119–131, 2005.
- COOKE-DAVIES, T. The “Real” Success Factors on Projects. *International Journal of Project Management*, 20(3), pp. 185-190, 2002.
- De WIT, A. Measurement of Project Success. *International Journal of Project Management* Vol. 6, 1988.
- DONG, C.; CHUAH, K. B.; ZHAI, L. A Study of Critical Success Factors of Information Systems Projects in China. *Proceedings of the PMI Research Conference*, Londres, 2004.
- GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Editora Atlas S.A, SÃO PAULO.
- GREENHALGH T., TAYLOR R. How to read a paper: papers that go beyond numbers (qualitative research). *BMJ*, 1997.



JALOTE, P. CMM in Practice: Processes for Executing Software Projects at Infosys. Addison Wesley: Longman, 2000.

KERZNER, H. Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance, 2013.

MCCOY, F. A. Measuring Success: Establishing and Maintaining A Baseline. Project Management Institute. Seminar/Symposium Montreal Canada, 47-52, 1987.

MORRIS, P. W. G; HOUGH, G. H. The Anatomy of Major Projects. John Wiley, 1987.

PINTO, J. K.; PRESCOTT, J. E. Variations in Critical Success Factors Over the Stages in the Project Life Cycle. Journal of Management, 1988.

PINTO, J. K.; SLEVIN, D. P. Critical Success Factors in R&D Projects. Research technology management. pp.31-35, 1989

PINTO, J. K.; SLEVIN, D. P. Critical Success Factors in R&D Projects. Research technology management. pp.31-35, 1989.

PINTO, J. K.; SLEVIN, D. P. Project Success: Definitions and Measurement Techniques. Project Management Journal, 19(1), 67-72, 1988.

PMI PMBOK A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 5th ed. Project Management Institute, 2013.

PMSURVEY.ORG. Estudo de Benchmarking em Gerenciamento de Projetos Brasil. Project Management Institute – Chapters Brasileiros, 2010.

SAARINEN, T. Systems Development Methodology and Project Success. Information and Management. Vol. 19, pp. 183-193, 1990.

SAYLES, L. R.; CHANDLER, M. K. Managing Large Systems. Harper and Row, Nova Iorque, 1971.

SOMMERVILLE. Software Engineering. 9th ed., 2011.

SWEBOK. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge V3. A Project of the IEEE Computer Society, 2014.

THE STANDISH GROUP. Chaos Report. 2014.

TURNER, J. R. The Handbook of Project-Based Management. McGraw-Hill, 1993.

WANGENHEIM, C. G. V, C.; DA SILVA, D. A.; BUGLIONE, L.; SCHEIDT, R.; PRIKLADNICKI, R. Best Practice Fusion of CMMIDEV v1.2 (PP, PMC, SAM) and PMBOK 2008. Information and Software Technology, Elsevier, 2010.

WATERIDGE, J. How Can IS/IT Projects Be Measured For Success? International Journal of Project Management, 16(1), 59-63, 1998.

WHITE, D.; FORTUNE, J. Current Practice in Project Management: An empirical study. International Journal of Project Management, 2002



ANEXO A – CATÁLOGO DE MÉTRICAS

Métrica	Proposta	Área de Conhecimento	Entidade
Atividades executadas por período	Número total de atividades executadas por fase, ou seja, do número total de atividades do projeto quantas foram executadas em determinado período.	Escopo	Projeto
Cobertura da implementação funcional	Funcionalidade: Adequação Mede o nível de cobertura da implementação funcional?	Qualidade	Produto
Cobertura de testes	Mede o percentual de um software que foi efetivamente testado, a partir da quantidade de linhas de código, pontos de função, quantidade de requisitos ou quantidade de casos de teste	Qualidade	Processo
Custo Real (CR)	Os custos totais realmente incorridos e registrados na realização do trabalho executado durante um determinado período de tempo para uma atividade de cronograma ou um componente da	Custo	Projeto
Densidade de defeitos	Quantidade de defeitos encontrados em relação ao tamanho do software	Qualidade	Processo
Esforço	Quantidade de horas despendidas pela equipe durante atividade específicas de manutenção e desenvolvimento de um projeto.	Recursos Humanos	Recursos
Estimativa no término (ENT)	O custo total previsto de uma atividade do cronograma, de um componente da estrutura analítica do projeto ou do projeto, quando o escopo definido do trabalho for terminado. ENT é igual ao custo real (CR) mais a estimativa para terminar (EPT) de todo o trabalho restante. ENT = CR + EPT. A ENT pode ser calculada com base no desempenho até a data em questão ou estimada pela equipe do projeto com base em outros fatores, caso em que é frequentemente chamada de	Custo	Projeto
Estimativa para terminar (EPT)	O custo previsto necessário para terminar todo o trabalho restante de uma atividade do cronograma, um componente da estrutura analítica do projeto ou o projeto.	Custo	Projeto
Impacto da mudança	Manutenibilidade: Estabilidade Qual é a frequência de problema após a alteração?	Qualidade	Produto
Índice de desempenho de custos (IDC)	Uma medida da eficiência de custos em um projeto. É a relação entre o valor agregado (VA) e os custos reais (CR). IDC = VA / CR. Um valor maior ou igual a um indica uma condição favorável e um valor menor que um indica uma condição desfavorável.	Custo	Projeto
Índice de desempenho de prazo (IDP)	Uma medida da eficiência de cronograma de um projeto. É a relação entre o valor agregado (VA) e o valor planejado. IDP = VA / VP. Um valor maior ou igual a um indica uma condição favorável e um valor menor que um indica uma condição desfavorável.	Prazo	Projeto
Novos pontos de função no projeto	Número total de pontos de função no projeto, ou seja, os novos pontos de função não foram definidos durante o planejamento de projeto, eles foram acrescentados ao total de pontos de função definidos no projeto.	Escopo	Produto
Novos requisitos definidos no projeto	O número de requisitos definidos após o planejamento do projeto, ou seja, são requisitos que não estavam incluídos no total de requisitos no projeto durante o planejamento inicial. O controle desta métrica é importante para o controle do escopo e a qualidade do mesmo.	Escopo	Produto
Orçamento no término (ONT)	A soma de todos os valores de orçamento estabelecidos para o trabalho a ser realizado em um projeto, componente da estrutura analítica do projeto ou atividade do cronograma. O valor	Custo	Projeto
Pontos de função implementados por período	O número de pontos de função que foram implementados no período, ou seja, do número total de pontos de função no projeto, quantos foram implementados em determinado período.	Escopo	Processo
Pontos de função previstos por período	representam o número de pontos de função que foram planejados para serem desenvolvidos no período, ou seja, do total de funcionalidades definidas para todo o projeto, quantas devem ser implementadas no período.	Escopo	Processo
Prazo médio para falha	Quanto tempo o software é executado em média antes de uma falha.	Qualidade	Processo
Probabilidade de ocorrência dos riscos	Percentual de probabilidade de ocorrência de riscos. Esta probabilidade pode ser definida no início do projeto bem como no decorrer de sua execução.	Riscos	Projeto
Produtividade	Produtividade para realização das atividades do projeto. Medida a partir da relação entre o esforço e tamanho do software.	Recursos Humanos	Recursos
Remoção de falhas	Confiabilidade: Maturidade Quantas falhas foram corrigidas? Qual a proporção de falhas removidas?	Qualidade	Produto
Rendimento	Eficiência: Utilização dos recursos Quantas tarefas podem ser executadas com sucesso ao longo de um determinado período de	Qualidade	Produto
Requisitos alterados por período	O número de requisitos que foram alterados em um período de tempo determinado, ou seja, do total de requisitos no projeto quantos foram alterados nos períodos do projeto.	Escopo	Processo
Requisitos implementados por período	O número total de requisitos que foram implementados por período, ou seja, quanto do total de requisitos no projeto definido já foi implementado no período de tempo estabelecido.	Escopo	Processo
Taxa de entrega	Capacidade de entrega do projeto, medida a partir do tamanho do software entregue por unidade de tempo (hora, dia ou mês).	Recursos Humanos	Processo
Taxa de mudanças	Número de mudanças em relação ao tamanho do projeto de software (quantidade requisitos, quantidade de linhas de código ou quantidade de pontos de função).	Qualidade	Processo
Taxa de retrabalho	Percentual de esforço de retrabalho executado no projeto em relação a quantidade total do esforço do projeto.	Recursos Humanos	Processo
Tempo de resposta	Eficiência: Comportamento temporal Qual é o tempo estimado para completar uma tarefa específica?	Qualidade	Produto
Tempo previsto por fase	O tempo que foi planejado para ser utilizado em determinada fase do projeto, para a execução das tarefas de determinadas etapas de planejamento.	Prazo	Projeto
Tempo real utilizado por fase	O tempo que realmente foi utilizado. O tempo real utilizado pode ser igual ao planejado ou não, dependendo do desempenho da equipe e de outros fatores.	Prazo	Projeto
Total de requisitos no projeto	O número total de requisitos definidos na baseline do projeto. O total de requisitos engloba os requisitos que especificam as funções que devem ser desempenhadas pelo sistema (requisitos funcionais) e as qualidades que o sistema deve possuir, assim como suas restrições de	Escopo	Produto
Valor agregado (VA)	O valor do trabalho terminado expresso em termos de orçamento aprovado atribuído a esse trabalho para uma atividade do cronograma ou componente da estrutura analítica do projeto. Também chamado de custo orçado do trabalho realizado (COTR).	Custo	Projeto
Valor planejado (VP)	O orçamento autorizado atribuído ao trabalho agendado que será realizado para a atividade do cronograma ou componente da estrutura analítica do projeto. Também chamado de custo orçado	Custo	Projeto
Variação de custo (VC)	É igual ao valor agregado (VA) menos o custo real (CR). A variação de custos ao final do projeto será a diferença entre o orçamento no término (ONT) e valor real gasto.	Custo	Projeto
Variação de esforço	Variação do esforço atual em relação ao esforço planejado para o projeto.	Recursos Humanos	Projeto
Variação de prazo	Variação da duração atual em relação à duração planejada para o projeto	Prazo	Projeto
Variação de tamanho	Variação do tamanho atual do software em relação ao tamanho planejado para o projeto.	Escopo	Projeto
Volatilidade dos requisitos	Percentual de mudanças nos requisitos do projeto durante o seu desenvolvimento.	Escopo	Processo

**ANEXO B – RELEVÂNCIA E FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DAS MÉTRICAS**

Métrica	> Relevância	< Relevância	> Frequência	< Frequência	Relevância x Frequência
Custo Real (CR)	100,0%	0,0%	87,5%	12,5%	Relevância > Frequência
Esforço	100,0%	0,0%	87,5%	12,5%	Relevância > Frequência
Taxa de mudanças	87,5%	0,0%	37,5%	62,5%	Relevância > Frequência
Remoção de falhas	87,5%	12,5%	37,5%	62,5%	Relevância > Frequência
Total de requisitos no projeto	87,5%	12,5%	50,0%	50,0%	Relevância > Frequência
Requisitos alterados por período	87,5%	12,5%	50,0%	50,0%	Relevância > Frequência
Impacto da mudança	87,5%	12,5%	50,0%	50,0%	Relevância > Frequência
Probabilidade de ocorrência dos riscos	87,5%	12,5%	37,5%	50,0%	Relevância > Frequência
Índice de desempenho de prazo (IDP)	87,5%	0,0%	25,0%	50,0%	Relevância > Frequência
Requisitos implementados por período	87,5%	12,5%	62,5%	37,5%	Relevância > Frequência
Índice de desempenho de custos (IDC)	87,5%	0,0%	37,5%	37,5%	Relevância > Frequência
Variação de custo (VC)	87,5%	0,0%	62,5%	25,0%	Relevância > Frequência
Novos requisitos definidos no projeto	87,5%	12,5%	75,0%	25,0%	Relevância > Frequência
Cobertura de testes	87,5%	0,0%	75,0%	25,0%	Relevância > Frequência
Produtividade	87,5%	12,5%	75,0%	25,0%	Relevância > Frequência
Orcamento no término (ONT)	87,5%	0,0%	62,5%	25,0%	Relevância > Frequência
Valor planejado (VP)	87,5%	0,0%	62,5%	25,0%	Relevância > Frequência
Tempo de resposta	87,5%	12,5%	75,0%	12,5%	Relevância > Frequência
Valor agregado (VA)	87,5%	12,5%	87,5%	12,5%	Relevância = Frequência
Estimativa no término (ENT)	75,0%	12,5%	37,5%	50,0%	Relevância > Frequência
Volatilidade dos requisitos	75,0%	25,0%	37,5%	50,0%	Relevância > Frequência
Densidade de defeitos	75,0%	12,5%	37,5%	50,0%	Relevância > Frequência
Taxa de retrabalho	75,0%	12,5%	50,0%	50,0%	Relevância > Frequência
Estimativa para terminar (EPT)	75,0%	12,5%	50,0%	37,5%	Relevância > Frequência
Taxa de entrega	75,0%	12,5%	50,0%	37,5%	Relevância > Frequência
Prazo médio para falha	75,0%	12,5%	37,5%	37,5%	Relevância > Frequência
Cobertura da implementação funcional	75,0%	12,5%	75,0%	12,5%	Relevância = Frequência
Tempo real utilizado por fase	75,0%	12,5%	62,5%	12,5%	Relevância > Frequência
Variação de tamanho	62,5%	25,0%	0,0%	100,0%	Relevância > Frequência
Tempo previsto por fase	62,5%	25,0%	37,5%	50,0%	Relevância > Frequência
Atividades executadas por período	62,5%	37,5%	62,5%	37,5%	Relevância = Frequência
Rendimento	62,5%	25,0%	37,5%	37,5%	Relevância > Frequência
Pontos de função implementados por período	50,0%	50,0%	25,0%	75,0%	Relevância > Frequência
Novos pontos de função no projeto	50,0%	50,0%	37,5%	62,5%	Relevância > Frequência
Pontos de função previstos por período	50,0%	50,0%	37,5%	50,0%	Relevância > Frequência
Variação de esforço	50,0%	25,0%	37,5%	50,0%	Relevância > Frequência
Variação de prazo	50,0%	37,5%	50,0%	37,5%	Relevância = Frequência