



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Arthur Ivson Xavier de Moraes Batista
Géssica Pinheiro da Silva

UM ESTUDO DE MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA PARA
CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NO CONTEXTO DE PROJETOS
DE SOFTWARE

Belém

2016

Arthur Ivson Xavier de Moraes Batista

Géssica Pinheiro da Silva

UM ESTUDO DE MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA PARA
CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NO CONTEXTO DE PROJETOS
DE SOFTWARE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel
em Ciência da Computação pela
Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Ronaldo
Bezerra Oliveira.

Coorientador: MSc. Julio Cezar Costa
Furtado.

Belém

2016

Arthur Ivson Xavier de Moraes Batista

Géssica Pinheiro da Silva

UM ESTUDO DE MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA PARA
CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NO CONTEXTO DE PROJETOS
DE SOFTWARE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel
em Ciência da Computação pela
Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Ronaldo
Bezerra Oliveira.

Coorientador: MSc. Julio Cezar Costa
Furtado.

Aprovado em:

Conceito:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira
Faculdade de Computação/UFPA - Orientador

Prof^a. Dr^a. Marcelle Pereira Mota
Faculdade de Computação/UFPA - Membro

Prof^a. Dr^a. Marianne Kogut Eliasquevici
Faculdade de Computação/UFPA - Membro

Dedicamos este trabalho aos nossos pais por serem nossos maiores incentivadores e exemplos de vida, e por não medirem esforços para nos proporcionar sempre o melhor.

AGRADECIMENTO - GÉSSICA PINHEIRO

É difícil agradecer a cada pessoa que de algum modo, nos momentos serenos ou apreensivos, fez ou faz parte da minha vida, por isso primeiramente agradeço à todos de coração.

Grata a Deus pelo dom da vida, pelo seu amor infinito. Sem Ele nada sou. Agradeço aos meus pais, Ana Claudia e Josemar, meus maiores exemplos, e a minha irmã Joyce. Eles confiaram em mim e me deram esta oportunidade de concretizar e encerrar mais uma caminhada da minha vida. Sei que eles não mediram esforços pra que este sonho se realizasse, sem a compreensão, ajuda e confiança deles nada disso seria possível hoje.

Ao meu namorado e dupla de TCC, Arthur, ofereço um agradecimento mais do que especial por ter vivenciado comigo o passo a passo deste trabalho, por ter me dado apoio incondicional, todo carinho, por ter me aturado nos momentos de estresse, e por tornar minha vida mais feliz.

Ao meu coorientador, MSc. Julio Cezar Costa Furtado, e ao Aluízio Ramos que tiveram participação vital na construção deste trabalho. Ao meu orientador, Prof. Dr. Sandro Ronaldo Oliveira Bezerra, que, com muita paciência e atenção, dedicou o seu valioso tempo para me orientar em cada passo deste trabalho. E aos demais professores, pela contribuição na minha vida acadêmica e por tanta influência na minha futura vida profissional.

Aos meus colegas de turma, Leonardo, Diego, Bruno, Eric e Ronald, obrigada por toda a parceria e momentos de descontração que ajudaram a continuar na caminhada. Em especial ao Bleno pelo apoio imensurável no Projeto Spider e por ter se tornado um verdadeiro irmão.

“Algumas pessoas marcam a nossa vida para sempre, umas porque nos vão ajudando na construção, outras porque nos apresentam projetos de sonho e outras ainda porque nos desafiam a construí-los”.

AGRADECIMENTO – ARTHUR XAVIER

Primeiramente, quero agradecer a Deus por mais uma vitória concedida em minha vida, por todas as bênçãos dadas até este momento e por ter me dado força e capacidade para alcançar mais este degrau em minha caminhada nesta terra.

Gostaria de agradecer, também, a minha mãe Neusa, que é a inspiração da minha vida, maior exemplo de superação e de fé em Deus. Sem ela, eu com certeza não estaria aqui. Assim como meu pai Ronaldo, que sempre me ensinou a ser uma pessoa focada, perseverante e insistente.

Aos meus familiares que sempre acreditaram em mim e tiveram boas expectativas ao meu respeito, em especial a minha tia Odilia, por ser uma segunda mãe pra mim, me manter em suas orações diárias e sempre me apoiar; ao meu irmão Andrey por servir como exemplo desde a minha infância e ser um dos maiores apoiadores de todos os projetos nos quais eu me engajo; e ao meu irmão caçula Davi por ser a alegria extra da minha vida nos últimos 3 anos.

A minha namorada e parceira neste projeto, Géssica, por estar comigo durante o dia a dia, me apoiando, enfrentando as dificuldades ao meu lado, me ajudando a levantar quando preciso e me dando forças e apoio para continuar caminhando em busca de um futuro melhor. Te amo incondicionalmente.

Aos meus amigos, em especial ao Bleno, Leonardo, Bruno, Diego, Daniel, Marcos, Eric e Ronald, por estarem juntos comigo nesta caminhada, onde nos ajudamos mutuamente nas dificuldades que surgiram, e pelos momentos de lazer que proporcionaram ótimas lembranças; e aos meus amigos de Ciência sem Fronteiras, em especial ao Romildo, Homero, Amanda e Fellipe, por fazerem parte de uma experiência única e inesquecível comigo.

Ao meu orientador Prof Dr Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira, por me conceder a oportunidade de fazer parte do laboratório SPIDER e contribuir com

ensinamentos valiosos que levarei para a vida. Assim como o meu Co-orientador Julio Furtado e o aluno de Mestrado Aluizio Ramos, os quais ajudaram na realização deste projeto.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho. Espero servir de inspiração a outros da mesma forma que vocês foram pra mim.

“A persistência é o menor caminho do êxito.”

(Charles Chaplin)

RESUMO

O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma técnica que visa prever e melhorar projetos de software, sejam eles em curso ou futuros, de acordo com a análise de seu comportamento. Por ser algo relativamente novo no contexto de projetos de software, é necessário buscar abordagens (técnicas, modelos de processos, *frameworks* de processo, ferramenta, metodologias e afins) que sirvam de apoio para que a aplicação desta técnica seja feita da maneira mais eficaz em cada projeto de software, acarretando em resultados que satisfaçam os envolvidos. Essas abordagens devem, de preferência, possuir na literatura casos de sucesso de sua implantação, para que organizações que desejam implantá-las tenham base para realizar tal ação. Nesse sentido, a utilização de um método confiável, rigoroso e auditável com o objetivo de investigar na literatura tais abordagens de CEP, no contexto de projetos de software, pode auxiliar organizações na definição ou melhoria de seu processo. Neste contexto, o objetivo desse trabalho é aplicar técnicas de Revisão Sistemática da Literatura para Controle Estatístico do Processo a fim de descobrir essas abordagens e produzir insumos que possam servir como base para novos estudos relacionados à Engenharia de Software Baseada em Evidências.

Palavras-chave: Engenharia de Software Baseada em Evidências, Controle Estatístico do Processo, Revisão Sistemática da Literatura.

ABSTRACT

The Statistical Process Control (SPC) is a technique which aims to predict and improve software projects, whether ongoing or future projects, according to the analysis of their behavior. Being recent in the software projects context, it is necessary to search for approaches (techniques, processes models, processes frameworks, tools, methodologies and related) which will give support to the application of this technique be made in an effective way in each software project, resulting in outcomes that will satisfy the people interested in it. These approaches must have, preferentially, successful cases of their implementation in the literature, so that the organizations, which wish to implement them, can have a basis to make it happen. Thus, the use of a trustable, strict and auditable method, which aims to investigate in the literature the SPC approaches, on the software projects context, can support organizations in the definition or improvement of their processes. In this context, the goal of this paper is to apply Systematic Literature Review for Statistical Processes Control techniques in order to discover these approaches and produce inputs that can serve as basis to further studies related to Evidence-Based Software Engineering.

Keywords: Evidence-Based Software Engineering, Statistical Process Control, Systematic Literature Review.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	VISÃO GERAL	18
1.2	JUSTIFICATIVA	19
1.3	MOTIVAÇÃO.....	21
1.4	OBJETIVOS	21
1.5	METODOLOGIA	22
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO - CEP	25
2.2	ENGENHARIA DE SOFTWARE BASEADA EM EVIDÊNCIAS	27
2.3	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	29
2.4	REVISÃO INFORMAL X REVISÃO SISTEMÁTICA.....	31
2.5	METODOLOGIA DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO.....	32
	2.5.1 Planejamento da Revisão	33
	2.5.2 Condução da Revisão	34
	2.5.3 Apresentação da Revisão	36
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
3	PLANEJAMENTO DA REVISÃO	38
3.1	PROTOCOLO DE REVISÃO	38

3.1.1	Objetivos da Revisão.....	39
3.1.2	Questão de Pesquisa Principal.....	40
3.1.3	Estrutura da Questão de Pesquisa Principal.....	40
3.1.4	Questões de Pesquisa Secundárias.....	41
3.1.5	Escopo da Pesquisa	41
3.1.6	Seleção de Fontes.....	42
3.1.7	Métodos de Busca Primária	43
3.1.7.1	Identificação de Palavras-Chaves e Sinônimos	44
3.1.7.2	Geração de <i>Strings</i> de Busca	45
3.1.8	Seleção dos Estudos Primários	47
3.1.8.1	CrITÉrios de Inclusão e Exclusão dos Estudos Primários	47
3.1.8.2	Processo de Seleção dos Estudos Primários	48
3.1.9	Avaliação dos Estudos Primários	50
3.1.9.1	CrITÉrios de Qualidade dos Estudos Primários	51
3.1.9.2	Processo de Avaliação dos Estudos Primários.....	53
3.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
4	RESULTADOS E ANÁLISE DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO	57
4.1	CONDUÇÃO DA REVISÃO	58
4.1.1	Busca Primária.....	58
4.1.3	Avaliação dos Estudos Primários	67
4.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
5	CONCLUSÕES.....	69
5.1	VISÃO GERAL	70

5.2	RESULTADOS OBTIDOS.....	71
5.3	PONTOS FORTES E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	71
5.4	TRABALHOS FUTUROS	72
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO	76
	APÊNDICE B – ESTUDOS PRIMÁRIOS.....	98
	APÊNDICE C – ESTUDOS EXCLUÍDOS	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de Trabalhos Retornados	58
Gráfico 2 - Número de Estudos ao Longo dos Anos.....	61
Gráfico 3 - Número de Estudos por Autor	61
Gráfico 4 - Número de Estudos por Instituição	62
Gráfico 5 - Número de Estudos por País	63
Gráfico 6 - Distribuição de Estudos por Tipo de Publicação	63
Gráfico 7 - Distribuição dos Trabalhos por Tipo de Estudo.....	66
Gráfico 8 - Métodos Empregados nos Estudos do Tipo Experimental.....	66
Gráfico 9 - Foco dos Estudos Primários	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Seleção de Fontes de Pesquisa	43
Quadro 2 - Escala de Likert-5	53
Quadro 3 - Escala para Cada Critério de Qualidade.....	54
Quadro 4 - Níveis de Qualidade (Beechan, 2007)	56
Quadro 5 - Seleção dos Estudos Primários	60
Quadro 6 - Estudos Primários por Eventos.....	64
Quadro 7 - Estudos Primários por Periódico.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Qualidade dos Estudos Primários.....	68
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Controle Estatístico do Processo
CMMI	Capability Maturity Model Integration
ESBE	Engenharia de Software Baseada em Evidências
MR-MPS-BR	Modelo de Referência para Melhoria de Processo de Software
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SPIDER	Software Process Improvement: DEvelopment and Research

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta a introdução deste trabalho. Está dividido nas seguintes seções: visão geral, justificativa, motivação, metodologia, objetivos do trabalho e sua estrutura.

1.1 VISÃO GERAL

De acordo com Demmy e Petrini (1989), um processo é definido como uma combinação de pessoas, métodos, materiais, informações, equipamentos e um ambiente que produza resultados. Um conceito fundamental do Controle Estatístico do Processo (CEP) é que um resultado de qualidade requer um processo que seja bem projetado e que seu funcionamento esteja de acordo com este projeto. O CEP visa assegurar que essas características sejam atendidas.

O CEP vem sendo utilizado ao longo de muitos anos em indústrias de manufatura, onde foi originalmente adotado, e outros ramos. Em contexto de software, essa prática é considerada mais recente, o que ainda causa muita dúvida no meio. Entende-se o CEP como uma evolução do processo de medição utilizado por empresas de software, haja vista que esta prática está presente em níveis mais elevados de modelos de maturidade de processo, como o Modelo de Referência para Melhoria de Processo de Software - MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016) e o *Capability Maturity Model Integration* - CMMI (SEI, 2010). De acordo com Barcellos (2009), quando alcançados esses níveis mais elevados (B e A do MR-MPS-SW, e 4 e 5 do CMMI), a medição tradicional não é mais suficiente, apesar de ainda ser utilizada, fazendo assim com que o CEP tenha a função de conhecer seu comportamento, determinar o seu desempenho em execuções anteriores e, com isso, prever o desempenho de projetos futuros, para que possam ser executadas ações corretivas e de melhoria, quando necessário.

A ênfase para buscar melhorias da qualidade deve ser concentrada em melhoramentos contínuos, atitudes que, promovidas continuamente, permitam reconhecer os problemas, priorizar ações corretivas e implantá-las (SILVA, 1999).

A ideia principal do CEP é melhorar os processos de software com menos variabilidade, proporcionando níveis melhores de qualidade nos resultados da produção. Para isso o CEP abrange a coleta, a análise e a interpretação de dados com a finalidade de resolver um problema particular (PALADINI, 2002).

A utilização de métodos estatísticos não garante a solução de todos os problemas de um processo de software, porém é uma maneira racional, lógica e organizada de determinar onde eles existem, sua extensão e a forma de solucioná-los. Esses métodos podem ajudar na obtenção de sistemas que assegurem uma melhoria contínua da qualidade e da produtividade ao mesmo tempo (CHAMBERS e WHEELER, 1992).

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o objetivo de aplicar técnicas de um Mapeamento Sistemático da Literatura e, assim, fazer uma análise crítica da literatura, no que diz respeito ao Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software, viu-se necessário realizar uma Revisão Sistemática da Literatura, para descobrir abordagens (técnicas, modelos de processos, *frameworks* de processo, ferramenta, metodologias e afins) que pudessem auxiliar esta área.

Vale ressaltar que este trabalho foi desenvolvido como uma das etapas de uma dissertação de mestrado ainda em desenvolvimento, no contexto do projeto SPIDER, acrônimo para *Software Process Improvement: DEvelopment and Research* (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A dissertação citada tem como um de seus objetivos propor um catálogo de práticas, ferramentas e técnicas de CEP. Em vista disso, com o objetivo de validar, por meio de evidências científicas, verificou-se necessário a aplicação de um estudo baseado em Revisão Sistemática da Literatura para o Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software. O escopo deste trabalho não contempla todas as etapas da Revisão Sistemática da Literatura que foi realizada, já que neste trabalho será apenas apresentada a Revisão Sistemática da Literatura até a etapa de avaliação de qualidade dos Estudos Primários, tendo como principal resultado a caracterização dos estudos relacionados ao Controle Estatístico do Processo no contexto de organizações de software disponíveis na literatura.

Este trabalho é justificado pelo fato de que o Controle Estatístico do Processo é de grande importância para organizações desenvolvedoras de software e sua gestão ocupa papel relevante em modelos de melhoria de processo de software, como o MR-MPS-SW e o CMMI. Além disso, os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura para o Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software poderão contribuir tanto para o meio acadêmico quanto para o industrial, uma vez que o catálogo será disponibilizado gratuitamente. Este catálogo poderá ser usado em diferentes ambientes e para diferentes fins, seja para apresentação e aprendizado sobre o CEP no meio acadêmico ou para auxiliar uma empresa que queira realizar este controle em seus softwares em casos de desenvolvimento prático.

Kitchenham (2007) afirma, também, que os resultados de uma revisão sistemática ajudam a identificar alguma lacuna na pesquisa atual para sugerir áreas para investigações futuras, examinar o quanto evidências experimentais apoiam ou contradizem hipóteses teóricas e apoiar a geração de novas hipóteses. Com esse intuito, essa pesquisa visa, por meio de um método confiável, rigoroso e autidável, encontrar na literatura abordagens que apoiem o processo de Controle Estatístico do Processo a fim de servir como base para a criação de um

catálogo para essa área, além de descobrir como este assunto tem sido abordado nos últimos quinze anos na literatura especializada.

1.3 MOTIVAÇÃO

Pelo fato de ser uma prática considerada recente no contexto de projetos de software, as organizações desenvolvedoras de software encontram dificuldades na implantação do Controle Estatístico do Processo. A inexistência de um catálogo a respeito das principais técnicas, padrões, abordagens e *frameworks* mais utilizados em projetos de software é uma forte motivação para a realização deste trabalho. Nesse contexto, a Engenharia de Software Baseada em Evidências busca estudos na literatura para apoiar uma hipótese ou responder a questões de pesquisa, o que pode ser realizado por meio, principalmente, de Revisões Sistemáticas da Literatura.

Além disso, o Controle Estatístico do Processo tem sido um aspecto constantemente presente nos Programas de Melhoria da Qualidade do Processo de Software. Tem o seu papel destacado no CMMI-DEV (*CMMI for Development*) e no programa MPS.BR (Melhoria do Processo de Software Brasileiro). Em ambos os casos, quanto mais madura a instituição, maior o escopo do processo de medição de software.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é realizar um Mapeamento Sistemático da Literatura para a área de Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software.

Como objetivos específicos relacionados a este, tem-se:

- Definir previamente especificações, tais como, restrições de pesquisas, critérios de inclusão e exclusão de Estudos Primários, critérios de qualidade para esses estudos, dentre outras, que nortearão a realização da Mapeamento Sistemático da Literatura;
- Conduzir a Mapeamento Sistemático da Literatura seguindo as especificações estabelecidas previamente;
- Analisar os resultados da revisão por meio da caracterização dos estudos selecionados.

1.5 METODOLOGIA

O método utilizado na pesquisa foi o método dedutivo, pois partiu de princípios gerais do Controle Estatístico do Processo no contexto de projeto de software para serem aplicados a casos específicos.

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada quanto a seus objetivos como descritiva e quanto a seus procedimentos como bibliográfica e experimental. Isto porque a pesquisa em mãos deve servir como procedimento básico para o estudo, pelos quais busca-se o domínio sobre o Controle Estatístico do Processo aplicado ao contexto de projeto de software por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura, confirmando sua classificação em relação a seus procedimentos como bibliográfica e experimental.

É considerada quanto a seus objetivos como descritiva por procurar descobrir, com a precisão possível, a frequência com que as abordagens (técnicas, padrões, *frameworks*, ferramentas, metodologias e afins) ocorrem, suas relações e conexões, suas naturezas e características.

Quanto à técnica, este trabalho fez a opção pelo Mapeamento Sistemático da Literatura. Esta opção justifica-se porque o método escolhido permite verificar

na literatura, de uma forma confiável, criteriosa e rigorosa, a produção científica sobre Controle Estatístico do Processo.

A pesquisa utilizou-se de quatro fontes de dados internacionais, previamente escolhidas e expostas no Protocolo de Revisão que será apresentado no Capítulo 2. A pesquisa nas fontes escolhidas foi por meio de *strings* de busca que foram utilizadas em todas as fontes. Estudos Primários foram selecionados e guardados na ferramenta Microsoft Office Excel, permitindo maior flexibilidade para o gerenciamento de referência e na quantificação dos estudos manipulados.

Os estudos retornados passaram por uma seleção, por meio de critérios de inclusão e exclusão, e depois foram novamente avaliados, utilizando critérios de qualidade, seguindo todas as definições e restrições estabelecidas em um protocolo pré-definido.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, da seguinte forma:

- CAPÍTULO 1 – descreve a motivação, problema de pesquisa, objetivos, metodologia da pesquisa, bem como a justificativa e organização do trabalho;
- CAPÍTULO 2 – apresenta a fundamentação teórica do trabalho, no que diz respeito ao Controle Estatístico do Processo e à Revisão Sistemática da Literatura;
- CAPÍTULO 3 – apresenta o planejamento da revisão;
- CAPÍTULO 4 – apresenta a principal contribuição desse trabalho, a execução da revisão e seus resultados;
- CAPÍTULO 5 – apresenta as conclusões do trabalho e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Alan Davis (1995) *apud* GLASS (2002), a indústria de software encontra-se no mesmo estado da arte que a indústria farmacêutica esteve no século XIX. Para Mafra e Travassos (2006) a argumentação de Davis é sustentada pelo fato de que frequentemente a indústria de software é acometida por diversos anúncios de “cura” para os mais variados problemas. Com isto surgem dúvidas de: qual solução deve-se escolher? onde buscar fundamentação para auxiliar essa escolha? como saber a precedência dessa solução?

Mafra e Travassos (2006) afirmam que as respostas para essas questões poderiam ser obtidas de forma razoável caso a Engenharia de Software fizesse um uso intenso e sistemático de uma abordagem baseada em evidências. Neste cenário, verifica-se a importância de se trabalhar com a Engenharia de Software Baseada em Evidências (*Evidence-based Software Engineering* – ESBE em inglês).

2.1 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO - CEP

O Controle Estatístico do Processo foi originalmente desenvolvido para implementar um processo de melhoria contínua em linhas de produção na área de manufatura, envolvendo o uso de ferramentas estatísticas e técnicas de resolução de problemas com o objetivo de detectar padrões de variação no processo de produção para garantir que os padrões de qualidade estabelecidos para os produtos fossem alcançados (WHEELER e CHAMBERS, 1992). É uma metodologia utilizada para determinar se um processo está sob controle, no ponto de vista estatístico (LANTZY, 1992).

Um processo está sob controle se seu comportamento é estável, ou seja, se suas variações encontram-se dentro dos limites esperados, determinados com

base em dados históricos. Um processo estável tem comportamento repetível, sendo possível prever seu desempenho em execuções futuras e, com isso, preparar planos que sejam alcançáveis e melhorá-lo continuamente. Por outro lado, um processo que apresenta variações que ultrapassam os limites esperados é instável e as causas dessas variações, chamadas causas especiais, precisam ser investigadas e tratadas através de ações de melhoria que visem à estabilização (FLORAC e CARLETON, 1999). Ter estabilizado seus processos é uma característica das organizações que buscam ou encontram-se nos mais elevados níveis de maturidade.

A medição tradicional visa um acompanhamento periódico geralmente fixo (semestral, trimestral, bimestral etc.), dos valores que foram coletados para análise, enquanto o CEP prevê um acompanhamento mais frequente, que em alguns casos pode ser até mesmo diário. Fazendo acompanhamentos periódicos com espaços de tempo mais demorados entre eles, geralmente finais de projetos e fases, fazem com que as informações que neles forem adquiridos sejam importantes para projetos futuros, entretanto, para o projeto de onde elas foram adquiridas, estas informações serão desnecessárias. Utilizando esta prática, erros só poderão ser identificados quando já estiverem afetando todo o processo, fazendo até com que o projeto pare até a solução deste. Com acompanhamentos mais frequentes, como acontece no CEP, a detecção de indícios desses erros pode ser detectada de forma que não afete o restante dos processos e que ações de prevenção sejam acionadas, fazendo com que o projeto siga o seu fluxo sem atrasos gerais de processos e que, no atual e em projetos futuros, este comportamento errôneo seja evitado (BARCELLOS *et al.*, 2012).

O CEP utiliza de artifícios como gráficos de controle e métodos estatísticos para análise dos dados que foram coletados para que informações possam ser utilizadas na visualização de desempenho dos processos. De acordo com Barcellos *et al.* (2012), os gráficos de controle estão para os gerentes de projeto e engenheiros de software assim como o painel de controle de um automóvel está para seu motorista. De acordo com a análise de um gráfico de um determinado

processo, o gerente e/ou o engenheiro de software tiram as informações necessárias a respeito do comportamento deste processo, dando suporte nas tomadas de decisão acerca do mesmo, como ações corretivas e de melhoria. A utilização dos métodos estatísticos auxiliam na melhoria do processo, quando associado à análises cronológicas, o que difere a estatística utilizada no CEP da estatística clássica. Utilizando esta combinação, pode-se detectar se há melhorias ao longo do tempo e quais são as tendências no comportamento de determinado processo (BENNEYAN *et al.*, 2003).

Os limites de controle são calculados a partir de fórmulas (específicas para cada tipo de gráfico de controle) que levam em consideração a variabilidade do processo por meio de medidas sobre a dispersão dos dados. Os limites de controle são essenciais para o funcionamento do gráfico de controle, pois são eles que permitem a diferenciação entre a variação rotineira e a variação excepcional (WHEELER e CHAMBERS, 1992).

Existem diversos tipos de gráficos de controle aplicáveis para diferentes contextos e problemas. Antes da construção de um gráfico de controle é necessário verificar o problema que se deseja analisar e os dados que estão disponíveis, e escolher o tipo de gráfico mais adequado (ROCHA *et al.*, 2012).

2.2 ENGENHARIA DE SOFTWARE BASEADA EM EVIDÊNCIAS

Para Kitchenham *et al.* (2004), a Engenharia de Software Baseada em Evidências (ESBE) é aquela que busca prover meios pelos quais melhores evidências provenientes da pesquisa possam ser integradas com experiência prática e valores humanos no processo de tomada de decisão, considerando o desenvolvimento e a manutenção do software. Com essa afirmação, é definido um caráter experimental para a Engenharia de Software que seria o uso da abordagem científica para o desenvolvimento, evolução e manutenção de software.

Kitchenham *et al.*, (2004) afirmam, também, que outras áreas que adotaram a abordagem baseada em evidências avançaram consideravelmente, a exemplo da medicina, que nas duas últimas décadas aumentou o número de publicações utilizando esse tipo de abordagem, além do surgimento de revistas da área especializadas no assunto em questão. Após a adoção desse novo paradigma, Monteiro (2010) afirma que as práticas médicas mudaram drasticamente na última década, pois estudos mostraram que a não realização de revisões sistemáticas poderia custar vidas.

Segundo Costa (2010), essa afirmação pode ser, também, válida para o contexto da Engenharia de Software, devido o aumento da importância de softwares em diversas áreas, já que os mesmos têm sido utilizados em dispositivos médicos, sistemas de controle de voos, construção civil, entre outros.

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

Em vista disso, Mafra e Travassos (2006) afirmam que para atingir um nível adequado de evidência a respeito da caracterização de uma determinada tecnologia em uso, a ESBE deve fazer uso basicamente de dois tipos de estudos:

- Estudos Primários, que são os estudos que visam caracterizar uma determinada tecnologia em uso dentro de um contexto específico. Onde se encontram os *surveys* e os estudos de caso;
- Estudos Secundários, que são os estudos que visam identificar, avaliar e interpretar todos os resultados relevantes a um determinado tópico de pesquisa, fenômeno de interesse ou questão de pesquisa. Onde se encontram as revisões sistemáticas.

Um dos principais métodos da Engenharia de Software Baseada em Evidências são as Revisões Sistemáticas da Literatura (*Systematic Literature*

Review – SLR em inglês), classificadas como Estudos Secundários, já que, dependem dos Estudos Primários utilizados para revelar evidências e construir conhecimento (DYBÅ *et al.*, 2007; OATES e CAPPER, 2009; TRAVASSOS, 2007 *apud* COSTA, 2010).

2.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é uma revisão transparente, devido apresentar toda sua estratégia de pesquisa, restrições e critérios de avaliação. É uma revisão estruturada, pois não permite ao autor uma análise *ad hoc* nem a presença de vieses por parte deste.

Esse tipo de revisão surgiu no meio da medicina. Em 1904, o britânico Karl Pearson, ao estudar o efeito preventivo das inoculações contra a febre entérica, percebeu que os resultados eram inexpressivos e tinham alta probabilidade de que existisse erro, a partir disso, resolveu procurar por técnicas formais e da combinação de resultados de diferentes estudos. Tal pesquisa foi publicada no *British Medical Journal*. Entretanto, o termo Revisão Sistemática apenas surgiu em 1955, com a publicação do artigo *The Power of Placebo*, de Henry K. Beecher, no *Journal of American Medical Association* (CORDEIRO *et al*, 2007).

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

A principal meta de uma Revisão Sistemática da Literatura consiste em realizar pesquisa exaustiva na literatura, em busca de evidências que possam

apoiar uma determinada hipótese, ou simplesmente a busca por conhecimento aprofundado acerca de certo fenômeno de interesse. Para tal, a revisão sistemática faz uso de estudos previamente publicados e validados relacionados ao tópico de interesse: os Estudos Primários, estudos de natureza experimental que envolvem hipóteses e resultados obtidos com pesquisas e experimentação, a partir de diferentes métodos, como *surveys*, estudo de caso e experimentos. Na Engenharia de Software, os estudos experimentais consistem em uma importante maneira de se obter maiores informações a respeito de novas tecnologias, metodologias e boas práticas quanto ao desenvolvimento de software (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

A revisão sistemática consiste em pesquisa organizada e metódica na literatura, que possui como característica: 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; passíveis de replicação, por possuírem um Protocolo de Revisão definido a priori (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

No entanto, uma Revisão Sistemática da Literatura necessita de um esforço muito maior por parte dos pesquisadores, além de ser uma revisão que necessita de mais recursos humanos que uma revisão informal, já que é aconselhável a participação de no mínimo dois pesquisadores para sua condução, para garantir sua confiabilidade e eliminar viés individual.

Vale lembrar, novamente que, para este trabalho, não foi realizada todas as etapas da Revisão Sistemática da Literatura. Foi elaborado um Mapeamento Sistemático da Literatura, que abrange a revisão dos estudos em busca de objetivos definidos no Protocolo de Revisão. Após a busca, gera-se os Estudos Primários, como dito anteriormente, os quais são analisados superficialmente e alguns são selecionados como estudos secundários, para uma análise mais aprofundada. Com o término da análise, são gerados os resultados requeridos

pelo Protocolo de Revisão. Após isso é feita a Avaliação dos Estudos Primários, finalizando assim o processo de Mapeamento Sistemático da Literatura (e este trabalho). Os passos subsequentes da Revisão Sistemática da Literatura dependem dos resultados obtidos do MSL, fazendo deste um passo fundamental para o produto final da RSL.

2.4 REVISÃO INFORMAL X REVISÃO SISTEMÁTICA

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

Uma revisão sistemática difere-se de uma revisão informal nos seguintes aspectos:

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

tendo em vista que o propósito de uma revisão sistemática é a análise dos dados coletados com o objetivo da geração de evidências para o fenômeno em questão.

No contexto da Engenharia de Software, Mafra e Travassos (2006) afirmam que frequentemente as revisões de literatura são realizadas de forma informal, sem planejamento e critérios estabelecidos, o que geralmente ocasiona em uma revisão pouco abrangente, não passível de repetição, pouco confiável e dependente de revisores. Aspectos esses que não são encontrados em uma revisão sistemática, já que a mesma estabelece um processo formal.

Vale ressaltar, ainda, nesse aspecto, que uma revisão sistemática não é apenas um agrupamento de estudos e sim uma abordagem metodológica para se realizar pesquisa com finalidades experimentais.

2.5 METODOLOGIA DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

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

A revisão sistemática segue uma metodologia específica e peculiar, apresentada por Kitchenham (2007), em que define: revisões sistemáticas começam pela definição de um Protocolo de Revisão, que especifica a questão de pesquisa a ser tratada e os métodos que serão usados para sua realização; que são baseadas em uma estratégia de busca definida pelo pesquisador, a qual objetiva identificar o máximo possível de estudos relevantes à questão de pesquisa; onde a estratégia de busca é documentada nos mínimos detalhes, para que o leitor possa avaliar seu rigor, completude e replicabilidade; exigem critérios

explícitos de inclusão e exclusão de Estudos Primários, de forma a avaliar a necessidade destes estudos para a pesquisa; especificam a informação a ser obtida a partir de cada Estudo Primário, incluindo critérios de qualidade para avaliação de cada estudo; além de ser um pré-requisito para uma meta-análise quantitativa de dados.

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

2.5.1 Planejamento da Revisão

Uma Revisão Sistemática da Literatura necessita de um protocolo detalhado que descreve todo o seu processo e os métodos que serão aplicados durante sua execução. O processo de criação desse protocolo define a etapa de planejamento da revisão.

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

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

- Quais são os objetivos desta revisão?
- Que fontes foram pesquisadas para identificar os Estudos Primários? Houve alguma restrição?
- Quais foram os critérios de inclusão / exclusão e como foram aplicados?

- Que critérios foram utilizados para avaliar a qualidade dos Estudos Primários?
- Como foram aplicados os critérios de qualidade?
- Como os dados foram extraídos dos Estudos Primários?
- Como os dados foram sintetizados?
- Quais foram as diferenças entre os estudos pesquisados?
- Como os dados foram combinados?

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

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

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

2.5.2 Condução da Revisão

A etapa de Condução da Revisão pode ser dividida nas seguintes fases: busca primária, seleção dos Estudos Primários, avaliação da qualidade dos Estudos Primários e extração dos dados.

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

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

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

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

Para Travassos (2007), o processo para realizar a etapa de Condução de uma Revisão Sistemática é definido pelos seguintes passos:

- Realização das Buscas nas fontes definidas: o processo deve ser transparente, repetível e documentado, assim como as mudanças que ocorrem no processo;
- Seleção dos Estudos Primários com os critérios de inclusão e exclusão definidos;
- Extração dos dados, desde informações gerais dos estudos às respostas para as questões de pesquisa. Formulários são um bom meio para registrar todos os dados necessários e o uso de uma

ferramenta computacional pode apoiar a extração e registro dos dados e posterior análise;

- Avaliação da qualidade dos estudos é importante para balancear a importância de diferentes estudos, reduzir o viés (tendência a produzir “resultados tendenciosos” que se separam sistematicamente dos resultados verdadeiros), maximizar a validade interna e externa e guiar recomendações para pesquisas futuras;
- Síntese dos dados é realizada de acordo com as questões de pesquisa, por meio de quadros para realçar as similaridades e diferenças entre estudos. Se dados quantitativos estão disponíveis, pode-se considerar fazer uma meta-análise.

2.5.3 Apresentação da Revisão

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

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

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

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de revisões sistemáticas na Engenharia de Software pode trazer diversos benefícios, entre eles pode se destacar o foco que esse tipo de revisão proporciona ao pesquisador durante a sua execução. Isso se dá devido ao caráter metodológico desse tipo de investigação, que impede, por exemplo, a distração dos pesquisadores em outros artigos interessantes, mas não relevantes a sua pesquisa.

Outro benefício que pode ser destacado é a maior quantidade de informações obtidas sobre o tópico pesquisado, já que, por meio dos resultados de uma RSL, têm-se a possibilidade de verificar como o tópico de interesse vem sendo tratado na literatura e se existem lacunas em sua pesquisa, o que permite identificar novas oportunidades.

Ainda nesse sentido, os resultados de uma revisão sistemática podem: apontar quais são as abordagens mais utilizadas para o tópico em questão; identificar na literatura o quanto evidências empíricas suportam ou contradizem hipóteses teóricas; apresentar quais são seus pontos fortes e fracos; e apoiar a geração de novas hipóteses. Todos esses fatores podem auxiliar, no contexto organizacional, a tomada de decisão.

Vale ressaltar que a utilização da experimentação no contexto da Engenharia de Software pode auxiliar na caracterização de tecnologias em uso, que podem passar por um processo evolutivo, por meio de novas experimentações em diferentes contextos, ou, então, definir a adoção de uma nova tecnologia.

A utilização de revisões sistemáticas na Engenharia de Software, segundo Mafra e Travassos (2006), tem tido um considerável avanço, que pode ser indicado pela definição de diretrizes (KITCHENHAM, 2007) e de um processo para a Condução de Revisões Sistemáticas (BIOLCHINI *et al.*, 2005), além da

Condução de Revisões Sistemática por instituições de pesquisa que se destacam no cenário mundial.

Para a indústria de software, a revisão sistemática é capaz de contribuir com evidências relacionadas ao funcionamento, eficiência ou riscos de uma determinada tecnologia e sua obtenção (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

Para a comunidade acadêmica, o que inclui pesquisadores, estudantes e orientadores, a revisão sistemática é um importante meio para realização de novas pesquisas com alta confiabilidade e valor científico, contribuindo, dessa forma, enormemente com o conhecimento científico voltado à Engenharia de Software (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

Neste capítulo foram apresentados os conceitos e definições sobre Revisão Sistemática da Literatura, bem como sua metodologia. O foco deste trabalho está na Condução de uma Revisão Sistemática, a partir da definição de um Protocolo de Revisão, apresentado no Capítulo 3.

3 PLANEJAMENTO DA REVISÃO

Como parte de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), ao iniciar a etapa de planejamento do Mapeamento Sistemático da Literatura realizado neste trabalho, foi criado um Protocolo de Revisão e este capítulo apresenta alguns tópicos que foram definidos no mesmo para a Condução da RSL citada.

3.1 PROTOCOLO DE REVISÃO

O Protocolo de Revisão é o documento em que se encontra o planejamento de uma revisão sistemática. Nele são definidos os objetivos, o escopo, as

restrições, os critérios, entre outras especificações para que uma revisão sistemática seja conduzida com sucesso. Nas subseções seguintes são apresentadas essas especificações no contexto deste trabalho, ou seja, apenas as seções do protocolo que se referem à etapa de planejamento da revisão e a etapa de Condução da Revisão sobre as fases de seleção dos Estudos Primários e avaliação da qualidade desses estudos. O protocolo completo pode ser visualizado no apêndice A.

3.1.1 Objetivos da Revisão

Esta revisão sistemática teve o objetivo de identificar abordagens para apoiar as atividades do Controle Estatístico do Processo (CEP), no contexto de projetos de software, no que tange a processos, modelos, metodologias, técnicas, ferramentas e afins. Desta forma, têm-se a seguinte estrutura para o objetivo, conforme proposto em Santos (2010):

- **Analisar:** relatos de experiência e publicações científicas através de um estudo baseado em revisão sistemática;
- **Com o propósito de:** identificar abordagens para apoiar atividades de Controle Estatístico do Processo;
- **Com relação à:** definição e uso de processos, *frameworks*, metodologias, ferramentas e demais instrumentos empregados para a implantação e execução das atividades de Controle Estatístico do Processo em organizações de desenvolvimento de software;
- **Do ponto de vista de:** pesquisadores e organizações desenvolvedoras/mantenedoras de software;
- **No contexto:** acadêmico e industrial.

3.1.2 Questão de Pesquisa Principal

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

(QP1) Quais os padrões são existentes para apoiar as atividades de Controle Estatístico do Processo?

3.1.3 Estrutura da Questão de Pesquisa Principal

A estrutura da questão de pesquisa foi organizada conforme a estrutura *Population, Intervention, Context, Outcomes, Comparison* (PICOC), recomendada por Kitchenham (2007). Entretanto, apenas os itens *Population, Intervention e Outcomes* (PIO), que traduzidos para o português são População, Intervenção e Resultados, foram considerados relevantes para a pesquisa. Tal restrição, segundo Santos (2010), caracteriza esta pesquisa como uma Revisão QUASI Sistemática da Literatura. Nesse sentido definiu-se a seguinte estrutura para a questão de pesquisa principal:

- **População (P):** Organizações de software e projetos de software;
- **Intervenção (I):** Padrões para apoiar atividades de Controle Estatístico do Processo;
- **Resultados (O):** Modelos de processos, técnicas, metodologias, ferramentas e *frameworks* de Controle Estatístico do Processo.

3.1.4 Questões de Pesquisa Secundárias

Com base na questão principal foi estabelecido um conjunto de questões de pesquisa secundárias para serem respondidas durante a fase de extração de informações. Tais questões têm o objetivo de esclarecer detalhes importantes que a revisão procura identificar para colaborar com o projeto onde esta se insere. As questões de pesquisa secundárias são apresentadas a seguir:

(QS1) Quais os ativos (papéis, artefatos) envolvidos?

(QS2) Existem ferramentas de softwares de apoio ao Controle Estatístico do Processo?

(QS3) Caso existam ferramentas de softwares de apoio, qual a licença de uso?

3.1.5 Escopo da Pesquisa

Com o objetivo de assegurar a viabilidade da pesquisa, foi definido um escopo para a mesma, que pode ser descrito por meio da definição de critérios de seleção de fontes e algumas restrições. Para a seleção das fontes de pesquisa, foram definidos os seguintes critérios:

- Disponibilidade para consultas web;
- Disponibilidade de artigos na íntegra por meio do domínio da Universidade Federal do Pará e/ou a partir da utilização da *engine* de busca *Google* e *Google Scholar*;
- Disponibilidade de artigos em inglês ou português;
- Presença de mecanismo de busca que faça uso de palavras-chave;

- Relevância da fonte.

Como restrições para a pesquisa têm-se:

- Artigos repetidos (em mais de uma fonte de busca) devem ser considerados sua primeira ocorrência;
- Artigos duplicados devem ser considerados apenas a sua versão mais recente ou a mais completa, salvo em casos que haja complemento de informações;
- Os artigos e trabalhos devem mencionar as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do artigo;
- A pesquisa não pode incorrer em ônus financeiro aos pesquisadores. Portanto, apenas foram selecionadas as fontes que possibilitam consultas de forma gratuita (também serão consideradas fontes que oferecem consultas de forma gratuita a partir do acesso pelo domínio da UFPA);
- A pesquisa esteve restrita aos resultados publicados entre 01 de janeiro de 2000 até 31 de Dezembro de 2016.

3.1.6 Seleção de Fontes

Com base na relevância das fontes para o tópico de pesquisa deste trabalho, ou seja, as fontes mais conhecidas e utilizadas no cenário atual, foram elencadas oito possíveis fontes de interesse. Assim, levando em consideração os critérios de seleção e as restrições da pesquisa, foram selecionadas as fontes de pesquisa (vide Quadro 1) nas quais foram realizadas as buscas dos Estudos Primários, de acordo com a disponibilidade de pesquisa e relevância para área de Qualidade de Software.

Quadro 1 - Seleção de Fontes de Pesquisa

Fonte	Selecionada?	Justificativa
ACM	Sim	-
IEEE Xplore Digital Library	Sim	-
EI Compendex	Sim	-
ISI Web of Knowledge	Não	Falta de disponibilidade.
Scopus	Sim	-
Jairo	Não	Máquina de busca ineficiente.
Anais do WAMPS - Anais do Workshop Anual do MPS.BR	Não	Os artigos indexados já estavam disponíveis em outras fontes selecionadas.
Anais do SBQS – Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software	Não	Falta de disponibilidade.

Durante o período de busca de artigos nas bases, a fonte ISI Web of Knowledge foi excluída pois não foi mais possível acessá-la gratuitamente pelo domínio da UFPA. Sendo assim, foram utilizadas apenas as fontes de busca ACM, IEEE, EI Compendex e SCOPUS.

3.1.7 Métodos de Busca Primária

Os métodos que foram utilizados para as buscas seguem a estratégia de:

1. Identificação de palavras-chave e sinônimos;

2. Geração de *Strings* de busca;
3. Realização das buscas nas fontes de pesquisas selecionadas (Aplicação de *Strings* de busca);

Nas subseções seguintes são detalhadas as estratégias que foram utilizadas neste trabalho.

3.1.7.1 Identificação de Palavras-Chaves e Sinônimos

As palavras-chaves foram identificadas a partir das questões de pesquisa e em acordo com a estrutura População, Intervenção e Resultados. De acordo com as restrições da pesquisa, os idiomas em que as palavras-chaves foram definidas são o Português e o Inglês. A seguir são apresentadas as palavras-chaves para a questão de pesquisa principal.

- POPULAÇÃO
 - Inglês: *Software Development, Software Project, Software, Project, Development, Organization, Enterprise, Company, Industry, Institute, Research Group, Technology Center, Measurement, Quality, Performance, Improvement, Charts, Stability, Critical Process, Rework, Capability e Baselines;*
 - Português: Desenvolvimento de Software, Projeto de Software, Software, Projeto, Desenvolvimento, Organização, Empresa, Companhia, Indústria, Instituição, Grupo de Pesquisa, Centros de Tecnologia, Medição, Qualidade, Performance, Melhoria, Gráficos, Estabilidade, Processo Critico, Retrabalho, Capacidade e Baselines;
- INTERVENÇÃO

- Inglês: *Statistical Process Control*;
- Português: Controle Estatístico do Processo;
- RESULTADOS
 - Inglês: *Model, Process, Framework, Method, Technique, Methodology, Knowledge, Activity, Task, Tool, Software, Program, Application*;
 - Português: Modelo, Processo, Framework, Método, Técnica, Metodologia, Conhecimento, Atividade, Tarefa, Ferramenta, Software, Programa, Aplicação;

3.1.7.2 Geração de *Strings* de Busca

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

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

Vale ressaltar que o elemento *Comparison* (C) não está no contexto desse trabalho, logo, o conjunto de palavras-chave para esse elemento é vazio. Para a questão de pesquisa serão consideradas duas *strings* de busca (uma para busca em inglês e outra para o português) e com base nesta foi gerada uma *string* de busca para cada fonte de pesquisa automática devido a diferença entre as máquinas de busca de cada fonte ser diferente.

- Para *IEEEExplore Digital Library*:

- (("Software*")AND("Development") AND ("Statistical Process Control" OR "SPC" OR "Statistical" OR "Process" OR "Control" OR "Baseline") AND ("Quality" OR "Model" OR "Method" OR "Framework" OR "Technique" OR "Methodology" OR "Environment" OR "Tool" OR "Standard" OR "Process" OR "Application" OR "System"))).
- Para *EI Compendex*:
 - (("Software*")AND("Development") AND ("Statistical Process Control" OR "SPC") AND ("Quality" OR "Model" OR "Method" OR "Framework" OR "Technique" OR "Methodology" OR "Environment" OR "Tool" OR "Standard" OR "Process" OR "Application" OR "System")), published after 2000, published before 2015
- Para ACM:
 - ("Software" AND "Development" "Statistical +Process +Control" "Quality" "Model" "Method" "Framework" "Technique" "Methodology" "Environment" "Tool" "Standard" "Process" "Application" "System").
- Para SCOPUS:
 - TITLE-ABS-KEY
 (("Software*") AND ("Development") AND ("Statistical Process Control" OR "SPC") AND ("Quality" OR "Model" OR "Method" OR "Framework" OR "Technique" OR "Methodology" OR "Environment" OR "Tool" OR "Standard" OR "Process" OR "Application" OR "System"))) AND PUBY EAR > 1999.

3.1.8 Seleção dos Estudos Primários

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

3.1.8.1 Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos Primários

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

- CE.1) Artigos que não estejam disponíveis livremente para consulta ou download (em versão completa) nas fontes de pesquisa ou por meio de busca manual (para artigos que não sejam fornecidos na íntegra) realizada nas ferramentas de busca Google (<http://www.google.com.br/>) e/ou Google Scholar (<http://scholar.google.com.br/>);
- CE.2) Artigos que claramente não atendam as questões de pesquisa;
- CE.3) Artigos repetidos (em mais de uma fonte de busca) tiveram apenas sua primeira ocorrência considerada;
- CE.4) Estudos enquadrados como resumos, *keynote speeches*, cursos, tutoriais, *workshops* e afins;

- CE.5) Artigos que não mencionem as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do artigo, salvo trabalhos que abordem melhoria do processo de software nos quais seja observada possibilidade do Controle Estatístico do Processo ser tratado ao longo do trabalho;
- CE.6) Excluir se o estudo não estiver inserido no contexto de Projetos de Software, Indústria de Software ou Engenharia de Software;
- CE.7) Excluir se o estudo não estiver apresentado em uma das linguagens aceitas (Inglês e Português).

Os critérios de inclusão dos artigos basearam-se em:

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

3.1.8.2 Processo de Seleção dos Estudos Primários

Para a execução do processo da etapa de seleção dos Estudos Primários da revisão sistemática foram utilizados os seguintes recursos:

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

Durante a Condução desta Revisão Sistemática, os Estudos Primários foram identificados conforme o processo seguinte:

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

4. Durante a segunda fase da seleção dos artigos, os artigos que foram pré-selecionados a partir da leitura do resumo, introdução e conclusão, foram analisados novamente de forma mais detalhada e os quatro pesquisadores responsáveis pela seleção dos artigos entraram em consenso, quando necessário para poder assim selecionar os artigos que passariam para a fase de análise da qualidade;
5. Na fase de consenso, em caso de discordância sobre a inclusão de algum estudo, o mesmo foi incluído;
6. Os Estudos Primários identificados foram posteriormente lidos em totalidade e, então, foi aplicada a avaliação de qualidade e a estratégia de extração de dados, conforme descrito nas subseções seguintes.

3.1.9 Avaliação dos Estudos Primários

A qualidade de um artigo pode ser mensurada pela relevância e valor científico de seu conteúdo. A avaliação da qualidade dos Estudos Primários é considerada, também, um critério de exclusão, a ser aplicado durante a condução da pesquisa. Apesar de não existir uma definição universal do que seja qualidade de estudo, a maioria dos *checklists* incluem questões que objetivam avaliar a extensão em que o viés é minimizado e a validação interna e externa são maximizadas (KHAN *et al.*, 2001; KITCHENHAM, 2007).

Desta forma, durante a análise dos Estudos Primários e a coleta dos resultados, foram aplicados os critérios de qualidade, permitindo um processo adicional de validação dos estudos, de forma a identificar possíveis trabalhos que ainda devem ser desconsiderados da pesquisa e observar o grau de importância

dos estudos individualmente para quaisquer comparações durante a síntese dos dados (KITCHENHAM, 2007).

Adicionalmente, a avaliação da qualidade pode servir como recomendação de estudos para futuras pesquisas, fornecendo informações a respeito da qualidade das informações de cada estudo avaliado (KITCHENHAM, 2007).

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

3.1.9.1 Critérios de Qualidade dos Estudos Primários

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

1. Introdução/Planejamento

- a. Os objetivos ou questões do estudo são claramente definidos (incluindo justificativas para a realização do estudo)?
- b. O tipo de estudo está definido claramente?

2. Desenvolvimento

- a. Existe uma clara descrição do contexto no qual a pesquisa foi realizada?

- b. O trabalho é bem/adequadamente referenciado (apresenta trabalhos relacionados ou semelhantes e se baseia em modelos e teorias da literatura)?

3. Conclusão

- a. O estudo relata de forma clara e não ambígua os resultados?
- b. Os objetivos ou questões do estudo são alcançados?

4. Critérios para a Questão de Investigação

- a. O estudo lista primária ou secundariamente ou Modelos, Processos, Métodos, Técnicas, Metodologia e afins, para apoiar atividades de Controle Estatístico do Processo?
- b. O estudo apresenta Ferramentas de apoio às atividades de Controle Estatístico do Processo ?

5. Critério Específico para estudos Experimentais

- a. Existe um método ou um conjunto de métodos descrito para a realização do estudo?

6. Critério Específico para estudos Teóricos

- a. Existe um processo não tendencioso na escolha dos estudos?

7. Critério Específico para Revisões Sistemáticas

- a. Existe um protocolo rigoroso, descrito e seguido?

8. Critério Específico para Relato de Experiência Industrial

- a. Existe uma descrição sobre a(s) organização(ões) onde foi conduzido o estudo?

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

3.1.9.2 Processo de Avaliação dos Estudos Primários

A execução do processo da etapa de avaliação dos Estudos Primários ocorreu conforme o processo seguinte:

1. Os Estudos Primários selecionados foram lidos em totalidade e então foram avaliados quanto aos critérios de qualidade. Para avaliar o grau de adequação aos critérios de qualidade, foi adotada a estratégia de avaliação proposta por Costa (2010), no qual se utiliza a escala de *Likert-5*, permitindo respostas gradativas de 0 (discordo totalmente) a 4 (concordo totalmente), como apresentada no Quadro 2. Para auxiliar a avaliação, seguindo a escala de *Likert-5*, para cada critério de qualidade foram definidas escalas, como se pode observar no Quadro 3.

Quadro 2 - Escala de Likert-5

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

Discordo totalmente (0)	Deve ser concedido no caso em que não existe nada no trabalho que atenda aos critérios da questão.
--------------------------------	--

Quadro 3 - Escala para Cada Critério de Qualidade

Escala por Critério	
Critério	Escala
1a.	4 - Define e justifica o estudo claramente. 3 - Define claramente o estudo, porém a justificativa não é clara. 2 - Define claramente o estudo, mas não justifica. 1 - A definição dos objetivos do estudo não é clara. 0 - Não define o estudo.
1b.	4 – Define o tipo de estudo, referenciando na literatura a metodologia. 3 – Define o tipo de estudo, porém sem referenciar a metodologia. 2 – Não define o tipo de estudo. É possível inferir facilmente. 1 – Não define o tipo de estudo. É possível inferir com dificuldade. 0 – Não é possível inferir o tipo de estudo.
2a.	4 – Define claramente uma seção com o contexto da pesquisa. 3 – O contexto da pesquisa está incluído em uma seção não exclusiva. 2 – O contexto da pesquisa está disperso ao longo do texto. 1 – O contexto da pesquisa está disperso e é insubstancial. 0 – O contexto da pesquisa não é abordado.
2b.	4 – O texto apresenta uma seção de trabalhos relacionados. 3 – O texto apresenta trabalhos relacionados em uma seção não exclusiva. 2 – O texto apresenta trabalhos relacionados dispersos ao longo do texto. 1 – O texto não apresenta trabalhos relacionados, mas se apoia na literatura. 0 – O texto não apresenta trabalhos relacionados nem se apoia na literatura.
3a.	4 – Resultados são claramente apresentados na seção de conclusão. 3 – Resultados são claramente referenciados na seção de conclusão. 2 – Resultados apresentados na conclusão não são claros. 1 – Resultados referenciados na conclusão não são claros. 0 – Não são apresentados resultados.
3b.	4 – Os resultados estão totalmente aderentes ao objetivo do estudo.

Escala por Critério	
Critério	Escala
	<p>3 – Os resultados estão aderentes ao objetivo do estudo, no entanto o autor faz ressalvas.</p> <p>2 – Os resultados são parcialmente aderentes ao objetivo do estudo.</p> <p>1 – Os resultados não estão aderentes ao objetivo do estudo.</p> <p>0 – Não é alcançado nenhum resultado.</p>
4a.	<p>4 – Algum dos elementos é claramente descrito.</p> <p>3 – Algum dos elementos é apresentado, mas não aprofundado.</p> <p>2 – Algum dos elementos é avaliado, porém não descrito.</p> <p>1 – Algum dos elementos é citado indiretamente.</p> <p>0 – Nenhum dos elementos é apresentado direta ou indiretamente.</p>
4b.	<p>4 – Apresenta uma ferramenta disponível para uso em versão funcional.</p> <p>3 – Apresenta ferramenta em versão funcional porém não disponível para uso.</p> <p>2 – Apresenta um projeto ou proposta de ferramenta, incluindo a descrição de funcionalidades.</p> <p>1 – Apresenta apenas algoritmos de apoio ou análises de ferramentas de suporte à CEP.</p> <p>0 – Não são apresentadas ferramentas de apoio.</p>
5a.	<p>4 – O método de experimento é definido e referenciado claramente.</p> <p>3 – O método de experimento é definido claramente.</p> <p>2 – O método de experimento é citado.</p> <p>1 – O método de experimento não é citado, porém é possível inferir.</p> <p>0 – Não é possível inferir o método de experimento.</p>
6a.	<p>4 – O texto descreve critérios para a escolha dos estudos.</p> <p>3 – O texto não descreve critérios para a escolha dos estudos, porém apresenta estudos que discordam do estudo apresentado.</p> <p>2 – O texto descreve apenas estudos aderentes ao estudo apresentado.</p> <p>1 – O texto descreve estudos insuficientes.</p> <p>0 – O texto não descreve estudos base.</p>
7a.	<p>4 – O Protocolo de Revisão é apresentado, descrito e seguido.</p> <p>3 – O Protocolo de Revisão é apresentado e descrito, porém há evidências de que não foi seguido adequadamente.</p> <p>2 – O Protocolo de Revisão não foi suficientemente descrito.</p> <p>1 – O Protocolo de Revisão apenas foi citado ao longo do texto.</p> <p>0 – Não há um Protocolo de Revisão.</p>
8a.	<p>4 – A área de atuação, tamanho e origem da organização são informados.</p>

Escala por Critério	
Critério	Escala
	3 – Apenas duas das características do item 4 são informadas. 2 – Apenas uma das características do item 4 é informada. 1 – Nenhuma das características do item 4 é informada. 0 – O estudo não foi conduzido em uma ou mais organizações.

2. Deve-se, então, dada a soma das pontuações, enquadrá-los em um dos cinco níveis de qualidade classificados por Beechan (2007), tais como, apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Níveis de Qualidade (Beechan, 2007)

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

3.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento de uma revisão sistemática é uma das etapas mais importantes desse processo, pois é durante essa etapa que são definidos aspectos que norteiam o pesquisador durante a Condução da Revisão, fazendo com que o mesmo não perca o foco, além de eliminar prováveis vieses.

O Protocolo de Revisão é o artefato que garante o caráter repetível de uma revisão sistemática, além de comprovar que a revisão realizada foi planejada e que as decisões tomadas durante essa etapa foram registradas. O processo para

a definição do Protocolo de Revisão não é sequencial, o que garante a revisão, modificação e/ou refinamento do planejamento de forma iterativa.

Esse capítulo apresentou a fase de planejamento da revisão sistemática que foi realizada no contexto desse trabalho, com a definição do Protocolo de Revisão.

4 RESULTADOS E ANÁLISE DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Esse capítulo apresenta a principal contribuição deste trabalho, a aplicação das técnicas de Revisão Sistemática da Literatura durante a fase de condução

que é apresentada conforme definida no Protocolo de Revisão, discutida no Capítulo 3.

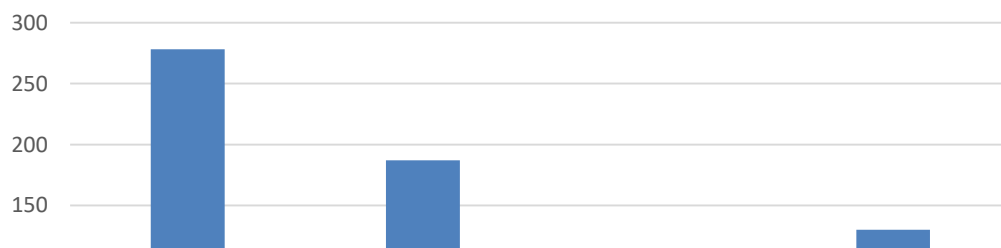
4.1 CONDUÇÃO DA REVISÃO

No contexto desse trabalho a fase de condução foi dividida em: Busca Primária, Seleção de Estudos Primários e Avaliação de Qualidade dos Estudos. A conclusão de todos os processos da Revisão Sistemática da Literatura teve duração de 6 meses. A execução, resultados e análise dos mesmos, são apresentados nas subseções seguintes.

4.1.1 Busca Primária

Em acordo com o que foi definido no Protocolo de Revisão, no que diz respeito ao método de busca a ser realizado nas fontes selecionadas, foi realizada em cada fonte a busca primária, com uma *string* de busca específica. A partir disso, obteve-se um total de 620 trabalhos, no qual, 278 trabalhos foram identificados no IEEE, 187 na ACM, 25 no EI compendex e por fim, 130 no SCOPUS. O Gráfico 1 mostra a quantidade de trabalhos retornados por cada engenho de busca, notando-se que a IEEE é a mais procurada por pesquisadores da área de CEP.

Embora 56% dos estudos retornados tenham sido da ACM, EI Compendex e SCOPUS, essas fontes tiveram uma representatividade pequena se comparada à IEEE, 37% dos Estudos Primários incluídos na pesquisa. Já a IEEE, foi responsável por 64% dos Estudos Primários incluídos, sendo do portal IEEE o maior número de estudos, cerca de 45%.



4.1.2 Seleção de Estudos Primários

Tendo em vista que o número de estudos retornados na busca primária foi satisfatório para que continuasse a Condução da Revisão, após o *download* de todos os estudos, estes foram inseridos na ferramenta Microsoft Excel, e depois foi realizada a verificação com relação às restrições da pesquisa. Os estudos que foram aprovados foram inseridos em uma Tabela de Seleção criada para cada fonte de pesquisa.

A partir do processo de seleção definido no Capítulo 3, cada um dos pesquisadores selecionou, inicialmente, os Estudos Primários por meio da leitura do título, palavras-chaves, resumo e conclusão de cada estudo retornado, para, assim, aplicarem os critérios de inclusão e exclusão. Após esse processo, as Tabelas de Seleção dos pesquisadores para cada fonte foram comparadas e por fim, durante reuniões entre estes, foi realizado o consenso entre as divergências para a inclusão de estudos, seguindo o que previamente foi definido no Protocolo de Revisão.

O número de estudos retornados na busca primária foi relativamente alto, porém a partir do processo de seleção definido no Protocolo de Revisão Sistemática, anexo a este documento, esse número foi bastante reduzido. O

Quadro 5 apresenta a evolução em números do processo de seleção de Estudos Primários. O quadro mostra os valores na busca primária para cada *string*, no total, 620 estudos retornados, e que a partir da primeira seleção por título e palavra-chave, foram identificados 88 estudos potencialmente relevantes para a pesquisa.

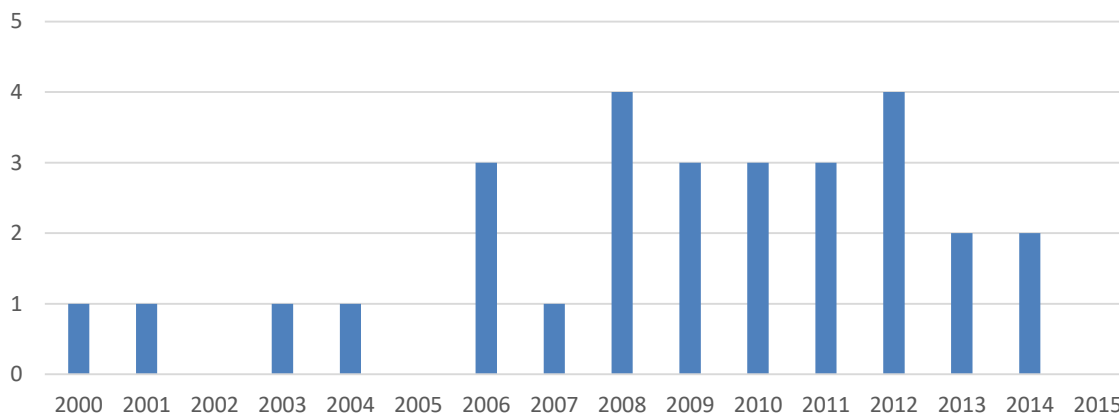
Com a leitura do resumo e conclusão dos estudos potencialmente relevantes, e utilizando-se os critérios de inclusão e exclusão, chegou-se a 29 Estudos Primários, disponíveis no Apêndice B deste trabalho. Assim, 59 trabalhos considerados potencialmente relevantes na primeira seleção foram excluídos e os principais motivos para exclusão foram: não respondiam a nenhuma questão de pesquisa; identificados duas vezes por fontes diferentes, isto é, repetido ou duplicado; e, não apresentavam texto completo. Os estudos excluídos e as razões que levaram a sua exclusão estão disponíveis no Apêndice C deste trabalho.

Quadro 5 - Seleção dos Estudos Primários

Seleção de Estudos Primários						
Fontes	Estudos Retornados	1ª Seleção (Título e Palavra-chave)	2ª Seleção (Resumo e Conclusão)			
			Excluídos			Incluídos
		Estudos Potencialmente Relevantes	Não Relevante	Repetido/Duplicado	Incompleto	Estudos Primários
IEEE Xplore	278	47	26	2	0	18
ACM	187	6	3	0	0	3
Ei Compendex	25	0	0	0	0	0
SCOPUS	130	35	5	7	16	8
TOTAL	620	88	59			29

Como critério, os artigos foram limitados aos anos entre 2000 e 2015, devido ao fato de que somente em 2000 o CMMI ter sido difundido nos Estados Unidos. Após análise, pôde-se perceber no Gráfico 2, que houve um número maior de estudos a partir do ano de 2006, podendo concluir que isso se deve ao aumento dos estudos na área devido ao reconhecimento de sua importância nos últimos anos.

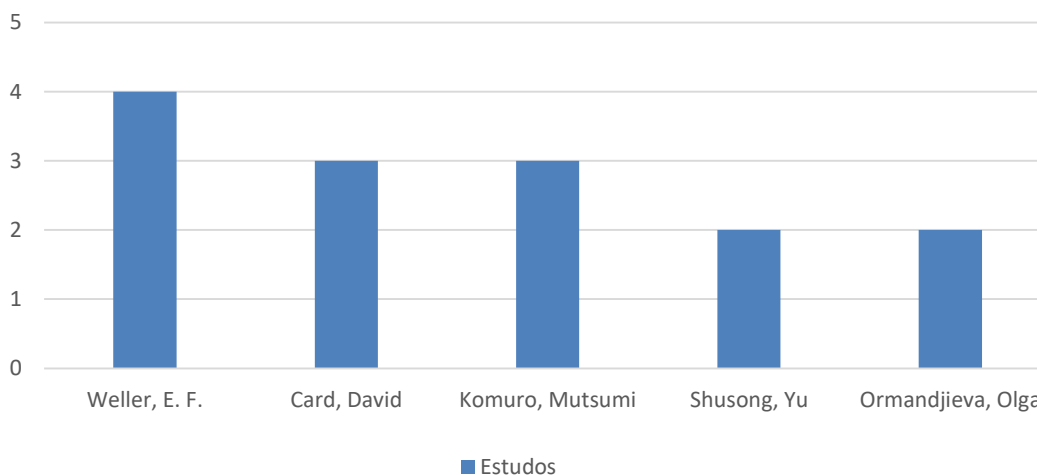
Gráfico 2 - Número de Estudos ao Longo dos Anos



No Gráfico 3 pode-se observar o número de publicações por autores que entraram nesta pesquisa através de suas publicações dentro do espaço de tempo determinado. É válido informar que outros autores foram omitidos pelo número

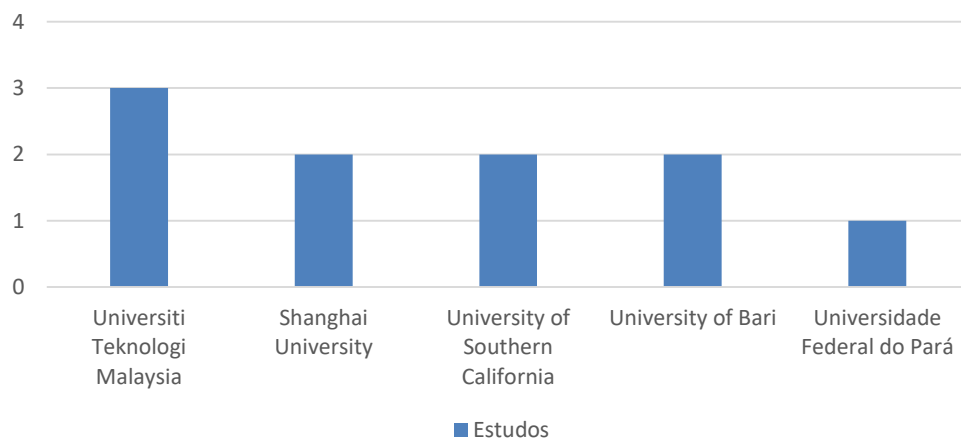
Gráfico 3 - Número de Estudos por Autor

red questão de organização, foram incluídos os cinco autores que mais publicaram.



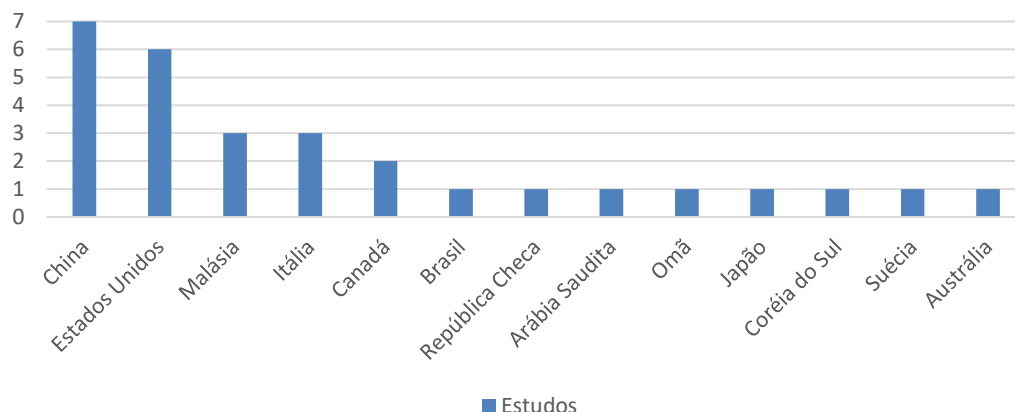
A distribuição de estudos por instituição de filiação pode ser visualizada no Gráfico 4, onde o número de instituições com publicações é maior do que o que se visualiza no gráfico, porém algumas foram omitidas. O gráfico apresenta as principais instituições que publicaram sobre CEP, onde pode-se perceber que instituições de países asiáticos vem liderando as pesquisas na área, o que pode ser um fator de explicação para o grande aumento tecnológico que vem ocorrendo nesta região do planeta.

Gráfico 4 - Número de Estudos por Instituição



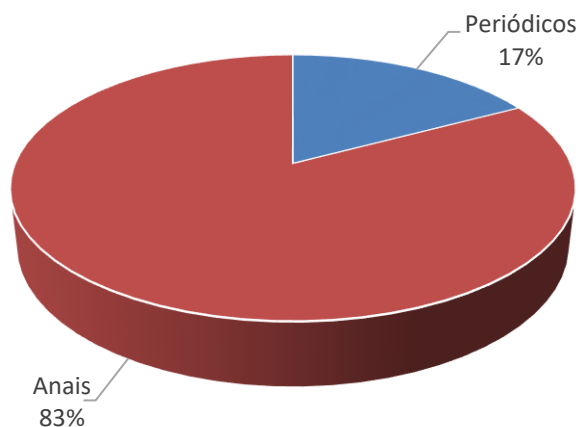
No gráfico 5 pode-se observar quais os países que mais publicam sobre Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software. Pode-se observar também a importância do Brasil que, apesar de apenas uma publicação, possui a mesma quantidade de países como Alemanha, Singapura, Japão e Coreia do Sul, que são países conhecidos por seu investimento tecnológico. Vale também ressaltar que as fontes de pesquisa não são nacionais, o que dá mais credibilidade. China e Estados Unidos, como se pode observar, apresentaram um número de publicações superior aos demais. Tais países são conhecidos os que mais investem em tecnologia e, apesar de apenas uma publicação a mais, deve-se enaltecer bastante a China, que há poucas décadas atrás não era tão desenvolvida como os EUA.

Gráfico 5 - Número de Estudos por País



O Gráfico 6 apresenta a distribuição dos trabalhos por tipo de publicação, mostrando que a maioria dos Estudos Primários, 83%, foi publicada em anais de eventos (Conferências, *Workshops* e Simpósios). Já os outros 17% foram publicados em periódicos. Tal diferença entre os tipos de publicação pode ser explicada pelo fato da maior facilidade de publicação por anais. Periódicos tendem a ser mais criteriosos quanto a escolha de publicações e tendem a levar mais tempo, por isso, muitos pesquisadores tendem a procurar publicar em anais de eventos. O Quadro 6 apresenta a quantidade de Estudos Primários retornados por evento.

Gráfico 6 - Distribuição de Estudos por Tipo de Publicação



Quadro 6 - Estudos Primários por Eventos

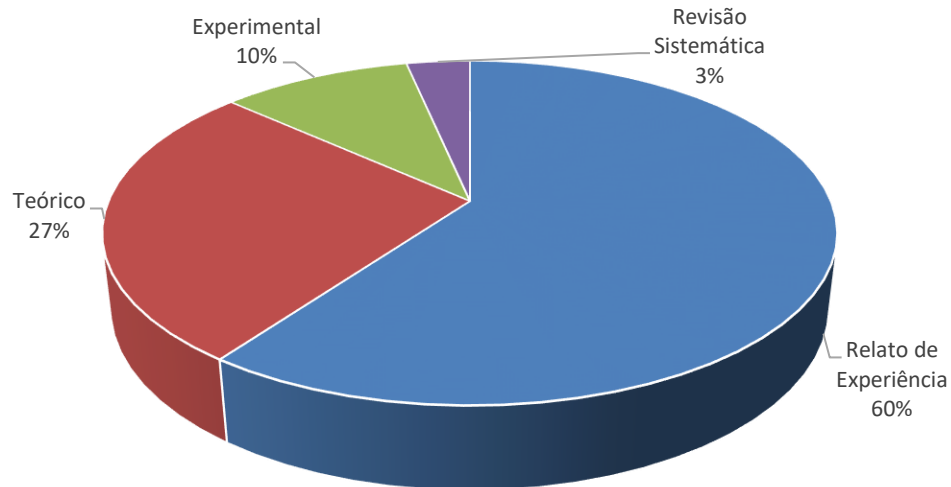
Eventos	Quantidade de Trabalhos
International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement	2
International Conference on Quality Software	1
Instrumentation and Measurement Technology Conference	1
International Conference on Software Engineering Research	1
International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management	2
International Carpathian Control Conference	1
International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering	1
International Conference on Information Management and Engineering	1
International Conference on Next Generation Information Technology	1
Malaysian Software Engineering Conference	1
International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling Workshop	1
Latin America Conference on Informatics	1
International Conference on Information and Computing	1
Electronic Components and Technology Conference	1
International Conference on Machine Learning and Cybernetics	1
IEEE Autotestcon	1
Conference on Software Maintenance and Reengineering	1
International Conference on Performance Engineering	1
International Conference on Software Engineering	1
International Conference on Computer and Information Science	1
International Symposium on Computational Intelligence and Design	1
International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation	1
Total	24

O Quadro 7 apresenta a quantidade de Estudos Primários retornados por periódico. O quadro mostra que o periódico que mais retornou trabalhos foi da revista IEEE.

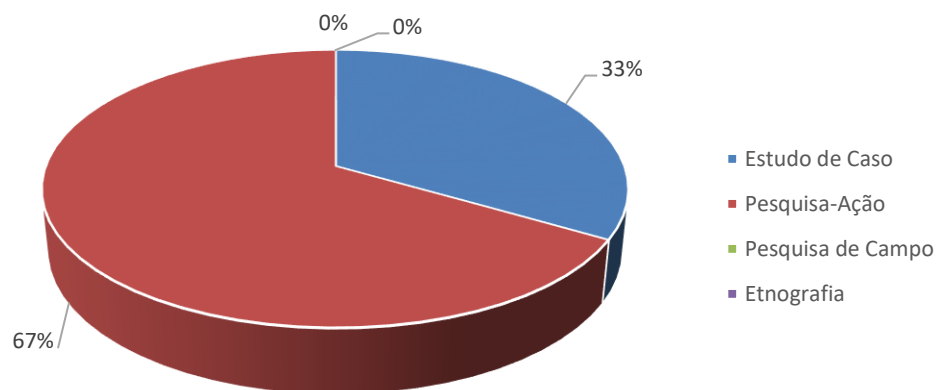
Quadro 7 - Estudos Primários por Periódico

Periódicos	Quantidade de Trabalhos
IEEE Software	3
International Journal of Precision Engineering and Manufacturing	1
Information and Software Technology	1
Total	5

Dentre os 29 Estudos Primários da pesquisa, 60% caracterizam-se como relato de experiência industrial, 27% teóricos (estudos conceituais baseados em um entendimento de uma área, referenciando outros trabalhos relacionados), 10% apresentam estudos experimentais (estudos baseados em evidências ou experimentos, *Empirical Studies*, em inglês) e 3%, ou seja, apenas 1 Estudo Primário é uma Revisão Sistemática da Literatura. Com esses dados, podemos inferir que muitas pessoas, tendo noção do benefício das técnicas do CEP, tentam aplica-las na indústria, mesmo não tendo conhecimento na área ou não tendo base suficiente para tal. Estudos conceituais, que poderiam servir de base para a implantação do CEP, são menos da metade de relatos de experiência, podendo ser explicado pelo fato de ser uma área nova no contexto de projetos de software. Com numero menor ainda que os anteriores, os estudos experimentais, que poderiam servir de base para o estudo teórico e a experiência na indústria ainda estão sendo iniciados e, a base para esses estudos, como uma RSL ainda é bem básico. Analisando esses dados, pode-se ter uma noção do cenário do CEP atual, que está invertido, pois, quando se tem uma área nova em determinado contexto, tende-se a ter mais quantidade de estudos teóricos e básicos do que estudos experimentais e aplicações no contexto industrial. O Gráfico 7 ilustra a divisão dos tipos de estudos da pesquisa.

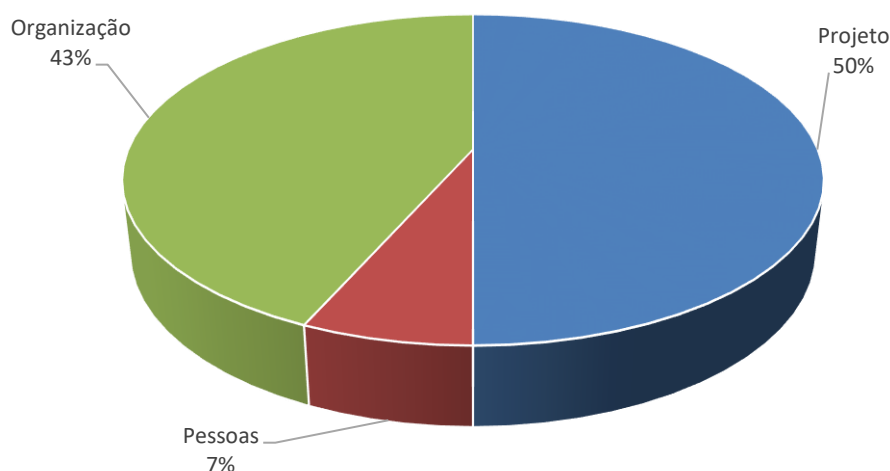
Gráfico 7 - Distribuição dos Trabalhos por Tipo de Estudo

Como visto, 10% dos Estudos Primários foram do tipo experimental, e os principais métodos identificados na pesquisa para a realização do estudo, baseado na classificação de Easterbrook *et al.* (2007), foram: Estudo de Caso, Pesquisa de Campo, Pesquisa-Ação e Etnografia. O Gráfico 8 ilustra a distribuição dos métodos utilizados, no qual, a maioria, 67%, realizou uma Pesquisa-Ação, outros 33% realizaram Estudo de Caso, e nenhum dos trabalhos utilizou Pesquisa de Campo e pesquisa Etnográfica.

Gráfico 8 - Métodos Empregados nos Estudos do Tipo Experimental

Quanto ao foco dos trabalhos, foi possível classificá-los como: projeto, pessoas ou organização. O Gráfico 9 ilustra essa divisão, demonstrando que 50% dos trabalhos, apresentou um estudo com foco em projeto(s) que, com o passar do tempo, podem fazer com que o número do foco no setor organizacional aumente. Ter um foco maior em projetos é interessante para que a implantação do CEP seja feita de maneira correta no meio organizacional e industrial.

Gráfico 9 - Foco dos Estudos Primários



4.1.3 Avaliação dos Estudos Primários

Por fim, os resultados da avaliação da qualidade são apresentados pela Tabela 1. De acordo com as definições sobre o processo de avaliação de qualidade, um estudo poderia alcançar no máximo 36 pontos, devido a escala atribuída para a avaliação com base nos critérios de qualidade. Sendo assim, a nota final de um estudo seria definida segundo a proposta de Beecham *et al.* (2007), que divide a porcentagem da nota em 5 faixas, onde a cada uma é associada uma classificação, que pode ser: Excelente, Muito Boa, Boa, Média e Baixa.

Tabela 1 - Qualidade dos Estudos Primários

	Baixa <26%	Média 26%-45%	Boa 46%-65%	Muito Boa 66%-85%	Excelente >86%	Total
Número de Estudos Primários	0	1	5	13	10	29
%	0%	3,5%	17,2%	44,8%	34,5%	100%

Como pode ser observado, nenhum trabalho está na faixa baixa e apenas 1 está na faixa média, enquanto 5 estudos (17,2%) estão na faixa Boa, 13 estudos (44,8%) estão na muito boa, e 10 estudos (34,5%) na faixa Excelente. Portanto, os trabalhos analisados apresentam qualidade acima da média de acordo com os critérios utilizados. Este números trazem grande credibilidade aos resultados desta revisão e para o futuro catálogo que será produzido, pois com estudos acima da média, tende-se a ter um resultado final de qualidade.

Avaliar um estudo quanto a sua qualidade é importante devido às futuras evidências que podem ser encontradas, já que, quanto melhor for a avaliação de qualidade de um estudo, maior deve ser a importância que se deve dar às evidências fornecidas pelo mesmo.

4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou parte da etapa de Condução de uma Revisão Sistemática, em que se pode verificar a aplicação das técnicas definidas no Protocolo de Revisão, tendo como resultado a sumarização de alguns números, que mostram características gerais desse tipo de pesquisa.

Os resultados obtidos podem auxiliar no planejamento de outros trabalhos em ESBE, assim como outras revisões, citadas no planejamento desta pesquisa,

serviram para guiar o desenvolvimento desta. Esse auxílio pode se dar, por meio das definições gerais de uma RSL.

5 CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta as principais conclusões do trabalho realizado e as contribuições do mesmo para a área da Engenharia de Software no que tange a realização de Revisões Sistemáticas da Literatura e ao Controle Estatístico do Processo em projetos de software. Desta forma, são apresentados a seguir uma visão geral sobre o trabalho realizado, os resultados obtidos e os trabalhos futuros.

5.1 VISÃO GERAL

Com o objetivo geral de realizar uma Revisão Sistemática da Literatura para o Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software, no capítulo introdutório foi apresentada a contextualização deste trabalho, por meio de uma visão geral sobre o assunto principal da pesquisa, sua justificativa e motivação, além de seus objetivos e a metodologia aplicada para a realização deste.

No segundo capítulo foi introduzido o conceito de Controle Estatístico do Processo, de Engenharia de Software Baseada em Evidência e a definição de Estudos Primários e Secundários. Em seguida foi apresentado o conceito de Revisão Sistemática da Literatura, seu diferencial em relação a revisões informais e sua metodologia.

O terceiro capítulo apresentou os resultados da fase de planejamento da revisão, mais especificamente o Protocolo de Revisão, onde estão inseridas as definições que devem nortear toda a Condução de uma Revisão, desde a definição da questão de pesquisa até a forma de extração dos dados.

O quarto capítulo expôs os resultados da fase de Condução da Revisão, onde foram apresentados: a quantidade de estudos retornados pelas buscas primárias realizadas nas fontes escolhidas; os resultados do processo de seleção, que definiu os Estudos Primários a serem analisados; a análise realizada nos Estudos Primários selecionados e a sumarização de alguns números; e, por fim, os resultados da etapa de avaliação da qualidade desses estudos.

5.2 RESULTADOS OBTIDOS

Por meio deste trabalho, obteve-se o Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura para Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software. Este protocolo garante a repetição de pesquisas como essa, além de sua possível utilização para auxílio na realização de novas revisões sistemáticas.

Como resultado pode-se, também, apresentar o conjunto de Estudos Primários selecionados nesta pesquisa, bem como seus níveis de qualidade, o que possibilita a descoberta de abordagens (técnicas, modelos de processos, *frameworks* de processo, ferramenta, metodologias e afins) que apoiam a realização de boas práticas para tal processo. Este fato pode auxiliar organizações para o desenvolvimento ou evolução de seu processo para CEP, além de uma visão geral de como se encontra o fenômeno estudado na literatura, quais as principais pesquisas e quais as prováveis lacunas encontradas.

Os gráficos trazem uma visão, apesar de serem fontes superficiais, mais clara dos resultados obtidos. Com eles, pode-se obter de maneira rápida e prática padrões dos estudos do CEP, através de cruzamentos entre eles.

5.3 PONTOS FORTES E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

A realização da RSL apresentada forneceu aos autores desse trabalho um entendimento mais abrangente sobre CEP no contexto de projetos de software e conhecimento sobre outros assuntos relacionados. Com a aplicação das técnicas de revisão sistemática foi possível observar a importância de um bom planejamento e comprovar que esse tipo de revisão não se restringe apenas a isso.

Muitas dificuldades são encontradas na realização da RSL, como por exemplo: a quantidade de artigos que podem retornar pode ser muito alta; podem retornar artigos a respeito do assunto, mas que não corresponda com os objetivos da RSL; divergências entre os membros a cerca da inclusão de um determinado estudo; entre outros. Para realizar uma RSL, deve-se ter preocupações com o tempo de duração, pois a quantidade de estudos retornados pode ser muito grande e pode-se demandar muito tempo para a leitura e análise dos estudos; e deve-se seguir o protocolo à risca, para que não haja inclusão de um estudo que não esteja de acordo com os objetivos.

Dentre as oportunidades de melhoria para a RSL realizada, pode-se destacar o aumento na quantidade de fontes de pesquisa, o que poderia reforçar as principais práticas e abordagens encontradas ou até mesmo ocasionar na descoberta de novas abordagens. Como melhoria, também pode-se destacar o tempo em que foi realizado todo o processo da revisão sistemática que teve a duração de cinco meses.

Uma dificuldade encontrada ao realizar esta pesquisa foi a grande quantidade de estudos retornados inicialmente em algumas das fontes de pesquisa. Neste caso foi necessário verificar qual a relevância do assunto pesquisado para a fonte e a eficiência da *string* de busca utilizada na mesma. Após essa análise, foram necessários refinamentos em algumas *strings* de busca.

5.4 TRABALHOS FUTUROS

Esta revisão servirá de insumo para criação de um catálogo de práticas, ferramentas e técnicas de Controle Estatístico do Processo no contexto de projetos de software. Além de auxiliar no planejamento de outros trabalhos relacionados à Engenharia de Software Baseada em Evidências.

REFERÊNCIAS

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 - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

BARCELLOS, M. P., SOUZA, G. H., ROCHA, A. R. **Medição de Software e**

Controle Estatístico de Processos. PBQP Software, 2012.

BEECHAN, S. et al. **Motivation in Software Engineering: A systematic literature review.** Information and Software Technology: Elsevier, v. 50, n. 860 - 878, 2007.

BENNEYAN, J. C., LLOYD, R., PSELK, P. E. **Statistical Process Control as a Tool for Research and Healthcare Improvement.** British Medical Journal - Quality and Safety Health Care, vol. 12, pp. 458-464, 2003.

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

CARD, D., DOMZALSK, K., DAVIES, G. **Making Statistics Part of Decision Making in an Engineering Organization.** IEEE Software, v. 25, n. 3, pp. 37-47, 2008.

CORDEIRO, A.M., OLIVEIRA, G.M., RENTERÍA, J.M., GUIMARÃES, C.A. **Revisão Sistemática: Uma Revisão Narrativa.** Revista Colégio Brasileiro de Cirurgiões, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 428-431, Dez, 2007.

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

DEMMY, W. S., PETRINI, A. B. **Statistical Process Control in Software Quality Assurance.** In Proceedings of the National Aerospace and Electronics Conference (NAECON). Ohio, Estados Unidos: IEEE Computer, 1989.

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

FLORAC, W. A., CARLETON, A. D. **Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement.** Addison Wesley, 1999.

FLORAC, W. A., CARLETON, A. D., BARNARD, J. R. **Statistical Process Control: Analyzing a Space Shuttle Onboard Software Process.** IEEE Software, v. 17(4), pp. 97- 106, 2000.

HALE, C., ROWE, M. **Do not Get Out of Control: Achieving Real-time Quality and Performance.** CrossTalk, v. 25 (1), pp. 4-8, 2012.

KHAN, K.S. et al. **Undertaking Systematic Review of Research on Effectiveness.** CRD Report Number 4 (Second Edition), NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York, UK, 2001.

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

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

LANTZY, M. A. **Application of Statistical Process Control to the Software Process.** Proceedings of the 9th Washington Ada Symposium on Empowering Software Users and Developers, ACM Press, pp. 113-123, 1992.

MAFRA, Sômolo; TRAVASSOS, Guilherme. **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.**

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

PALADINI, E. P. **Avaliação estratégica da qualidade**. Atlas, pp. 64-114. São Paulo, 2002.

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

SOFTEX. **Melhoria de Processo de Software Brasileiro (MPS.BR)** – Guia de implementação do nível G, 2016.

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

WHEELER, D. J., CHAMBERS, D. S. **Understanding Statistical Process Control**. 2a edição, SPC Press, 1992.

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

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO

Mapeamento Sistemático da Literatura em Controle Estatístico do Processo no Contexto de Projetos de Software

DOCUMENTO: PROTOCOLO DE REVISÃO

Revisores: **Aluizio Ramos Pereira Neto**

Arthur Ivson Xavier de Moraes Batista

Géssica Pinheiro da Silva

Julio Cezar Costa Furtado

Histórico de Revisões

Data	Versão	Descrição	Autor
18/04/16	0.1	Início da Concepção do Protocolo de Revisão Sistemática (objetivos, referências e questões de pesquisa).	Julio Furtado
20/04/16	0.2	Definição de Critérios para seleção de fontes, métodos de busca e palavras-chave.	Julio Furtado
25/04/16	0.3	Definição dos critérios de inclusão e exclusão, critérios de qualidade.	Julio Furtado
12/05/16	0.4	Fechamento das palavras-chave	Aluizio Ramos, Arthur Moraes, Géssica Pinheiro, Julio Furtado
16/05/16	0.5	Definição dos Critérios de Inclusão, Exclusão e Qualidade	Julio Furtado
18/05/16	0.6	Finalização da primeira versão do planejamento da metodologia de revisão sistemática	Julio Furtado
19/05/16	0.7	Revisão da primeira versão do planejamento da metodologia de revisão sistemática	Arthur Moraes, Géssica Pinheiro
23/05/16	0.8	Refinamento da String de Busca	Aluizio Ramos, Arthur Moraes, Géssica Pinheiro, Julio Furtado

27/05/16	1.0	Novo refinamento da String de busca para comportar as especificidades da IEEE	Aluizio Ramos, Julio Furtado
30/05/16	1.1	Revisão final	Arthur Moraes, Géssica Pinheiro

Protocolo de Revisão

1. Contexto

O projeto SPIDER (acrônimo para Software Process Improvement – Development and Research) surgiu em 2009 com o objetivo de propor abordagens sistematizadas para apoiar a implementação de programas de melhoria de processo de software. Com relação à abordagem para sistematizar a implementação de processos, o Projeto SPIDER tem como possibilidades: Utilização de ferramentas já existentes no mercado; A adequação de ferramentas já existente no mercado; A criação de novas ferramentas. O Projeto SPIDER foca, ainda, na utilização de software livre, o que proporciona a liberdade: de executar o programa; de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades; de redistribuir cópias; de modificar o programa; e de liberar estas modificações (GNU, 2016). Utilizar software livre para a implementação de modelos de qualidade pode ocasionar em diminuição de custos e tempo de implementação (OLIVEIRA, 2010).

Neste contexto, esta revisão sistemática é parte de um projeto de trabalho de conclusão de curso vinculado ao Projeto SPIDER com o objetivo de reunir conhecimentos a respeito da implementação do Controle Estatístico do Processo (CEP).

2. Objetivos

Esta revisão sistemática teve o objetivo de identificar abordagens para apoiar as atividades do Controle Estatístico do Processo, no contexto de projetos de software, no que tange a processos, modelos, metodologias, técnicas, ferramentas e afins. Desta forma, têm-se a seguinte estrutura para o objetivo, conforme proposto em Santos (2010):

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

- **Com o propósito de:** identificar abordagens para apoiar atividades de Controle Estatístico do Processo.
- **Com relação à:** definição e uso de processos, *frameworks*, metodologias, ferramentas e demais instrumentos empregados para a implantação e execução das atividades de Controle Estatístico do Processo em organizações de desenvolvimento de software.
- **Do ponto de vista de:** pesquisadores e organizações desenvolvedoras/mantenedoras de software.
- **No contexto:** acadêmico e industrial.

3. Referências

BEECHAN, S. et al. (2007) “Motivation in Software Engineering: A systematic literature review”. Information and Software Technology: Elsevier, v. 50, n. 860 -878.

CATARINA, S. C. (2010) “Uma Abordagem Baseada em Evidências para o Gerenciamento de Projetos no Desenvolvimento Distribuído de Software”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE.

GNU.ORG. (2016) “GNU General Public License”. Disponível em: <<http://gnu.org>>. Acessado em 21/05/2016.

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

OLIVEIRA, S. R. B. et al. (2010) “SPIDER - Um Suite de Ferramentas de Software Livre de Apoio à Implementação do modelo MPS.BR”. Anais do VIII Encontro Anual de Computação – ENACOMP 2010, Catalão - GO.

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

4. Formulação da Pergunta

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

Quais as abordagens existentes para apoiar as atividades de Controle Estatístico do Processo no contexto de Projetos de Software?

Por “abordagens” o que se pretende investigar são os padrões (para fins desta revisão, por padrões entende-se modelos de processos, frameworks de processo, metodologias e afins). Para tal, foi definida a seguinte questão de pesquisa a qual guiará esta Revisão Sistemática da Literatura:

Q1. Quais os padrões existentes para apoiar as atividades de Controle Estatístico do Processo?

4.1. Estrutura da Questão Principal

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

4.1.1. Para Q1

Tem-se o objetivo de identificar quais padrões para apoiar as atividades de Controle Estatístico do Processo (Intervenção), aplicáveis no contexto de organizações (empresas, instituições, centros, e grupos) que atuam em projetos de software (População), sob forma de modelos de processos, técnicas, metodologias, e frameworks de CEP (Resultados). Logo, definiu-se a seguinte estrutura:

- **População (P):** Organizações de Software e Projetos de Software;
- **Intervenção (I):** Padrões para apoiar atividades de Controle Estatístico do Processo;
- **Resultados (O):** Modelos de processos, técnicas, metodologias, ferramentas e frameworks de Controle Estatístico do Processo.

4.2. Questões Secundárias

Com base na questão principal foi estabelecido um conjunto de questões de pesquisa secundárias para serem respondidas durante a fase de extração de informações. Tais questões têm o objetivo de esclarecer detalhes importantes que a revisão procura identificar para colaborar com o projeto onde esta se insere. As questões de pesquisa secundárias são apresentadas a seguir:

QS1 Quais os ativos (papéis, artefatos) envolvidos?

QS2 Existem ferramentas de softwares de apoio ao Controle Estatístico do Processo?

QS3 Caso existam ferramentas de softwares de apoio, qual a licença de uso?

5. Escopo da Pesquisa

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

5.1. Critérios de Seleção de Fontes

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

- Disponibilidade para consultas web;
- Disponibilidade de artigos na íntegra por meio do domínio da Universidade Federal do Pará e/ou a partir da utilização da *engine* de busca *Google* e *Google Scholar*;
- Disponibilidade de artigos em inglês ou português;
- Presença de mecanismo de busca que faça uso de palavras-chave;
- Relevância da fonte.

5.2. Restrições

Como restrições para a pesquisa têm-se:

- Artigos repetidos (em mais de uma fonte de busca) devem ser considerados sua primeira ocorrência;
- Artigos duplicados devem ser considerados apenas a sua versão mais recente ou a mais completa, resolve em casos que haja complemento de informações;
- Os artigos e trabalhos devem mencionar as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do artigo;
- A pesquisa não pode incorrer em ônus financeiro aos pesquisadores. Portanto, apenas foram selecionadas as fontes que possibilitam consultas de forma gratuita (também serão consideradas fontes que oferecem consultas de forma gratuita a partir do acesso pelo domínio da UFPA);

- A pesquisa esta restrita aos resultados publicados entre 01 de janeiro de 2000 até 31 de Dezembro de 2015.

6. Métodos de busca nas Fontes

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

7. Palavras-Chave e Strings de Busca

7.1. Palavras-Chave e Sinônimos

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

- **POPULAÇÃO**
 - Inglês: Software Development, Software Project, Software, Project, Development, Organization, Enterprise, Company, Industry, Institute, Research Group, Technology Center, Measurement, Quality, Performance, Improvement, Charts, Stability, Critical Process, Rework, Capability e Baselines;
 - Português: Desenvolvimento de Software, Projeto de Software, Software, Projeto, Desenvolvimento, Organização, Empresa, Companhia, Indústria, Instituição, Grupo de Pesquisa, Centros de Tecnologia, Medição, Qualidade, Performace, Melhoria, Gráficos, Estabilidade, Processo Critico, Retrabalho, Capacidade e Baselines;
- **INTERVENÇÃO**
 - Inglês: Statistical Process Control;

- Português: Controle Estatístico do Processo;

- **RESULTADOS**

- Inglês: Model, Process, Framework, Method, Technique, Methodology, Knowledge, Activity, Task, Tool, Software, Program, Application;
- Português: Modelo, Processo, Framework, Método, Técnica, Metodologia, Conhecimento, Atividade, Tarefa, Ferramenta, Software, Programa, Aplicação;

7.2. Strings de Busca

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

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

Vale ressaltar que o elemento *Comparison* (C) não está no contexto desse trabalho, logo, o conjunto de palavras-chave para esse elemento é vazio. Para a questão de pesquisa serão consideradas duas *strings* de busca (uma para busca em inglês e outra para o português) e com base nesta foi gerada uma *string* de busca para cada fonte de pesquisa automática devido a diferença entre as máquinas de busca de cada fonte ser diferente.

- **Para IEEEXplore Digital Library:**

- (("Software*")AND("Development") AND ("Statistical Process Control" OR "SPC" OR "Statistical" OR "Process" OR "Control" OR "Baseline") AND ("Quality" OR "Model" OR "Method" OR "Framework" OR "Technique" OR "Methodology" OR "Environment" OR "Tool" OR "Standard" OR "Process" OR "Application" OR "System"))).

- **Para EI Compendex:**

- (("Software*")AND("Development") AND ("Statistical Process Control" OR "SPC") AND ("Quality" OR "Model" OR "Method" OR "Framework" OR "Technique" OR "Methodology" OR "Environment" OR "Tool" OR "Standard" OR "Process" OR "Application" OR "System")), published after 2000, published before 2015
- **Para ACM:**
 - ("Software" AND "Development" "Statistical +Process +Control" "Quality" "Model" "Method" "Framework" "Technique" "Methodology" "Environment" "Tool" "Standard" "Process" "Application" "System").
- **Para SCOPUS:**
 - TITLE-ABS-KEY
(("Software*") AND ("Development") AND ("Statistical Process Control" OR "SPC") AND ("Quality" OR "Model" OR "Method" OR "Framework" OR "Technique" OR "Methodology" OR "Environment" OR "Tool" OR "Standard" OR "Process" OR "Application" OR "System"))) AND PUBYEAR > 1999.

8. Listagem de Fontes

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

- **IEEEXplore Digital Library**
- **EI Compendex**
- **ACM**
- **SCOPUS**

9. Tipo dos Artigos

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

10. Idioma dos Artigos

Serão considerados artigos escritos em português e inglês, a primeira por ser importante considerar pesquisas de âmbito nacional, devido a necessidade de se verificar o montante de trabalhos publicados relacionados ao Controle Estatístico do Processo.

11. Critérios de Inclusão e Exclusão dos Artigos

Os critérios de exclusão dos artigos:

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

Os critérios de inclusão dos artigos se baseiam em:

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

12. Critérios de Qualidade dos Estudos Primários

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

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

- a. Existe um método ou um conjunto de métodos descrito para a realização do estudo?
- 6. Critério Específico para estudos Teóricos**
 - a. Existe um processo não tendencioso na escolha dos estudos?
- 7. Critério Específico para Revisões Sistemáticas**
 - a. Existe um protocolo rigoroso, descrito e seguido?
- 8. Critério Específico para Relato de Experiência Industrial**
 - a. Existe uma descrição sobre a(s) organização(ões) onde foi conduzido o estudo?

13. Processo de Seleção dos Estudos Primários

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

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

Durante a Condução desta Revisão Sistemática, os Estudos Primários serão identificados conforme o processo seguinte:

1. Realiza-se as buscas em todas as fontes selecionadas, por meio de Strings de busca, estudos claramente irrelevantes a pesquisa são descartados. Os artigos são catalogados na ferramenta Microsoft Excel, estabelecendo uma planilha com a lista, para cada pesquisador, de possíveis Estudos Primários;
2. A partir da leitura de resumo, introdução e conclusão, os artigos deverão ser avaliados quanto aos critérios de inclusão e exclusão, e o resultado deve ser registrado.
3. Os quatro pesquisadores responsáveis pela seleção dos artigos devem entrar em consenso, quando necessário. Isso ocorre quando não há uma unanimidade na inclusão de um artigo e pelo menos um pesquisador decidir incluir.
4. Na fase de consenso, em caso de discordância sobre a inclusão de algum estudo, o mesmo deverá ser incluído.
5. Os Estudos Primários identificados serão posteriormente lidos em totalidade e então será aplicada a avaliação de qualidade e a

estratégia de extração de dados, conforme descrito nas subseções seguintes.

14. Avaliação da Qualidade dos Estudos Primários

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

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

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

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

15. Processo de Avaliação de Qualidade

1. Os Estudos Primários selecionados são lidos em totalidade e então são avaliados quanto aos critérios de qualidade. Para avaliar o grau de adequação aos critérios de qualidade, será adotada a estratégia de avaliação proposta por Costa (2010), onde se utiliza a escala de Likert-

5, permitindo respostas gradativas de 0 (discordo totalmente) à 4 (concordo totalmente), como apresentada no quadro 3.1. Para auxiliar a avaliação seguindo a escala de Likert-5 para cada critério de qualidade foram definidas escalas, como se pode observar no quadro 1.

Quadro 1 – Escala de Likert-5

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

Quadro 2 – Escala para cada critério de qualidade

Escala por Critério	
Critério	Escala

1a.	<p>4 - Define e justifica o estudo claramente.</p> <p>3 - Define claramente o estudo, porém a justificativa não é clara.</p> <p>2 - Define claramente o estudo, mas não justifica.</p> <p>1 - A definição dos objetivos do estudo não é clara.</p> <p>0 - Não define o estudo.</p>
1b.	<p>4 – Define o tipo de estudo, referenciando na literatura a metodologia.</p> <p>3 – Define o tipo de estudo, porém sem referenciar a metodologia.</p> <p>2 – Não define o tipo de estudo. É possível inferir facilmente.</p> <p>1 – Não define o tipo de estudo. É possível inferir com dificuldade.</p> <p>0 – Não é possível inferir o tipo de estudo.</p>
2a.	<p>4 – Define claramente uma seção com o contexto da pesquisa.</p> <p>3 – O contexto da pesquisa está incluído em uma seção não exclusiva.</p> <p>2 – O contexto da pesquisa está disperso ao longo do texto.</p> <p>1 – O contexto da pesquisa está disperso e é insubstancial.</p> <p>0 – O contexto da pesquisa não é abordado.</p>
2b.	<p>4 – O texto apresenta uma seção de trabalhos relacionados.</p> <p>3 – O texto apresenta trabalhos relacionados em uma seção não exclusiva.</p> <p>2 – O texto apresenta trabalhos relacionados dispersos ao longo do texto.</p>

	<p>1 – O texto não apresenta trabalhos relacionados, mas se apoia na literatura.</p> <p>0 – O texto não apresenta trabalhos relacionados nem se apoia na literatura.</p>
3a.	<p>4 – Resultados são claramente apresentados na seção de conclusão.</p> <p>3 – Resultados são claramente referenciados na seção de conclusão.</p> <p>2 – Resultados apresentados na conclusão não são claros.</p> <p>1 – Resultados referenciados na conclusão não são claros.</p> <p>0 – Não são apresentados resultados.</p>
3b.	<p>4 – Os resultados estão totalmente aderentes ao objetivo do estudo.</p> <p>3 – Os resultados estão aderentes ao objetivo do estudo, no entanto o autor faz ressalvas.</p> <p>2 – Os resultados são parcialmente aderentes ao objetivo do estudo.</p> <p>1 – Os resultados não estão aderentes ao objetivo do estudo.</p> <p>0 – Não é alcançado nenhum resultado.</p>
4a.	<p>4 – Algum dos elementos é claramente descrito.</p> <p>3 – Algum dos elementos é apresentado, mas não aprofundado.</p> <p>2 – Algum dos elementos é avaliado, porém não descrito.</p> <p>1 – Algum dos elementos é citado indiretamente.</p> <p>0 – Nenhum dos elementos é apresentado direta ou indiretamente.</p>

4b.	<p>4 – Apresenta uma ferramenta disponível para uso em versão funcional.</p> <p>3 – Apresenta ferramenta em versão funcional porém não disponível para uso.</p> <p>2 – Apresenta um projeto ou proposta de ferramenta, incluindo a descrição de funcionalidades.</p> <p>1 – Apresenta apenas algoritmos de apoio ou análises de ferramentas de suporte à GRH.</p> <p>0 – Não são apresentadas ferramentas de apoio.</p>
5a.	<p>4 – O método de experimento é definido e referenciado claramente.</p> <p>3 – O método de experimento é definido claramente.</p> <p>2 – O método de experimento é citado.</p> <p>1 – O método de experimento não é citado, porém é possível inferir.</p> <p>0 – Não é possível inferir o método de experimento.</p>
6a.	<p>4 – O texto descreve critérios para a escolha dos estudos.</p> <p>3 – O texto não descreve critérios para a escolha dos estudos, porém apresenta estudos que discordam do estudo apresentado.</p> <p>2 – O texto descreve apenas estudos aderentes ao estudo apresentado.</p> <p>1 – O texto descreve estudos insuficientes.</p> <p>0 – O texto não descreve estudos base.</p>
7a.	<p>4 – O protocolo de revisão é apresentado, descrito e seguido.</p>

	<p>3 – O protocolo de revisão é apresentado e descrito, porém há evidências de que não foi seguido adequadamente.</p> <p>2 – O protocolo de revisão não foi suficientemente descrito.</p> <p>1 – O protocolo de revisão apenas foi citado ao longo do texto.</p> <p>0 – Não há um protocolo de revisão.</p>
8a.	<p>4 – A área de atuação, tamanho e origem da organização são informados.</p> <p>3 – Apenas duas das características do item 4 são informadas.</p> <p>2 – Apenas uma das características do item 4 é informada.</p> <p>1 – Nenhuma das características do item 4 é informada.</p> <p>0 – O estudo não foi conduzido em uma ou mais organizações.</p>

2. Deve-se, então, dada a soma das pontuações, enquadrá-los em um dos cinco níveis de qualidade classificados por Beechan (2007), tais como, apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Níveis de Qualidade (BEECHAN, 2007)

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

16. Estratégia de Extração de Informações

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

16.1. Extração de resultados

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

16.1.1. QS1 – Quais os ativos (papeis, artefatos) envolvidos?

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

16.1.2. QS2 – Existem ferramentas de software de apoio ao CEP?

Deve-se registrar cada software mencionado no estudo, com uma breve descrição do mesmo (se houver).

16.1.3. QS3 - Caso existam essas ferramentas, qual a licença de uso?

Para cada software descrito em QS2, deve-se identificar se é Livre, Gratuito (porém não tem código aberto) ou Proprietário.

17. Sumarização dos Resultados

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

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

APÊNDICE B – Estudos Primários

ID	Ano	Fonte	Referência	Qualidade
EP_01	2000	IEEE	Practical applications of statistical process control [in software development projects]. IEEE Software. E. F. Weller ; Bull HN Inf. Syst., Phoenix, AZ, USA.	Muito Boa (76%)
EP_02	2003	IEEE	Experiences in the inspection process characterization techniques. International Conference on Quality Software. V. Narayana; R. Swamy.	Muito Boa (83%)
EP_03	2013	IEEE	Application of Statistical Process Control to Software Defect Metrics: An Industry Experience Report. International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Carla Fernández-Corrales; Marcelo Jenkins; Jorge Villegas.	Excelente (100%)
EP_04	2009	IEEE	A tool for quality controls in industrial process. Instrumentation and Measurement Technology Conference. Massimo Lazzaroni	Muito Boa (66,66%)
EP_05	2010	IEEE	Techniques for quantitative analysis of software quality throughout the SDLC: The SWEBOK Guide Coverage. International Conference on Software Engineering Research. Manar Abu Talib; Adel Khelifi; Alain Abran; Olga Ormandjieva	Excelente (100%)
EP_06	2010	IEEE	Monitoring a process with mixed-type and high-dimensional data. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. Xianghui Ning; Fugee Tsung.	Media (41%)

5EP_07	2011	IEEE	Application of QFD and SPC methods in the processes of design and products manufacturing. International Carpathian Control Conference. Michaela Kelblerová; David Vykydal	Boa (58%)
EP_08	2014	IEEE	The need for integrating statistical process control and automatic process control. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. Abdul-Wahid A. Saif.	Excelente (91%)
EP_09	2012	IEEE	Research on the function and the application flow of SPC system. International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. Chen Xiangdong; Wang Yang	Boa (50%)
EP_10	2008	IEEE	Development of MES-based Real Time Statistical Process Quality Monitoring System. International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling Workshop. Shusong Yu; Jitao Fang; Shuo Shi; Haibin Li.	Excelente (100%)
EP_11	2009	IEEE	Design an Online SMEs-SPC Computer Based System. International Conference on Information Management and Engineering. R. Mohd Zain; M. N. Ab Rahman; Z. Mohd Nopiah.	Excelente (91%)
EP_12	2011	IEEE	A data mining approach for improving manufacturing processes quality control. International Conference on Next Generation Information Technology. Amr Mohamed Mohamed Kamal.	Boa (50%)

EP_13	2014	IEEE	Sequential strategy for software process measurement that uses Statistical Process Control. Malaysian Software Engineering Conference. Muhammad Abubakar Alhassan; Dayang N. A. Jawawi.	Muito Boa (75%)
EP_14	2012	IEEE	Support for Statistic Process Control of Software Process. Latin America Conference on Informatics. Lucélia Gonçalves; Liken Lima; Rodrigo Quites Reis; Luciana Nascimento; Talita Ribeiro.	Excelente (100%)
EP_15	2010	IEEE	Software Design for Quality-oriented Statistical Tolerance and SPC. International Conference on Information and Computing. Yu Zhang; Lidan Hou.	Muito Boa (83,3%)
EP_16	2001	IEEE	Unified system for manufacturing process control and data collection. Electronic Components and Technology Conference. M. Bentlage; B. Hamilton; R. Neuberger.	Muito Boa (75%)
EP_17	2004	IEEE	Applying SPC to autonomic computing. International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Qian-Li Zhang; Ji Gao.	Muito Boa (75%)
EP_18	2006	IEEE	Applying Statistical Process Control to the Repair Process. IEEE Autotestcon. Richard W. Craig.	Muito Boa (83,3%)
EP_19	2006	ACM	Non-intrusive monitoring of software quality. Conference on Software Maintenance and Reengineering. N. Boffoli.	Excelente (100%)

EP_20	2012	ACM	Statistical process control for software: a systematic approach. International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Nicola Boffoli, Giovanni Bruno, Danilo Caivano, Gemma Mastelloni.	Excelente (100%)
EP_21	2012	ACM	Automated detection of performance regressions using statistical process control techniques. International Conference on Performance Engineering. Thanh H.D. Nguyen, Bram Adams, Zhen Ming Jiang, Ahmed E. Hassan, Mohamed Nasser, Parminder Flora.	Excelente (100%)
EP_22	2006	SCOPUS	Experiences of applying SPC techniques to software development processes. International Conference on Software engineering. Mutsumi Komuro.	Excelente (100%)
EP_23	2013	SCOPUS	A development of a web-based and user-centered process analysis system for quality improvement. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. Chang, Y.W., Lee, S.H..	Muito Boa (83,3%)
EP_24	2011	SCOPUS	Measuring and predicting software productivity: A systematic map and review. Information and Software Technology (Scopus Journal Metrics). Petersen, K..	Muito Boa (83,3%)
EP_25	2009	SCOPUS	Software development process monitoring based on nominal transformation. International Conference on Computer and Information Science. Zhao, F., Peng, X., Zhao, W..	Muito Boa (75%)

EP_26	2008	SCOPUS	Development and application of networked manufacturing process monitoring system. International Symposium on Computational Intelligence and Design. Fang, J., Shusong, Yu., Ding, X..	Muito Boa (75%)
EP_27	2008	SCOPUS	Applying SPC to software development: Where and why. IEEE Software. Weller, E., Card, D., Curtis, B., Raczynski, B.	Boa (58,33%)
EP_28	2008	SCOPUS	Making statistics part of decision making in an engineering organization. IEEE Software. Card, D.N., Domzalski, K., Davies, G..	Boa (58,3%)
EP_29	2007	SCOPUS	Retrospective analysis for mining the causes in manufacturing processes. International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation. Pang, K.-P., Ali, S..	Muito Boa (83,33%)

APÊNDICE C – Estudos Excluídos

ID	Ano	Fonte	Referência	Critério usado para excluir o estudo
EE_01	2008	IEEE	Point/Counterpoint. IEEE Software. Ed Weller; David Card; Bill Curtis; Bob Raczynski.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_02	2000	IEEE	A fuzzy expert system for fault detection in statistical process control of industrial processes. IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society. S. M. El-Shal; Dept. of Electr. & EleMeas., Nat. Inst. of Stand., Giza, Egypt ; A. S. Morris.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_03	2009	IEEE	A CUSUM chart using absolute sample values to monitor process mean and variance. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. Zhang Wu; Mei Yang.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_04	2010	IEEE	Design on method of Statistical Process Control (SPC) based on RFID technology. International Conference on Supply Chain Management and Information Systems. Jiaqi Li; Qing Zhang; Bowei Li.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_05	2010	IEEE	Optimize Transition Stages of the Integrated SPC/EPC Process Using Neural Network and Improved Ant Colony Algorithm. International Conference on Computational Intelligence	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.

			and Software Engineering. Ying Shi.	
EE_06	2008	IEEE	Research on Product Lifecycle Oriented Quality Management System Based on Networked Manufacturing. International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. Xingyu Jiang; Kai Zhao; Yang Zhang; Wanshan Wang.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_07	2009	IEEE	The relationship between statistical process control critical success factors and performance: A structural equation modeling approach. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. J. Mohd Rohani; S. Mohd Yusof; I. Mohamad	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_08	2010	IEEE	Design of Quality Control System for Thickness Process of Thrust Washer. International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation. Qian Jiawei; Qian Xiaoyao; Yuan Jia.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_09	2008	IEEE	The effect of non-normality on performance of linear profile monitoring. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. R. Noorossana; A. Vaghefi; M. Dorri.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.

EE_10	2001	IEEE	Industrial application of SPC to batch polymerization processes. American Control Conference. C. E. Schlags; M. P. Popule.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_11	2009	IEEE	Study on Quality Control Method of Using the Kalman Filtering. International Conference on E-Business and Information System Security. Fan Zhang; Yu Liu.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_12	2013	IEEE	Research on Service Quality Management Based on Statistical Process Control Theory. International Conference on Service Sciences. Jun Kang.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_13	2013	IEEE	A conceptual readiness framework for statistical process control (SPC) deployment. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. S. Abdul Halim Lim; J. Antony.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_14	2008	IEEE	Research on multi-type & small batch oriented process quality control system under network environment. International Conference on System Simulation and Scientific Computing. Xingyu Jiang; Kai Zhao; Liang Tang; Wanshan Wang.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_15	2009	IEEE	Interpreting the mean shift signals in multivariate control charts using support vector machine-based classifier. International Conference on Management and Service	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.

			Science. C. S. Cheng; H. P. Cheng; K. K. Huang.	
EE_16	2006	IEEE	Retrospective Analysis for Mining the Causes in Manufacturing Processes. International Conference on Computational Intelligence for Modelling Control. Kwok-pan PANG; Shawkat ALI.	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte SCOPUS
EE_17	2003	IEEE	Statistical Process Control Based on Two Kinds of Feedback Adjustment for Autocorrelated Process. International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. T. C. Windsor-Shaw.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_18	2009	IEEE	Research and Application of Intelligent Quality Control System Based on FMEA Repository. International Conference on Information Technology and Computer Science. Tao Yu; Gaoshan Wang.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_19	2008	IEEE	Research of on-line process quality control system. International Conference on Automation and Logistics. C. L. Bowen.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_20	2013	IEEE	Applications in teaching Statistical Quality Control with different R interfaces. Global Engineering Education Conference. Andréa Cristina Konrath; Elisa Henning; Olga Maria Formigoni Carvalho Walter; Custodio da Cunha	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.

			Alves; Robert Wayne Samohyl	
EE_21	2008	IEEE	Statistical process control by model Bayesian. International Conference on Management of Innovation and Technology. M. E. Camargo; W. P. Filho; A. I. dos Santos Dullius; S. L. Russo; A. Galelli.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_22	2006	IEEE	Statistical Process Control for Multistage Manufacturing and Service Operations: A Review. International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics. Fugee Tsung; Yanting Li; Ming Jin.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_23	2007	IEEE	Integrative SPC/SPA Methods for Process Monitoring and Adjustment. Conference on Industrial Electronics and Applications. W. Chu; X. Y. Yu; S. D. Sun.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_24	2009	IEEE	Research and Development on Closed-Loop SPC System in Automobile Components Sector. World Congress on Software Engineering. Cunrong Li; Chunxia Yang; Ping Xiong.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_25	2011	IEEE	Statistical process control with autocorrelated data using neural networks. International Conference on Quality and Reliability. Chumpol Yuangyai; Rachel Abrahams.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.

EE_26	2010	IEEE	Quality-oriented Statistical Tolerancing and its Application in Process Quality Monitoring. International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. Yu Zhang; Musheng Yang; Yanhu Yin; Jianhui Xue.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_27	2006	IEEE	Experiences of applying SPC techniques to software development processes. Third International Conference on Quality Software. Mutsumi Komuro.	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte ACM
EE_28	2014	IEEE	MIMO EWMA-CUSUM condition-based Statistical Process Control in Manufacturing Processes. International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. Y. J. Ou; J. Hu; X. Li; T. Le.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_29	2010	ACM	Evaluating the suitability of a measurement repository for statistical process control. International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Monalessa Perini Barcellos, Ana Regina Rocha, Ricardo de Almeida Falbo.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_30	2012	ACM	Monitoring the software test process using statistical process control: a logarithmic approach. European software engineering conference. João W. Cangussu, Raymond A. DeCarlo, Aditya P. Mathur.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.

EE_31	2001	ACM	Quantifying simulation output variability using confidence intervals and statistical process control. Winter Simulation Conference. Amy Jo Naylor.	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_32	2016	SCOPUS	Optimized defect prediction model using statistical process control and Correlation-Based feature selection method. Advances in Intelligent Systems and Computing. Nanditha, J., Sruthi, K.N., Ashok, S., Judy, M.V..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_33	2015	SCOPUS	Monitoring software quality using SPC – an order statistics approach. International Journal of Applied Engineering Research. Sobhana, K., Satya Prasad, R., Smitha Chowdary, C..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_34	2015	SCOPUS	Monitoring burr type III software quality using SPC. International Journal of Engineering and Technology. Smitha Chowdary, C., Satya Prasad, R., Sobhana, K..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_35	2015	SCOPUS	An Impact of Linear Regression Models for Improving the Software Quality with Estimated Cost. Procedia Computer Science. Marandi, A.K., Khan, D.A..	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_36	2014	SCOPUS	Sequential strategy for software process measurement that uses Statistical Process Control. Malaysian Software Engineering Conference. Authors of	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte IEEE

			DocumentAlhassan, M.A., Jawawi, D.N.A..	
EE_37	2014	SCOPUS	Assessing Rayleigh software reliability model based on NHPP using SPC. Journal of Next Generation Information Technology. Shin, H.-D., Kim, H.-C.	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_38	2014	SCOPUS	Vibration performance and measurement technology of double row tapered roller bearings for freight wagon. Civil-Comp Proceedings. Xu, S.N., Xu, W., Zhang, Y.N., (...), Xi, H., Wang, F.C..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_39	2014	SCOPUS	Dynamic guidelines to statistically control peer review costs. IIE Annual Conference and Expo. Koursaris, C.M., Welch, R.L.W..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_40	2014	SCOPUS	An empirically validated simulation for understanding the relationship between process conformance and technology skills. Software Quality Journal. Matalonga, S., Solari, M., Feliu, T.S..	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_41		SCOPUS	Support for Statistic Process Control of software process. Latin America Conference on Informatics. Goncalves, L., Lima, L., Reis, R.Q., Nascimento, L., Ribeiro, T..	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte IEEE
EE_42	2011	SCOPUS	Development of analysis system for the process of piston's production. International Renewable Energy Congress. Wang, X., Song, X..	f) O estudo apresenta texto incompleto

EE_43	2010	SCOPUS	A Quality Framework to check the applicability of engineering and statistical assumptions for automated gauges. IEEE International Conference on Automation Science and Engineering. Bering, T.P.K., Veldhuis, S.C..	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_44	2010	SCOPUS	Defining and monitoring strategically aligned software improvement goals. International Conference on Product-Focused Software Process Improvement. Barreto, A.O.S., Rocha, A.R..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_45	2010	SCOPUS	Techniques for quantitative analysis of software quality throughout the SDLC: The SWEBOK guide coverage. International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications. Talib, M.A., Khelifi, A., Abran, A., Ormandjieva, O.	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte IEEE
EE_46	2009	SCOPUS	Statistical process control for system development using Six Sigma techniques. Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. Selby, R.W..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_47	2009	SCOPUS	Project management maturity model (PMMM) in developing on-line statistical process control software: An integrated approach. Source of the Document Journal of Applied Sciences Research. Wazed, M.A., Ahmed, S..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_48	2009	SCOPUS	A tool for quality controls in industrial process. IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference. Lazzaroni, M..	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte IEEE

EE_49	2008	SCOPUS	Software development statistical process control using Six Sigma techniques. AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. Selby, R.W..	c) O estudo não responde a nenhuma das questões de investigação.
EE_50	2007	SCOPUS	An assessment and analysis tool for statistical process control of software processes. International SPICE Conference on Process Assessment and Improvement. Kirbaş, S., Tarhan, A., Demirörs, O..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_51	2006	SCOPUS	Experiences of applying SPC techniques to software development processes. International Conference on Software Engineering. Komuro, M..	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte ACM
EE_52	2006	SCOPUS	Investigating suitability of software process and metrics for statistical process control. European Conference on Software Process Improvement. Tarhan, A., Demirörs, O..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_53	2004	SCOPUS	State of the art and future of research in software process improvement. International Computer Software and Applications Conference. Serrano, M.A..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_54	2003	SCOPUS	Monitoring the software test process using statistical process control: A logarithmic approach. Symposium on the Foundations of Software Engineering. Cangussu, J.W., DeCarlo, R.A., Mathur, A.P.	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte ACM.

EE_55	2003	SCOPUS	Total Quality Management in the Production of Sheet Products. Kunststoffe Plast Europe. Spies, G., Flohr, H., Stadlmayr, L.	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_56	2003	SCOPUS	Experiences in the inspection process characterization techniques. International Conference on Quality Software. Narayana, V., Swamy, R..	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte IEEE
EE_57	2002	SCOPUS	An intelligent system for multivariate statistical process monitoring and diagnosis. ISA Transactions. Tatara, E., Çinar, A..	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_58	2001	SCOPUS	Development of a Prototype MSPC Software Package for On-Line Process Monitoring and Statistical Quality Control. Stavropoulos, Y., Kiparissides, C.	f) O estudo apresenta texto incompleto
EE_59	2000	SCOPUS	Practical applications of statistical process control. IEEE Software. Weller, E.F.	d) O estudo é repetido, já foi listado na fonte ACM