

# Uma discussão sobre Métodos Sistemáticos para a revisão de trabalhos científicos em Engenharia de Software

Hugo Sica de Andrade, Luanna Lopes Lobato

Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
CEP 75704-020 – Catalão – GO – Brasil

hugosica@gmail.com, lll@cin.ufpe.br

**Abstract.** *This article discusses the use of systematic methods for reviewing literature, presenting a use case which executes a systematic review on Software Engineering studies. Thus, the method of scoping studies was adopted in order to gather relevant work considering the context of a project entitled ‘risk management for software development’.*

**Resumo.** *Este artigo discute o uso de métodos sistemáticos para revisar a literatura, tendo como estudo de caso a execução de uma sistematizada revisão sobre as pesquisas disponíveis em Engenharia de Software. Assim sendo, o método de revisão baseado no estudo de escopo foi adotado como meio para obter publicações relevantes ao contexto de um projeto com o tema de ‘gerenciamento de risco para desenvolvimento de software’.*

## 1. Introdução

Pesquisadores com diferentes níveis de habilidade e experiência têm o hábito de recorrer a buscas tradicionais, como a do ‘Google’, a fim de coletar informações sobre um determinado assunto. Esse método de revisão é apropriado principalmente quando não há a necessidade de obter informações com um padrão elevado de qualidade e precisão. É simples digitar o que se busca e selecionar, através de um método subjetivo e pessoal, quais são os melhores artigos, notícias, imagens, documentos ou trabalhos recuperados por uma ferramenta de busca.

Porém, quando se trata de trabalhos científicos, normalmente é importante que haja alguma consistência na seleção nos dados encontrados. A credibilidade em relação a qualidade dos estudos recuperados nas buscas é um dos fatores que ultimamente tem ganhado grande importância na avaliação de revisões de literatura. Trabalhos concisos, claros e de cunho empírico são melhores valorizados e reconhecidos em meios tanto industriais quanto acadêmicos.

Kitchenham *et al.* (2008) sugere que pesquisadores em Engenharia de Software adotem pesquisas ‘baseadas em evidências’. Essa prática, que teve início na medicina, tem como objetivo a aplicação de métodos científicos a toda prática de projeto, ressaltando a importância da confiabilidade de dados baseados em resultados de experimentos científicos. ‘Evidência’, nesse contexto, é denotada por uma síntese dos melhores estudos científicos com respaldo empírico, ou seja, uma coleção de dados que mantém um nível aceitável de qualidade na busca de trabalhos durante uma revisão.

Assim sendo, este artigo tem como objetivo abordar a importância em se realizar uma revisão da literatura de qualidade, avaliando os benefícios de revisões tradicionais

e de revisões sistemáticas. O assunto é discutido com base na experiência de uma revisão de escopo realizada na área de Engenharia de Software, com especificidade sobre assuntos relacionados a Gerenciamento de Riscos em projetos de software. Diferentes métodos são utilizados no meio científico, sendo alguns deles a revisão sistemática (Systematic Review – SR), a revisão baseada no estudo de escopo (Scoping Study - SS) e a revisão de mapeamento (Mapping Study – MS). Cada método possui características próprias, no entanto o fundamento principal de todos é baseado em um único propósito, sendo esse a revisão de maneira sistematizada da literatura existente.

## **2. Métodos de Revisão**

O objetivo principal deste trabalho está baseado no levantamento bibliográfico de pesquisas relacionadas à área de gerenciamento de riscos no desenvolvimento de projetos de software. Para tanto, foi realizada uma análise sobre os métodos de revisão disponíveis para identificação de pesquisas que apresentem qualidade. Assim sendo, estabeleceu-se a condição de que métodos sistemáticos seriam utilizados, os quais têm como foco possibilitar a seleção sistemática de trabalhos realmente relevantes. Ainda, tem-se como benefício possibilitar a análise das informações coletadas durante o processo de revisão, visto que as mesmas são importantes para a efetivação e validação dos resultados encontrados.

### **2.1. Revisão Sistemática**

A revisão sistemática (ou *systematic review*, do inglês), tem como objetivo oferecer uma avaliação honesta de um tópico de pesquisa, utilizando definições rigorosas e detalhamento das atividades de revisão. Revisões sistemáticas são essencialmente focadas em responder a uma pergunta central de pesquisa. Todo o processo de revisão terá como objetivo final responder a essa pergunta, logo, é importante que ela seja elaborada de forma coerente e de acordo com as necessidades particulares de uma pesquisa. Em síntese, uma revisão sistemática é “uma forma de estudo secundário que utiliza uma metodologia bem definida para identificar, analisar e interpretar toda evidência disponível relacionada a uma questão de pesquisa específica, de maneira fundamentada e reproduzível” (Kitchenham, 2007).

Pesquisadores que optam por realizar revisões sistemáticas também analisam, além da viabilidade, a necessidade da execução desse tipo de revisão. Por se tratar de um processo longo e detalhado, é imprescindível que o trabalho tenha metas e propósitos bem definidos. É necessário definir com clareza os objetivos da revisão, os métodos utilizados para concretizá-la, as fontes de pesquisa, as perguntas a serem respondidas baseadas no tema de pesquisa que se está investigando, os critérios de qualidade definidos a partir do contexto dos trabalhos obtidos, dentre outras características cruciais para a execução de uma revisão com qualidade.

De acordo com Kitchenham (2007), alguns dos motivos que mais impulsionam o desenvolvimento de revisões sistemáticas são:

- Para resumir evidências existentes sobre uma determinada tecnologia;
- Para identificar possíveis *gaps* na pesquisa e apontar áreas onde uma investigação mais detalhada precisa ser realizada;

- Para disponibilizar um *framework* adequado para futuras atividades de pesquisa na mesma área.

Dessa forma, revisões sistemáticas obedecem a uma série de regras que, ao longo do processo, contribuem para que uma baixa probabilidade de erros seja estabelecida em relação à inclusão de artigos de baixa qualidade para o campo de pesquisa. Devido à complexidade do trabalho, a revisão sistemática se torna bastante sensível a efeitos de pesquisa, ou seja, é possível detectar na literatura diversos aspectos relevantes através da variedade de atividades executadas na revisão. A credibilidade da pesquisa depende diretamente da qualidade das tarefas realizadas na fase de planejamento da revisão.

Revisões sistemáticas diferem de revisões literárias convencionais em diversos aspectos, como a definição de uma estratégia de busca, definindo-se as fontes de pesquisas e os instrumentos a serem pesquisados (assim leitores podem avaliar o rigor imposto na pesquisa), bem como a estipulação de critérios de inclusão e exclusão de para seleção dos estudos que comporão a base de trabalhos recuperados.

De acordo com Kitchenham (2007), o processo de revisão sistemática é dividido basicamente de três etapas:

1. Planejar a revisão;
2. Conduzir a revisão;
3. Reportar a revisão.

A fase de planejamento consiste no processo de esquematizar, prever, detalhar e explicitar etapas da execução da revisão. Pesquisadores em fase de planejamento de revisões sistemáticas preparam um documento que descreve todos os detalhes da condução da revisão, sendo esse denominado 'Protocolo'. O protocolo é composto por *guidelines* referentes ao planejamento necessário para a execução da revisão e coleta de dados, além de conter um *log* de edição. Assim sendo, o protocolo é um documento utilizado como ferramenta de controle para gerência da revisão à medida que a mesma evolui.

Na condução da revisão, preocupa-se em executar a busca e os métodos definidos para a seleção de trabalhos. As etapas de condução normalmente são iterativas, e facetas são geradas para melhor classificar os artigos selecionados ao final da revisão. Uma vez que os procedimentos de busca foram claramente expostos, inicia-se a seleção de trabalhos, etapa na qual os critérios e processos de seleção são colocados em prática. Em revisões sistemáticas, existe também a fase de avaliação de qualidade dos estudos selecionados, que tem como objetivo filtrar os trabalhos que tiveram uma baixa classificação em relação ao contexto do estudo, mesmo que estes tenham sido previamente selecionados. Com todas as premissas estabelecidas, dá-se início à extração de dados, fase que consiste em aplicar aos estudos selecionados os questionários definidos e fazer uso de formulários estabelecidos na fase de planejamento. Além da leitura e análise dos estudos primários, verificam-se também os estudos secundários, potencialmente interessantes ao contexto da pesquisa. Estudos secundários são aqueles que não fazem parte do conjunto inicial de estudos coletados através dos métodos de busca. Tendo sido coletados os dados, esses são sintetizados, de modo a organizar resultados.

Na terceira etapa da revisão, os resultados são dispostos de modo a fornecer conhecimento sobre a área de estudo, sejam esses representados através de gráficos, tabelas ou textos. Especificam-se mecanismos para que haja a disseminação do estudo. Através de resultados coletados com a execução da revisão, é confeccionado e formatado o relatório principal da revisão. Relatórios são publicados em uma sessão de tese de PhD, ou em um *journal/conferência*. Uma vez confeccionado, o relatório é avaliado, muitas vezes com o auxílio de *checklists* de qualidade.

## 2.2. Revisão de Escopo

Ao invés de ser guiada por uma questão central de pesquisa muito específica, uma revisão de escopo tem como objetivo reunir trabalhos relevantes em uma determinada área de estudo, independentemente do *design* do estudo (Arksey e O'Malley, 2005).

Mays (2001) ressalta que uma revisão de escopo foca em mapear rapidamente os conceitos-chave de uma determinada área, assim como as principais fontes e evidências disponíveis. Normalmente não respondem a questões de pesquisa muito específicas, e sua profundidade em termos de categorização e cobertura irá depender totalmente do propósito da revisão.

De acordo com Arksey e O'Malley (2005), existem ao menos quatro razões pelas quais uma revisão de escopo deve ser executada:

1. Para examinar a extensão, abrangência e natureza de atividades de pesquisa;
2. Para identificar o valor de se executar uma revisão sistemática completa;
3. Para resumir e disseminar resultados de uma pesquisa;
4. Para identificar *gaps* de pesquisa na literatura existente.

É importante ressaltar que a identificação de *gaps* na literatura através de uma revisão de escopo não necessariamente irá identificar *gaps* da revisão de trabalhos, uma vez que a revisão de escopo por si só não avalia a qualidade dos estudos.

Revisões de escopo são iterativas, exigindo que pesquisadores executem cada estágio do processo de uma forma reflexiva (Arksey e O'Malley, 2005). É permitido repetir passos ao longo da pesquisa se necessário. Dessa forma, é completamente compreensível que, por exemplo, os critérios de pesquisa sejam criados, modificados, ou até eliminados durante o processo de pesquisa, à medida que os trabalhos sejam lidos. Ainda assim, utiliza-se um *framework* comum a todos os trabalhos para classificá-los em categorias e coletar informações padronizadas de cada um deles (Kitchenham, 2007).

## 3. Comparando Métodos

Muitas vezes, uma revisão de escopo é executada com o intuito de avaliar o quantitativo de evidências relacionadas a um tópico na literatura, permitindo aos pesquisadores avaliarem a viabilidade e a necessidade de uma revisão mais minuciosa sobre o tema.

### 3.1. Diferenças entre os métodos

As principais diferenças, segundo Kitchenham (2007), entre uma revisão de escopo (equivalente à revisão de mapeamento, diferindo na estruturação de resultados ao final da revisão) e uma revisão sistemática são:

- Revisões de escopo normalmente têm várias questões de pesquisa, sendo estas mais amplas;

- Os termos de pesquisa em uma revisão de escopo são menos focados que em uma revisão sistemática, além de retornarem um número maior de estudos. Em revisões de escopo, no entanto, isso não é problema, uma vez que o intuito é cobrir razoavelmente a literatura disponível, ao invés de trabalhar em um foco específico;

- A extração de dados em revisões de escopo também é mais abrangente que a extração de dados em revisões sistemáticas, e podem mais facilmente servir uma etapa de classificação ou categorização. Os artigos são categorizados de forma suficientemente detalhada com o intuito de responderem as perguntas da pesquisa, e também servirem como referência a outras revisões no futuro, sem que haja a necessidade de revisar todo o processo anterior;

- A etapa de análise de uma revisão de escopo resume os dados para que as perguntas definidas sejam respondidas. É incomum inserir técnicas detalhadas de análise, como meta-análises e sínteses narrativas. Ao invés disso, são explicitados resumos e conclusões. Métodos de revisão de escopo trazem representações gráficas de distribuição dos estudos por tipo de classificação, o que é uma técnica efetiva para se reportar resultados.

- A disseminação de resultados de uma revisão de escopo pode ser mais limitada que a de uma revisão sistemática: limitados a comissões específicas e publicações acadêmicas, com o objetivo de influenciar a futura direção de pesquisas primárias.

### **3.2. Como optar por um método**

A decisão sobre qual método utilizar deve ser tomada com base em respostas a algumas perguntas simples, como por exemplo:

- ‘É necessário avaliar a qualidade dos trabalhos obtidos?’;
- ‘Existem limitações de tempo e de recursos na execução da revisão?’;
- ‘Qual o grau de maturidade das pessoas envolvidas no processo?’;
- ‘Qual o objetivo da revisão?’;
- ‘Quão específico o resultado da pesquisa precisa ser, ao final de sua execução?’.

Respondendo a esses questionamentos, o pesquisador tem condições de estipular prioridades e outros detalhes referentes à revisão que pretende executar. Com base no tempo disponível, na qualificação/experiência das pessoas envolvidas e no objetivo bem definido da revisão, é possível optar por um método que possa se adequar a situação e atender as necessidades presentes.

### **4. Estudo de Caso: uma aplicação prática**

Nessa pesquisa utilizou-se a revisão baseada no estudo de escopo como método de revisão da literatura sobre gerenciamento de riscos em projetos de software. Ainda, como meio de se melhorar a qualidade da revisão, algumas características próprias do método de revisões sistemáticas foram utilizadas. Dessa forma, pode-se manter a abrangência na revisão de trabalhos e ao mesmo tempo estabelecer um nível de qualidade para o resultado final. Foram mantidas as características de transparência e

abrangência no mapeamento de resultados (típicos de SSS) e também a característica de avaliação da qualidade dos estudos recuperados (típico de SRs).

Os seguintes passos foram realizados durante o processo de revisão:

*Desenvolvimento do Protocolo:* Primeiramente, um Protocolo foi elaborado, trazendo definições de 'risco' para que o contexto da pesquisa seja estabelecido, ressaltando a importância de bons métodos de gerenciamento dos mesmos em projetos de software.

*Definição de estratégias de busca e fontes de dados:* Explicou-se como o processo de pesquisa foi definido, e como os estudos primários foram obtidos. Foram definidas *keywords*, que conectadas por expressões booleanas AND e OR formam *search strings*. Uma vez criadas, as *search strings* foram aplicadas a máquinas de busca, conferências, e *journals* de importantes organizações em engenharia de software. Decidiu-se também por fazer uso de *reference lists*, ou seja, verificar bibliografias de trabalhos obtidos através de pesquisas em bancos de dados.

*Definição de critérios de inclusão e exclusão:* Artigos foram considerados aptos à inclusão se apresentavam dados empíricos ou lições aprendidas sobre gerenciamento de riscos em engenharia de software. A revisão incluiu trabalhos de estudantes e desenvolvedores de software profissionais. Somente foram considerados estudos escritos em inglês e publicados no período de 1999 a 2010. Foram excluídos da pesquisa artigos que não mostraram informações suficientes sobre riscos em engenharia de software, que foram duplicados, ou que tinham menos de três páginas. Dividimos a etapa de exclusão de artigos em 'rodadas', que tinham o propósito de filtrar trabalhos que não se adequavam ao contexto definido da pesquisa.

*Definição das questões de pesquisa:* As questões foram definidas com base em três critérios: População, Intervenção, e Resultados.

*Definição de facetas:* Com o objetivo de auxiliar na identificação de *gaps* e tendências na literatura, aspectos que classifiquem artigos foram criados.

*Definição de critérios de qualidade:* Foram criados critérios de qualidade com o intuito de avaliar estudos primários, tanto *approaches* quanto *surveys*, definindo critérios para cada um desses tipos. Dezesesseis critérios foram desenvolvidos, cobrindo quatro aspectos de qualidade: Rigor, Credibilidade, Relevância e Qualidade dos resultados.

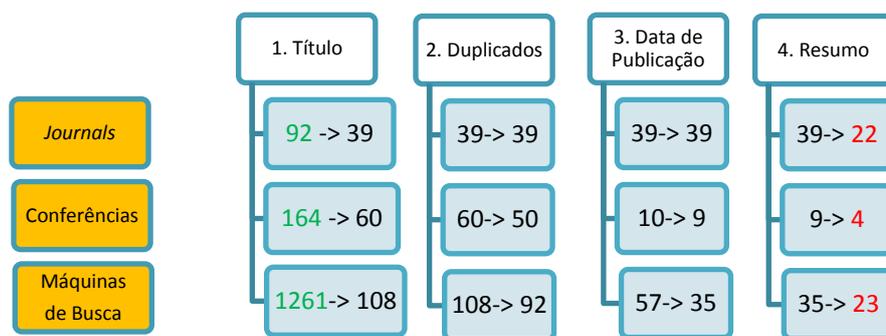
*Condução da revisão:* Aplicação das definições citadas anteriormente;

*Conclusão da revisão:* Apresentação de resultados e disseminação da revisão.

## 5. Resultados

Produzir somente um resumo de cada estudo não garante ajuda aos leitores que por ventura precisem tomar importantes decisões baseadas nas descobertas do estudo (Pawson, 2002). Aplicar um *framework* comum e analítico a todos os relatórios de pesquisa primários, e coletar informações padronizadas em cada estudo, caracterizam maior chance de se tornar a revisão útil.

Através da execução das rodadas e da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão da revisão, os seguintes resultados parciais foram obtidos (em número de artigos, antes e depois da aplicação de critérios de exclusão, respectivamente):



**Figura 1. Número de estudos eliminados a cada rodada**

Inicialmente, foram recuperados 1517 estudos, somando-se os trabalhos obtidos através de *Journals*, Conferências e Máquinas de Busca. Na Figura 1, estão dispostas as fontes de pesquisa (em quadros de fundo amarelo) e os números anterior e posterior de estudos a elas correspondentes, de acordo com critérios estabelecidos durante a fase de planejamento da pesquisa. Os critérios de eliminação foram respectivamente: por análise de Títulos, por identificação de estudos Duplicados, por identificação de Datas de Publicação inválidas, e finalmente por análise de Resumos. Esses critérios estão organizados em colunas na Figura 1. Os números em verde representam estudos primários, e os números em vermelho representam estudos que satisfizeram as condições de pesquisa impostas a cada rodada de eliminações.

Percebe-se que devido à submissão dos estudos recuperados à fase de eliminações através de critérios, houve uma diminuição expressiva no número de estudos do processo de pesquisa.

## 6. Conclusão

Muitas vezes, pesquisadores definem suas revisões como sistemáticas completas. Porém, algumas vezes, elas não são classificadas de forma correta por não adotarem os mesmos (e rígidos) padrões de qualidade e de prevenção de *bias* na seleção de artigos. Existe uma grande responsabilidade envolvida na publicação de trabalhos de revisão, sendo elas completas ou de escopo, por se tratarem de ferramentas que unem trabalhos para futuras referências.

A revisão sistemática se resume em um método no qual os critérios rígidos para o levantamento de estudos se faz presente. A SR não considera artigos de opinião, ou seja, somente artigos com resultados empíricos são selecionados. Consequentemente, a

revisão apresenta alta confiabilidade nos resultados obtidos, além da responsabilidade de se tornar um *framework* para futuros trabalhos sobre o tema. Por outro lado, a revisão de escopo (SS) apresenta um levantamento mais abrangente de todo o contexto de estudo, considerando também artigos de opinião, os quais não contêm respaldo empírico. Além do esforço para realização ser menor, esse tipo de revisão é mais flexível, permitindo alterações nas diretrizes de pesquisa à medida que a mesma evolui.

Os métodos de revisão de estudos diferem de acordo com o objetivo, disponibilidade, e necessidade do pesquisador. É necessária uma análise de viabilidade antes que se opte por um ou outro método de levantamento de estudos. Os resultados obtidos a partir da execução de revisões irão diferir e ter características próprias de acordo com o intuito do pesquisador.

O objetivo atual é trabalhar na finalização da revisão, efetuando a leitura dos artigos selecionados, respondendo às questões definidas, e analisando os resultados obtidos. Ao final da revisão, os riscos mais expressivos e recorrentes no contexto de desenvolvimento de software serão classificados.

## Referências

- Arksey, H., O'Malley, L. (2005). "Scoping Studies: Towards a Methodological Framework". *International Journal of Social Research Methodology*, 8, 1, 19-32.
- Dybå, T., Dingsøy, T. (2008). "Strength of evidence in systematic reviews in software engineering" *Proceedings of the Second ACM-IEEE international Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* (Kaiserslautern, Germany, 9 e 10 de Outubro, 2008). ESEM '08. ACM, New York, NY, 178-187. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1414004.1414034>.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J. and Linkman, S. (2008) "Systematic Literature Reviews in Software Engineering – A Systematic Literature Review". *Information and Software Technology Journal* - 51.
- Kitchenham, B. (2007) "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering". EBSE Technical Report. Keele University & University of Durham, UK.
- Mays, N., Roberts, E. and Popay, J. (2001). "Synthesising research evidence". In N. Fulop, P. Allen, A. Clarke and N. Black (eds) "Studying the Organisation and Delivery of Health Services: Research Methods" (London: Routledge), pp. 188-220.
- Pawson, R. (2002). "Evidence-based policy: in search of a method". *Evaluation*, 8, 2, 157-181.