

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# **Evidências Experimentais sobre Leitura Baseada em Perspectiva**

**Guilherme Gomes Martins**

JUIZ DE FORA  
FEVEREIRO, 2014

# Evidências Experimentais sobre Leitura Baseada em Perspectiva

GUILHERME GOMES MARTINS

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação  
Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: Marcos Kalinowski

JUIZ DE FORA  
FEVEREIRO, 2014

# EVIDÊNCIAS EXPERIMENTAIS SOBRE LEITURA BASEADA EM PERSPECTIVA

Guilherme Gomes Martins

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTEGRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

---

Marcos Kalinowski  
Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação

---

Regina Maria Maciel Braga  
Doutora em Engenharia de Sistemas e Computação

---

José Maria Nazar David  
Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação

JUIZ DE FORA  
DIA 06 DE FEVEREIRO, 2014

*À minha família.*

*Aos meus amigos.*

*À minha avó.*

## Resumo

[Contexto] Atividades de revisão devem ser realizadas durante todo o ciclo de vida do projeto, com a finalidade de diminuir custos e aumentar a qualidade do sistema. Neste cenário, o processo de inspeção de software e técnicas de detecção de defeitos podem ser aplicados. A Leitura Baseada em Perspectivas (PBR) é uma das técnicas que se mostra mais promissora. [Objetivos] Este trabalho possui como objetivo identificar, organizar (em uma Base de Conhecimento) e analisar resultados de estudos experimentais referentes à PBR. [Método] Para isso, foi utilizada a Engenharia de Conhecimento Sistemática (SKE), que se baseia em conceitos de revisões sistemáticas e práticas de engenharia do conhecimento. Foram extraídos e organizados dados de 14 estudos experimentais, os quais foram analisados para fornecer uma visão geral das evidências referentes à PBR. [Resultados] Dois importantes resultados obtidos nesta análise foram (1) a identificação de todas as hipóteses investigadas nestes estudos e seus resultados, e (2) suas principais descobertas segundo os próprios autores. [Conclusões] Por fim, concluiu-se que a abordagem SKE facilitou a identificação, organização e análise das evidências. Elas estão disponíveis para uso da indústria e da academia, podendo ser estendidas e utilizadas para direcionar novas pesquisas.

**Palavras-chave:** Engenharia de Software, Engenharia de Software Experimental, Estudo Experimental, Inspeções de Software, Leitura Baseada em Perspectiva.

# Abstract

[Context] Review activities should be conducted throughout the lifecycle of the project, with the purpose of reducing costs and increasing the quality of the system. In this scenario, the software inspection process and defect detection techniques can be applied. Perspective-Based Reading (PBR) is one of the most promising defect detection techniques. [Objectives] This work aims to identify, organize (in a Knowledge Base) and analyze results of experimental studies on the PBR. [Method] Therefore, we used Systematic Knowledge Engineering (SKE), which is based on concepts of systematic reviews and knowledge engineering practice. We extracted and organized data of 14 experimental studies, which were analyzed to provide an overview of the evidence concerning PBR. [Results] Two important results of this analysis were (1) the identification of all the hypotheses investigated in these studies and their results, and (2) its main findings according to the authors. [Conclusions] Finally, it was concluded that the SKE approach facilitated the identification, organization and analysis of the evidence. They are available for use by industry and academia, and may be extended and used to guide further research.

**Keywords:** Software Engineering, Engineering Experimental Software, Experimental Study, Software Inspections, Perspective Based-Reading.

## Agradecimentos

A todos os meus familiares e amigos que torceram por mim durante toda minha graduação, em especial a meus pais, Nelma Gomes Martins e Gilmar José Martins, pelo grande apoio, sem eles esse momento não seria possível.

Ao professor Marcos Kalinowski pela orientação, paciência e principalmente, pela confiança de que eu conseguiria finalizar este trabalho.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação pelos seus ensinamentos e aos funcionários do curso, que durante esses anos, contribuíram de algum modo para o nosso enriquecimento pessoal e profissional.

*“Carry on my wayward son  
There’ll be peace when you are done  
Lay your weary head to rest  
Don’t you cry no more”.*

*Kansas (Carry On Wayward Son)*

# Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Lista de Figuras</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Lista de Tabelas</b>   | <b>8</b>  |
| <b>Lista de Abreviações</b>   | <b>9</b>  |
| <b>1 Introdução</b>   | <b>10</b> |
| 1.1 Contexto . . . . .  | 10        |
| 1.2 Motivação . . . . .   | 11        |
| 1.3 Objetivos . . . . .   | 12        |
| 1.3.1 Objetivo Geral . . . . .  | 12        |
| 1.3.2 Objetivos Específicos . . . . .                                 | 12        |
| 1.4 Organização do Trabalho . . . . .                                 | 12        |
| <b>2 Leitura Baseada em Perspectiva</b>                               | <b>13</b> |
| 2.1 Inspeções de Software . . . . .                                   | 13        |
| 2.2 Técnicas de Leitura . . . . .                                     | 15        |
| 2.2.1 Técnica de Leitura <i>Ad Hoc</i> . . . . .                      | 16        |
| 2.2.2 Técnica de Leitura Baseada em <i>Checklist</i> (CBR) . . . . .  | 16        |
| 2.2.3 Inspeção Baseada em Especificação Formal (FSBI) . . . . .       | 18        |
| 2.2.4 Técnica de Leitura Baseada em Cenários (SBR) . . . . .          | 18        |
| 2.3 Leitura Baseada em Perspectiva (PBR) . . . . .                    | 19        |
| <b>3 Evidências Experimentais sobre PBR</b>                           | <b>22</b> |
| 3.1 Engenharia de Conhecimento Sistemática (SKE) . . . . .            | 22        |
| 3.1.1 Base de Conhecimento (KB) . . . . .                             | 24        |
| 3.1.2 Planejamento da Criação da KB . . . . .                         | 26        |
| 3.1.3 Execução da Extração de Dados . . . . .                         | 27        |
| 3.1.4 Criação/Atualização da KB . . . . .                             | 29        |
| 3.2 Evidências Experimentais sobre PBR . . . . .                      | 29        |
| 3.2.1 Mapeamento dos Estudos Experimentais . . . . .                  | 30        |
| 3.2.2 Visão Geral de Evidências sobre PBR . . . . .                   | 33        |
| 3.2.3 Outras Considerações . . . . .                                  | 34        |
| 3.3 Ameaças à Validade . . . . .                                      | 35        |
| <b>4 Considerações Finais</b>   | <b>37</b> |
| 4.1 Contribuições . . . . .   | 37        |
| 4.2 Limitações . . . . .  | 38        |
| 4.3 Trabalhos Futuros . . . . .                                       | 39        |
| <b>Referências Bibliográficas</b>                                     | <b>40</b> |
| <b>A Descobertas e Hipóteses dos Estudos Experimentais Analisados</b> | <b>44</b> |

## Lista de Figuras

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.1 | Reestruturação do Processo de Inspeção adaptado por KALINOWSKI e TRAVASSOS (2004) . . . . .           | 14 |
| 2.2 | Exemplo de formulário utilizado como <i>checklist</i> . . . . .                                       | 17 |
| 3.1 | Modelo de Dados para a Construção da KB segundo BIFFL <i>et al.</i> (2013) .                          | 25 |
| 3.2 | Tópicos do BoK referentes a uma Inspeção de Software segundo BIFFL <i>et al.</i> (2013) . . . . .     | 26 |
| 3.3 | Configuração PICO e <i>String</i> de Busca utilizada na Scopus (BIFFL <i>et al.</i> , 2013) . . . . . | 27 |
| 3.4 | Gráfico de Citações entre os Estudos Experimentais sobre PBR . . . . .                                | 28 |
| 3.5 | Tela do protótipo Web . . . . .   | 30 |
| 3.6 | Gráfico de Citações Atualizado com os Experimentos Encontrados em CI-OLKOWSKI (2009) . . . . .        | 36 |

## Lista de Tabelas

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 3.1 | Estudos Experimentais Divididos segundo a Técnica de Detecção de Defeitos | 31 |
| 3.2 | Estudos Experimentais Divididos segundo o Tipo de Artefato Inspeccionado  | 31 |
| 3.3 | Consultas Utilizadas na KB . . . . .                                      | 32 |
| A.1 | Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR . . . . .      | 44 |
| A.2 | Descobertas dos Estudos Experimentais sobre PBR segundo os seus Autores   | 59 |

## Lista de Abreviações

|      |                                       |
|------|---------------------------------------|
| BoK  | Body of Knowledge                     |
| CBR  | Checklist-Based Reading               |
| FSBI | Formal Specification-Based Inspection |
| KB   | Knowledge Base                        |
| PBR  | Perspectiva Baseada em Leitura        |
| SBR  | Scenario-Based Reading                |
| SKE  | Systematic Knowledge Engineering      |
| SLR  | Systematic Literature Review          |
| UBR  | Usage-Based Reading                   |
| UFJF | Universidade Federal de Juiz de Fora  |

# 1 Introdução

## 1.1 Contexto

O desenvolvimento de software tem como objetivo principal gerar sistemas que satisfaçam os desejos e as necessidades de seus usuários. Para garantir que este objetivo seja cumprido, atividades de revisão e monitoramento devem ser realizadas durante todo o ciclo de vida do projeto e em todos os artefatos associados ao seu desenvolvimento, por exemplo, documentos de requisitos, código fonte e planos de teste.

Inspeções de software (FAGAN, 1976) têm se apresentado como uma abordagem eficiente e de baixo custo para apoiar este desenvolvimento. Sua premissa básica é detectar e remover defeitos nas fases iniciais do projeto, antes que eles se propaguem para as fases subsequentes de desenvolvimento em que o seu custo de detecção e correção se eleva drasticamente. Ou seja, quanto antes o defeito for detectado e corrigido, menor será o retrabalho e maior será a qualidade do produto final (KALINOWSKI *et al.*, 2007).

De acordo com BOEHM e BASILI (2001), encontrar e corrigir um problema após a entrega do software é aproximadamente 100 vezes mais caro do que durante a fase de requisitos e de projeto. Além disso, os projetos de software gastam entre 40 e 50 por cento de seu esforço com retrabalho que pode ser evitado. Estes fatos comprovam a necessidade e a importância de se aplicar métodos de inspeção de software, tanto para diminuir custos, quanto para aumentar a qualidade do software.

Para explorar todo o potencial da inspeção de software, deve-se garantir que os artefatos do projeto sejam rigorosamente inspecionados. Para isso, as técnicas de leitura utilizadas para a detecção de defeitos mostram ser uma abordagem de grande utilidade, uma vez que estas são responsáveis por apresentar uma diretriz aos inspetores sobre “o que procurar” e “como procurar” durante a inspeção (LAITENBERGER *et al.*, 2001).

Uma das técnicas de leitura que se destaca neste cenário é a Leitura Baseada em Perspectiva (*Perspective-Based Reading*, ou PBR). Essa técnica divide a equipe de inspeção em grupos, onde cada um deles deve inspecionar o artefato seguindo uma de-

terminada perspectiva. Normalmente a divisão dessas perspectivas segue as visões do “Usuário”, do “Projetista” e do “Testador”. Ao final da inspeção, os defeitos encontrados por cada perspectiva são reunidos, possibilitando uma maior cobertura do artefato. Essa estratégia de leitura possui um grande potencial de sucesso, pois, segundo BOEHM e BASILI (2001), revisões baseadas em perspectiva detectam 35 por cento mais defeitos do que revisões não direcionadas.

## 1.2 Motivação

Ao longo dos anos, muitas teorias e técnicas referentes a inspeções de software têm sido propostas, como por exemplo, técnicas de estimativa para o número de defeitos em documentos e técnicas de leitura de artefatos visando aumentar a eficiência de inspetores em detectar defeitos (KALINOWSKI *et al.*, 2004). Algumas destas teorias e técnicas têm sido avaliadas através de estudos experimentais, e as evidências (ou resultados) destas avaliações podem ser consideradas como conhecimento da área de inspeções de software.

A engenharia de software experimental oferece um modo sistemático, disciplinado, computável e controlado para validar novas teorias, técnicas, modelos ou ferramentas em comparação com as já existentes (TRAVASSOS, 2002). Ou seja, um estudo experimental tem como objetivos (1) produzir evidências experimentais que dizem quais os aspectos positivos e negativos de uma determinada teoria, técnica, modelo ou ferramenta, e (2) mostrar onde ela pode ser aplicada e em quais condições ela oferece melhor ou pior desempenho. Para isso, os experimentos apresentam hipóteses que podem ser confirmadas ou rejeitadas de acordo com os resultados obtidos estatisticamente através de uma análise de dados. Estes dados são extraídos de métodos quantitativos e/ou qualitativos utilizados durante o estudo experimental. Benefícios de se utilizar experimentação para introduzir tecnologias de software na indústria tem sido relatados (KALINOWSKI e TRAVASSOS, 2005, 2007).

Diante disso, é possível encontrar na literatura diversos estudos experimentais que possuem como foco a técnica PBR. Estes estudos foram realizados com a finalidade de compará-la com outras técnicas de leitura para verificar seu desempenho com relação a elas. Entretanto, encontrar de forma eficiente todas as informações referentes a estes

estudos experimentais, é uma tarefa complicada e que exige grande esforço. Isso ocorre porque as bibliotecas digitais não fornecem acesso estruturado às suas coleções, por exemplo, não se pode pesquisar diretamente as hipóteses ou os resultados referentes aos estudos experimentais que envolvem a técnica PBR.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho propõe a análise de estudos experimentais que envolvam a técnica PBR para identificar, extrair e centralizar, de forma eficiente e padronizada, as evidências obtidas através destes estudos.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Para cumprir o objetivo geral, pretende-se agregar à Base de Conhecimento (*Knowledge Base*, ou KB), proposta por BIFFL *et al.* (2013), informações extraídas dos estudos identificados, de modo a permitir a recuperação futura de evidências (providas por estes estudos) de acordo com o interesse do pesquisador.

Além disso, pretende-se apresentar as principais evidências encontradas sobre a técnica PBR, de forma a oferecer uma visão geral do que tem sido investigado, orientar possíveis novas investigações e auxiliar grupos de desenvolvimento a determinar se esta técnica poderá ser útil para o seu ambiente de trabalho.

## 1.4 Organização do Trabalho

O restante deste trabalho se encontra dividido da seguinte forma. O capítulo 2 apresenta os aspectos teóricos referentes à inspeção de software e à leitura baseada em perspectiva. O capítulo 3 apresenta a forma como as evidências foram obtidas, organizadas e analisadas, bem como um sumário das evidências em si. Por fim, capítulo 4 apresenta as conclusões, as limitações e os trabalhos futuros oriundos desta pesquisa.

## 2 Leitura Baseada em Perspectiva

Este capítulo tem como objetivo introduzir os conceitos básicos sobre inspeções de software, expor um panorama geral sobre as técnicas de leitura, focando nas técnicas que foram utilizadas em comparação com a técnica PBR durante os estudos experimentais, e por fim, descrever a técnica PBR.

### 2.1 Inspeções de Software

O processo de inspeção de software foi originalmente definido para melhorar a qualidade da programação e aumentar a sua produtividade atuando na fase de projeto e de codificação do ciclo de vida do desenvolvimento de software (FAGAN, 1976). Desde a sua definição, muitos estudos experimentais foram realizados para comprovar a sua eficiência e para avaliar as variações que surgiram do método tradicional. Com isso, verificou-se que seus benefícios podem ser aplicados em quaisquer fases do desenvolvimento, aumentando a qualidade do produto final e reduzindo os custos com retrabalho (BIFFL e GUTJAHR, 2002; SHULL *et al.*, 2000).

A partir destes estudos experimentais uma grande quantidade de conhecimento foi produzida na área de inspeções de software e, com base em seus resultados, SAUER *et al.* (2000) apresentaram uma reestruturação do método de inspeção tradicional. Essa reestruturação é ilustrada na Figura 2.1.

KALINOWSKI e TRAVASSOS (2004) apresentam a seguinte descrição sobre as atividades deste processo reestruturado:

- **Planejamento:** um membro da equipe assume o papel de moderador da inspeção e fica responsável por definir, entre outras coisas, a técnica a ser utilizada, quais artefatos serão inspecionados e quais inspetores serão responsáveis por eles.
- **Deteção de Defeitos:** os inspetores realizam a deteção de defeitos nos artefatos que foram designados para eles e geram uma lista de discrepância contendo todos

os defeitos encontrados.

- **Coleção de Defeitos:** o moderador agrupa as listas de discrepâncias pertencentes ao mesmo artefato e elimina os defeitos repetidos.
- **Discriminação de Defeitos:** o moderador, o autor do artefato e os inspetores responsáveis por ele discutem os defeitos presentes na lista de discrepância resultante da coleção e os classificam como defeitos verdadeiros ou falso positivos.
- **Retrabalho:** o autor do artefato corrige os defeitos verdadeiros e produz um relatório referente a esta correção.
- **Continuação:** o moderador decide se uma nova inspeção deve ocorrer sobre os artefatos corrigidos.

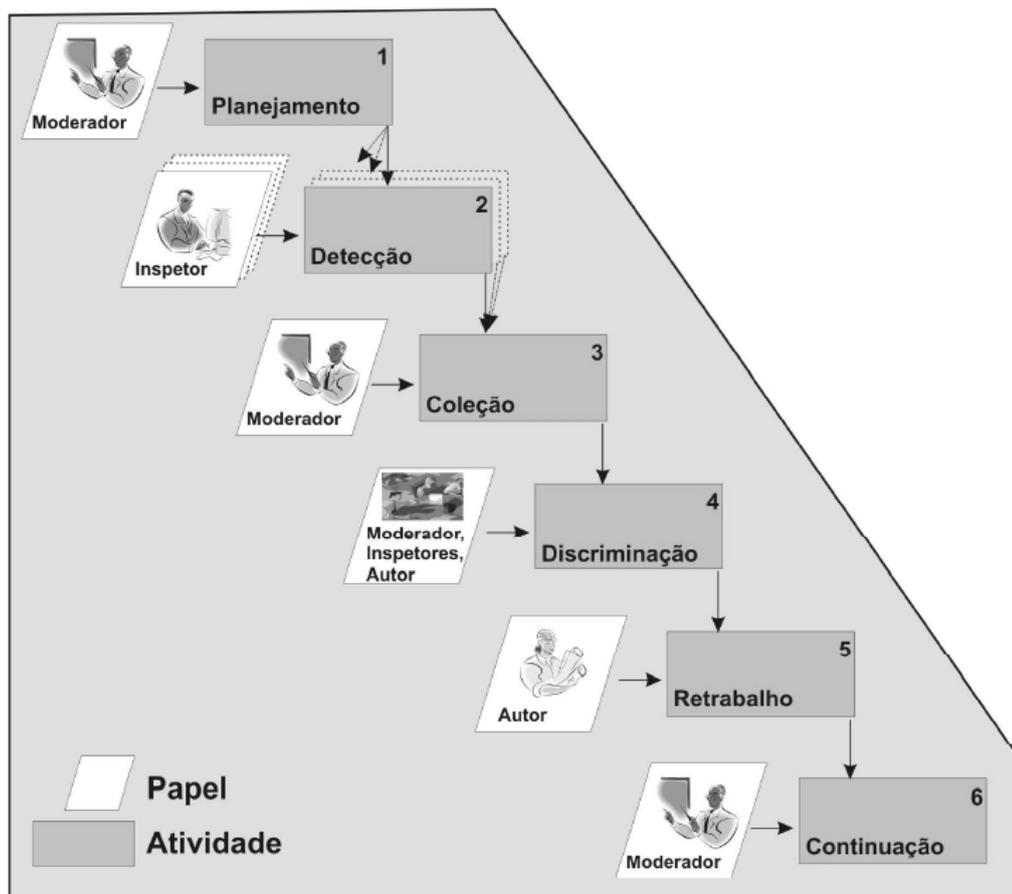


Figura 2.1: Reestruturação do Processo de Inspeção adaptado por KALINOWSKI e TRAVASSOS (2004)

Esta reestruturação mantém o aspecto de colaboração entre os membros da equipe de inspeção pregados pelo método tradicional, apresentando de forma sólida os papéis, as atividades e o relacionamento entre essas atividades.

Este trabalho possui foco na atividade de Detecção de Defeitos utilizando técnicas de leitura, em específico a técnica PBR.

## 2.2 Técnicas de Leitura

Os inspetores possuem grande conhecimento para construir os artefatos de um projeto, entretanto, muitas vezes eles não possuem uma visão criteriosa para ler e compreender tais artefatos, o que prejudica a eficiência das inspeções (BASILI *et al.*, 1996). Neste cenário, as técnicas de leitura se apresentam como uma diretriz para auxiliar o trabalho dos inspetores.

As técnicas de leitura têm como objetivo melhorar o desempenho individual dos inspetores, apresentando uma série de etapas para a análise de um artefato, o que permite alcançar a compreensão necessária à sua tarefa (BASILI *et al.*, 1996). Entende-se por “uma série de etapas” que a técnica fornece uma orientação de como a inspeção deve ser realizada, o nível desta orientação dependerá do objetivo que deve ser alcançado pela inspeção; o “desempenho individual” diz que, apesar das técnicas envolverem mais de um inspetor, por exemplo, discutir os defeitos encontrados em reuniões, a compreensão do artefato é obtida individualmente; por fim, “alcançar a compreensão necessária à sua tarefa” ocorre pelo fato das etapas proporcionarem a possibilidade de melhor entendimento do artefato.

Segundo PORTER *et al.* (1995), as técnicas de leitura podem ser classificadas de acordo com três características: linguística, responsabilidade do inspetor e responsabilidade da equipe de inspeção.

A linguística refere-se à técnica ser ou não sistemática, em uma técnica não sistemática os inspetores recebem pouca orientação sobre como a leitura deve ser realizada, por exemplo, a técnica aponta o que deve ser procurado em um artefato, mas não diz como fazê-lo; já em uma técnica sistemática, especifica-se explicitamente o que deve ser procurado e como deve ocorrer esta procura, por exemplo, aponta-se o que deve ser pro-

curado em um documento de requisitos e diz que um projeto em alto nível referente a ele deve ser construído para apontar os defeitos encontrados ou comprovar sua ausência. A responsabilidade do inspetor refere-se a um determinado indivíduo possuir uma responsabilidade geral ou específica, na geral o inspetor deve procurar todo o tipo de defeito, já na específica, ele fica responsável apenas por um determinado conjunto. A responsabilidade da equipe pode ser idêntica ou distinta, na idêntica todos os membros da equipe de inspeção utilizam a mesma técnica de leitura, já na distinta eles podem utilizar técnicas de leitura diferentes. A responsabilidade da equipe não é completamente independente da do inspetor, se a responsabilidade do inspetor for específica, provavelmente a da equipe será distinta, já se a responsabilidade do inspetor for geral, a da equipe poderá ser idêntica, caso os inspetores utilizem a mesma técnica, ou distinta em caso contrário.

A seguir, descrevem-se algumas das técnicas mais utilizadas em estudos experimentais como parâmetro de comparação com a técnica PBR.

### 2.2.1 Técnica de Leitura *Ad Hoc*

A técnica de leitura *Ad hoc* é classificada como não sistemática, ou seja, ela não fornece quase nenhuma orientação ao inspetor de como a leitura deve ser realizada. Além disso, pode-se dizer que ela é geral, pois cada inspetor tem que verificar todo o documento procurando todos os tipos de defeitos, e idêntica, pois todos os inspetores aplicam a mesma técnica.

Essa técnica depende muito da formação individual do inspetor, pois quanto maior for sua experiência, seu conhecimento sobre o domínio do artefato, e sua habilidade de leitura, melhor será o resultado de sua inspeção. Isto torna essa técnica ineficaz para inspetores inexperientes (BOEHM e BASILI, 2001).

### 2.2.2 Técnica de Leitura Baseada em *Checklist* (CBR)

A técnica de leitura baseada em checklist (*Checklist-Based Reading*, ou CBR) é assim chamada porque ela fornece um formulário que contém uma lista de perguntas criadas para orientar o inspetor durante a leitura de um artefato (SABALIAUSKAITE *et al.*, 2002). Esta técnica é classificada como geral, pois os inspetores verificam todos os tipos

de defeitos, e idêntica, pois toda equipe a inspeciona do mesmo modo. Contudo, esta técnica é classificada como não sistemática por não fornecer nenhuma instrução sobre como responder às perguntas (BERTINI, 2006).

De acordo com SABALIAUSKAITE *et al.* (2002), um formulário da CBR é dividido em dois componentes, um que contém a descrição do que deve ser procurado, e outro que contém a lista de perguntas que devem ajudar o inspetor a detectar o que está sendo procurado. A Figura 2.2 mostra um exemplo de formulário utilizado como um *checklist* para inspecionar um código fonte (LAITENBERGER *et al.*, 2001).

| Item | O que procurar      | Como procurar  |
|------|---------------------|--|
| 1    | Dados Declarados    | Todas as variáveis são declaradas antes de serem utilizadas?   |
| 2    |                     | Se uma variável utilizada não foi declarada no módulo do código, ela aparece entre as variáveis globais? |
| 3    |                     | Todos os tipos das variáveis foram atribuídos corretamente?  |
| 4    | Dados Referenciados | Todas as constantes são utilizadas corretamente?   |
| 5    |                     | Os índices dos Arrays estão dentro dos limites especificados?  |
| 6    |                     | As variáveis de referencia possuem valor inicial diferente de "vazio"?                                   |

Figura 2.2: Exemplo de formulário utilizado como *checklist*

Apesar de a técnica CBR apresentar uma grande melhora quando comparada ao *Ad hoc*, ela apresenta alguns pontos fracos (LAITENBERGER e DEBAUD, 2000):

- As perguntas costumam ser muito gerais, ou seja, não estarem devidamente adaptadas ao contexto dos artefatos inspecionados, o que pode prejudicar uma boa cobertura do artefato. Isso pode ser melhorado criando novas perguntas e especificando melhor as já existentes, porém, o formulário se tornará extenso e muito complexo.
- As perguntas normalmente são respondidas apenas com “sim” ou “não” sem a necessidade de justificá-las, ou seja, não existem instruções de como as perguntas devem ser respondidas. Com isso, os resultados se tornam altamente dependentes da experiência e eficiência do inspetor.
- As perguntas muitas vezes são limitadas a tentar encontrar defeitos conhecidos, que já foram encontrados em outras inspeções, o que prejudica a detecção de um defeito desconhecido, ou até mesmo classe inteira de defeitos desconhecidos.

### 2.2.3 Inspeção Baseada em Especificação Formal (FSBI)

A Inspeção Baseada em Especificação Formal (*Formal Specification-Based Inspection*, ou FSBI) é uma técnica desenvolvida por LIU *et al.* (2012) especificamente para inspecionar código fonte. Seu objetivo é determinar se todos os cenários funcionais definidos na especificação do sistema foram implementados corretamente. Para isso, ele utiliza um conjunto de caminhos do programa, verificando se eles cobrem todos os cenários funcionais, e se um determinado caminho contribui para a implementação de algum cenário.

Esta técnica é composta por cinco etapas: (1) derivar cenários funcionais a partir da especificação, (2) derivar caminhos a partir do código do programa, (3) ligar os cenários funcionais aos caminhos, (4) analisar se os caminhos e os cenários são correspondentes e (5) produzir um relatório de inspeção. A execução destes cinco passos permite gerar um *checklist* para inspeção.

É importante ressaltar que cenários nesta técnica tem um significado diferente do que será apresentado na técnica de Leitura Baseada em Cenários (*Scenario-Based Reading*, ou SBR). Neste contexto, cenário é uma sequencia de passos, normalmente descritos em um Caso de Uso, para realizar uma determinada tarefa no sistema.

Esta técnica é classificada como não sistemática, por não oferecer instruções detalhadas de como os artefatos serão inspecionados, geral, pois todos os membros da equipe precisam procurar todos os tipos de defeitos, e idêntica, pois toda a equipe utiliza o mesmo *checklist*.

### 2.2.4 Técnica de Leitura Baseada em Cenários (SBR)

A técnica de Leitura Baseada em Cenários (SBR) é conhecida como uma técnica de revisão ativa, ela atribui uma responsabilidade específica para cada membro da equipe de inspeção. Para cumprir sua responsabilidade, o inspetor recebe um conjunto de instruções denominado “cenário”. Ao seguir determinado cenário, um inspetor deverá executar atividades exclusivas dele, por exemplo, escrever casos de teste para avaliar um determinado artefato. Segundo BERTINI (2006) um ganho que se pode alcançar com a SBR é a capacidade que o inspetor adquire de realmente compreender o sistema que está sendo descrito pelo artefato, o que permite que ele encontre defeitos mais sutis.

De acordo com BASILI *et al.* (1996), uma técnica SBR deve cumprir os seguintes objetivos:

- Ser associada a um tipo de artefato em específico, por exemplo, documento de requisitos ou código fonte.
- Ser adaptada à organização e ao domínio do sistema a ser desenvolvido, e, caso ele mude, a técnica deverá ser readaptada.
- Ser detalhada, de modo que ofereça instruções bem definidas para se realizar a inspeção. Com isso, além de se tornar uma técnica menos dependente de fatores como a experiência do inspetor, ela se torna passível a repetições.
- Ser diferente para cada inspetor, de modo que cada um tenha um objetivo específico, e que a junção de seus resultados proporcione uma maior cobertura dos artefatos.
- Ser experimentalmente estudada para determinar em quais situações ela poderá ser melhor utilizada e para comprovar, ou não, a sua eficácia.

Com isso, pode-se classificar a técnica SBR de acordo com a linguística como sistemática, por ela oferecer as orientações necessárias para o processo de inspeção. De acordo com a responsabilidade do inspetor como específica, pois cada inspetor foca em um determinado tipo de defeito, dependendo do cenário ao qual ele foi designado, e de acordo com a responsabilidade da equipe como distinta, pois cada membro da equipe de inspeção utiliza um cenário diferente.

## 2.3 Leitura Baseada em Perspectiva (PBR)

A Leitura Baseada em Perspectiva (PBR) (BASILI, 1997) é uma técnica derivada da leitura baseada em cenários (SBR). Assim como a SBR, a PBR é considerada sistemática, específica e distinta.

Segundo CIOLKOWSKI *et al.* (1996), a PBR fornece assistência aos inspetores através da utilização de cenários. Um cenário pertencente a uma perspectiva pode ser considerado um algoritmo que descreve as atividades que devem ser desempenhadas e as

questões que devem ser respondidas. A finalidade de um cenário é criar uma abstração do documento que será analisado, ou seja, auxiliar o inspetor a se manter focado aos detalhes pertencentes à perspectiva que lhe foi concedida. Originalmente, a técnica PBR foi desenvolvida para inspecionar documentos de requisitos (BASILI *et al.*, 1996), entretanto, outros trabalhos surgiram estendendo os seus conceitos a outros artefatos (LAITENBERGER e DEBAUD, 1997; LAITENBERGER *et al.*, 2000, 2001; SABALIAUSKAITE *et al.*, 2002, 2004a,b; LIU *et al.*, 2012).

A grande diferença entre a SBR e a PBR é que, na PBR, um ou mais cenários são criados para serem utilizados por uma perspectiva, que por sua vez tem o objetivo de simular o ponto de vista e as necessidades dos interessados pelo artefato inspecionado (CIOLKOWSKI *et al.*, 1996). Por exemplo, pode-se utilizar a perspectiva do projetista, que, caso o artefato seja um documento de requisitos, será um dos que o utilizarão após a inspeção.

MALDONADO *et al.* (2006) consideram os pontos de vista do projetista, do testador e do usuário como sendo o conjunto básico de perspectivas a ser adotado durante uma inspeção. Este fato se mantém coerente às informações dos trabalhos analisados por esta pesquisa, como pode ser observado no capítulo seguinte.

Para ilustrar melhor a utilização desta técnica, um procedimento de leitura, baseado na perspectiva de um testador, é descrito abaixo (BASILI *et al.*, 1996; CIOLKOWSKI *et al.*, 1996; LAITENBERGER e DEBAUD, 1997):

**Procedimento de Leitura:** Para cada requisito, faça um conjunto de testes que assegure que a futura implementação irá satisfazê-lo. Para isso, utilize a abordagem de criação padrão da empresa e, para cada conjunto criado, se pergunte:

1. Você tem todas as informações necessárias para identificar o item a ser testado e os critérios que devem ser seguidos? Você pode criar bons testes com base nesses critérios?
2. Existe alguma outra situação em que você geraria casos de teste semelhantes e obteria resultados contraditórios?
3. Você pode assegurar que o teste gerado produzirá resultados corretos e precisos?

4. Existem outras possíveis interpretações destes requisitos que podem confundir o projetista ou o implementador? Isso afetou o teste que você criou?
5. Os requisitos possuem sentido pelo que você conhece da aplicação e pela descrição geral do projeto?

Diversos estudos experimentais foram conduzidos para avaliar diversos aspectos da técnica PBR. Sabe-se, por exemplo, que inspetores que utilizam esta técnica gastam menos tempo na inspeção do que os que utilizam a técnica CBR (SABALIAUSKAITE *et al.*, 2002), e que as equipes PBR possuem taxa de sobreposição dos defeitos encontrados por cada inspetor inferior à das equipes CBR (SABALIAUSKAITE *et al.*, 2004a).

Entretanto, os dados referentes ao conhecimento obtido por estes estudos ainda não se encontram disponíveis de forma centralizada, o que dificulta uma compreensão mais ampla do que efetivamente se sabe sobre a técnica PBR. O próximo capítulo apresenta a forma como as evidências experimentais sobre esta técnica foram obtidas, organizadas e analisadas a fim de fornecer uma visão geral deste conhecimento.

## 3 Evidências Experimentais sobre PBR

Este capítulo apresenta a abordagem utilizada para encontrar e organizar as evidências experimentais sobre a técnica PBR, e apresenta as evidências experimentais propriamente ditas. A abordagem utilizada é a Engenharia de Conhecimento Sistemática (*Systematic Knowledge Engineering*, ou SKE) definida numa iniciativa conjunta entre a *Vienna University of Technology* e a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) (BIFFL *et al.*, 2013). Esta abordagem se baseia em práticas da Revisão Sistemática da Literatura (*Systematic Literature Review*, ou SLR) e de engenharia de conhecimento para permitir a identificação de estudos primários<sup>1</sup> e a integração dos dados extraídos destes estudos em uma Base de Conhecimento (KB). Em experiências anteriores, a KB resultante mostrou apoiar o reuso, a extensão do conhecimento e a realização de consultas por evidências (BIFFL *et al.*, 2013).

A próxima seção descreve a abordagem SKE e sua aplicação para obter uma KB referente à técnica PBR. Na sequência, uma visão geral das evidências encontradas será apresentada.

### 3.1 Engenharia de Conhecimento Sistemática (SKE)

O processo SKE (BIFFL *et al.*, 2013) utiliza identificação de estudos experimentais, baseado em SLR, e integração em uma KB para apoiar a reutilização, extensão e consulta semântica (por exemplo, através da identificação de sinônimos) do conhecimento obtido de evidências experimentais.

A principal inovação deste processo vem do desacoplamento entre a extração e síntese de dados (na SLR ambas são realizadas dentro da fase “Realizar a Revisão” (KITCHENHAM e CHARTERS *et al.*, 2007)). SKE integra os dados extraídos em uma KB ao invés de utilizá-los para aplicar um método particular de síntese para responder

---

<sup>1</sup>Os estudos primários são aqueles que realizam suas próprias investigações, enquanto os estudos secundários realizam algum tipo de análise sobre os resultados obtidos pelos estudos primários WOHLIN *et al.* (2012).

a uma pergunta de pesquisa específica como um relatório SLR. A KB permite consultas com acesso estruturado a conceitos, tais como, a hipótese, os fatores e as variáveis de resposta, facilitando a exploração das evidências para diferentes sínteses.

O processo da SKE é composto por três fases (BIFFL *et al.*, 2013):

1. **Planejamento da Criação da KB.** O principal objetivo desta fase é o desenvolvimento de um protocolo de revisão sistemática que permita a identificação de estudos primários relevantes. Contudo, em SKE não existe uma questão de pesquisa específica, mas sim um propósito predefinido para a construção de uma KB sobre evidências experimentais referentes a um determinado tópico. Isso facilita a construção de um protocolo com base em uma configuração específica da estratégia PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*; ou, População, Intervenção, Comparação, Resultados) (PAI *et al.*, 2004). Nesta configuração, a população representa o tópico de pesquisa de interesse, a intervenção representa os tipos de estudos experimentais dos quais a evidência será extraída, a comparação não se aplica, e o resultado representa os elementos que a serem extraídos a partir dos estudos encontrados, por exemplo, hipóteses e evidências.
2. **Execução da Extração de Dados.** Esta fase consiste em seguir o protocolo da pesquisa, selecionando, avaliando e extraíndo os dados dos estudos primários relevantes de acordo com as informações a serem carregadas no modelo de dados da KB.
3. **Criação/Atualização da KB.** Nesta fase, o engenheiro de conhecimento projeta, ou atualiza, o modelo de dados da KB integrando à ele os dados extraídos na fase anterior. O engenheiro de conhecimento também é responsável por fornecer os recursos necessários às consultas. Este modelo permitirá que outros pesquisadores consultem a KB de evidências experimentais e utilizem os resultados de tais consultas de acordo com seus próprios objetivos.

Apesar do projeto, ou atualização, da KB ser realizada na terceira fase, seu modelo começa a ser desenvolvido na primeira fase e vai sendo detalhado conforme novas informações e necessidades surgem.

O processo SKE possui suporte ferramental. Este suporte inclui a KB que utiliza ontologias para facilitar buscas semânticas (EKAPUTRA *et al.*, 2013), implementada através do *framework Protégé*<sup>2</sup>. Além da KB, o ferramental de suporte envolve uma interface para facilitar a importação de dados e um protótipo Web para consulta<sup>3</sup>.

A seguir será apresentada a KB construída em BIFFL *et al.* (2013) para armazenar dados de estudos experimentais e relacionar estes dados com tópicos específicos de diferentes áreas de pesquisa (no caso do exemplo, inspeção de software). Esta base foi utilizada para armazenar os dados extraídos por este trabalho, e para subsidiar a realização das três fases do processo SKE especificamente para a técnica PBR.

### 3.1.1 Base de Conhecimento (KB)

O processo de construção de uma KB pode ser visto como uma atividade de modelagem, ou seja, como a construção de um modelo computacional que possui a capacidade de resolver problemas comparáveis a um especialista de domínio (STUDER *et al.*, 1998). Para a criação de uma KB, é essencial capturar o conhecimento de domínio, através de combinações de conteúdo específico, de modo que tanto os sistemas baseados no conhecimento quanto os pesquisadores possam acessar e utilizar estes dados (YE *et al.*, 1998).

Neste aspecto, ontologias podem fornecer terminologias padrão e semânticas ricas para facilitar o compartilhamento de conhecimento e a reutilização. Tecnicamente, uma ontologia envolve um vocabulário bem formado, que pode ser interpretado tanto por máquina quanto pelo ser humano, e define claramente os termos do domínio e os seus relacionamentos (GUARINO, 1998; EKAPUTRA *et al.*, 2013). Além disso, a ontologia melhora os mecanismos busca, pois pode se referir a conceitos semânticos precisos ao invés de simplesmente utilizar palavras chave simples, isso facilita o uso do conhecimento armazenado na ontologia (YE *et al.*, 1998).

Uma vez que a ontologia, ou o modelo de dados da KB, está definida, é necessário importar as informações extraídos para ela. Este processo envolve a criação, transformação e integração de indivíduos na KB, que, neste caso, são os dados extraídos dos documentos encontrados através da primeira fase do protocolo SKE.

---

<sup>2</sup><http://protege.stanford.edu>

<sup>3</sup><http://cdlflex.org/prototypes/ske/theory>



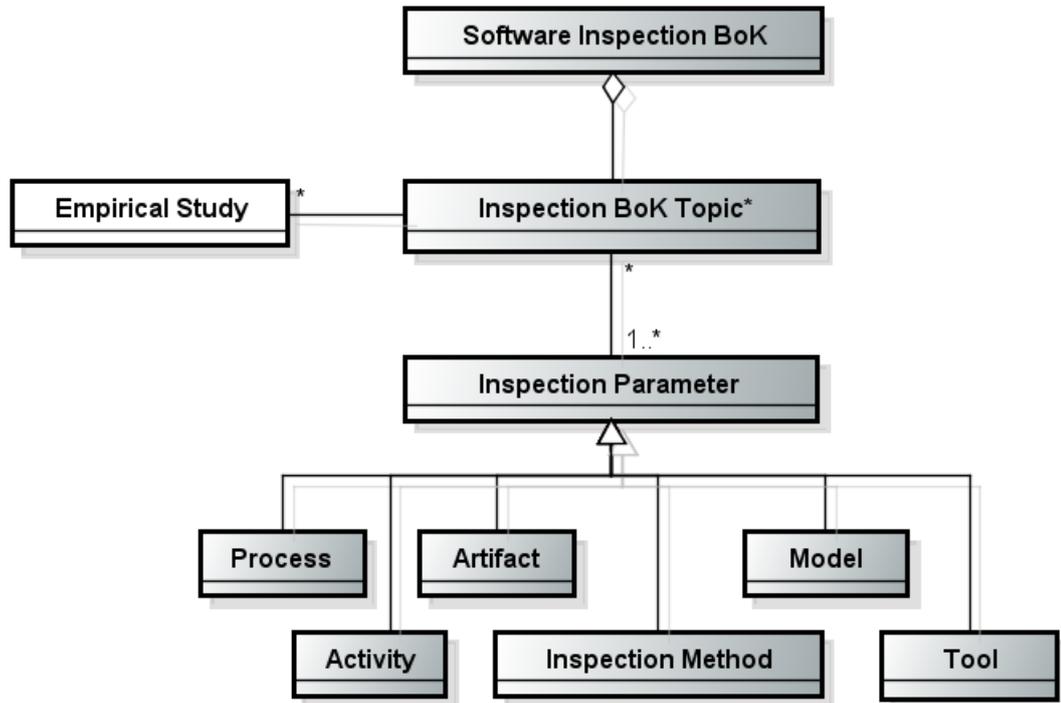


Figura 3.2: Tópicos do BoK referentes a uma Inspeção de Software segundo BIFFL *et al.* (2013)

### 3.1.2 Planejamento da Criação da KB

Com o crescimento do número de estudos experimentais em Engenharia de Software, surge a necessidade de se adotar abordagens sistemáticas para juntar os resultados de suas investigações, a fim de fornecer um resumo equilibrado e objetivo de suas evidências sobre um tópico de pesquisa específico (BRERETON *et al.*, 2007). Neste contexto, KITCHENHAM e CHARTERS *et al.* (2007) desenvolveram diretrizes para a realização de Revisões Sistemáticas da Literatura (SLRs). Eles afirmam que as principais razões para a realização de SLRs são: resumir as evidências existentes sobre um tratamento ou tecnologia; identificar lacunas na pesquisa atual, a fim de sugerir novas áreas de investigação; e fornecer um conhecimento base para guiar as novas atividades de pesquisa.

As diretrizes da SLR se resumem em três fases principais: Planejar, Realizar e Relatar a revisão. Em SKE, o planejamento da criação da KB se baseia na fase de planejamento da SLR. Para esta fase, KITCHENHAM e CHARTERS *et al.* (2007) sugerem a utilização da estratégia PICO (PAI *et al.*, 2004) para detalhar de forma mais precisa o protocolo da pesquisa. Como SKE visa encontrar estudos primários relevantes para um

tópico de pesquisa, ao invés de responder a questões de pesquisa específicas, o protocolo pode ser simplificado com uma configuração pré-definida da estratégia PICO.

Este trabalho reutilizou o protocolo apresentado em BIFFL *et al.* (2013), criado para encontrar estudos experimentais relevantes para a área de inspeção de software. A Figura 3.3 apresenta a configuração da PICO e a *string* de busca utilizada para esta pesquisa. A biblioteca digital escolhida para executar esta *string* foi a Scopus<sup>4</sup>, que de acordo com KITCHENHAM e CHARTERS *et al.* (2007) afirma ser a maior base de indexação de *abstracts*. Assim, esta base foi escolhida como ponto de partida. É importante ressaltar que outros estudos podem ser encontrados em outras bases e que SKE permite a integração posterior destes resultados.

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Population (P):</b>                | Software Inspection  |
| <b>Intervention (I):</b>              | Experimental Studies   |
| <b>Comparison (C):</b>                | None   |
| <b>Outcome (O):</b>                   | Results of Experimental Studies (hypotheses, evidences, findings, and results)   |
| <b>Search String<br/>(in SCOPUS):</b> | TITLE-ABS-KEY((software W/2 (inspection OR "defect detection" OR "reading technique")) AND ("experimental study" OR "experimental evaluation" OR "experiment" OR "empirical study" OR "empirical evaluation") AND ("hypothesis" OR "evidence" OR "finding" OR "result")) |

Figura 3.3: Configuração PICO e *String* de Busca utilizada na Scopus (BIFFL *et al.*, 2013)

A reutilização deste protocolo só foi possível porque este trabalho pretendia encontrar estudos experimentais referentes à técnica PBR que é uma das técnicas que podem ser utilizadas em inspeções de software. Assim, os resultados que se busca estão contidos nos resultados do protocolo anterior, permitindo o filtro manual dos referentes à PBR.

### 3.1.3 Execução da Extração de Dados

Como resultado do protocolo de revisão sistemática criada na fase Planejamento da Criação da KB, foram encontrados 102 documentos<sup>5</sup> que possuem estudos experimentais sobre inspeções de software. Destes, 11 estão relacionados com a técnica PBR, foco deste trabalho. Com o intuito de ampliar a quantidade de documentos encontrados para conseguir uma maior cobertura, foi realizada uma análise de referências, a partir destes

<sup>4</sup><http://www.scopus.com>

<sup>5</sup>Resultado obtido em novembro de 2013.

11 documentos, que resultou na descoberta de mais 3 documentos relacionados. Estes documentos, e o relacionamento entre eles, podem ser observados no gráfico de citações da Figura 3.4.

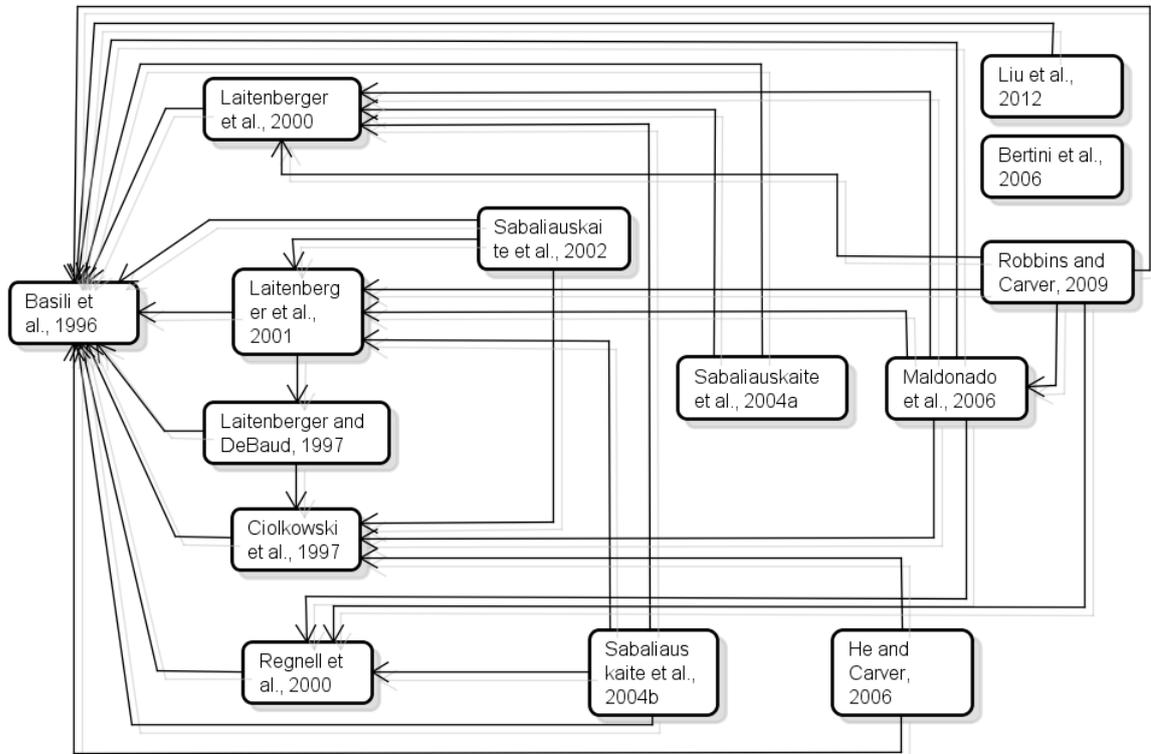


Figura 3.4: Gráfico de Citações entre os Estudos Experimentais sobre PBR

A extração das informações dos documentos foi realizada seguindo a estrutura da KB proposta por BIFFL *et al.* (2013). Para auxiliar este processo, utilizou-se uma planilha guia que foi projetada de forma a representar todas as informações necessárias à KB e facilitar a posterior importação dessas informações a ela.

A leitura de cada artigo tinha o objetivo de identificar um determinado dado e acrescentá-lo à planilha de extração. O primeiro passo dessa extração é criar um identificador único para o documento, depois são preenchidas suas informações básicas, por exemplo, nome do estudo, ano e local de sua realização, e por qual motivo ele foi realizado. Conforme a extração avança, são obtidas informações como as hipóteses, as métricas utilizadas, as medidas encontradas, as variáveis de resposta que levaram à confirmação ou rejeição de uma hipótese, entre outras.

Os tópicos BoK apresentam os dados específicos da inspeção de software, são eles o processo, os artefatos, o modelo, a atividade, a técnica de detecção de defeitos e a ferr-

menta de apoio. Na extração realizada por este trabalho, não foram encontrados modelos ou ferramentas; o único processo encontrado foi a inspeção em N-camadas utilizado por HE e CARVER *et al.* (2006); a atividade, em sua maioria, foi a detecção de defeitos, com exceção de HE e CARVER *et al.* (2006) que trata as reuniões como uma atividade independente; os artefatos variaram entre documentos de requisitos, documentos de projeto e código fonte; e, por fim, a técnica de detecção de defeitos central é a PBR, acompanhada por outras técnicas às quais foi comparada, por exemplo, a *Ad hoc* e a CBR.

### 3.1.4 Criação/Atualização da KB

Após o preenchimento da planilha guia com os dados extraídos, o engenheiro de conhecimento pode iniciar o processo de importação para a KB. Os dados extraídos por este trabalho foram importados para a KB utilizando o ferramental de suporte para a importação. Este ferramental consiste de uma “rotina” criada para varrer a planilha guia, identificando e agregando os indivíduos pertencentes a ela na KB. Com o auxílio deste ferramental, esta importação não exigiu grande esforço por parte do engenheiro de conhecimento. Outro motivo para essa facilidade é não haver necessidade de utilizar recursos avançados de integração de dados, já que a planilha possui estrutura baseada na da própria KB. No caso de estruturas heterogêneas, a importação pode ser realizada utilizando o *Interchange Standard Approach* que faz uso de mapeamentos para possibilitar a integração semântica na KB (NOY, 2004).

No final do processo, as evidências obtidas destes dados podem ser obtidas através das consultas disponíveis no protótipo Web (Figura 3.5). Novas consultas podem ser implementadas para atender a necessidades específicas. Uma visão geral destas evidências encontra-se na seção seguinte.

## 3.2 Evidências Experimentais sobre PBR

Com a extração e importação das informações sobre os estudos experimentais, o processo de análise destes dados se torna mais rápido e eficiente, pois eles podem ser acessados de forma estruturada e objetiva, fornecendo resultados de acordo com a necessidade de cada

The screenshot shows a web browser window with the URL `cdiflex.org/prototypes/ske/theory/70`. The page title is "SKE Query Tool" and it includes a "Queries" dropdown and a "Glossary" link. The main content area displays a query: "# Propositions/Hyp: Which are the hypotheses investigated in experiments on inspection method PBR?". Below the query is a "Refine query" button. The "Results" section contains a table with the following data:

| Experiment_Name  | Hypothesis_Statement  | Result    | Result_Description   | Publication_Link     |
|--|---|-----------|--|----------------------|
| An Experimental Comparison of Checklist-Based Reading and PBR for UML Design Document Inspection | Cost per defect of subjects who use PBR is lower than the cost per defect of subjects who use CBR.  | Rejected  | The results are significant if the test statistics are less than 0.005 | <a href="#">Link</a> |
| An Experimental Comparison of Checklist-Based Reading and PBR for UML Design Document Inspection | Subjects spend more time on inspection using PBR than using CBR.  | Rejected  | The results are significant if the test statistics are less than 0,005 | <a href="#">Link</a> |
| An Experimental Comparison of Checklist-Based Reading and PBR for UML Design Document Inspection | There is no difference in defect detection effectiveness of subjects who use PBR inspection technique as compared to subjects who use CBR.  | Confirmed | The results are significant if the test statistics are less than 0.005 | <a href="#">Link</a> |
| An Experimental Comparison of Checklist-Based Reading and PBR for UML Design Document Inspection | There is no difference in defect detection effectiveness of the 3-person virtual teams, which use PBR inspection technique as compared to the 3-person virtual teams, which use CBR inspection technique. | Rejected  | The results are significant if the test statistics are less than 0.025 | <a href="#">Link</a> |

At the bottom right of the results area, there is a "WICKET AJAX DEBUG" button.

Figura 3.5: Tela do protótipo Web

pesquisador.

Para facilitar a análise das evidências experimentais extraídas dos estudos sobre a técnica PBR, este trabalho apresenta, num primeiro momento, um mapeamento destes estudos através de dois critérios de agrupamento, e, posteriormente, apresenta algumas conclusões de acordo com este mapeamento através da análise das hipóteses investigadas por estes estudos e suas descobertas.

### 3.2.1 Mapeamento dos Estudos Experimentais

Existem diversas formas de se mapear pesquisas. Para analisar os dados referentes à técnica PBR, este trabalho mapeia os estudos experimentais em dois grupos. São eles:

1. Tópico BoK referente às técnicas de detecção de defeitos: Perspectivas PBR (estudos que comparam as diferentes perspectivas), PBR x CBR (estudos que comparam a técnica PBR com a CBR), e PBR x Outras (estudos que comparam a PBR com alguma outra técnicas).
2. Tópico BoK referente aos artefatos: Documentos de Requisitos, Documentos de Projeto e Código Fonte.

Tabela 3.1: Estudos Experimentais Divididos segundo a Técnica de Detecção de Defeitos

| <b>PBR x CBR</b>                     | <b>PBR x Outras</b>               | <b>Perspectivas PBR</b>               |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)    | *BASILI <i>et al.</i> (1996)      | LAITENBERGER e DEBAUD (1997)          |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2001)    | **CIOLKOWSKI <i>et al.</i> (1996) | REGNELL <i>et al.</i> (2000)          |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | ***LIU <i>et al.</i> (2012)       | ROBBINS e CARVER <i>et al.</i> (2009) |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) |                                   |                                       |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) |                                   |                                       |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)     |                                   |                                       |
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006)       |                                   |                                       |
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)         |                                   |                                       |

\*BASILI *et al.* (1996) compara a técnica PBR com uma técnica de inspeção específica da NASA

\*\*CIOLKOWSKI *et al.* (1996) compara a técnica PBR com a técnica *Ad hoc*.

\*\*\*LIU *et al.* (2012) compara a técnica PBR com a técnica de Inspeção Baseada em Especificação Formal (FSBI)

Tabela 3.2: Estudos Experimentais Divididos segundo o Tipo de Artefato Inspeccionado

| <b>Documentos de Requisitos</b>       | <b>Documentos de Projeto</b>         | <b>Código Fonte</b>               |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| BASILI <i>et al.</i> (1996)           | LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)    | LAITENBERGER e DEBAUD (1997)      |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i> (1996)       | SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | LAITENBERGER <i>et al.</i> (2001) |
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)          | SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | LIU <i>et al.</i> (2012)          |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)      | SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) |                                   |
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006)        |                                      |                                   |
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)          |                                      |                                   |
| ROBBINS e CARVER <i>et al.</i> (2009) |                                      |                                   |

A Tabela 3.1 apresenta os trabalhos divididos pela comparação entre as técnicas de detecção de defeitos (mapeamento 1), enquanto a Tabela 3.2 os apresenta divididos pelo tipo de artefato inspeccionado (mapeamento 2).

Observando o primeiro mapeamento, pode-se perceber que o maior esforço de pesquisa foi realizado comparando a técnica PBR com a CBR, foram 8 dos 14 estudos.

Quanto ao segundo mapeamento, pode-se notar que o maior esforço de pesquisa concentra-se em inspecionar documentos de requisitos (7 dos 14 estudos). Esse resultado já era esperado, tendo em vista que originalmente a técnica foi proposta para este tipo de artefato (BASILI *et al.*, 1996). Além disso, pode-se notar que houve um grande espaço de tempo entre os estudos que inspecionam código fonte, o que indica um menor interesse em utilizar esta técnica neste tipo de artefato.

As consultas em alto nível utilizadas na KB referentes aos dois mapeamentos e às consultas para obter as “Hipóteses” e as “Descobertas” dos estudos, que serão foco na próxima subseção, podem ser observadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Consultas Utilizadas na KB

| Resultado    | Consulta em Alto Nível   |
|--------------|--|
| Mapeamento 1 | Apresentar o “ <i>Experiment Name</i> ” e o “ <i>BoK Topic - Defect Detection Technique</i> ” de todos os estudos experimentais onde “ <i>BoK Topic - Defect Detection Technique = PBR</i> ” ordenado por “ <i>BoK Topic - Defect Detection Technique</i> ”. |
| Mapeamento 2 | Apresentar o “ <i>Experiment Name</i> ” e o “ <i>BoK Topic - Artifact</i> ” de todos os estudos experimentais onde “ <i>BoK Topic - Defect Detection Technique = PBR</i> ” ordenado por “ <i>BoK Topic - Artifact</i> ”.                                     |
| Hipóteses    | Apresentar o “ <i>Experiment Name</i> ”, “ <i>Hypothesis</i> ” e “ <i>Result</i> ” de todos os estudos experimentais onde “ <i>BoK Topic - Defect Detection Technique = PBR</i> ”.   |
| Descobertas  | Apresentar o “ <i>Experiment Name</i> ” e o “ <i>Finding</i> ” de todos os estudos experimentais onde “ <i>BoK Topic - Defect Detection Technique = PBR</i> ”.   |

Com base nestas consultas em alto nível, o engenheiro de conhecimento poderá implementá-las no protótipo Web utilizando a linguagem SPARQL<sup>6</sup>. Esta linguagem é utilizada com o intuito de aproveitar as vantagens da ontologia, por exemplo, utilizando o conceito de sinônimos. Estas consultas são utilizadas como mecanismo para consultar às informações armazenadas na KB, ou seja, nenhum esforço foi entregue para derivar novos conhecimentos a partir destas informações, entretanto, esta possibilidade não é descartada por BIFFL *et al.* (2013).

<sup>6</sup><http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>

### 3.2.2 Visão Geral de Evidências sobre PBR

Para subsidiar a visão geral de evidências sobre PBR, foram geradas duas tabelas: uma com todas as hipóteses investigadas e seus resultados (Apêndice A, Tabela A.1) e outra com as descobertas dos estudos na visão dos autores (Apêndice A, Tabela A.2).

Um dos principais tópicos de investigação identificado é a comparação da eficácia<sup>7</sup> das técnicas, que foi abordada em aproximadamente 42 por cento das hipóteses (36 de 84). Em função disto, segue uma análise das evidências referentes a este tópico. É importante ressaltar que outras análises sobre outros tópicos investigados nos experimentos podem ser analisados (por exemplo, eficiência<sup>8</sup> e esforço<sup>9</sup>).

**PBR versus CBR.** Ao todo, 8 dos 14 estudos compararam a eficácia destas técnicas. Destes 8, 4 mostram que a técnica PBR é mais eficaz que a CBR (LAITENBERGER *et al.*, 2000, 2001; HE e CARVER *et al.*, 2006; MALDONADO *et al.*, 2006), entretanto, 2 destes mostram que a eficácia é semelhante em ambas as técnicas (SABALIAUSKAITE *et al.*, 2004a,b), 1 mostra que a técnica CBR é melhor (SABALIAUSKAITE *et al.*, 2002) e 1 diz que cada técnica pode ser mais eficaz dependendo do tipo de defeito a ser encontrado (BERTINI *et al.*, 2006).

O fato de existirem vários estudos experimentais tendo a técnica CBR como comparativo pode se derivar dos resultados divergentes, e, dificultando a obtenção de um consenso, o que motiva investigações adicionais.

**PBR versus Outras.** Dos três estudos que comparam a PBR com outras técnicas de leitura (olhar Tabela 1), 1 diz que PBR é mais eficaz do que *Ad hoc* (CIOLKOWSKI *et al.*, 1996), 1 que é semelhante à uma técnica específica da NASA (BASILI *et al.*, 1996) e 1 que PBR possui melhor eficácia do que FSBI dependendo do tipo de defeito (LIU *et al.*, 2012).

**Perspectivas PBR.** Quanto aos outros 3 estudos, que possuem como objetivo comparar as perspectivas entre si, eles dizem que as 3 perspectivas são eficazes (LAITENBERGER e DEBAUD, 1997) e que possuem eficácia semelhante (REGNELL *et al.*, 2000;

---

<sup>7</sup>Eficácia se refere ao número de defeitos encontrados durante a leitura de um artefato por uma técnica. Em alguns casos o termo é utilizado para representar a porcentagem dos defeitos totais que foram encontrados (relação entre defeitos encontrados por defeitos totais). Nestas situações os estudos comumente também se referem ao termo cobertura.

<sup>8</sup>Eficiência se refere ao número de defeitos encontrados por hora de inspeção.

<sup>9</sup>Esforço se refere a quanto tempo foi gasto para terminar a inspeção.

ROBBINS e CARVER *et al.*, 2009). A eficácia semelhante cria expectativa em relação aos inspetores encontrarem diferentes defeitos. Em função disto, realizamos análises adicionais referentes à sobreposição<sup>10</sup>. Dos dois estudos experimentais que tratam explicitamente sobreposição de defeitos em suas descobertas, ambos dizem que ela é menor com a utilização da técnica PBR (SABALIAUSKAITE *et al.*, 2004a; HE e CARVER *et al.*, 2006). Analisando as hipóteses dos experimentos, por sua vez, mais dois estudos que tratam este aspecto são encontrados. CIOLKOWSKI *et al.* (1996) não confirmam a hipótese “A sobreposição de defeitos comumente detectados entre as perspectivas é baixa”, enquanto LAITENBERGER e DEBAUD (1997) a confirmam. É válido observar que os dois primeiros experimentos comparam a sobreposição entre as técnicas PBR e CBR, enquanto os dois últimos analisam somente dados de sobreposição entre as perspectivas PBR.

### 3.2.3 Outras Considerações

Uma análise geral mostra que todos os experimentos foram realizados inspecionando documentos fictícios, que, de modo geral, eram simples, pequenos e continham defeitos implantados. Isso pode indicar que estes estudos não refletem de forma precisa o desempenho que a técnica pode atingir em ambientes de desenvolvimento reais, uma vez que nestes os documentos costumam ser maiores e mais complexos.

Quando às perspectivas utilizadas pelos 14 estudos analisados, 7 utilizaram as perspectivas Usuário, Testador e Projetista (BASILI *et al.*, 1996; CIOLKOWSKI *et al.*, 1996; REGNELL *et al.*, 2000; HE e CARVER *et al.*, 2006; MALDONADO *et al.*, 2006; ROBBINS e CARVER *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2012), 3 utilizaram as perspectivas Usuário, Testador e Implementador (SABALIAUSKAITE *et al.*, 2002, 2004a,b), 1 utilizou as perspectivas de Projetista, Testador e Implementador (LAITENBERGER *et al.*, 2000), 1 as de Analista e Testador (LAITENBERGER *et al.*, 2001), 1 as de Analista, Testador e Testador de Integração (LAITENBERGER e DEBAUD, 1997), e 1 não especificou quais perspectivas foram utilizadas (BERTINI *et al.*, 2006). Com isso, pode-se perceber que, dos estudos que não utilizam documentos de requisitos, a maioria inclui a perspectiva do Implementador, o que mostra a adaptação da técnica PBR ao tipo de artefato inspecio-

---

<sup>10</sup>Sobreposição se refere ao fato de diferentes inspetores descobrirem os mesmos defeitos, quanto mais defeitos iguais maior a sobreposição.

nado.

Outro fator importante a ser levado em conta é o perfil dos participantes dos experimentos. Dos 14 estudos analisados, 10 utilizaram estudantes enquanto apenas 4 utilizaram profissionais. Embora resultados de experimentos indiquem que estudantes em muitas situações possam representar bem profissionais sem comprometer significativamente a qualidade dos estudos (SVAHNBERG *et al.*, 2008), ainda assim é possível que o desempenho seja diferente do que seria no ambiente de desenvolvimento.

O intuito deste trabalho é apresentar uma visão geral sobre o que se tem pesquisado, através de estudos experimentais, sobre a técnica PBR. Contudo, uma análise mais complexa, com consultas mais elaboradas, pode ser realizada dependendo da necessidade do pesquisador.

### 3.3 Ameaças à Validade

Este trabalho não buscou analisar a qualidade dos trabalhos cujas informações foram extraídas, isto é, todos os resultados retornados pela SLR foram utilizados. Esta avaliação poderia, por exemplo, verificar se todos os procedimentos que um estudo experimental (WOHLIN *et al.*, 2012) deve possuir foram executados e se todas as ameaças à validade foram tratadas. Contudo, acredita-se que por serem estudos experimentais publicados em revistas e eventos conceituados, estes trabalhos possuem uma qualidade mínima.

Outra ameaça à validade é o protocolo de revisão sistemática, este trabalho o aplicou apenas à biblioteca digital Scopus, o que não garante que todos os trabalhos que envolvam estudos experimentais sobre a técnica PBR estejam presentes nesta seleção. Entretanto, para ampliar a quantidade de trabalhos analisados, realizou-se uma análise das referências dos documentos encontrados à priori, identificando assim outros três documentos relevantes para este trabalho.

Sabe-se que alguns trabalhos não foram encontrados, por exemplo, CIOLKOWSKI (2009) apresenta 6 estudos experimentais (CIOLKOWSKI, 1999; BIFFL, 2000; LANUBILE e VISAGGIO, 2000; BIFFL *et al.*, 2003; DINGER *et al.*, 2003; LANUBILE *et al.*, 2003) que não foram encontrados por este trabalho e que em trabalhos futuros poderão ser incorporados à KB, uma vez que ela possui a característica de ser extensível. A Figura 3.6

mostra o gráfico de citações ao incorporar estes estudos aos que foram identificados e extraídos por este trabalho.

Apesar deste fato, acredita-se que os 14 estudos identificados representam uma quantidade considerável dos estudos sobre PBR e ofereceram evidências suficientes para fornecer uma visão geral sobre o que tem sido investigado pela técnica. Quanto aos estudos que faltam, 4 não foram indexadas na Scopus e 2 utilizaram termos diferentes (sinônimos) dos empregados na *string* de busca. Este último reflete a limitação dos recursos de pesquisa puramente sintáticos em bibliotecas digitais.

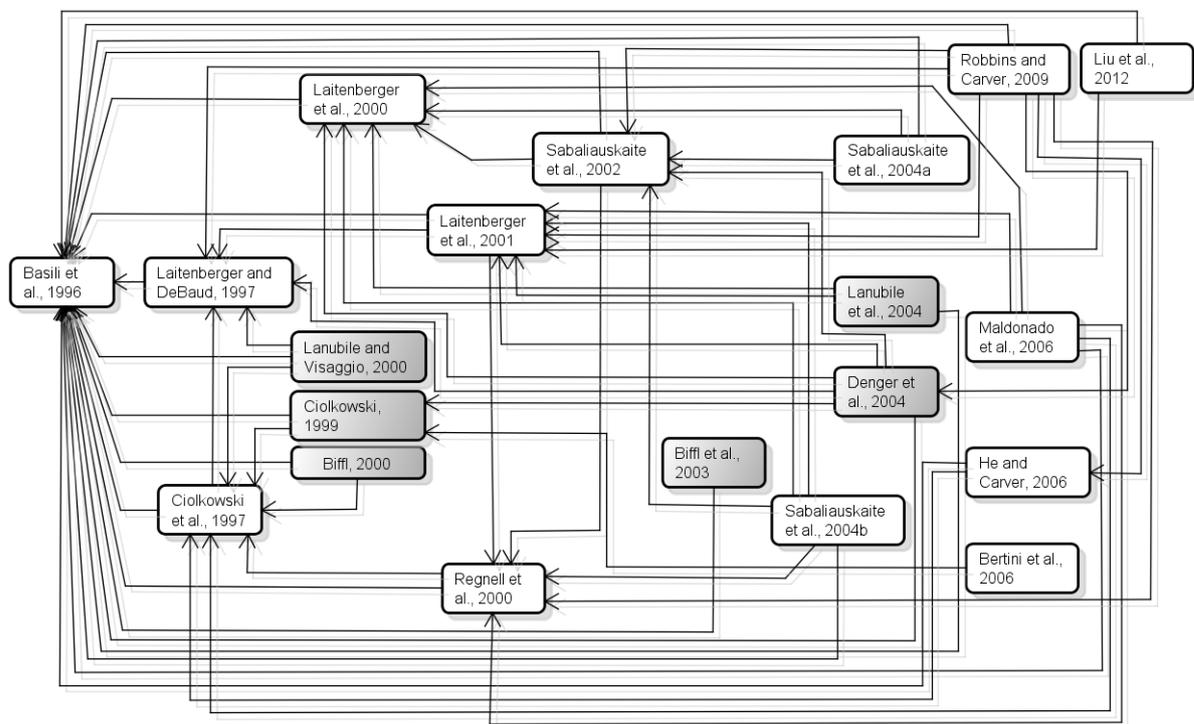


Figura 3.6: Gráfico de Citações Atualizado com os Experimentos Encontrados em CIOLOWSKI (2009)

## 4 Considerações Finais

O objetivo deste trabalho é identificar, organizar e analisar resultados de estudos experimentais realizados referentes à técnica de Leitura Baseada em Perspectiva (PBR). Para isso, apresentou-se uma breve revisão bibliográfica sobre inspeção de software e técnicas de leitura, descrevendo a técnica PBR e as utilizadas como comparativo a ela. Posteriormente, apresentou-se o método de pesquisa Engenharia de Conhecimento Sistemática (SKE), demonstrando de forma prática a sua utilidade para identificar, organizar e facilitar a análise de estudos experimentais. Assim, foram identificados 14 estudos cujas informações foram extraídas, organizadas e agregadas a uma Base de Conhecimento (KB). A partir daí, este trabalho forneceu uma análise das informações extraídas, apresentando (1) um mapeamento destes estudos de acordo com dois critérios de agrupamento, (2) uma tabela com todas as hipóteses investigadas por estes estudos e seus resultados, (3) uma tabela com todas as descobertas destacadas por seus próprios autores, e (4) a análise de alguns tópicos em particular, como, por exemplo, a eficácia e o perfil dos participantes do experimento.

A seguir, serão destacadas as principais contribuições deste trabalho, assim como as suas limitações e as sugestões de trabalhos futuros.

### 4.1 Contribuições

Neste trabalho, destacam-se as seguintes contribuições:

- Fornecer uma breve revisão bibliográfica sobre inspeções de software e técnicas de leitura, focando a técnica PBR e as técnicas que foram utilizadas como comparativo a ela. Acredita-se que, apesar de breve, esta revisão cumpre o objetivo de fornecer o embasamento teórico necessário à compreensão deste trabalho, assim como pode ser útil para quem estiver iniciando os estudos neste tema.
- Realizar uma (nova) aplicação prática do método de pesquisa SKE, explicando a

utilização das suas três fases, aplicadas para encontrar, organizar e analisar os resultados dos estudos experimentais referentes à técnica PBR. As informações extraídas destes estudos foram utilizadas para estender a KB apresentada por BIFFL *et al.* (2013) e estão disponibilizadas para consulta na Web.

- Apresentar uma visão geral das evidências sobre a técnica PBR, a fim auxiliar futuras investigações neste tema e auxiliar grupos de desenvolvimento a determinar se esta técnica poderá ser útil para o seu ambiente de trabalho. Para isso, foram realizados dois mapeamentos para apontar quais técnicas estão sendo comparadas à PBR e qual o tipo de artefato ela inspeciona. Além disso, foi feita uma análise da eficácia da técnica PBR e de outros aspectos como o perfil dos participantes dos estudos e os artefatos utilizados que foram inspecionados.
- Prover resultados para serem incorporados a um artigo submetido ao EASE 2014 em parceria com a *Vienna University of Technology*, em que a identificação de teorias de Engenharia de Software a partir de resultados de estudos experimentais é discutida (BIFFL *et al.*, 2014).

## 4.2 Limitações

Entre as limitações deste trabalho destacam-se as seguintes:

- A análise da qualidade dos documentos encontrados através da revisão sistemática não foi realizada, isso pode comprometer a validade das análises realizadas por este trabalho. Entretanto, acredita-se que por serem estudos experimentais publicados em revistas e eventos conceituados, estes trabalhos possuem uma qualidade mínima.
- O protocolo de revisão sistemática foi aplicado a apenas uma biblioteca digital (Scopus), com isso, não foram identificados todos os documentos referentes a estudos experimentais sobre a técnica PBR. Sabe-se, por exemplo, que CIOLKOWSKI (2009) apresenta 6 estudos que não foram encontrados por este trabalho. Entretanto, as informações destes estudos podem ser futuramente agregadas à KB utilizada, uma vez que esta é extensível.

- Uma análise mais profunda dos dados, explorando a KB de diferentes formas e incluindo meta-análises em cima dos resultados de medição individuais dos experimentos poderia ter sido realizada. Entretanto, acredita-se que este trabalho cumpre seu objetivo de fornecer uma visão geral sobre as evidências encontradas sobre a técnica PBR, além de organizá-las em uma KB possibilitando análises posteriores.

### 4.3 Trabalhos Futuros

Para dar continuidade a este trabalho, as seguintes sugestões podem ser seguidas:

- Realizar uma possível classificação dos estudos experimentais analisados neste trabalho de acordo com sua qualidade, com a finalidade de mostrar todos os resultados e qual o seu grau de relevância.
- Integrar os resultados dos seis estudos apresentados em CIOLKOWSKI (2009). Além disso, estender a execução do protocolo de revisão sistemática para outras bibliotecas digitais, por exemplo, a IEEE Xplore<sup>11</sup>, para cobrir o máximo possível de documentos que contenham estudos experimentais sobre a técnica PBR.
- Explorar o conteúdo da KB de diferentes formas, de modo a possibilitar meta-análises e outras análises mais complexas. Assim, conclusões mais precisas sobre a técnica PBR poderão ser fornecidas.
- Por fim, continuar a investigação sobre as técnicas derivadas da Leitura Baseada em Cenários (SBR), por exemplo, a Leitura Baseada em Usabilidade (*Usage-Based Reading*, ou UBR) (THELIN *et al.*, 2001). Desta forma, novas informações poderão ser agregadas à Base de Conhecimento (BIFFL *et al.*, 2013).

---

<sup>11</sup>[www.ieeexplore.ieee.org](http://www.ieeexplore.ieee.org)

## Referências Bibliográficas

- Basili, V.; Green, S.; Laitenberger, O.; Lanubile, F.; Shull, F.; Sorumgard, S. ; Zelkowitz, M. The empirical investigation of perspective-based reading. **Empirical Software Engineering**, v.1, n.2, p. 133–164, 1996.
- Basili, V. R. Evolving and packaging reading technologies. **J. Systems and Software**, v.38, n.1, p. 3–12, Jul 1997.
- Bertini, L. Avaliação de técnicas de inspeção de documentos de requisitos de software. **Dissertação de Mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba**, 2006.
- Bertini, L.; Kirner, T.; Montebelo, M. ; Lara, I. **Inspection techniques of software requirements documents: A comparative study [técnicas de inspeção de documentos de requisitos de software: Um estudo comparativo]**. p. 67–74, 2006.
- Biffi, S. **Analysis of the impact of reading technique and inspector capability on individual inspection performance**. In: Software Engineering Conference, 2000. APSEC 2000. Proceedings. Seventh Asia-Pacific, p. 136–145, 2000.
- Biffi, S.; Gutjahr, W. J. Using a reliability growth model to control software inspection. **Empirical Softw. Engg.**, v.7, n.3, p. 257–284, Set. 2002.
- Biffi, S.; Halling, M. ; Köszegi, S. **Investigating the accuracy of defect estimation models for individuals and teams based on inspection data**. In: Proceedings of the 2003 International Symposium on Empirical Software Engineering, ISESE '03, p. 232–243, Washington, DC, USA, 2003. IEEE Computer Society.
- Biffi, S.; Kalinowski, M.; Ekaputra, F. J.; Serral, E. ; Winkler, D. **Building empirical software engineering bodies of knowledge with systematic knowledge engineering**. Technical Report IFS-CDL 13-03, 2013.
- Biffi, S.; Kalinowski, M.; Ekaputra, F.; Martins, G. ; Winkle, D. **Towards efficient support for theory identification from published experiment research reports**. In: 18th Internacional Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE. (SUBMETIDO), 2014.
- Boehm, B.; Basili, V. R. Software defect reduction top 10 list. **Computer**, v.34, n.1, p. 135–137, jan 2001.
- Brereton, P.; Kitchenham, B. A.; Budgen, D.; Turner, M. ; Khalil, M. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. **Journal of Systems and Software**, v.80, n.4, p. 571 – 583, 2007.
- Ciolkowski, M.; Differding, C.; Laitenberger, O. ; Munch, J. **Empirical investigation of perspective-based reading: a replicated experiment**. Technical Report ISERN-97-13, Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering, University of Kaiserslautern: Kaiserslautern, 1997.

- Ciolkowski, M. **Evaluating the effectiveness of different inspection techniques on informal requirements documents**. 1999. Tese de Doutorado - University of Kaiserslautern.
- Ciolkowski, M. **What do we know about perspective-based reading? an approach for quantitative aggregation in software engineering**. In: Proceedings of the 2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM '09, p. 133–144, Washington, DC, USA, 2009. IEEE Computer Society.
- Denger, C.; Ciolkowski, M. ; Lanubile, F. **Investigating the active guidance factor in reading techniques for defect detection**. In: Proceedings of the 2004 International Symposium on Empirical Software Engineering, ISESE '04, p. 219–228, Washington, DC, USA, 2004. IEEE Computer Society.
- Ekaputra, F. J.; Serral, E.; Winkler, D. ; Biffi, S. **An analysis framework for ontology querying tools**. In: Proceedings of the 9th International Conference on Semantic Systems, I-SEMANTICS '13, p. 1–8, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- Fagan, M. E. Design and code inspections to reduce errors in program development. **IBM Systems Journal**, v.15, n.3, p. 182–211, Set. 1976.
- Guarino, N. **Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the 1st International Conference June 6-8, 1998, Trento, Italy**. 1st. ed., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press, 1998.
- He, L.; Carver, J. **Pbr vs. checklist: A replication in the n-fold inspection context**. volume 2006, p. 95–104, 2006.
- Kalinowski, M.; Travassos, G. **A computational framework for supporting software inspections**. In: Automated Software Engineering, 2004. Proceedings. 19th International Conference on, p. 46–55, Sept 2004.
- Kalinowski, M.; Oliveira, R. ; Travassos, G. Infra-estrutura computacional para apoio ao processo de inspeção de software. **III Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software**, 2004.
- Kalinowski, M.; Travassos, G. Software technologies: The use of experimentation to introduce ispis-a software inspection framework-into the industry. **Experimental Software Engineering Latin American Workshop (ESELAW)**, 2005.
- Kalinowski, M.; Spínola, R.; Neto, A.; Bott, a. ; Travassos, G. Inspeções de requisitos de software em desenvolvimento incremental: Uma experiência prática. **Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS)**, 2007.
- Kalinowski, M.; Travassos, G. H. **Ispis: From conception towards industry readiness**. In: Proceedings of the XXVI International Conference of the Chilean Society of Computer Science, SCCC '07, p. 132–141, Washington, DC, USA, 2007. IEEE Computer Society.
- Kitchenham, B.; Charters, S. **Guidelines for performing systematic literature review in software engineering**. Technical Report EBSE-2007-01, 2007.
- Laitenberger, O.; DeBaud, J.-M. Perspective-based reading of code documents at robert bosch gmbh. **Information and Software Technology**, v.39, n.11, p. 781–791, 1997.

- Laitenberger, O.; DeBaud, J.-M. An encompassing life cycle centric survey of software inspection. **J. Syst. Softw.**, v.50, n.1, p. 5–31, Jan. 2000.
- Laitenberger, O.; Atkinson, C.; Schlich, M. ; El Emam, K. Experimental comparison of reading techniques for defect detection in uml design documents. **Journal of Systems and Software**, v.53, n.2, p. 183–204, 2000.
- Laitenberger, O.; Emam, K. ; Harbich, T. An internally replicated quasi-experimental comparison of checklist and perspective-based reading of code documents. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v.27, n.5, p. 387–421, 2001.
- Lanubile, F.; Visaggio, G. **Evaluating defect detection techniques for software requirements inspections**. Technical Report ISERN-00-08, 2000.
- Lanubile, F.; Mallardo, T.; Calefato, F.; Denger, C. ; Ciolkowski, M. **Assessing the impact of active guidance for defect detection: a replicated experiment**. In: Software Metrics, 2004. Proceedings. 10th International Symposium on, p. 269–278, 2004.
- Liu, S.; Chen, Y.; Nagoya, F. ; McDermid, J. Formal specification-based inspection for verification of programs. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v.38, n.5, p. 1100–1122, 2012.
- Maldonado, J.; Carver, J.; Shull, F.; Fabbri, S.; Dória, E.; Martimiano, L. r.; Mendonça, M. s. t. ; Basili, V. u. v. Perspective-based reading: A replicated experiment focused on individual reviewer effectiveness. **Empirical Software Engineering**, v.11, n.1, p. 119–142, 2006.
- Noy, N. F. Semantic integration: A survey of ontology-based approaches. **SIGMOD Record**, v.33, n.4, p. 65–70, 2004.
- Pai, M.; McCulloch, M.; Gorman, J.; Pai, N.; Enanoria, W.; Kennedy, G.; Tharyan, P. ; Colford, J. Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. **The National medical journal of India**, v.17, n.2, p. 86–95, 2004.
- Porter, A. A.; Votta, Jr., L. G. ; Basili, V. R. Comparing detection methods for software requirements inspections: A replicated experiment. **IEEE Trans. Softw. Eng.**, v.21, n.6, p. 563–575, Jun 1995.
- Regnell, B.; Runeson, P. ; Thelin, T. Are the perspectives really different? further experimentation on scenario-based reading of requirements. **Empirical Softw. Engg.**, v.5, n.4, p. 331–356, Dez. 2000.
- Robbins, B.; Carver, J. **Cognitive factors in perspective-based reading (pbr): A protocol analysis study**. p. 145–155, 2009.
- Sabaliauskaite, G.; Matsukawa, F.; Kusumoto, S. ; Inoue, K. **An experimental comparison of checklist-based reading and perspective-based reading for uml design document inspection**. In: Proceedings of the 2002 International Symposium on Empirical Software Engineering, ISESE '02, p. 148–, Washington, DC, USA, 2002. IEEE Computer Society.
- Sabaliauskaite, G.; Kusumoto, S. ; Inoue, K. Comparing reading techniques for object-oriented design inspection. **IEICE Transactions on Information and Systems**, v.E87-D, n.4, p. 976–984, 2004a.

- Sabaliauskaite, G. c.; Kusumoto, S. ; Inoue, K. Assessing defect detection performance of interacting teams in object-oriented design inspection. **Information and Software Technology**, v.46, n.13, p. 875–886, 2004b.
- Sauer, C.; Jeffery, D. R.; Land, L. P. W. ; Yetton, P. The effectiveness of software development technical reviews: A behaviorally motivated program of research. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v.26, n.1, p. 1–14, 2000.
- Shull, F.; Rus, I. ; Basili, V. How perspective-based reading can improve requirements inspections. **Computer**, v.33, n.7, p. 73–79, Jul 2000.
- Studer, R.; Benjamins, V. R. ; Fensel, D. Knowledge engineering: Principles and methods. **Data Knowl. Eng.**, v.25, n.1-2, p. 161–197, Mar. 1998.
- Svahnberg, M.; Aurum, A. ; Wohlin, C. **Using students as subjects - an empirical evaluation**. In: Proceedings of the Second ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM '08, p. 288–290, New York, NY, USA, 2008.
- Thelin, T.; Runeson, P. ; Regnell, B. Usage-based reading - an experiment to guide reviewers with use cases. **Information and Software Technology**, v.43, n.15, p. 925–938, 2001.
- Travassos, G. **Introdução à engenharia de software experimental**. RT-ES-590/02. UFRJ, 2002.
- Wohlin, C.; Runeson, P.; Höst, M.; Ohlsson, M.; Regnell, B. ; Wesslén, A. **Experimentation in Software Engineering**. Computer Science. Springer, 2012.
- Ye, J.; Coyle, L.; Dobson, S. ; Nixon, P. Ontology-based models in pervasive computing systems. **Knowl. Eng. Rev.**, v.22, n.4, p. 315–347, Dez. 2007.

# A Descobertas e Hipóteses dos Estudos Experimentais Analisados

Tabela A.1: Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| Document                    | Hypothesis  | Result (Rejected/Confirmed) |
|-----------------------------|---|-----------------------------|
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | There is no difference in the defect detection rates of teams applying PBR as compared to teams applying the usual technique. That is, every successive dilution of a PBR team with non-PBR reviewers has only random effects on team scores.               | Rejected                    |
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | The defect detection rates of teams applying PBR are higher compared to teams using the usual technique. That is, every time the PBR teams were diluted with non-PBR reviewers they tended to perform somewhat worse relative to the usual technique teams. | Confirmed                   |
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | There is no difference between subjects in Group 1 and subjects in Group 2 with respect to their mean defect rate scores.   | Partly Rejected             |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>             | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|-----------------------------|--|---|
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | There is a difference between subjects in Group 1 and subjects in Group 2 with respect to their mean defect rate scores.   | Partly Confirmed                        |
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | There is no difference between subjects using PBR and subjects using their usual technique with respect to their mean defect rate scores.  | Partly Rejected                         |
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | There is a difference between subjects using PBR and subjects using their usual technique with respect to their mean defect rate scores.   | Partly Confirmed                        |
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | There is no difference between subjects reading the ATM document (or NASA A document) and subjects reading the PG document (or NASA B document) with respect to their mean defect rate scores. | Partly Rejected                         |
| BASILI <i>et al.</i> (1996) | There is a difference between subjects reading the ATM document (or NASA A document) and subjects reading the PG document (or NASA B document) with respect to their mean defect rate scores.  | Partly Confirmed                        |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>              | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|------------------------------|--|---|
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997) | There is no significant difference between subjects reading documents from their domain and subjects reading documents not from their domain with respect to their mean defect detection rate. | Confirmed                               |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997) | There is a significant difference between subjects reading documents from their domain and subjects reading documents not from their domain with respect to their mean defect detection rates. | Rejected                                |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997) | There is no significant difference between subjects using the analyst, module test and integration test scenario with respect to their mean defect detection rate.                             | Confirmed                               |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997) | There is a significant difference between subjects using the analyst, module test and integration test scenario with respect to their mean defect detection rate.                              | Rejected                                |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                 | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|---------------------------------|--|---|
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997)    | There is no significant difference between subjects reading documents from their domain and using the analyst, module test and integration test scenario with respect to their mean defect detection rate. | Rejected                                |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997)    | There is a significant difference between subjects reading documents from their domain and using the analyst, module test and integration test scenario with respect to their mean defect detection rate.  | Confirmed                               |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997)    | There is no significant difference between individual defect detection rates and meeting detection rates.  | Rejected                                |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997)    | There is a significant difference between individual defect detection rates and meeting detection rates.   | Confirmed                               |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997)    | The different perspectives of Perspective-based Reading have a small overlap with respect to detected defects.   | Confirmed                               |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i> (1996) | Individuals applying PBR perform better than individuals using Ad-hoc reading with respect to their mean defect detection rate.  | Partly Rejected                         |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                    | <b>Hypothesis</b>   | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|------------------------------------|---|---|
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | Individuals applying each PBR perspective respectively perform better than individuals applying Ad-hoc reading (no perspective) with respect to their mean defect detection rate.     | Rejected                                |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | There is no difference between individuals reading the different documents with respect to their mean defect detection rate.  | Confirmed                               |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | There is no difference between subjects applying PBR on one document and those applying Ad-hoc on the other document and vice versa with respect to their mean defect detection rate. | Confirmed                               |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | The experience of the subjects has no influence on their mean defect detection rate.  | Confirmed                               |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | Nominal PBR teams detect more defects than nominal Ad-hoc teams, i.e. they have a higher mean defect detection rate.  | Confirmed                               |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | The defect detection rate of nominal teams is lower than the defect detection rate of the real teams.   | Rejected                                |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                    | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|------------------------------------|--|---|
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | For any PBR perspective, there is a difference between the mean defect detection rates of different defect classes compared to the total mean defect detection rate. | Confirmed                               |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i><br>(1996) | The overlap of commonly detected defects among perspectives is low.  | Rejected                                |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)  | An inspection team is as effective or more effective using CBR than it is using PBR.   | Rejected                                |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)  | An inspection team using PBR finds defects at the same or higher cost per defect than a team using CBR for the defect detection phase of the inspection.             | Rejected                                |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)  | An inspection team using PBR finds defects at the same or higher cost per defect as a team using CBR for the meeting phase of the inspection.                        | Rejected                                |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)  | An inspection team using PBR finds defects at the same or higher cost per defect than a team using CBR for all phases of the inspection.                             | Rejected                                |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                   | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|-----------------------------------|--|---|
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)      | The perspectives are assumed to have the same finding efficiency, i.e. the number of defects found per hour of inspection is not different for the various perspectives. | Confirmed                               |
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)      | The perspectives are assumed to have the same effectiveness or detection rates, i.e. the fraction of defects identified is not different for the various perspectives.   | Confirmed                               |
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)      | The perspectives are assumed to find the same defects, i.e. the distributions over defects found are the same for the different perspectives.                            | Confirmed                               |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2001) | An inspection team is as effective or more effective using CBR than it is using PBR.   | Rejected                                |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2001) | An inspection team using PBR finds defects at the same or higher cost per defect than a team using CBR for the defect detection phase of the inspection.                 | Confirmed                               |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2001) | An inspection team using PBR finds defects at the same or higher cost per defect as a team using CBR for the meeting phase of the inspection.                            | Rejected                                |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                      | <b>Hypothesis</b>   | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|--------------------------------------|---|---|
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2001)    | An inspection team using PBR finds defects at the same or higher cost per defect than a team using CBR for all phases of the inspection.  | Partly Rejected                         |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | Subjects spend more time on inspection using PBR than using CBR.  | Rejected                                |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | Cost per defect of subjects who use PBR is lower than the cost per defect of subjects who use CBR.  | Rejected                                |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | There is no difference in defect detection effectiveness of subjects who use PBR inspection technique as compared to subjects who use CBR.  | Confirmed                               |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | There is no difference in defect detection effectiveness of the 3-person virtual teams, which use PBR inspection technique as compared to the 3-person virtual teams, which use CBR inspection technique. | Rejected                                |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | There is a difference in defect detection effectiveness for three-person interacting teams using CBR vs. those using PBR.   | Rejected                                |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | There is a difference in false positives for threeperson interacting teams using CBR vs. those using PBR.   | Partly Confirmed                        |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                      | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|--------------------------------------|--|---|
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | There is a difference in defect overlaps for threeperson interacting teams using CBR vs. those using PBR.                                  | Confirmed                               |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | There is a difference in effectiveness detecting different defect types of three-person interacting teams using CBR vs. those using PBR.   | Rejected                                |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | Interacting teams improve group performance by discovering new defects.  | Rejected                                |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | Interacting teams are effective in eliminating false positives.  | Confirmed                               |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | Nominal teams outperform interacting teams in defect detection effectiveness.  | Partly Confirmed                        |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | There is no difference in defect detection effectiveness of subjects who use PBR inspection technique as compared to subjects who use CBR. | Confirmed                               |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | Cost per defect of subjects who use PBR is lower than cost per defect of subjects who use CBR.   | Rejected                                |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                      | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|--------------------------------------|--|---|
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | There is no difference in defect detection effectiveness of 3-person inspection teams that used PBR technique during individual inspection as compared to the teams that used CBR technique. | Confirmed                               |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | There is no difference in cost per defect of 3-person inspection teams that used PBR technique during individual inspection as compared to the teams that used CBR technique.                | Confirmed                               |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | There is no difference between meeting gains and meeting losses of CBR teams.  | Rejected                                |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | There is no difference between meeting gains and meeting losses of PBR teams.  | Confirmed                               |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)     | Individuals applying PBR perform better than individuals using reading techniques with respect to their mean defect detection rate.  | Confirmed                               |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)     | The experience of the subjects has no influence on their mean defect detection rate.   | Rejected                                |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                     | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|-------------------------------------|--|---|
| HE e CARVER <i>et al.</i><br>(2006) | Teams applying PBR perform better than teams using a checklist with respect to their mean defect detection rate.                           | Confirmed                               |
| HE e CARVER <i>et al.</i><br>(2006) | There is a difference between the meeting gains in the meeting-based N-fold inspection depending on whether teams used PBR or a checklist. | Confirmed                               |
| HE e CARVER <i>et al.</i><br>(2006) | There is a difference between the meeting loss in the meeting-based N-fold inspection depending on whether teams used PBR or a checklist.  | Confirmed                               |
| HE e CARVER <i>et al.</i><br>(2006) | The overlap of commonly detected defects among perspectives in PBR teams is lower than the overlap among individuals in checklist teams.   | Confirmed                               |
| HE e CARVER <i>et al.</i><br>(2006) | Defects detected by PBR are more evenly distributed over the whole SRS document than those detected by checklist.                          | Confirmed                               |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                   | <b>Hypothesis</b>   | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|-----------------------------------|---|---|
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | There is no difference in the defect detection rates of teams applying PBR compared to teams applying the Checklist technique. That is, every successive dilution of a PBR team with a non-PBR reviewer has only random effects on team scores. | Confirmed                               |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | The defect detection rates of teams applying PBR are higher compared to teams using the Checklist technique. That is, every successive dilution of a PBR team with a non-PBR reviewer decreases the effectiveness of the team.                  | Rejected                                |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | There is no difference between Group 1 (ATM with Checklist and PG with PBR) and Group 2 (PG with Checklist and ATM with PBR) with respect to individual effectiveness/efficiency.   | Confirmed                               |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | There is a difference between Group 1 (ATM with Checklist and PG with PBR) and Group 2 (PG with Checklist and ATM with PBR) with respect to individual effectiveness/efficiency.  | Rejected                                |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                   | <b>Hypothesis</b>   | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|-----------------------------------|---|---|
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | There is no difference between subjects using PBR and subjects using Checklist with respect to individual effectiveness/efficiency. | Confirmed                               |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | There is a difference between subjects using PBR and subjects using Checklist with respect to individual effectiveness/efficiency.  | Rejected                                |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | There is no difference between subjects reading ATM and subjects reading PG with respect to individual effectiveness/efficiency.    | Partly Rejected                         |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | There is a difference between subjects reading ATM and subjects reading PG with respect to individual effectiveness/efficiency.     | Partly Confirmed                        |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | Reviewer experience does not affect effectiveness when using PBR.   | Confirmed                               |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | The PBR perspectives have the same effectiveness and efficiency.  | Confirmed                               |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | The PBR perspectives find different defects.  | Confirmed                               |
| MALDONADO <i>et al.</i><br>(2006) | Individual reviewers using PBR and Checklist find different defects.  | Partly Confirmed                        |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                       | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|---------------------------------------|--|---|
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)          | The three inspection techniques - Checklist, SBR and PBR have the same defect detection efficiency, obtained by inspectors through the inspection of software requirements.  | Rejected                                |
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)          | The three inspection techniques - Checklist, SBR and PBR different defect detection efficiency, obtained by inspectors through the inspection of software requirements.      | Confirmed                               |
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)          | There is no association between the inspection technique (Checklist, SBR and PBR) efficiency level and the inspectors' software engineers experience level.                  | Confirmed                               |
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)          | There is an association between the inspection technique (Checklist, SBR and PBR) efficiency level and the inspectors' software engineers experience level.                  | Rejected                                |
| ROBBINS e CARVER <i>et al.</i> (2009) | Most defect identifications (i.e. sections of WD codes) will be preceded by combine knowledge actions (i.e. CK codes). Where WD is Write-Defect and CK is Combine-Knowledge. | Confirmed                               |

*Continued on next page*

Tabela A.1 – Hipóteses Analisadas pelos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                          | <b>Hypothesis</b>  | <b>Result (Rejected/<br/>Confirmed)</b> |
|--|--|---|
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | There is no difference between the frequency of CK codes preceding defect reports and the average frequency of CK codes. Where CK is Combine-Knowledge.  | Rejected                                |
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | The type of defects found by subjects should be related to the assigned PBR perspective.   | Confirmed                               |
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | There is no difference between the number of perspective-unique defects and the number of non-perspective unique defects found by each subject.  | Rejected                                |
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | The use of specific types of knowledge, as evidenced by the KP, KW, KS, and KC codes during inspection, should correspond to the respective experience levels indicated on the experience self survey. | Partly Confirmed                        |
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | There is no difference between the number of domain-specific facts recalled by reviewers with different reported levels of experience.   | Partly Confirmed                        |
| LIU <i>et al.</i> (2012)                 | The FSBI may be more effective in detecting function-related defects than PBR  | Partly Confirmed                        |

Tabela A.2: Descobertas dos Estudos Experimentais sobre PBR segundo os seus Autores

| <b>Document</b>                 | <b>Finding</b>  |
|---------------------------------|---|
| BASILI <i>et al.</i> (1996)     | In the first run (pilot study) of the experiment we only got significant results for teams using PBR on the generic documents. After the pilot study we made some changes to improve the experiment. In the 1995 run, PBR teams provided significantly better coverage of both NASA and generic documents.  |
| BASILI <i>et al.</i> (1996)     | We have also compared PBR and the standard technique with respect to the individual performance of reviewers. Although in most cases, reviewers using PBR found about the same number of defects as reviewers using their standard technique, PBR reviewers did perform significantly better on the generic documents in the 1995 run. This is an unexpected result, since the true benefit of PBR is expected to be seen at the level of teams which combine several different perspectives for improved coverage. |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997)    | Individual defect detection can be performed with a good level of effectiveness by Perspective-Based Reading.   |
| LAITENBERGER e DEBAUD (1997)    | Using Perspective-Based Reading makes defect detection independent of some factors, such as experience.   |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i> (1996) | PBR helps to increase individual and team defect detection effectiveness compared to an Ad-hoc approach.  |
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i> (1996) | We found no statistically significant difference between real and nominal teams.  |

*Continued on next page*

Tabela A.2 – Descobertas dos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                     | <b>Finding</b>  |
|-------------------------------------|---|
| CIOLKOWSKI <i>et al.</i> (1996)     | The analysis according to different defect classes only yield few statistically significant results due to the experimental setting.  |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)   | Our results indicate that PBR is more effective than CBR (i.e., it resulted in inspection teams detecting on average 41% more unique defects than CBR).   |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2000)   | The cost of defect detection using PBR is significantly lower than CBR (i.e., PBR exhibits on average a 58% cost per defect improvement over CBR).  |
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)        | There is no significant difference among the three perspectives in terms of defect detection rate and number of defects found per hour.   |
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)        | There is no significant difference in the defect coverage of the three perspectives.  |
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)        | A simulation study shows that 30 subjects is enough to detect relatively small perspective differences with the chosen statistical test.  |
| REGNELL <i>et al.</i> (2000)        | A combination of multiple perspectives may not give higher coverage of the defects compared to single-perspective reading.  |
| LAITENBERGER <i>et al.</i> (2001)   | The experiments add to the current knowledge that more advanced reading techniques, such as perspective-based reading, optimize and improve software inspections by leveraging their effectiveness and reducing their cost. |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002) | Defect detection effectiveness using both inspection techniques is similar.   |

*Continued on next page*

Tabela A.2 – Descobertas dos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                      | <b>Finding</b>   |
|--------------------------------------|--|
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | Reviewers who use PBR spend less time on inspection than reviewers who use CBR.  |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | Cost per defect of reviewers who use CBR is smaller.   |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2002)  | CBR technique is more effective than PBR technique.  |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | PBR teams report significantly less overlaps than CBR teams.   |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | There is no difference in defect detection effectiveness between CBR and PBR teams.  |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | There was no significant difference in effectiveness between CBR and PBR detecting syntactic, semantic and consistency defects.  |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | The analysis showed that PBR teams reported fewer false positives than CBR teams, however, this result was significant for only one (out of two) inspected systems. Therefore, the ability of CBR and PBR to discriminate between true defects and false positives has to be further investigated. |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | ”Interacting groups do not detect a significant number of new defects. Moreover, meeting gains were significantly smaller than meeting losses for CBR teams; and meeting gains were offset by meeting losses for PBR teams.”   |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | Interacting teams reported fewer false positives than nominal teams.   |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004a) | Nominal teams outperform interacting teams in defect detection effectiveness for CBR teams, and for PBR teams of one (out of two) inspected systems.   |

*Continued on next page*

Tabela A.2 – Descobertas dos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                      | <b>Finding</b>  |
|--------------------------------------|---|
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | The cost per defect of PBR subjects was higher as compared to CBR subjects.   |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | The effectiveness of CBR and PBR subjects was similar.  |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | There was no statistically significant difference between 3-person CBR and PBR teams with respect to defect detection effectiveness and cost per defect.      |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | ”The CBR teams exhibit greater meeting losses than meeting gains; meanwhile PBR teams exhibit similar meeting losses and meeting gains.”                      |
| SABALIAUSKAITE <i>et al.</i> (2004b) | The CBR 3-person team meetings are less beneficial than PBR 3-person team meetings.   |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)     | Individuals and teams applying PBR found more defects than those using checklist.   |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)     | Checklist teams had more effective team meetings during the N-fold inspection process.  |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)     | The defects detected by PBR teams showed less overlap and were more evenly distributed through the whole document than those detected by the checklist teams. |
| HE e CARVER <i>et al.</i> (2006)     | The effectiveness and necessity of a team meeting depends greatly on the type of technique used for the individual reviews.                                   |
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006)       | The results showed that PBR was more effective than Checklist for one of the two requirements documents used.   |
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006)       | The results showed that for the same document on which PBR was more effective, the PBR and Checklist techniques were complementary.                           |

*Continued on next page*

Tabela A.2 – Descobertas dos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                | <b>Finding</b>  |
|--------------------------------|---|
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006) | A reviewer's experience in the PBR perspective appeared to have little impact on his or her effectiveness.  |
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006) | In terms of perspectives, there was not a large variation in the effectiveness (i.e. the overall number of defects detected) of the three perspectives overall.   |
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006) | While in most cases the perspectives turned out to find different defects (i.e. they were not correlated), in the case where the perspectives found similar defects (i.e. correlated) there was no overall benefit observed for the perspective-based technique. These results lead to important hypothesis about the particular aspects of the perspective-based approach that may lead to the overall benefit that has been observed. |
| MALDONADO <i>et al.</i> (2006) | A concrete result of this replica is that the Laboratory Package, which serves as a baseline for further experimental replications, has been evolved.   |
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)   | The study indicates that each technique can be more effective in detecting a particular defect type contained in the requirements. This fact suggests the possibility to invest in new reading techniques for inspecting requirements documents. Such technique could thus have features from checklists, SBR, and PBR.   |
| BERTINI <i>et al.</i> (2006)   | The non-significant correlation between the inspectors' experience and the number of faults detected by the techniques may indicate a starting point for a new research, considering other characteristics of the participants such as academic background and level of knowledge about the techniques.   |

*Continued on next page*

Tabela A.2 – Descobertas dos Estudos Experimentais sobre PBR

| <b>Document</b>                          | <b>Finding</b>   |
|--|--|
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | We believe that the development of a coding scheme from cognitive psychology literature supported reliable analysis of the PBR task. With an effective coding scheme, protocol analysis has the potential to describe expertise. Particularly in the Empirical Software Engineering (ESE) field, capturing and accelerating expertise is an important high-level goal that protocol analysis is designed to support. |
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | The new approach presented in this study surpasses traditional high-level, “black box” studies in its ability to understand the cognitive mechanisms supporting PBR.   |
| ROBBINS e CARVER<br><i>et al.</i> (2009) | We found that perspective experience is brought into STM from LTM during the PBR task. Also, reviewers with higher levels of perspective-specific experience use significantly more perspective-specific knowledge, as indicated by the KP code.   |
| LIU <i>et al.</i> (2012)                 | Our method may be much more effective than PBR in detecting function-related defects but slightly less effective in detecting implementation-related defects.  |