

Técnicas de Inspeção de Documentos de Requisitos de Software: um Estudo Comparativo

Lilian A. Bertini, Tereza G. Kirner, Maria I. Montebelo, Idemauro A.R. Lara

*Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Rodovia do Açúcar, Km 156, Piracicaba, SP, Brasil
{tgkirner, milmonte, ialara}@unimep.br; lilian@etepa.com.br*

Abstract

This paper presents an empirical study on inspection of Software Requirements Specification (SRS) Documents, aiming at evaluate the efficiency of reading techniques applied to these documents. The techniques of Checklist, Scenario, and Perspective were comparatively evaluated, through the inspection of the SRS of a software application, performed by software engineers. The definition and execution of the empirical study were presented and the results were discussed.

1. Introdução

Este artigo apresenta um estudo empírico sobre inspeção de documentos de requisitos de software, realizada através do emprego das técnicas de Leitura Baseada em *Checklist* (LBCh), Leitura Baseada em Cenário (LBCe) e Leitura Baseada em Perspectiva (LBPe). O propósito da pesquisa foi avaliar comparativamente as três técnicas, visando identificar o nível de eficiência de cada uma delas no que diz respeito à detecção de defeitos nos documentos considerados.

A inspeção é um método que contribui para garantir a qualidade do produto de software. Todas as etapas do processo de desenvolvimento de software são suscetíveis à incorporação de defeitos, que podem ser detectados pela inspeção e posteriormente removidos.

É importante destacar que quanto mais cedo esses defeitos forem removidos, menor será o custo de desenvolvimento e manutenção do produto. Experiências têm comprovado que a inspeção, quando realizada no início do desenvolvimento do software, leva à detecção de 60% a 90% dos defeitos potenciais em um projeto de software [6].

O artigo enfoca aspectos conceituais, de definição do estudo empírico e da metodologia empregada para análise

dos dados, além de discutir os resultados obtidos. A seção 2 discorre sobre documentação e inspeção de requisitos. A seção 3 indica trabalhos anteriores relacionados ao tema enfocado. A seção 4 apresenta a definição do estudo empírico. A análise dos resultados é descrita na seção 5 e, por fim, as conclusões do estudo são destacadas na seção 6.

2. Inspeção de documentos de requisitos de software

A especificação é uma das fases da engenharia de requisitos, que compreende uma descrição completa do comportamento externo do sistema, em termos, principalmente, de requisitos funcionais e não funcionais. É uma fase muito importante, pois os defeitos que ocorrerem na especificação tendem a tornar-se cada vez mais difíceis de serem corrigidos à medida que o desenvolvimento do software avança para as próximas fases do seu desenvolvimento [9].

O resultado da especificação é incluído no Documento de Requisitos de Software (DRS), que conta com alguns padrões indicados para sua elaboração. Neste trabalho, seguiu-se o padrão proposto pela *IEEE Computer Society* [1], aceito internacionalmente e bastante disseminado no Brasil. Este padrão define o formato e conteúdo de um DRS [9], compreendendo as seguintes seções: (a) visão geral do sistema, incluindo introdução, descrição geral e requisitos específicos; e (b) requisitos específicos do sistema, incluindo requisitos funcionais, requisitos de interface externa, requisitos de performance, restrições do projeto, atributos ou requisitos não funcionais, e outros requisitos relevantes para o sistema em questão.

DRSs corretos e completos são essenciais para a produção de sistemas de software de alta qualidade. Adicionalmente, melhores DRSs podem ser obtidos através da inspeção.

A inspeção vem sendo utilizada, com sucesso, a fim de aumentar a qualidade dos artefatos produzidos ao longo do

processo de desenvolvimento do software. Compreende técnicas que possibilitam a detecção de defeitos nos diferentes artefatos (como documentos de requisitos, modelos e representações gráficas, listagens de código, etc.), que deverão ser posteriormente removidos [1]. Neste contexto, um defeito é qualquer condição ou situação que poderia levar o sistema a se comportar de maneira indesejável e representar um risco para a consecução da missão do sistema.

Apesar das técnicas de inspeção terem sido propostas originalmente para analisar o projeto e o código [8], elas também provaram ser úteis para a análise de outros artefatos de software [7], [10]. Estudos sobre a inspeção de DRSs têm reforçado a importância de se detectar defeitos o mais cedo possível no software que está sendo desenvolvido, a fim de se evitar a propagação de tais defeitos e, conseqüentemente, se minimizar os custos de futuros reparos.

O processo de inspeção inclui as seguintes etapas [2], [5]:

- Planejamento. Nesta etapa, é determinado se os materiais que serão inspecionados são adequados, organiza-se as pessoas que irão participar da inspeção e define-se o local onde serão realizadas as sessões de inspeção.
- Visão Geral. Esta etapa inclui a apresentação do material a ser inspecionado aos participantes e a atribuição de funções aos participantes, durante a inspeção.
- Preparação. Nesta etapa, os participantes são treinados para executarem as funções que lhes foram atribuídas, visando encontrar os defeitos constantes do produto ou artefato de software.
- Realização da Inspeção. Esta etapa inclui sessões de trabalho, nas quais os participantes analisam o produto ou artefato de software, com o fim de detectar os defeitos existentes nesses produtos.
- Retrabalho. Nesta etapa, os defeitos detectados, devidamente documentados, são encaminhados ao autor do produto que foi inspecionado, para que seja providenciada a remoção destes defeitos.
- Revisão. Nesta etapa, o autor confere o produto revisado, juntamente com a equipe de inspeção, para assegurar-se de que todas as correções necessárias foram realizadas e que nenhum defeito novo foi introduzido.

Existem algumas técnicas indicadas para apoiar a inspeção de documentos e artefatos de software [2], [5], conhecidas como “técnicas de leitura”, que fornecem diretrizes para a detecção de defeitos durante a inspeção, contribuindo para a obtenção de melhores resultados [6]. Neste estudo, foram consideradas as seguintes técnicas:

- Leitura Baseada em *Checklist* (LBCh), composta de uma lista de perguntas que auxilia os inspetores a encontrar defeitos no produto, durante a inspeção.
- Leitura Baseada em Cenário (LBCe), que descreve como procurar defeitos com base em um conjunto de instruções e diretrizes denominadas de cenários.
- Leitura Baseada em Perspectiva (LBPe), que se baseia na idéia de cenários, porém aplica a inspeção a partir dos diferentes pontos de vista assumidos pelos *stakeholders* do sistema inspecionado.

As três técnicas incorporaram a classificação de defeitos apresentada no Quadro 1, obtida a partir de Kirner [9] e Lanuble [11]. Uma descrição detalhada das técnicas consideradas é apresentada em Bertini [4].

Quadro 1. Classificação de defeitos

Classe	Tipo	Descrição
Omissão	Funcionalidade Omitida (FO)	Alguma informação, relativa à descrição do comportamento esperado do sistema, não aparece no documento.
	Performance Omitida (PO)	Alguma informação, relativa à descrição da performance desejada, não aparece no documento, ou aparece de forma inaceitável.
	Ambiente Omitido (AO)	Alguma informação, relativa à descrição do hardware, do software, do banco de dados e do pessoal envolvido, não aparece no documento.
	Interface Omitida (IO)	Alguma informação, relativa à forma como o sistema interagirá ou se comunicará com componentes que estão fora do escopo do sistema, não aparece no documento.
Comissão	Informação Ambígua (IA)	Um termo importante, uma frase ou uma sentença, essenciais para o entendimento do sistema não foi definido no documento, ou foi definido de forma que possa causar confusão.
	Informação Inconsistente (II)	Duas sentenças contradizem-se mutuamente ou expressam ações de que não estão corretas ou não podem ser executadas.
	Funcionalidade Incorreta (FI)	Alguma sentença expressa um fato que não pode ser verdade de acordo com as condições especificadas.
	Seção Incorreta (SI)	Alguma informação está em um local errado dentro do documento.
Outros (O)		Defeitos que não se enquadram nos tipos acima.

3. Trabalhos relacionados

Kirner [9] realizou um estudo empírico, visando analisar comparativamente as técnicas *Ad Hoc*, *Checklist* e *Cenário* e identificar qual das três técnicas era a mais eficiente, em termos de detecção de defeitos em DRSs. Foram inspecionados DRSs já empregados em estudos anteriores, referentes a um Sistema de Vídeo Locadora, um Sistema de Controle de Estacionamento e um Sistema de Caixa Eletrônico. Como resultado, foi constatado que a porcentagem de defeitos detectados pela técnica *Ad Hoc* (40%) foi menor que a porcentagem relativa à técnica LBCh (50%), que, por sua vez, foi menor que a porcentagem relativa à técnica LBCe (60%). Ou seja, a técnica LBCe mostrou-se a mais eficiente e a técnica *Ad Hoc* mostrou-se a menos eficiente das três técnicas avaliadas.

Ciolkowski [7] relatam um estudo empírico realizado para comparar a eficiência da Leitura Baseada em *Checklist* (LBCh) em relação à Leitura Baseada em *Perspectiva* (LBPe). Os resultados obtidos indicaram uma diferença entre a eficiência de equipes que aplicaram LBCh e de equipes que aplicaram LBPe, sendo que a LBPe mostrou-se mais eficiente. Além disso, não foi identificada diferença significativa quanto à inspeção individual.

Berling [3] descreveu um estudo de caso realizado na empresa Ericsson. A técnica de leitura padrão usada na companhia era a LBCh, porém a organização estava interessada em investir em uma outra técnica mais eficiente para inspecionar os seus DRSs. Assim, o objetivo do estudo empírico foi comparar se a LBPe era mais eficiente que a LBCh, em termos de quantidade de defeitos detectados no DRS inspecionado. Os resultados obtidos indicaram uma diferença entre a quantidade de defeitos detectados através da LBCh e da LBPe, sendo que esta última mostrou-se mais eficiente. Além disso, o tempo despendido para realizar a inspeção no documento de requisitos foi menor com o uso da LBPe do que com a LBCh.

É importante destacar que nos dois primeiros experimentos relatados acima [9], [7], os sujeitos das pesquisas eram estudantes de graduação ou pós-graduação. A participação de estudantes, como inspetores em estudos empíricos, tem sido bastante empregada e aceita. Porém, no estudo empírico apresentado neste artigo, optou-se por utilizar engenheiros de software para realizar as inspeções e, além disso, foi inspecionado um DRS de um sistema real utilizado por empresas.

4. Definição do estudo empírico

Foi realizada a inspeção do DRS do Sistema "Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO" [12], preparado de acordo com o padrão IEEE

[1] e cedido por uma empresa de desenvolvimento de software da região de Piracicaba, São Paulo. O PCMSO tem como objetivo avaliar se as exposições a determinados riscos estão gerando algum tipo de lesão ou doença em funcionários de empresas da região, além de monitorar a ocorrência de tais doenças. Este sistema foi escolhido, entre outros, por ser de fácil entendimento para os desenvolvedores de software em geral.

O estudo empírico teve, como sujeitos, 15 engenheiros de software, que atuam em engenharia de requisitos e projeto de software, na região de Piracicaba. Os participantes foram convidados a participar da pesquisa, o que configurou um tipo de amostra por conveniência [11]. Antes de serem convidados, foi constatado que todos possuíam formação acadêmica em nível superior e experiência profissional como analistas de sistemas e/ou engenheiros de software, no desempenho de atividades de especificação de requisitos.

Os participantes foram organizados aleatoriamente em três equipes de inspeção, cada qual com cinco participantes, sendo que um assumiu o papel de moderador da equipe e outro assumiu o papel de relator dos defeitos encontrados. Cada equipe recebeu a atribuição de inspecionar o DRS através de uma técnica, ou seja, uma equipe utilizou LBCh, outra utilizou LBCe e outra utilizou LBPe.

As técnicas de leitura LBCh, LBCe e LBPe basearam-se em uma classificação de defeitos que abrangeu os seguintes tipos:

- Omissão, incluindo Funcionalidade Omitida, Performance Omitida, Ambiente Omitido e Interface Omitida;
- Comissão, incluindo Informação Ambígua, Informação Inconsistente, Funcionalidade Incorreta e Seção Incorreta.

Esta classificação foi apresentada no Quadro 1.

A pesquisa propôs-se a responder as seguintes perguntas: "*Qual técnica de inspeção - LBCh, LBCe ou LBPe, é a mais eficiente em termos de detecção de defeitos no DRS inspecionado pelos inspetores? Existe associação entre o nível de eficiência do método e o nível de experiência dos inspetores como engenheiros de software?*"

Como nível de experiência dos inspetores, considerou-se o número de meses que cada inspetor possuía como analistas de sistemas e/ou engenheiros de software.

A pesquisa baseou-se nas hipóteses dadas a seguir, cada qual definida em termos de suas respectivas H0 e H1.

- Hipótese 1. Parte do pressuposto de que as três técnicas de inspeção - LBCh, LBCe e LBPe, possuem o mesmo nível de eficiência no tocante à detecção de defeitos, obtida pelos inspetores, através da inspeção do documento de requisitos de software.

- Hipótese 2. Parte do pressuposto de que não existe associação entre o nível de eficiência da técnica de inspeção (LBCh, LBCE e LBPe) e o nível de experiência dos inspetores como engenheiros de software.

Para a realização da pesquisa, as técnicas foram estudadas, sendo preparados formulários relativos à aplicação de cada técnica. Foi preparado também um questionário para levantamento de informações a respeito da utilização das técnicas, que foi respondido pelos participantes após a realização da inspeção.

A pesquisa foi conduzida nas dependências da Universidade Metodista de Piracicaba, em setembro de 2005, e compreendeu duas sessões. A primeira, que durou uma hora, consistiu de uma explanação sobre o documento de requisitos de software, o uso da inspeção e as três técnicas de inspeção adotadas na pesquisa. A segunda sessão, que teve um tempo máximo de três horas, consistiu da inspeção propriamente dita.

Para realizar a inspeção, cada participante recebeu os seguintes documentos, que permitiram a inspeção:

- DRS do Sistema PCMSO;
- Formulário de Descrição da Técnica (LBCh, LBCE ou LBPe);
- Quadro de Classificação de Defeitos;
- Formulário de Anotação de Defeitos (Individual);

Adicionalmente, cada equipe recebeu o Formulário de Anotação de Defeitos para utilização da equipe.

Após o término da inspeção, cada participante recebeu o Questionário de Aspectos Gerais, cujo objetivo era obter informações sobre a atuação profissional e a experiência dos participantes.

5. Análise dos dados

5.1. Metodologia

Os dados foram coletados a partir do Formulário de Anotação de Defeitos, preenchido individualmente pelos membros de cada equipe, e dos formulários preenchidos pelas três equipes. Além disso, foram coletados os dados fornecidos pelos participantes através do Questionário de Aspectos Gerais.

Os dados obtidos nos Formulários de Anotação de Defeitos propiciaram o teste da hipótese 1. Estes dados, juntamente com dados referentes à experiência dos participantes, obtidos no Questionário de Aspectos Gerais, permitiram o teste da hipótese 2.

A análise dos dados utilizou técnicas de análise exploratória, incluindo recursos da estatística descritiva e de testes de hipóteses [11].

Para testar a hipótese 1, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para diferenças de medianas [11], [13], com o objetivo de verificar se existiam diferenças significativas entre o emprego das técnicas LBCh, LBCE e

LBPe, no tocante ao número de defeitos detectados através de cada técnica. complementarmente, foi definido que, caso o teste de Kruskal-Wallis apresentasse uma diferença significativa na análise das técnicas, seria realizada uma análise posterior, através de comparações múltiplas usando o Teste de Tukey-Kramer [11]. As variáveis utilizadas para testar a hipótese foram NRO-DEFEITOS-LBCH, NRO-DEFEITOS-LBCE e NRO-DEFEITOS-LBPE que continham respectivamente o número de defeitos das técnicas de inspeção analisadas. O resultado foi analisado a partir do nível de significância de 5%, comparado com o valor p obtido a partir das medianas entre o NRO-DEFEITOS-LBCH, NRO-DEFEITOS-LBCE e NRO-DEFEITOS-LBPE.

Para testar a hipótese 2, foi utilizado o teste de Correlação Linear de Pearson [11], [13], visando avaliar a associação entre as variáveis consideradas no estudo. As variáveis utilizadas para testar essa hipótese foram NRO-DEFEITOS-DETECT e TEMPO-EXPER, que continham, respectivamente, o número de defeitos detectados pelos participantes, através de uma técnica, e o tempo de experiência dos inspetores. O resultado foi analisado a partir do nível de significância de 5%, comparado com o valor p obtido a partir da associação entre as variáveis NRO-DEFEITOS-DETECT e TEMPO-EXPER.

As análises foram realizadas com o auxílio do software Statgraphics [14].

5.2. Teste das hipóteses

5.2.1. Hipótese 1

Neste caso, foram consideradas as seguintes hipóteses H_0 e H_1 , apresentadas a seguir.

- H_0 . Parte do pressuposto de que não há diferença na eficiência entre as técnicas utilizadas para inspeção do DRS, realizada pelos inspetores (que utilizaram as técnicas LBCh, LBCE e LBPe), no que diz respeito à quantidade de defeitos detectados.
- H_1 . Parte do pressuposto de que há diferença na eficiência entre as técnicas utilizadas para inspeção do DRS, realizada pelos inspetores (que utilizaram as técnicas LBCh, LBCE e LBPe), no que diz respeito à quantidade de defeitos detectados.

A Tabela 1 apresenta os resultados do teste estatístico Kruskal-Wallis, referente às medianas obtidas em relação aos tipos de defeitos detectados pelos inspetores, seguindo a classificação de defeitos empregada, através das técnicas de inspeção utilizadas.

Tabela 1. Resultado do teste de Kruskal-Wallis na inspeção entre as equipes, por técnica e tipo de defeito

Tipos de Defeitos/ Técnicas	LBCh	LBCe	LBPe	Valor p
Comissão	8	6,8	9,2	0,692662
Omissão	6,4	6,5	11,1	0,114092
FO	7	5,8	11,2	0,035084*
PO	4	10	10	0,006738*
IO	12	6	6	0,006152*
AO				
IA	6,3	7,7	10	0,33024
II	11,2	6,2	6,6	0,129126
FI	6	9	9	0,116037
SE	6,1	7	10,9	0,119496

A Tabela 1 indica que existem evidências para a rejeição de H_0 , para os tipos de defeitos FO, PO e IO, no resultado obtido através do teste de Kruskal-Wallis. Neste caso, conforme definido previamente, procedeu-se à análise por comparações múltiplas, usando o teste de Tukey-Kramer, a fim de se verificar em quais técnicas de leitura, LBCh, LBCe e LBPe, elas se diferem.

A continuidade da análise, através do teste de Tukey-Kramer, é apresentada a seguir. As tabelas 2 a 8, apresentadas a seguir, mostram a análise dos defeitos da classe Omissão, referentes aos tipos FO, PO e IO.

Tabela 2. Teste de Kruskal-Wallis para detecção de defeitos do tipo FO por técnicas

Técnicas	Tamanho da Amostra	Medianas
LBCe	5	5,8
LBCh	5	7,0
LBPe	5	11,2

Estatística do Teste = 6,7

Valor $p = 0,0350844$

A partir da Tabela 2, observou-se que existem diferenças significativas entre as técnicas LBCh, LBCe e LBPe na detecção de defeitos do tipo FO. Com base nesse resultado, procedeu-se à análise através do Método de Tukey-Kramer, mostrada na Tabela 3.

Tabela 3. Comparação pelo método de Tukey (HSD) ao nível de 0,05 de significância com o valor absoluto das médias dos defeitos FO

Técnicas	Tamanho da Amostra	Valor Absoluto Médias	Grupos Homogêneos
LBCe	5	2,8	X
LBCh	5	3,0	XX
LBPe	5	3,6	X

Comparação	Diferenças - HSD	Limites (+/-)
LBCe - LBCh	(2,8-3,0) = -0,2	0,690733
LBCe - LBPe	(2,8-3,6) = -0,8*	0,690733
LBCh - LBPe	(3,0-3,6) = -0,6	0,690733

* denota-se uma diferença estatisticamente significativa

Com base nos resultados mostrados na Tabela 3, pode-se concluir que a técnica LBPe foi eficiente na detecção de defeitos do tipo FO, comparando-se principalmente com a técnica LBCe, que demonstra evidências de diferenças entre essas técnicas.

Tabela 4. Teste de Kruskal-Wallis para detecção de defeitos do tipo PO por técnicas

Técnicas	Tamanho da Amostra	Medianas
LBCe	5	10,0
LBCh	5	4,0
LBPe	5	10,0

Estatística do Teste = 10,0

Valor $p = 0,00673795$

A partir da Tabela 4, observou-se que existem diferenças significativas entre as técnicas LBCh, LBCe e LBPe na detecção de defeitos do tipo PO. Com base nesse resultado, realizou-se a análise através do Método de Tukey-Kramer, mostrada na Tabela 5.

Tabela 5. Comparação pelo método de Tukey (HSD) ao nível de 0,05 de significância com o valor absoluto das médias dos dados do tipo PO

Técnicas	Tamanho da Amostra	Valor Absoluto Médias	Grupos Homogêneos
LBCe	5	2,0	X
LBCh	5	1,0	X
LBPe	5	2,0	X
Comparação	Diferenças - HSD	Limites (+/-)	
LBCe - LBCh	(2,0 - 1,0)= 1,0*	0,690733	
LBCe - LBPe	(2,0 - 2,0)= 0,0	0,690733	
LBCh - LBPe	(1,0 - 2,0)= -1,0*	0,690733	

* denota-se uma diferença estatisticamente significativa

Com base nos resultados apresentados na Tabela 5, observou-se que as técnicas LBCe e LBPe mostraram-se significativamente eficientes, em relação à técnica LBCh, na detecção do tipo de defeito PO.

Tabela 6. Teste de Kruskal-Wallis para detecção de defeitos do tipo IO por técnicas

Técnicas	Tamanho da Amostra	Medianas
LBCe	5	6,0
LBCh	5	12,0
LBPe	5	6,0

Estatística do Teste = 10,1818

Valor $p = 0,00615242$

A partir da Tabela 6, observou-se que existem diferenças significativas entre as técnicas LBCh, LBCe e LBPe na detecção de defeitos do tipo IO. Com base nesse resultado, procedeu-se à análise através do Método de Tukey-Kramer, mostrada na Tabela 7.

Tabela 7. Comparação pelo Método de Tukey (HSD) ao nível de 0,05 de significância com o valor absoluto das médias dos dados do tipo IO

Técnicas	Tamanho da Amostra	Valor Absoluto Médias	Grupos Homogêneos
LBCe	5	0,0	X
LBPe	5	0,0	X
LBCh	5	0,8	X
Comparação	Diferenças - HSD	Limites (+/-)	
LBCe - LBCh	(0,0-0,8)= -0,8*	0,436858	
LBCe - LBPe	(0,0-0,0)= 0,0	0,436858	
LBCh - LBPe	(0,8-0,0)= 0,8*	0,436858	

* denota-se uma diferença estatisticamente significativa

Conforme mostrado na Tabela 7, dentre as técnicas analisadas e avaliadas, pode-se concluir que a técnica LBCh mostrou-se eficiente na detecção dos defeitos do tipo IO, comparando-se com as técnicas LBPe e LBCh.

Tabela 8. Teste de Kruskal-Wallis para detecção de defeitos do tipo AO por técnicas

Técnicas	Tamanho da Amostra	Medianas
LBCe	5	8,5
LBCh	5	7,0
LBPe	5	8,5

Estatística do Teste = 2,0

Valor $p = 0,367879$

Conforme mostra a Tabela 8, observou-se que não existem diferenças significativas entre as técnicas LBCh, LBCe e LBPe, na detecção de defeitos do tipo AO. Sendo assim, não se procedeu à análise através do método Tukey-Kramer.

Em suma, considerando-se os tipos de defeitos da classe Omissão, conforme análises realizadas através dos métodos Kruskal-Wallis e Tukey-Kramer, ficou evidenciado que: a técnica LBPe mostrou ser eficiente na detecção de defeitos dos tipos FO e PO; a técnica LBCh mostrou ser eficiente na detecção de defeitos do tipo IO; e a técnica LBCe mostrou ser eficiente na detecção de defeitos do tipo PO. Quanto à detecção dos defeitos de Omissão do tipo AO, os resultados dos testes indicaram que não existem diferenças significativas entre o uso das técnicas LBCh, LBCe e LBPe.

5.2.2. Hipótese 2

Neste caso, foram consideradas as seguintes hipóteses H0 e H1:

- H0. Parte do pressuposto de que a experiência dos participantes não causa influência na eficiência entre as técnicas utilizadas na inspeção individual (LBCh, LBCe e LBPE), no que diz respeito à quantidade de defeitos detectados.
- H1. Parte do pressuposto de que a experiência dos participantes causa influência na eficiência entre as técnicas utilizadas na inspeção individual (LBCh, LBCe e LBPE), no que diz respeito à quantidade de defeitos detectados.

A análise desta hipótese foi subsidiada pelos resultados do teste de Correlação Linear de Pearson [11], [13], analisado a partir das variáveis NRO-DEFEITOS-DETECT e TEMPO-EXPER (em meses) do inspetor. Os resultados obtidos constam do Quadro 2, que mostra quantos defeitos foram detectados e qual o tempo de experiência (em meses), como analista de sistemas e/ou engenheiro de software, de cada um dos cinco inspetores

que participaram de cada uma das três equipes de inspeção. O quadro mostra também os resultados do teste de Correlação Linear de Pearson.

O resultado obtido no Coeficiente de Correlação Linear sugere que não há evidências para rejeição de H0, uma vez que foi identificada uma fraca correlação entre o número de defeitos detectados na inspeção, através das técnicas

LBCh, LBCe e LBPe, e o tempo de experiência dos inspetores como analistas de sistemas ou engenheiros de software. Ou seja, o teste de correlação evidenciou que a experiência dos inspetores não apresentou influência na quantidade de defeitos detectados pelas técnicas LBCh, LBCe e LBPe, utilizadas na inspeção.

**Quadro 2. Teste de Correlação Linear de Pearson
Número de defeitos detectados X Tempo de experiência dos inspetores**

Técnica LBCh									
Inspetor 1		Inspetor 2		Inspetor 3		Inspetor 4		Inspetor 5	
Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.
80	12	20	14	60	9	80	18	80	11
Técnica LBCe									
Inspetor 1		Inspetor 2		Inspetor 3		Inspetor 4		Inspetor 5	
Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.
80	11	80	12	60	14	80	13	80	12
Técnica LBPe									
Inspetor 1		Inspetor 2		Inspetor 3		Inspetor 4		Inspetor 5	
Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.	Tempo-exper. (meses)	Nro-defeitos detect.
40	17	40	13	40	10	80	15	20	16
Estatística do Teste = 0,6097									
Gl = 13									
Valor p = 0,5526									
Correlação = 0,1667329									

Os dados relativos ao número de defeitos detectados e ao tempo de experiência em especificação de requisitos, referentes aos 15 inspetores, permitiram compor o Diagrama de Dispersão, apresentado na Figura 1. Nessa figura, pode-se observar que os pontos do Diagrama de Dispersão não apresentam aspecto linear, ou seja, sugerem que o Número de Defeitos Detectados pelos Inspetores e o Tempo de Experiência dos Inspetores não estão correlacionados. Tal fato evidencia que não existe nenhuma correlação significativa entre a experiência dos inspetores e os resultados obtidos em relação ao número de defeitos detectados pelos inspetores, através das três técnicas de leitura aplicadas à inspeção do DRS.

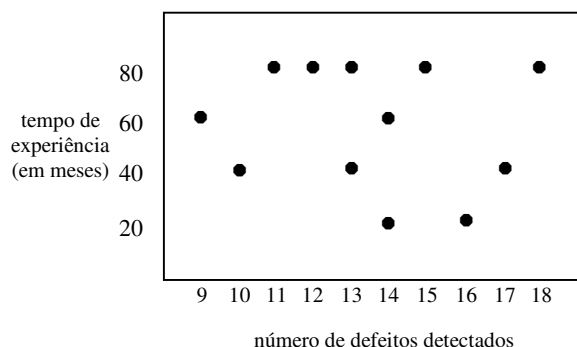


Figura 1. Diagrama de Dispersão - Número de Defeitos Detectados X Tempo de Experiência dos Inspetores

6. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo comparar a eficiência entre as técnicas LBCh, LBCe e LBPe, no que diz respeito ao número de defeitos detectados através da inspeção de documentos de requisitos. Neste sentido, foi realizado um estudo empírico no qual foi inspecionado o DRS de um sistema real, o sistema PCMSO [12], preparado de acordo com o padrão IEEE [1]. O PCMSO é empregado para avaliar se as exposições a determinados riscos estão gerando algum tipo de lesão ou doença em funcionários de empresas, além de monitorar a ocorrência de tais doenças. O estudo empírico teve, como sujeitos, 15 analistas de sistemas e/ou engenheiros de software, que atuam em engenharia de requisitos e projeto de software, na região de Piracicaba, São Paulo.

Com base nos resultados obtidos através do teste das hipóteses propostas no estudo, pode-se destacar os seguintes aspectos:

a) Quanto à eficiência das técnicas:

- A técnica LBPe mostrou superioridade, no que diz respeito à sua eficiência na detecção de defeitos dos tipos PO (Performance Omitida) e FO (Funcionalidade Omitida), pertencentes à classe Omissão.
- A técnica LBCe mostrou superioridade, no que diz respeito à sua eficiência na detecção do tipo de defeito PO (Performance Omitida), pertencente à classe Omissão.
- A técnica LBCh mostrou superioridade, no que diz respeito à sua eficiência na detecção do tipo de defeito IO (Interface Omitida), pertencente à classe Omissão.

b) Quanto à experiência dos inspetores:

- Observou-se uma fraca correlação entre o número de defeitos detectados pelos inspetores, através das técnicas técnicas LBCh, LBCe e LBPe, e o tempo de experiência desses inspetores. Ou seja, de maneira geral, os participantes com mais experiência não executaram melhor a inspeção do que os participantes com menos experiência

O fato de o estudo indicar que cada técnica pode ser mais eficiente na detecção de um tipo de defeito constante no DRS, sugere a possibilidade de se investir na definição de nova técnica de leitura para se inspecionarem documentos de requisitos. Tal técnica poderia, assim, ter características provenientes da LBCh, da LBCe e LBPe.

A correlação não significativa entre a experiência dos inspetores e a quantidade de defeitos detectados através das técnicas pode indicar um ponto de partida para a realização de novas pesquisas, que considerem outras características dos participantes, como formação acadêmica, nível de conhecimento sobre as técnicas, etc.

De maneira geral, os resultados obtidos podem ser úteis para a elaboração de planos de treinamento de

profissionais de engenharia de requisitos, que venham a atuar em inspeção de software.

Em relação a resultados obtidos em pesquisas anteriores, pode-se destacar que o presente estudo empírico avançou no sentido de indicar a eficiência de cada técnica na detecção de tipos específicos de defeitos. Tal constatação pode ser útil para o aprimoramento das três técnicas de leitura (LBCh, LBCe e LBPe), para que estas alcancem maior nível de eficiência. Cabe destacar também que o presente estudo envolveu a inspeção do DRS de um sistema real, realizada por analistas de sistemas e/ou engenheiros de software que atuam no mercado profissional.

Finalmente, é importante enfatizar a necessidade de novas pesquisas, a fim de se refinar e estender os resultados obtidos no presente estudo.

Referências

- [1] ANSI/IEEE Std 830-1994, *IEEE Guide to Software Requirements Specifications*. IEEE Computer Society, 1998.
- [2] V. Basili, F. Shull, and F. Lanubile, "Building Knowledge through Families of Experiments", *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 25, n. 4, July 1999, p. 456-473.
- [3] T. Berling, and T. Thelin, "A Case Study of Reading Techniques in a Software Company", *International Symposium on Empirical Software Engineering*, 2004, p. 25-35.
- [4] L.A. Bertini, *Avaliação de Técnicas de Inspeção de Documentos de Requisitos de Software*. Dissertação de Mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba, 2006.
- [5] B. Biffli, F. Bed, and O. Laitenberger, "Investigating the Cost-Effectiveness of Reinspections in Software Development", *International Conference on Software Engineering*, 2001, p. 155-164.
- [6] B. Boehm, and V. Basili, "Software Defect Reduction Top 10 List", *IEEE Software*, vol. 34, n° 1, January 2001, p.135-137.
- [7] M. Ciolkowski, *Evaluating the Effectiveness of Different Inspection Techniques on Informal Requirements Documents*. Master Thesis, University of Kaiserslautern, Germany, 1999.
- [8] M.E. Fagan, "Design and Code inspections to Reduce Errors in Program Development", *IBM System Journal*, vol. 15, n. 3, 1976, p. 219-248.
- [9] T.G. Kirner, and J.C. Abib, "Inspection of Software Requirements Documents: A Pilot Study", *XV International Conference on System Documentation*, 1998, p. 161-171.
- [10] F. Lanubile, F. Shull, and V. Basili, "Experimenting with Error Abstraction in Requirements Documents", *5th International Symposium on Software Metrics*, 1998, p. 114-121.
- [11] D.M. Levine, *Estatística: Teoria e Aplicações*. Rio de Janeiro, LTC, 2000.
- [12] PCMSO - *Documento de Requisitos de Software do Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional*. 2004, 20 p.
- [13] J.C. Pereira, *Análise de Dados Qualitativos*. São Paulo, Editora da USP, 2004.
- [14] Statgraphics, 2005. <http://www.statgraphics.com/>