

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**GUCCRA: Técnicas de Leitura para Construção de Modelos
de Casos de Uso e Análise do Documento de Requisitos**

ANDERSON BELGAMO

São Carlos/SP

Maio/2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B429gu

Belgamo, Anderson.

GUCCRA: técnicas de leitura para construção de modelos de casos de uso e análise do documento de requisitos / Anderson Belgamo. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

153 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Engenharia de software. 2. Engenharia de software - experimentação. 3. Técnicas de inspeção. 4. Modelo de casos de uso. I. Título.

CDD: 005.1 (20^a)

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

“GUCCRA: Técnicas de Leitura para Construção de Modelos de Casos de Uso e Análise do Documento de Requisitos”

ANDERSON BELGAMO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

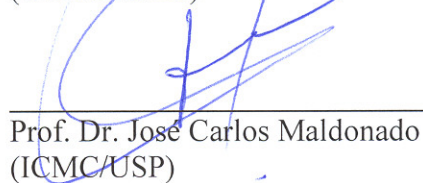
Membros da Banca:



Profa. Dra. Sandra Camargo P. Ferraz Fabbri
(Orientadora - DC/UFSCar)



Profa. Dra. Kathia Marçal de Oliveira
(UCB/Brasília)



Prof. Dr. José Carlos Maldonado
(ICMC/USP)

São Carlos
Mai/2004

*Aos meus pais, meu irmão e minha avó.
Amo vocês.*

AGRADECIMENTOS

Inicialmente a Deus, pela saúde concedida.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Sandra C.P.F. Fabbri, pela confiança ao me escolher como seu orientando, além da constante e excelente orientação, motivação, companheirismo e incansáveis horas de discussão.

Em especial, aos meus pais Wanderley e Claudia, minha avó Maria, meu irmão Alessandro e minha cunhada Juliana pelos incentivos e apoio financeiro.

Aos amigos da turma de 2002 do PPGCC, em especial ao Ricardo (RAR) e Karina.

Aos amigos Pablo e Valter pela amizade e divisão das despesas.

Aos alunos das turmas de Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação da disciplina de Engenharia de Software do ano de 2003 pela compreensão na aplicação do experimento.

A aluna de iniciação científica, Fernanda Azevedo, pela ajuda na coleta e tabulação dos dados do experimento e a Erika Höhn pelo auxílio com a ferramenta MiniTab.

A todas amizades conquistadas durante esse período, especialmente do pessoal do futebol.

A D. Vera e D. Ofélia pela amizade e pelos cafezinhos.

As secretárias da Pós-Graduação, Cristina e Miriam.

A CAPES pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO 1 - Introdução.....	1
1.1. Contexto	1
1.2. Motivação e Objetivos.....	3
1.3. Organização do Trabalho.....	3
CAPÍTULO 2 – Revisão Bibliográfica	5
2.1 Considerações Iniciais	5
2.2. Engenharia de Requisitos	5
2.3. Modelagem de Requisitos	8
2.3.1. Diagrama de Casos de Uso	9
2.3.2. Especificação de Casos de Uso.....	15
2.4. Inspeção de Software.....	17
2.4.1. Técnicas de Leitura.....	21
2.5. Trabalhos Relacionados.....	27
2.5.1. Casos de Uso.....	27
2.5.2. Inspeção	29
2.6. Considerações Finais	33
CAPÍTULO 3 – GUCCRA – Técnicas de Leitura para Construção de Modelos de Casos de Uso e Análise do Documento de Requisitos.....	34
3.1 Considerações Iniciais	34
3.2. As Técnicas de Leitura GUCCRA.....	35
3.3. Actor-Goal Reading Technique (AGRT)	38
3.3.1. Marcação do Documento de Requisitos (Etapa I)	38
3.3.2. Identificação de Atores e respectivos Objetivos (Etapa II)	42
3.3.3. Eliminação de redundâncias e inconsistências no Formulário Ator X Objetivo (Etapa III).....	47
3.3.4. Verificação dos requisitos funcionais utilizados (Etapa IV)	52
3.4. Use Case Reading Technique (UCRT).....	53
3.4.1. Criação de Casos de Uso Preliminares (Etapa I)	54
3.4.2. Criação das Especificações e possíveis relacionamentos entre os Casos de Uso (Etapa II).....	63
3.5. Estratégia de Aplicação das técnicas GUCCRA	77
3.6. Considerações Finais	80
CAPÍTULO 4 – Avaliação das Técnicas de Leitura GUCCRA	82
4.1 Considerações Iniciais	82
4.2. Caracterização das Atividades de Avaliação Realizadas	83

4.3. Avaliação do Ramo de Construção das Técnicas GUCCRA	83
4.3.1. Definição do Experimento	84
4.3.2. Planejamento do Experimento	84
4.3.3. Operação do Experimento	88
4.3.4. Análise e Interpretação	90
4.3.5. Apresentação e Empacotamento	102
4.4. Avaliação do ramo de análise das técnicas GUCCRA	103
4.4.1 GUCCRA X PBR-Usuário: agrupamento dos defeitos encontrados com as técnicas GUCCRA	104
4.4.2. GUCCRA X PBR-Usuário: análise individual dos defeitos encontrados com as técnicas GUCCRA	108
4.5. Considerações Finais	112
CAPÍTULO 5 – Um Estudo sobre a Influência das Técnicas GUCCRA na Contagem dos Pontos de Casos de Uso	114
5.1. Considerações Iniciais	114
5.2. Pontos de Casos de Uso	114
5.3. Trabalhos Relacionados a Pontos de Casos de Uso	117
5.4. Avaliação de PCU de Modelos de Casos de Uso gerados com as técnicas GUCCRA	118
5.4.1. Comparação dos PCU: GUCCRA X Ad-Hoc	119
5.4.2. Comparação dos PCU: GUCCRA X Oráculo e Ad-Hoc X Oráculo	121
5.4.3. Comparação dos PCU dos casos de uso coincidentes com os modelos oráculos: GUCCRA X Oráculo e Ad-Hoc X Oráculo	123
5.5. Considerações Finais	125
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES	126
6.1. Contribuições do Trabalho	128
6.2. Trabalhos Futuros	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
APÊNDICE A	136
APÊNDICE B	147
ANEXO A	152

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. O processo de elicitação de requisitos	6
Figura 2.2. Generalização de Atores	11
Figura 2.3. Interação entre Atores e Casos de Uso.....	12
Figura 2.4. Exemplo de associação com o estereótipo <<extend>>	13
Figura 2.5. Exemplo de associação com o estereótipo <<include>>	13
Figura 2.6. Descrição do sistema de Locadora de Carros	14
Figura 2.7. Diagrama de Caso de Uso para o sistema de Locadora de Carros.....	14
Figura 2.8. Especificação do Caso de Uso “Alugar Carro”	16
Figura 2.9. Quantidade de defeitos encontrados com e sem o processo de Inspeção	18
Figura 2.10. Exemplo de um checklist para Inspeção de requisitos [Ackerman et al., 1989].....	20
Figura 2.11. Famílias de Técnicas de Leitura [Basili et al., 1996a]	22
Figura 2.12. Esquema para Geração de Cenários PBR (adaptado de Shull, 2002).....	23
Figura 2.13. Técnicas de Leitura definidas para o ProDeS/UML [Marucci et al., 2002b]	26
Figura 3.1. Família de Técnicas de Leituras com representação das técnicas GUCCRA (adaptado de [Basili et al., 1996a]).....	37
Figura 3.2. Ordem de aplicação das técnicas GUCCRA.....	37
Figura 3.3. Marcação Genérica	39
Figura 3.4. Exemplo de Marcação da Seção Funções do Produto	40
Figura 3.5. Exemplo da Marcação na Seção Requisitos Funcionais.....	41
Figura 3.6. Formulário Ator X Objetivo (FAO).....	42
Figura 3.7. Exemplo de preenchimento do FAO após passo A da Etapa II.....	43
Figura 3.8. Algoritmo do Passo A da Etapa II da AGRT.....	44
Figura 3.9. Funcionalidade da seção Funções do Produto não encontrada no FAO	45
Figura 3.10. Exemplo de preenchimento do FAO após aplicação do passo B da Etapa II	46
Figura 3.11. Algoritmo do passo B da etapa II da AGRT.....	47
Figura 3.12. Eliminação de redundâncias intra-atores	48
Figura 3.13. Algoritmo do passo A da Etapa III da AGRT.....	49
Figura 3.14. Marcação de objetivos de atores interno e externo.....	50
Figura 3.15. Eliminação dos objetivos de atores internos e agrupamento das respectivas referências com objetivos de atores externos	50
Figura 3.16. Objetivos não encontrados em atores externos.....	51
Figura 3.17. Criação de subconjunto de objetivos comuns inter-atores.....	52
Figura 3.18. Padronização da denominação de objetivos inter-atores	52
Figura 3.19. Algoritmo da etapa IV da AGRT.....	53
Figura 3.20. Formulário de Casos de Uso Preliminares.....	54
Figura 3.21. Formulário Ator X Objetivo do SAPES utilizado como entrada para a UCRT	55
Figura 3.22. Casos de Uso Preliminares com referência a seção Funções do Produto	56
Figura 3.23. Compondo o FCUP – passo A da Etapa I.....	57
Figura 3.24. Algoritmo do passo A da etapa I da UCRT	58

Figura 3.25. Compondo o FCUP – passo B da Etapa I.....	60
Figura 3.26. Algoritmo do passo B da etapa I da UCRT	61
Figura 3.27. Formulário de Casos de Uso Preliminares após aplicação da Etapa I da UCRT.....	62
Figura 3.28. Algoritmo do Passo C da Etapa I da UCRT	63
Figura 3.29. Formulário de Especificação de Casos de Uso	63
Figura 3.30. Algoritmo do Passo A da etapa II da UCRT.....	65
Figura 3.31. Estabelecimento de possíveis relacionamentos entre os casos de uso	67
Figura 3.32. Especificação parcial do caso de uso “Inserir Item Bibliográfico”	68
Figura 3.33. Exemplo de marcação da coluna “Include” do FCUP	70
Figura 3.34. Especificação do caso de uso “Inserir Item Bibliográfico”	71
Figura 3.35. Algoritmo do passo B da etapa II	72
Figura 3.36. Procedimento para União de Casos de Uso relacionados	74
Figura 3.37. Algoritmo do Passo C da etapa II da UCRT.....	75
Figura 3.38. Algoritmo do Passo D da etapa II da UCRT.....	75
Figura 3.39. Algoritmo do Passo E da Etapa II da UCRT	76
Figura 3.40. Estratégia de aplicação das técnicas GUCCRA utilizada no experimento	77
Figura 3.41. Possível Estratégia de Aplicação das Técnicas GUCCRA	79
Figura 4.1. Estatística Descritiva relativa à Associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ comparada ao Modelo Oráculo: (A) Doc. Req. A - (B) Doc. Req. B - (C) Doc. Req. C - (D) Doc. Req. D - (E) Doc. Req. E - (F) Doc. Req. F	93
Figura 4.2. Estatística Descritiva de todas Associações ‘Ator/Caso-de-Uso’: (A) Doc. Req. A - (B) Doc. Req. B - (C) Doc. Req. C - (D) Doc. Req. D - (E) Doc. Req. E - (F) Doc. Req. F .	96
Figura 4.3. Comparação dos valores das médias de todas associações ‘Ator/Casos-de-Uso’ obtidos pela técnica GUCCRA e Ad-Hoc em relação ao modelo oráculo	97
Figura 4.4. Tempo de Aplicação médio das técnicas GUCCRA e abordagem Ad-Hoc	98
Figura 4.5. Comparação da efetividade média das técnicas GUCCRA e Ad-Hoc.....	99
Figura 4.6. Número de defeitos encontrados por um, dois e três participantes com as técnicas GUCCRA.....	107
Figura 4.7. Defeitos encontrados pela AGRT (a) Doc. Req. A; (b) Doc. Req. B; (c) Doc. Req. C; (d) Doc. Req. D; (e) Doc. Req. E; (f) Doc. Req. F	110
Figura 4.8. Defeitos encontrados pela UCRT (a) Doc. Req. A; (b) Doc. Req. B; (c) Doc. Req. C; (d) Doc. Req. D; (e) Doc. Req. E; (f) Doc. Req. F	111
Figura 5.1. Documento de Requisitos A	119
Figura 5.2. Documento de Requisitos B.....	119
Figura 5.3. Documento de Requisitos C.....	120
Figura 5.4. Documento de Requisitos D	120
Figura 5.5. Documento de Requisitos E.....	120
Figura 5.6. Documento de Requisitos F.....	120
Figura 5.7. Comparação das médias dos PCU dos modelos em relação aos PCU dos modelos oráculos, considerando todos os casos de uso identificados.....	122
Figura 5.8. Comparação das médias dos PCU dos casos de uso coincidentes em relação aos PCU dos modelos oráculos	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Taxonomia de defeitos que a PBR auxilia detectar [Shull et al., 2000]	25
Tabela 4.1. Projeto Experimental	86
Tabela 4.2. Medidas de Tendência Central e de Dispersão da aplicação das técnicas GUCCRA e Ad-Hoc em relação ao modelo oráculo para cada Documento de Requisitos	91
Tabela 4.3. Valores da Média e Mediana dos Documentos de Requisitos B e D	92
Tabela 4.4. Medidas de Tendência Central e de Dispersão da aplicação das técnicas GUCCRA e Ad-Hoc considerando todas as associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ dos modelos.....	94
Tabela 4.5. ANOVA relacionada à efetividade e eficiência.....	100
Tabela 4.6. Médias da Efetividade e Eficiência para cada Documento de Requisitos.....	101
Tabela 4.7. Dados coletados dos resultados do experimento para cada Documento de Requisitos	102
Tabela 4.8. Defeitos encontrados pelas Técnicas GUCCRA e PBR-Usuário	104
Tabela 4.9. Tipos de defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA em relação a PBR-Usuário	105
Tabela 4.10. Quantidade de defeitos encontrada pelos participantes utilizando as técnicas GUCCRA.....	106
Tabela 4.11. Defeitos encontrados segundo a Taxonomia de Defeitos do Projeto <i>Readers</i>	108
Tabela 4.12. Quantidade de defeitos identificada para cada participante.....	109
Tabela 5.1. Classificação de Atores.....	115
Tabela 5.2. Classificação de Casos de Uso	116
Tabela 5.3. Fatores de Complexidade Técnica [Schneider & Winters, 2001]	116
Tabela 5.4. Fatores de Complexidade Ambiental [Schneider & Winters, 2001]	117
Tabela 5.5. Comparação das médias dos PCU dos modelos em relação aos PCU dos modelos oráculos	122
Tabela 5.6. Comparação das médias dos PCU dos casos de uso coincidentes em relação aos PCU dos modelos oráculos.....	123

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi definir diretrizes para a construção de Modelos de Casos de Uso (Diagrama e Especificação de Casos de Uso). A modelagem de requisitos com casos de uso, bem como a utilização da notação UML para essa finalidade é uma alternativa muito utilizada, independentemente do paradigma de desenvolvimento. No entanto, nem a UML fornece diretrizes para a construção de Casos de Uso como também não se encontram trabalhos na literatura que dêem suporte mais sistemático a essa atividade, deixando-a muito dependente da experiência e da subjetividade do projetista, fazendo com que modelos bastante diferentes sejam elaborados para o mesmo sistema. As técnicas propostas, denominadas GUCCRA – Guidelines for Use Case Construction and Requirements Analysis, são compostas de duas leituras, AGRT – Actor Goal Reading Technique and UCRT – Use Case Reading Technique. À medida que essas técnicas são aplicadas visando à construção do Modelo de Casos de Uso, seus passos auxiliam também uma inspeção do Documento de Requisitos. A definição dessas técnicas foi baseada em duas outras técnicas de leitura: a PBR-Usuário, utilizada para inspeção de Documentos de Requisitos e a ER1, da família OORTs/ProDeS, utilizada para fazer validação de Modelos de Casos de Uso em relação ao Documento de Requisitos no qual ele foi baseado. Para avaliação da GUCCRA, foram realizados dois estudos empíricos: o primeiro comparou as técnicas propostas com a abordagem Ad-Hoc na construção de Modelos de Casos de Uso relacionados a alguns documentos de requisitos e o segundo, comparou os defeitos relatados durante a construção desses modelos com a aplicação da PBR-Usuário nos mesmos documentos. Em relação ao primeiro estudo, os resultados fornecem evidências de que as técnicas sistematizam a atividade, gerando modelos mais padronizados e, em relação ao segundo, os resultados mostraram que a maioria dos defeitos encontrados foi comuns às duas técnicas. Além disso, realizou-se também um estudo que mostrou a influência positiva da sistematização e padronização de Modelos de Casos de Uso na aplicação da métrica Pontos de Casos de Uso.

ABSTRACT

The objective of this work was to define guidelines for Use Case Model (Use Case Diagram and Specification) construction. The use of use cases and UML notation for requirements modeling is a widely used option, don' t matter the development paradigm. However, neither guidelines for Use Case construction are provided by UML, neither there are works in the literature that provide a more systematic support for this activity. Hence, this activity is very dependent on the designer experience and subjectivity, leading to different models for the same system. The proposed techniques, named GUCCRA – Guidelines for Use Case Construction and Requirement Analysis, are composed of two readings, AGRT –Actor Goal Reading Technique and UCRT –Use Case Reading Technique. The definition of these techniques was based on two other reading techniques: PBR-User, used for Requirements Document inspection and ER1, of OORTs/ProDeS family, used to validate Use Case Models in relation to the Requirement Documents that were the basis for the model construction. Aiming at evaluating GUCCRA two empirical studies were carried out: the first compared the proposed techniques with an Ad-Hoc approach by constructing Use Case Models related with some Requirement Documents. The second study compared the defects related during the models construction with the defects of PBR-User application in the same documents. From the first study, the results provide evidences that the activity became more systematic with the use of the techniques and that the models became more standardized. From the second study the results showed that the majority of defects found were common to both techniques. Moreover, a study has been prepared to show the positive influence of the systematic standardization of Use Case Models in the application of the Use Case Point metric.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. Contexto

A cada etapa do processo de desenvolvimento de software um conjunto de artefatos é liberado como resultado das atividades daquela etapa. A qualidade desses artefatos intermediários é de fundamental importância para a qualidade do processo como um todo. Assim, diversas técnicas de revisão e inspeção são propostas na literatura para dar suporte a essas atividades, denominadas de Garantia de Qualidade de Software, as quais devem acompanhar todo o processo de desenvolvimento.

O primeiro artefato elaborado é o Documento de Requisitos, no qual os requisitos elicitados são descritos e apresentados. A importância desse documento é tão grande para as demais etapas do desenvolvimento que padrões de especificação e técnicas de revisão são propostos na literatura. Entre estas, pode-se citar as técnicas PBR (*Perspective-Based Reading*) [Basili et al., 1999b], que são técnicas de leitura para detecção de defeitos em Documentos de Requisitos, baseadas em diferentes perspectivas, sendo que uma delas é a do usuário, ou PBR-Usuário.

Uma vez elaborado o Documento de Requisitos, surge a necessidade da modelagem dos mesmos. Uma das técnicas que tem sido bastante utilizada é a de construção de Casos de Uso, mais particularmente, com a utilização da notação UML (*Unified Modeling Language*) [OMG, 2003]. No entanto, além da UML não possuir um processo de desenvolvimento para utilização dos modelos propostos na linguagem, ela explicita bem a sintaxe sem definir diretrizes que auxiliem a construção desses modelos. Assim, a não existência de diretrizes torna a atividade de construção de modelos UML subjetiva, de difícil padronização para o processo de desenvolvimento de software e dependente da experiência do projetista.

Da mesma forma, na literatura também não se encontram propostas que dêem suporte ou diretrizes para a construção de Modelos de Casos de Uso, isto é, para o diagrama e para as especificações de casos de uso. Têm-se algumas sugestões isoladas como é o caso dos trabalhos de [Kulak & Guiney, 2000], [Schneider & Winters, 2001], [Cockburn, 2001] e [Anchor et al., 1999]. Por exemplo, [Kulak & Guiney, 2000] sugere a criação de casos de uso de uma forma iterativa, de modo que os casos de uso evoluam no decorrer de quatro iterações pré-estabelecidas. No entanto, ele não fornece diretrizes de como identificar os casos de uso e como especificá-los. Schneider e Winters [Schneider & Winters, 2001] fornecem algumas questões que auxiliam na identificação de atores, além de algumas sugestões de como criar casos de uso do tipo CRUD (*Create, Read, Update e Delete*). Cockburn [Cockburn, 2001] fornece algumas sugestões de escrita para especificação de casos de uso e algumas diretrizes de quando criar alguns tipos de casos de uso e no trabalho de [Anchor et al., 1999] são fornecidas algumas sugestões de estilo e de conteúdo para a especificação de casos de uso.

Apesar disso, Modelos de Casos de Uso com a notação UML têm sido amplamente usados e existem algumas técnicas que o utilizam como ferramenta de apoio, por exemplo, PBR (*Perspective-Based Reading*) [Basili et al., 1999b], e outras que têm o intuito de avaliá-lo, por exemplo, OORTs (*Object-Oriented Reading Techniques*) [Travassos et al., 2002] e OORTs/ProDeS (*Object-Oriented Reading Techniques/Processo de Desenvolvimento de Software*) [Marucci, 2002a]. Algumas dessas técnicas têm sido definidas e exploradas por meio de estudos empíricos no contexto do *Projeto Readers: A Collaborative Research to Develop, Validate and Package Reading Techniques for Software Defect Detection* [Maldonado et al., 2001]. Esse projeto tem como objetivo principal explorar técnicas para analisar artefatos de software, tendo em vista a detecção de defeitos, tanto no nível de especificação como de código fonte.

Considerando-se, especificamente, a técnica de leitura PBR-Usuário da família de técnicas de leitura PBR e a técnica de leitura ER1 da família de técnicas de leitura OORTs/ProDes, sabe-se que elas utilizam o Modelo de Casos de Uso como apoio para a inspeção de Documentos de Requisitos e como objeto de atividades de verificação e validação, respectivamente. No caso da PBR-Usuário, o Modelo de Casos de Uso construído no decorrer de um processo de inspeção, poderia ser, se bem elaborado, uma versão inicial para a etapa seguinte, de modelagem. No caso da ER1, cujo objetivo é comparar o Modelo de Casos de Uso com o Documento de Requisitos

que deu origem a ele, da mesma forma, quanto melhor elaborado o modelo, mais fácil seria a aplicação da técnica, menos discrepâncias haveria para corrigir, maior a redução do custo de desenvolvimento e maior a produtividade.

Assim, analisando-se esse contexto, do ponto de vista de construção de Modelos de Casos de Uso, percebe-se a necessidade de uma forma mais sistemática e padronizada de elaborá-los e, do ponto de vista de avaliação do modelo, bem como do Documento de Requisitos, percebe-se que as técnicas PBR-Usuário e ER1 parecem ser complementares e, se agrupadas, podem atuar simultaneamente como uma técnica de inspeção, durante uma única atividade, isto é, a atividade de construção de Modelos de Casos de Uso.

1.2. Motivação e Objetivos

Considerando-se o contexto apresentado anteriormente, o objetivo deste trabalho foi definir uma técnica de leitura que, ao mesmo tempo, construisse o Modelo de Casos de Uso e realizasse uma atividade de inspeção tanto no modelo, com as próprias diretrizes de construção, como no Documento de Requisitos que deu origem a ele. Assim, estabelecendo-se como referência a técnica ER1, os aspectos de validação do Modelo de Casos de Uso abordados nela poderiam ser transformados em diretrizes de construção e de validação do próprio modelo e os aspectos de inspeção do Documento de Requisitos da PBR-Usuário poderiam ser abordados nos passos dessas diretrizes, uma vez que o Modelo de Casos de Uso é construído com base nesse documento. Dessa forma, a técnica proposta estaria contribuindo para suprir a necessidade caracterizada anteriormente, de um processo mais sistemático para a construção do Modelo de Casos de Uso, reduzindo a subjetividade e a influência da experiência do projetista na elaboração do modelo. Além disso, as técnicas estariam contribuindo para que, decorrente da construção do modelo, o Documento de Requisitos também tivesse sido inspecionado ao final do processo, uma vez que a prática mostra que mesmo aplicando-se atividades de Garantia de Qualidade de Software, ainda assim, alguns defeitos podem permanecer e passar de uma fase para outra.

1.3. Organização do Trabalho

O presente trabalho está organizado em 6 capítulos, sendo que neste apresentou-se o contexto no qual o trabalho está inserido e os objetivos para a elaboração do mesmo.

No Capítulo 2 apresentam-se os principais conceitos e trabalhos relacionados à atividade de construção de Modelos de Casos de Uso e inspeção de Documentos de Requisitos.

No Capítulo 3 apresentam-se as técnicas de leitura propostas, denominadas GUCCRA (*Guidelines for Use Case Construction and Requirements document Analysis*).

No Capítulo 4 apresentam-se dois estudos empíricos para avaliação das técnicas de leitura propostas. O primeiro referente ao aspecto de construção de Modelos de Casos de Uso e o segundo referente ao aspecto de análise do Documento de Requisitos, ou seja, identificação de defeitos.

No Capítulo 5 apresenta-se um estudo sobre a influência das técnicas de leitura GUCCRA no processo de contagem de Pontos de Casos de Uso. Esse estudo foi realizado após a conclusão do trabalho e, portanto, a revisão bibliográfica sobre o assunto encontra-se no próprio capítulo.

As conclusões e as principais contribuições deste trabalho, como também algumas propostas de trabalhos futuros, são apresentadas no Capítulo 6.

No Apêndice A apresenta-se o pacote de laboratório com as técnicas de leitura GUCCRA e demais artefatos para replicar o experimento apresentado no Capítulo 4 e no Apêndice B apresenta-se o processo de experimentação em Engenharia de Software proposto por Wohlin e outros.

No Anexo A apresenta-se a técnica de leitura PBR-Usuário.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Considerações Iniciais

Como o objetivo principal desse trabalho foi definir técnicas de leitura capazes de serem usadas, ao mesmo tempo, tanto para a construção do modelo de casos de uso quanto para a identificação de defeitos no documento de requisitos, neste capítulo são discutidos os principais trabalhos utilizados que serviram de base para a criação das técnicas.

Inicialmente, uma das principais e mais difíceis etapas do processo de construção de software – a Engenharia de Requisitos – é descrita na Seção 2.2. Na Seção 2.3 é discutida a modelagem de requisitos com o uso de modelos de casos de uso. Na Seção 2.4 é discutido o processo de inspeção de software utilizado para garantir a qualidade dos artefatos desenvolvidos durante o processo de construção de software. Na Seção 2.5 são apresentados trabalhos relacionados que serviram de base para a definição da família de técnicas de leitura. Por fim, na Seção 2.6 as considerações finais são apresentadas.

2.2. Engenharia de Requisitos

Requisitos são as necessidades que devem ser coletadas de clientes e usuários para se saber “o quê” o software a ser idealizado fará, sem se preocupar em “como” ele será criado.

A Engenharia de Requisitos, segundo [Thayer & Dorfman, 1997] é a primeira etapa de todo o processo da engenharia de software, a qual estuda como coletar, entender, armazenar, verificar e gerenciar os requisitos. A verdadeira preocupação na Engenharia de Requisitos é entender o que os usuários realmente precisam, traduzindo este entendimento num conjunto de especificações de requisitos.

As fases da Engenharia de Requisitos são elicitação, análise, especificação, verificação e gerenciamento, descritas em seguida [Thayer & Dorfman, 1997]:

- Elicitação: é o processo pelo qual clientes e usuários são questionados por um engenheiro de requisitos para falarem “o quê” o software deve fazer (ou seja, estabelecer os requisitos).
- Análise: é o processo de analisar as necessidades dos clientes e usuários para se chegar na definição dos requisitos do software. Permite que o engenheiro de requisitos construa modelos do processo, dos dados e dos aspectos comportamentais que serão tratados pelo software.
- Especificação: é o processo de criação de um documento no qual estão definidos todos os requisitos analisados.
- Validação: é o processo de assegurar que a especificação de requisitos do software está de acordo com os requisitos elicitados e analisados nas fases anteriores, ou seja, está de acordo com o desejo do cliente.
- Gerenciamento: é o planejamento e controle da atividade de elicitação, especificação, análise e verificação de requisitos.

Uma das principais fases da Engenharia de Requisitos é a de elicitação de requisitos e as maiores dificuldades no desenvolvimento de software são decorrentes dessa fase.

A Figura 2.1 ilustra o processo de elicitação de requisitos, o qual se dá entre usuário e engenheiro de requisitos. Porém, a dificuldade da elicitação reside no fato de que fatores humanos, sociais, culturais e econômicos são inerentes a esse processo. Além da dificuldade decorrente desses fatores, o engenheiro de requisitos tem que aprender e lidar com técnicas de elicitação como Entrevista, Questionário e Observação, para que essas sejam usadas durante o processo de elicitação.

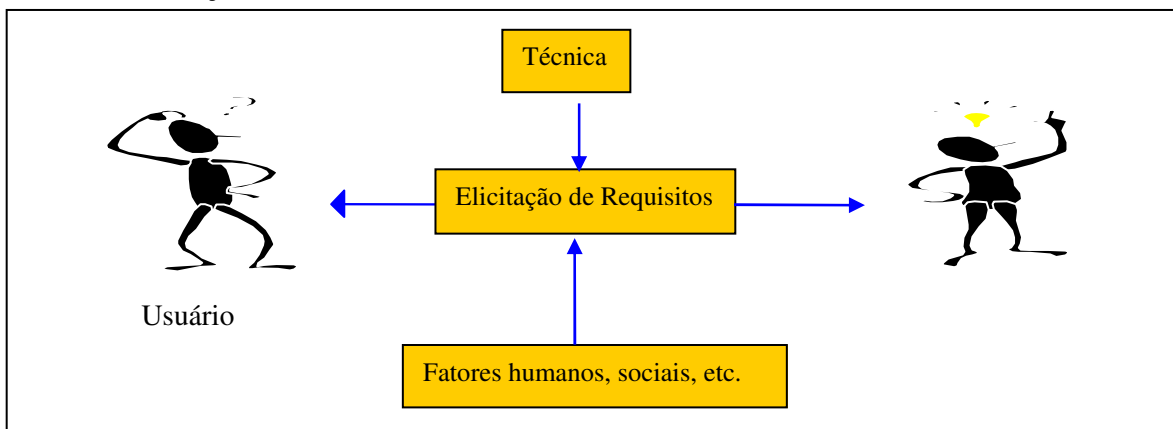


Figura 2.1. O processo de elicitação de requisitos

Os problemas encontrados na elicitação que podem gerar futuros problemas nas demais fases do processo de desenvolvimento podem ser classificados em dois grandes grupos [Faulk, 1997]:

1. **Problemas Acidentais:** são aqueles oriundos da falta de controle sobre aquilo que precisa ser construído, dentre os quais pode-se destacar: pouco esforço despendido no levantamento de informações junto ao usuário; documentação pobre sobre os requisitos obtidos; pouca revisão dos requisitos obtidos; especificações incorretas dos requisitos e tendência a iniciar logo o processo de desenvolvimento do software, o que leva o usuário à não estar satisfeito com o resultado final do projeto, pois alguns requisitos podem não ser elicitados e conseqüentemente, não implementados no software ou ainda o requisito ser elicitado mas não implementado no software. As dificuldades acidentais são:
 - **Documentação escrita como uma reflexão tardia:** isto continua sendo uma prática comum, na qual a documentação de requisitos é desenvolvida depois que o software foi desenvolvido. Tal procedimento, inevitavelmente, viola o princípio da definição do “o quê” o sistema deve fazer antes de “como”.
 - **Documentação não projetada para ser proveitosa:** freqüentemente, na vontade de implementar logo, pouco esforço é despendido para projetar, escrever, checar, ou gerenciar a administração da criação e evolução do documento de especificação. O resultado mais óbvio é uma organização pobre do software. O documento resultante não é uma referência técnica efetiva e torna-se difícil de usar e difícil de manter.
2. **Problemas Essenciais:** são aqueles inerentes a elicitação de requisitos, dentre os quais destacam-se: dificuldades do usuário em saber efetivamente o que ele quer, dificuldade de comunicação entre usuário e desenvolvedor e a freqüência com que os requisitos mudam durante o desenvolvimento. Os problemas essenciais seriam causados por dois fatores primordiais:
 - **Compreensão:** as pessoas não sabem o que elas querem. Isto não significa que as pessoas não têm uma idéia geral do que elas desejam que o software faça. No entanto, elas não começam com um entendimento preciso e detalhado de quais funções pertencem ao software, que saídas deve haver para cada possível entrada, quanto tempo cada operação deveria levar, como uma decisão afetará outra, e

assim por diante. Muitas decisões ainda não foram tomadas, e as expectativas mudarão na medida que o problema é melhor entendido.

- **Comunicação:** requisitos de software são difíceis de serem comunicados de forma efetiva. A dificuldade inerente da comunicação é composta pela diversidade de pessoas e reuniões para a especificação de requisitos.

Os problemas acidentais são mais fáceis de serem evitados, dependendo apenas da utilização das fases da engenharia de requisitos. Porém, os problemas essenciais envolvem a comunicação entre pessoas e esse processo deve levar em conta o contexto, as habilidades pessoais do entrevistado, o lado psicológico, ou seja, apenas uma abordagem tecnológica não pode solucionar esses problemas, pois os aspectos sociais assumem grande importância na elicitação dos requisitos.

Tendo elicitado os requisitos do software (vale ressaltar que a fase de elicitação de requisitos é um processo iterativo) podem-se dar início ao processo de análise dos requisitos e criar a especificação (documentação) dos requisitos.

O documento de requisitos deve conter os requisitos analisados e pode seguir o padrão adotado pela empresa ou utilizar padrões pré-definidos, como por exemplo, o padrão IEEE Std 830-1998 [IEEE, 1998]. Esse padrão constitui uma prática recomendada para escrever especificações de requisitos de software. Ele descreve o conteúdo e características de uma boa especificação de requisitos de software.

Uma vez finalizado o documento de requisitos, ele servirá de referência para todas as fases subsequentes do desenvolvimento do software. Sendo assim, a etapa de verificação é importante e deve ser conduzida criteriosamente para assegurar que os aspectos de qualidade de uma boa especificação, como por exemplo, completude, corretitude, ausência de ambigüidade, etc. estejam sendo atendidos no documento de requisitos.

2.3. Modelagem de Requisitos

Para dar continuidade ao processo de desenvolvimento de software, os requisitos documentados devem ser modelados por meio de uma técnica de modelagem, a qual pode ser formal, semi-formal ou informal. Cada uma delas pode ser mais ou menos apropriada, dependendo das características da aplicação. Dentre essas técnicas pode-se citar o Modelo de

Casos de Uso [Jacobson et al., 1992], Análise Estruturada [DeMarco, 1979] [Yourdon, 1989], Máquina de Estados Finitos [Gill, 1962], Statecharts [Harel, 1987], Linguagem Z [Spivey, 1988].

As notações semi-formais são mais fáceis para o cliente/usuário entender e validar os requisitos, porém a ambigüidade existente nessas especificações é freqüente. Por outro lado, o uso de notação formal elimina as ambigüidades, mas diminui o entendimento dos requisitos, principalmente por parte do cliente/usuário.

Uma das principais técnicas de modelagem de requisitos utilizada atualmente e a mais relevante para o contexto deste trabalho é o Modelo de Casos de Uso (MCU). O Modelo de Casos de Uso é composto de representações pictóricas (Diagrama de Casos de Uso) e especificações textuais (Especificação de Casos de Uso) dos casos de uso contidos no diagrama. Portanto, um Modelo de Casos de Uso é definido da seguinte forma:

$$\text{Modelo de Casos de Uso (MCU)} = \text{Diagrama de Casos de Uso (DCU)} + \text{Especificação de Casos de Uso (ECU)}$$

O conceito Caso de Uso foi proposto por Ivar Jacobson *et al.* em 1992 em um modelo de processo denominado *Objectory* [Jacobson et al., 1992]. O Caso de Uso é utilizado hoje em dia pela UML [OMG, 2003] e o modelo *Objectory* foi comprado pela *Rational Software*. O *Objectory*, juntamente com os Casos de Uso tornaram-se parte do *Rational Unified Process* (RUP) [Furlan, 1998] [Schneider & Winters, 2001] [Rational, 2002]. Os diagramas de casos de uso mostrados neste trabalho são baseados na notação UML mantida pela OMG – *Object Managment Group* [OMG, 2003].

Nas próximas subseções são comentados os dois componentes da definição do Modelo de Casos de Uso – o Diagrama de Casos de Uso e a Especificação de Casos de Uso.

2.3.1. Diagrama de Casos de Uso

Como dito anteriormente, o Diagrama de Casos de Uso é uma representação pictórica do sistema sendo construído. Para o Diagrama de Casos de Uso, os seguintes itens devem ser definidos [Jacobson et al., 1992]:

- **Fronteira do Sistema:** este item do modelo é utilizado para estabelecer a fronteira na qual a funcionalidade do sistema está inserida. Com isso, definem-se as partes do sistema

que serão criadas dentro dos limites de prazo e custo pré-definidos na fase de planejamento. A definição de atores e casos de uso do sistema auxilia na identificação de sua fronteira. A fronteira do sistema é algo abstrato e não é representado no diagrama; porém, como já explicado, é útil na definição da funcionalidade pretendida pelo sistema e pelos atores.

- **Atores:** este item representa os usuários do sistema. Atores podem representar usuários humanos ou outros sistemas que se comunicam com o sistema a ser desenvolvido. A fronteira do sistema auxilia na identificação dos atores devido ao fato de que qualquer coisa externa ao sistema é considerada um ator. Para identificação de atores existem algumas questões básicas que podem auxiliar [Schneider & Winters, 2001]:
 - Quem usa o sistema?
 - Quem instala o sistema?
 - Quem inicia o sistema?
 - Quem mantém o sistema?
 - Quem finaliza o sistema?
 - Quais outros sistemas utilizam este sistema?
 - Quem recebe informações do sistema?
 - Quem envia informações para o sistema?
 - Alguma coisa acontece automaticamente em um determinado tempo?

Os atores definem os papéis que os usuários do sistema podem assumir, como está ilustrado na Figura 2.2. Ainda na Figura 2.2. é mostrada a possibilidade de generalização de atores classificando-os em atores genéricos e específicos. Além da generalização de atores, Jacobson *et al.* classifica os atores da seguinte forma [Jacobson et al., 1992]:

- **Atores Primários:** são aqueles que utilizam o sistema diretamente (talvez em seus trabalhos diários). Este tipo de ator realiza uma ou mais das principais tarefas do sistema. Outro nome dado a esse tipo de ator é Ator Participante e é responsável pelas informações inseridas e recuperadas do sistema em modelagem.
- **Atores Secundários:** são aqueles que supervisionam e mantêm o sistema. Dessa forma, só existem atores secundários caso exista pelo menos um ator primário, pois, não faz sentido existir um ator secundário se não existir um ator primário interagindo com o sistema. Por exemplo, em um Sistema de Vendas, um ator com

o papel de Operador é responsável pela manutenção do sistema e por relatórios diários. Já o ator Cliente solicita pedidos de produtos no sistema. Nesta situação, o ator primário é o cliente, já que sem ele não seria necessário, por exemplo, a manutenção do sistema e relatórios de vendas. Desse modo, não existe Operador sem Cliente. Outro nome dado a esse tipo de ator é Ator Operador.

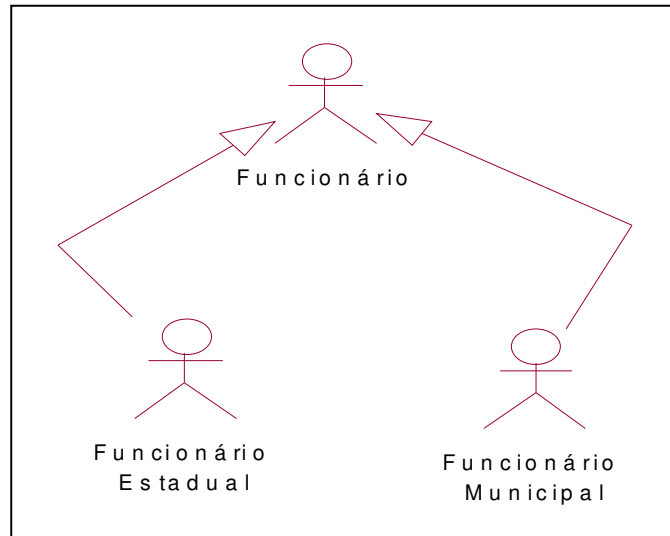


Figura 2.2. Generalização de Atores

- **Casos de Uso:** este item representa uma parte do comportamento fornecido pelo sistema. Após a definição do que está do lado de fora do sistema, pode-se iniciar a definição dos Casos de Uso. No Diagrama de Casos de Uso, um Caso de Uso é representado por uma elipse com o nome do Caso de Uso identificado logo abaixo da mesma, conforme pode ser observado na Figura 2.3.

Para auxiliar a identificação dos Casos de Uso, as seguintes questões podem ser utilizadas [Jacobson et al., 1992] [Schneider & Winters, 2001]:

- Que funções o ator quer do sistema?
- O sistema armazena informação? Quais atores irão criar, ler, atualizar, ou excluir aquela informação?
- O sistema precisa notificar um ator sobre mudanças em seu estado interno?

- Há quaisquer eventos externos que o sistema deva conhecer? Qual ator informa ao sistema sobre esses eventos?

A Figura 2.3 mostra um Caso de Uso e a interação do Ator com o Caso de Uso (e vice-versa). Essa interação é representada por uma seta.

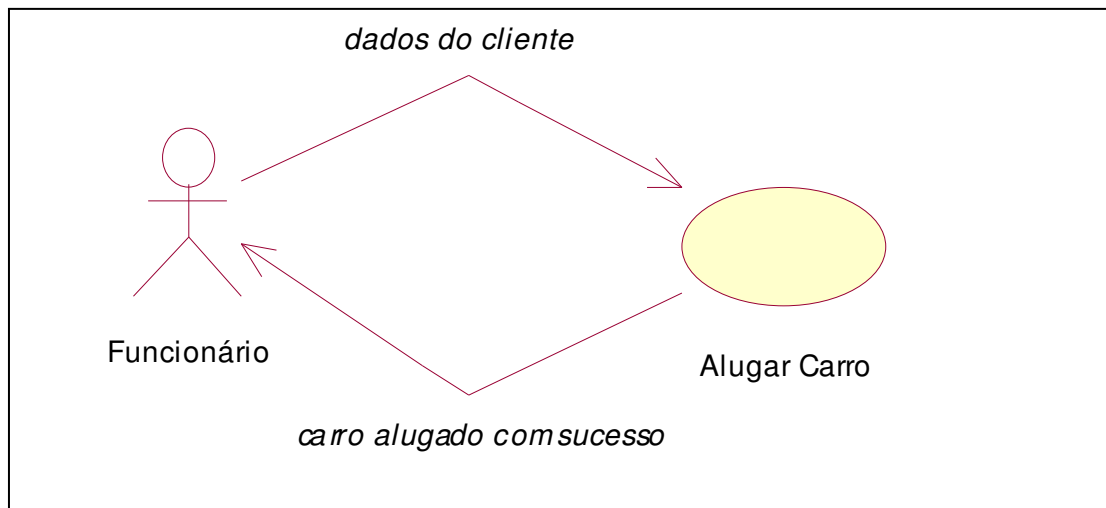


Figura 2.3. Interação entre Atores e Casos de Uso

Os Casos de Uso podem possuir associações ou extensões com outros Casos de Uso. Os dois tipos de associações utilizadas são: <<extend>> e <<include>>.

As associações de Casos de Uso com o estereótipo <<extend>> são usadas para estender o comportamento de um Caso de Uso existente. Dessa forma, adiciona-se comportamento ao Caso de Uso sem mudar o Caso de Uso original [Schneider & Winters, 2001]. Jacobson *et al.* mencionam alguns exemplos de quando o <<extend>> é usado [Jacobson et al., 1992]:

- Para modelar partes opcionais de Casos de Uso. Ou seja, existe algum comportamento no Caso de Uso que não ocorre frequentemente, portanto, este comportamento deve ser modelado em novo Caso de Uso.
- Para modelar cursos complexos e alternativos os quais raramente ocorrem.
- Para modelar sub-cursos separados, os quais são executados somente em certos casos.
- Para modelar a situação em que alguns Casos de Uso podem ser inseridos em um Caso de Uso especial.

A Figura 2.4 mostra a associação com o estereótipo <<extend>> entre Casos de Uso. Observa-se que o “Caso de Uso Original” é estendido com a criação do “Novo Caso de Uso”. O “Novo Caso de Uso” pode ou não ser usado pelo “Caso de Uso Original”.

As associações de Casos de Uso com o estereótipo <<include>> são usadas para evitar a duplicação de passos através de múltiplos Casos de Uso. Esse tipo de estereótipo é empregado como uma estratégia de reuso para texto de Caso de Uso. Ao invés de colocar os passos em múltiplos documentos de especificação de Caso de Uso, criam-se Casos de Uso que possuem associações com o estereótipo <<include>> [Kulak & Guiney, 2000]. Este tipo de associação garante uma melhor consistência entre os Casos de Uso, pois evita a possibilidade da mesma funcionalidade ser especificada de forma inconsistente.

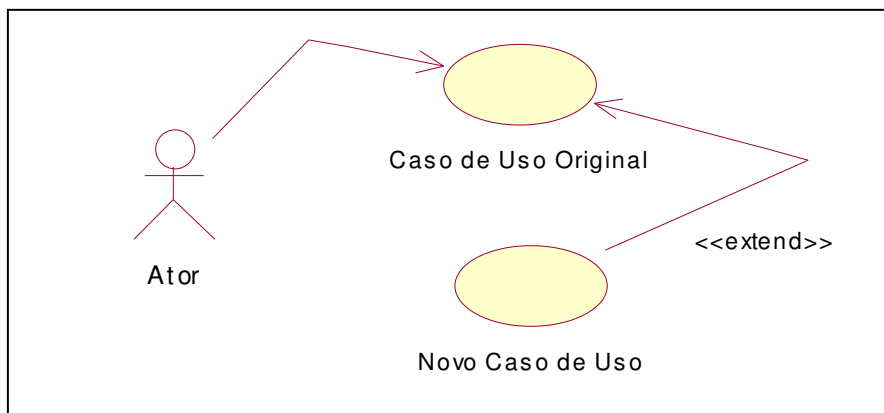


Figura 2.4. Exemplo de associação com o estereótipo <<extend>>

A Figura 2.5 mostra a associação com o estereótipo <<include>> entre Casos de Uso. O “Caso de Uso B” foi identificado como um Caso de Uso com comportamento comum e o “Caso de Uso A” utiliza esse comportamento.

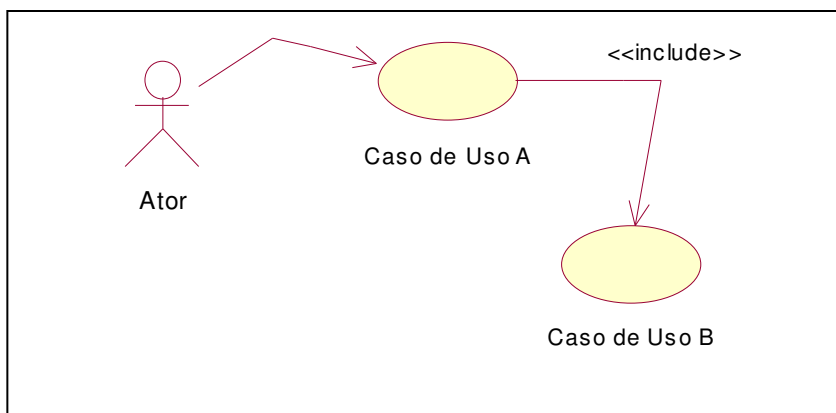


Figura 2.5. Exemplo de associação com o estereótipo <<include>>

Salienta-se que os sentidos das setas de associações quando é usado o estereótipo <<extend>> (Figura 2.4) e <<include>> (Figura 2.5) diferem. No estereótipo <<extend>> a seta da associação “chega” no Caso de Uso estendido, enquanto que no estereótipo <<include>> a seta da associação “chega” no Caso de Uso que possui comportamento comum.

Para finalizar, é mostrado um exemplo de um diagrama de Caso de Uso, ilustrando os Casos de Uso para um sistema simplificado de Locadora de Carros, cuja descrição é mostrada na Figura 2.6.

O cliente chega na Locadora e escolhe qual carro ele vai alugar. Após a escolha, o cliente fornece seus dados para a realização do aluguel. Caso o cliente não esteja cadastrado, o sistema cadastra o cliente e o aluguel é efetuado apenas se não existir pendências financeiras do cliente.

Figura 2.6. Descrição do sistema de Locadora de Carros

O Diagrama de Caso de Uso do sistema descrito na Figura 2.6 pode ser modelado conforme a Figura 2.7. Observe que o Caso de Uso “Validar Cliente” foi modelado como um comportamento comum, ou seja, um outro Caso de Uso pode utilizá-lo evitando-se duplicação. Isso caracteriza uma associação com o estereótipo <<include>>. Já o Caso de Uso “Cadastrar Cliente” foi modelado como um Caso de Uso opcional, ou seja, somente se o cliente não estiver cadastrado será utilizado este Caso de Uso. Assim, isso caracteriza uma associação com o estereótipo <<extend>>.

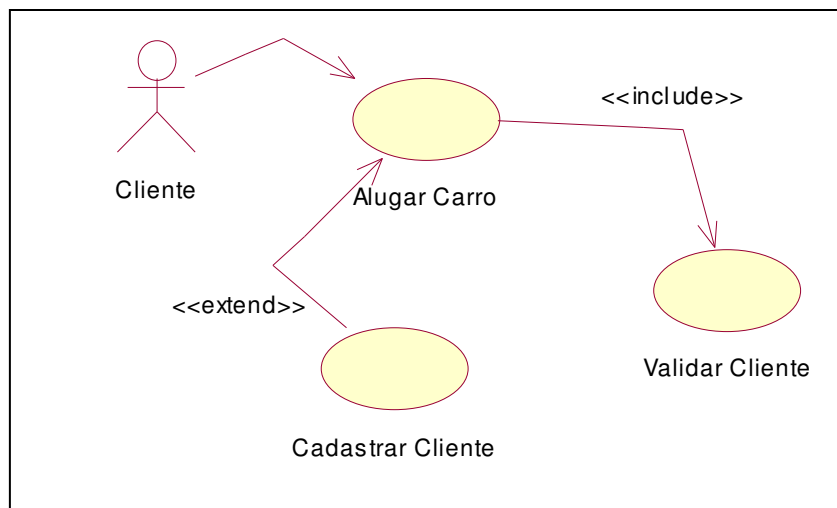


Figura 2.7. Diagrama de Caso de Uso para o sistema de Locadora de Carros

2.3.2. Especificação de Casos de Uso

A Especificação de Casos de Uso, ou Documentação de Casos de Uso, tem como objetivo descrever o que os casos de uso em questão “fazem”, podendo-se utilizar linguagem natural ou alguma linguagem formal.

Em geral, a especificação de Casos de Uso é feita com linguagem natural. Embora essa especificação possa ser elaborada sem formatação, existem alguns formulários na literatura que podem ser utilizados para a Especificação de Casos de Uso, como por exemplo, [Kulak & Guiney, 2000] [Ryser & Glinz, 2000] [Schneider & Winters, 2001]. Alguns desses formulários utilizam algumas características comuns que são necessárias para o entendimento dos casos de uso, relacionadas a seguir:

- **Nome do Caso de Uso:** todo Caso de Uso deve possuir um nome único que o identifique.
- **Descrição ou Resumo:** serve para declarar o propósito e os objetivos a serem atingidos pelo Caso de Uso. É importante salientar que não se deve descrever nesse item o que acontece no curso normal de eventos.
- **Atores:** nome dos papéis dos atores que interagem com o Caso de Uso, podendo ser especificadas as responsabilidades de cada ator.
- **Pré-Condição:** condições que devem ser verdadeiras para que o Caso de Uso possa ser realizado.
- **Curso Normal:** é também chamando de curso básico e corresponde a um fluxo de eventos, ou seja, uma série de passos que representa o caminho correto do Caso de Uso de acordo com o usuário. Os passos do Caso de Uso devem ser numerados e a descrição dos passos deve ser curta. É importante salientar que existe somente um curso normal para cada Caso de Uso.
- **Curso Alternativo:** também corresponde a um fluxo de eventos, porém mostra os caminhos menos comuns que podem acontecer. Esse tipo de curso corresponde a uma seqüência diferente de eventos da que foi usada para o curso normal.
- **Evento Disparador:** descreve o critério de entrada para o Caso de Uso sendo especificado. Um evento disparador pode descrever uma necessidade de negócio, pode estar relacionado ao tempo ou pode ser a finalização de um outro Caso de Uso.

- **Requisitos Não-Funcionais:** refere-se às restrições de tempo, requisitos de interface, segurança, etc.
- **Autor:** a pessoa que criou a especificação e é responsável pela sua manutenção.
- **Data:** a data da criação da especificação.
- **Versão:** corresponde a um código associado à versão da especificação, o qual pode ser utilizado para propósitos de rastreamento.

A Figura 2.8 exemplifica a descrição do Caso de Uso “Alugar Carro” mostrado na Figura 2.7. Vale ressaltar que os Requisitos Não-Funcionais da especificação do Caso de Uso em questão não estão disponíveis. Isto se deve ao fato de que a descrição do sistema (Figura 2.6) não possui muitos detalhes para que se possa especificar essas partes.

Nome do Caso de Uso	Alugar Carro
Descrição ou Resumo	O Caso de Uso tem como funcionalidade alugar carros a clientes por um determinado período de tempo.
Atores	Cliente
Pré-Condição	Carro escolhido disponível para o aluguel.
Curso Normal	1. Cliente escolhe o carro desejado. 2. Cliente fornece seu RG. 3. Executar o Caso de Uso “Validar Cliente” 4. Sistema efetua o aluguel do carro.
Curso Alternativo	4. Sistema não efetua o aluguel ao cliente. Cliente com pendência financeira.
Evento Disparador	Cliente deseja alugar um carro.
Requisitos Não-Funcionais	não disponível
Autor	Anderson Belgamo
Data	12/01/2004
Versão	3

Figura 2.8. Especificação do Caso de Uso “Alugar Carro”

Para especificar a interação entre um Caso de Uso e um ator deve-se utilizar o curso normal de eventos contido no modelo de especificação de requisitos. Conforme explicado, o curso normal é caracterizado pelos eventos que ocorrem de forma comum e natural no sistema. Por exemplo, em um sistema de aluguel de carros, pode ser considerado que no curso normal de um Caso de Uso “Alugar Carro” não seja necessário o cadastro do cliente, pois na maioria das

vezes o cliente já está cadastrado. É importante ressaltar que os cursos normais são dependentes do ambiente no qual o sistema será utilizado. Sendo assim, uma outra locadora de carros poderia estipular que no curso normal do Caso de Uso “Alugar Carro” seria necessário realizar o cadastro do cliente, pois na maioria dos aluguéis, o cliente ainda não está cadastrado no sistema. Já os cursos alternativos de um Caso de Uso são variações dos cursos normais. Normalmente, cada Caso de Uso tem somente um curso normal e zero ou mais cursos alternativos.

Quando é inserido um estereótipo <<include>> no Diagrama de Caso de Uso deve-se observar o curso normal da especificação do Caso de Uso em questão. Na especificação, o Caso de Uso original executa até o ponto em que o novo Caso de Uso é inserido. Neste momento, o novo Caso de Uso é executado e quando este finaliza, o curso normal é retomado de onde havia sido interrompido. Na Figura 2.8, observa-se esta situação quando o sistema encontra-se no passo 3 do Caso de Uso “Alugar Carro”. É exatamente neste passo que o Caso de Uso “Alugar Carro” dá lugar a execução do Caso de Uso “Validar Cliente”. Quando o Caso de Uso “Validar Cliente” completa sua execução, o sistema efetua o passo 4 do Caso de Uso “Alugar Carro”. Neste ponto, encerra-se a execução do Caso de Uso “Alugar Carro”.

Para finalizar, observa-se que a especificação dos casos de uso é importante para as demais fases do processo de desenvolvimento, pois ela é usada durante a elaboração de outros diagramas, bem como para a elaboração de casos de testes.

2.4. Inspeção de Software

O processo de Inspeção de software foi criado em 1972 por Fagan, para a IBM, com o objetivo de melhorar a qualidade de software e aumentar a produtividade dos programadores. Trata-se de um método de análise estática para verificar se os produtos gerados pelo processo de desenvolvimento de software satisfazem o cliente/usuário [Fagan, 1976] [Fagan, 1986].

O processo de Inspeção parte do princípio que a detecção de defeitos logo nas primeiras fases de desenvolvimento do software pode garantir um menor tempo gasto em re-trabalho, assegurando um software que tenha uma maior probabilidade de atender aos requisitos do usuário, de ser entregue no prazo estabelecido, de cumprir a estimativa de custo estipulada, etc. A Figura 2.9 apresenta os dados de uma situação relatada em [Wheeler et al., 1996], na qual os números entre parênteses representam a quantidade de defeitos passados para a próxima fase sem

o processo de Inspeção e os números fora dos parênteses mostram a quantidade de defeitos passados para a próxima fase utilizando-se o processo. De acordo com esse exemplo, pode-se perceber que o re-trabalho quando se usou o processo de Inspeção deve ter sido reduzido, pois a quantidade de defeitos ao longo do processo também foi reduzida.

Embora o custo de implantação e execução do processo de inspeção seja alto, o custo de re-trabalho necessário tende a diminuir, devido ao fato dos defeitos serem encontrados logo no início do processo de desenvolvimento de software. Já a não utilização do processo de Inspeção resulta em mais re-trabalho o que faz com que o custo de reparo do defeito detectado seja de 10 a 100 vezes mais alto e, além disso, isso acontece em fases mais adiantadas do processo de desenvolvimento [Fagan, 1976].

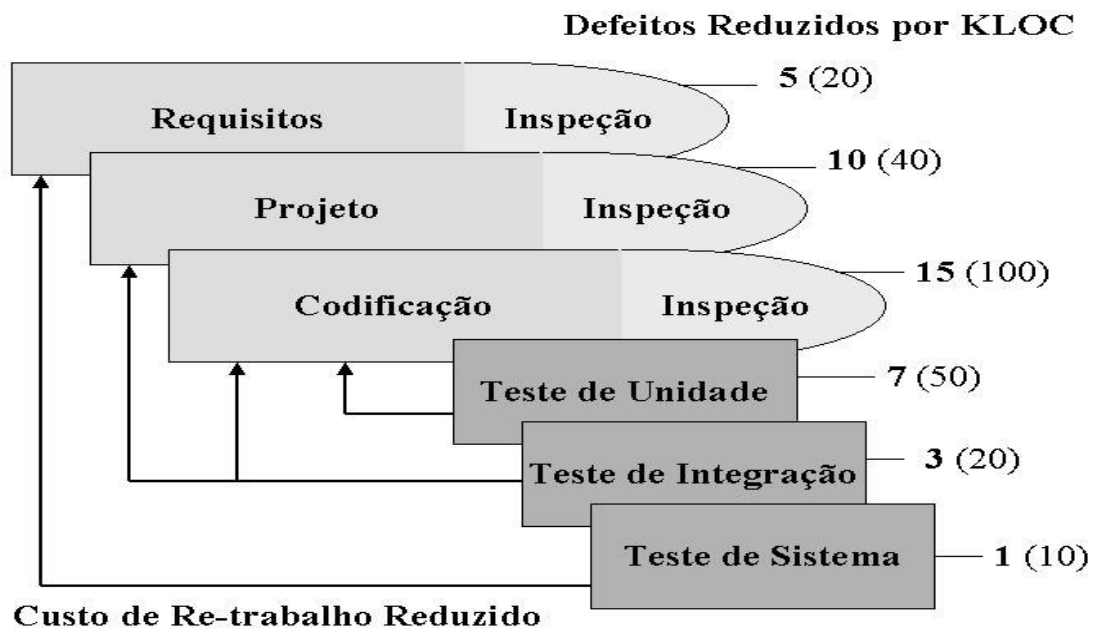


Figura 2.9. Quantidade de defeitos encontrados com e sem o processo de Inspeção [Wheeler et al., 1996]

O processo de Inspeção pode ser aplicado nos diversos artefatos desenvolvidos, como por exemplo, especificações de requisitos, documentação, planos e casos de teste, melhorando a qualidade do produto final (software). Segundo Fagan, o fato da Inspeção poder ser aplicada logo no início do processo de desenvolvimento contribui muito para o processo, pois é nessa etapa que é injetada a maior quantidade de defeitos [Fagan, 1976] [Fagan, 1986]. Ressalta-se que o

processo de Inspeção não substitui os testes, mas são processos que devem ser combinados [Russel, 1991].

A aplicação da Inspeção nos produtos gerados em cada fase do desenvolvimento de software pode ser avaliada de acordo com critérios de saída pré-estabelecidos. Os critérios de saída são padrões que são checados para que haja a transição de uma fase para outra do processo de desenvolvimento, ou seja, todo artefato de software inspecionado tem que estar de acordo com os critérios de saída pré-estabelecidos para ele. Estando de acordo, o artefato pode ser considerado inspecionado com uma probabilidade menor de possuir defeitos e pode ser utilizado numa próxima etapa do processo de desenvolvimento.

Segundo [Fagan, 1986], para a implementação de inspeções há três requisitos essenciais a serem cumpridos:

- Definição do processo de desenvolvimento em termos de fases e seus critérios de saída.
- Descrição do processo de Inspeção.
- Execução correta do processo de Inspeção.

Além desses três requisitos essenciais citados acima, outro requisito importante é os papéis das pessoas envolvidas numa atividade de Inspeção. Esses papéis podem ser: Autor (Projetor ou Codificador do artefato e responsável pelo seu conserto), Moderador (lidera e controla as reuniões e deve receber um treinamento especial para conduzir inspeções efetivas), Apresentador (apresenta os artefatos a serem inspecionados de acordo com o ritmo dos participantes).

O processo de Inspeção consiste das seguintes operações: Planejamento, Visão Geral, Preparação, Inspeção, Re-trabalho e Acompanhamento, apresentadas a seguir [Fagan, 1976] [Fagan, 1986]:

- Planejamento: os critérios de saída bem como os artefatos a serem inspecionados devem estar especificados. Os participantes do processo de Inspeção devem ser escolhidos e o local e horário devem ser agendados.
- Visão Geral: apresenta-se aos participantes o artefato a ser inspecionado e atribuem-se os papéis a todos participantes. Essa operação pode ser omitida desde que os participantes já possuam algum conhecimento do que vai ser inspecionado.

- **Preparação:** os participantes estudam os artefatos e preparam-se para execução de seus papéis.
- **Inspeção:** nesta operação os artefatos são examinados na tentativa de se encontrar defeitos. Utiliza-se um *ckecklist*, ou qualquer outra técnica de leitura, e uma classificação dos tipos de defeitos procurados. Ressalta-se que nessa operação nenhum esforço deve ser feito na tentativa de resolver os defeitos identificados. O processo de Inspeção deve ser limitado a duas horas, pois estudos mostram que após esse tempo de Inspeção, a habilidade de detecção de defeitos diminui. A Figura 2.10 mostra um exemplo de um *checklist* para detecção de defeitos em requisitos [Ackerman et al., 1989].
- **Re-trabalho:** o autor do artefato inspecionado corrige todos os defeitos encontrados durante a Inspeção.
- **Acompanhamento:** o moderador da Inspeção ou toda a equipe assegura e acompanha as correções verificando se todos os defeitos foram removidos e se nenhum outro defeito foi introduzido.

<p>Completude</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Todas as fontes de entrada estão identificadas? 2. Todas restrições de ambiente estão descritas? 3. Há alguma restrição de tempo na entrada? <p>...</p> <p>Ambigüidade</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Todos os termos especiais estão claramente definidos? 2. Cada sentença tem uma única interpretação no domínio do problema? <p>...</p>

Figura 2.10. Exemplo de um checklist para Inspeção de requisitos [Ackerman et al., 1989]

É salientado em [Fagan, 1986] que o processo de Inspeção não deve, de forma alguma, acarretar em um desmerecimento da pessoa que realizou o produto sendo inspecionado. Deve, sim, incentivar a pessoa a melhorar e a aprender com os erros cometidos. Alguns relatos mostram evidências de que desenvolvedores que participam de inspeções de seus próprios produtos, criam menos defeitos em trabalhos futuros.

Como foi mencionado anteriormente, durante o processo de Inspeção, utilizam-se algumas técnicas que auxiliam na detecção dos defeitos. Essas técnicas são consideradas técnicas de leitura, pois elas fornecem diretrizes de como os inspetores devem direcionar sua leitura para

que mais defeitos possam ser encontrados. Na próxima seção algumas técnicas de leitura são comentadas.

2.4.1. Técnicas de Leitura

Os vários documentos de trabalho gerados durante o desenvolvimento de software (por exemplo, requisitos, projeto, código e plano de testes) frequentemente exigem entendimento, revisão e modificação contínua ao longo do processo de desenvolvimento. Dessa forma, a leitura de software é uma atividade chave em muitas tarefas de Engenharia de Software – verificação, validação, manutenção, evolução e reuso [Basili et al., 1996a].

No entanto, como comentam [Shull et al., 2000], os profissionais da área de desenvolvimento de software, em geral, aprendem como escrever documentos de software, mas mostram pouca experiência quando se deparam com atividades de revisão. Assim, torna-se necessário o uso de técnicas que ajudem nessas atividades, as quais são denominadas técnicas de leitura. Alguns tipos de técnicas de leitura são a *checklist*, *Perspective Based Reading - PBR*, *Object-Oriented Reading Techniques – OORTs* além da abordagem Ad-Hoc

A abordagem Ad-Hoc caracteriza-se pela não existência de procedimentos a serem adotados durante o processo de revisão. Dessa forma, este tipo de revisão é altamente dependente da experiência dos revisores para um efetivo e eficiente processo de revisão.

A leitura baseada em *checklist*, ao contrário da abordagem Ad-Hoc, caracteriza-se por adotar alguns procedimentos básicos para a realização da revisão, os quais correspondem ao uso de um *checklist* que deve ser seguido pelas pessoas que revisam o artefato, pois as questões que o compõem auxiliam na detecção de defeitos nos documentos.

Já as técnicas PBR e OORTs adotam procedimentos específicos e bem definidos para se realizar uma leitura de um documento.

Segundo Basili et al., as características que devem nortear a definição de uma técnica são [Basili et al., 1996b] [Basili et. al., 1998]:

- A técnica deve ser associada com um documento em particular (por exemplo, documento de requisitos) e a notação na qual o documento é escrito (por exemplo, texto em Português).
- A técnica deve ser adaptável, baseada nas características do ambiente e do projeto. Se o domínio do problema muda, a técnica de leitura também deve mudar.

- A técnica deve ser detalhada, fornecendo ao leitor um processo bem definido.
- A técnica deve ser específica no sentido de que cada leitor tenha um propósito particular ou um objetivo para ler o documento e os procedimentos apoiem esse objetivo. Isto pode variar de projeto para projeto.
- A técnica deve ser estudada empiricamente para determinar se ela é efetiva e em quais condições.

Tanto a PBR como as OORTs possuem esses objetivos e fazem parte de uma família de técnicas de leitura, a qual é apresentada na Figura 2.11. Como pode ser observada nessa figura, essa família se subdivide em duas vertentes principais: leitura para construção e leitura para análise.

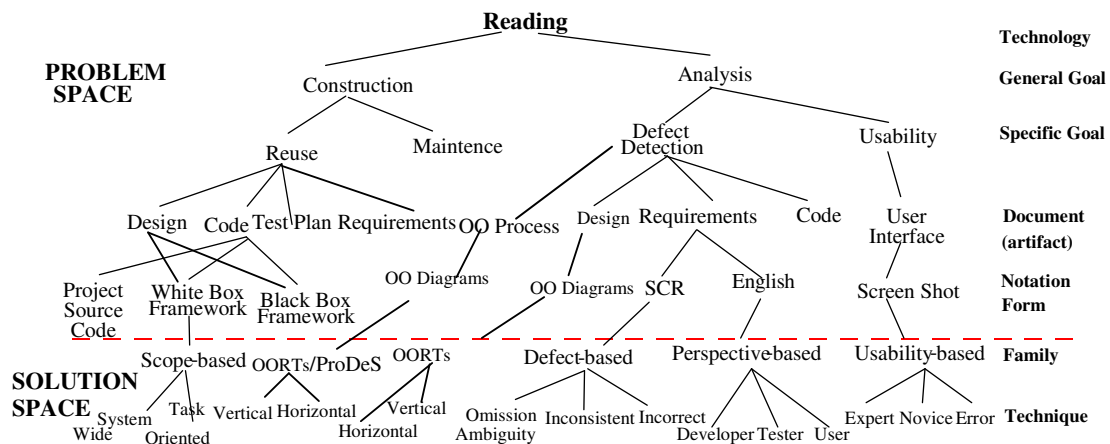


Figura 2.11. Famílias de Técnicas de Leitura [Basili et al., 1996a]

Percebe-se na Figura 2.11 que existe uma divisão (linha tracejada) entre o espaço do problema (problemas que podem ser direcionados pela leitura) e o espaço da solução (soluções específicas a serem direcionadas para problemas particulares). À direita da Figura 2.11 existe a classificação de cada nível da árvore (tecnologia, objetivo geral, etc), sendo que estes fornecem as características para as quais a leitura pode ser aplicada.

A primeira ramificação das famílias de técnicas de leitura consiste da leitura para construção e leitura para análise. A leitura para construção tem por objetivo responder a questão: Dado um sistema existente, como é possível entendê-lo para usá-lo como parte de um novo sistema? Observa-se, portanto, que a leitura para construção é importante para a compreensão do

que o sistema faz, quais requisitos existem e não existem, ajudando abstrair a informação importante do sistema [Basili et al., 1996a].

A leitura para análise tem por objetivo responder a seguinte pergunta: Dado um documento, como eu avalio várias características de qualidade desse documento? A leitura para análise auxilia no entendimento e verificação dos artefatos produzidos ao longo do processo de desenvolvimento, na melhoria das técnicas de desenvolvimento de artefatos de software e, principalmente, no auxílio para encontrar e entender os vários tipos de defeitos procurados [Basili et al., 1996a].

A seguir, as famílias de técnicas de leitura PBR e OORTs/ProDeS são comentadas mais detalhadamente, pois algumas técnicas de leitura dessas famílias são um dos focos deste trabalho:

- Técnica de Leitura Baseada em Perspectiva: PBR – *Perspective Based Reading*

A PBR é considerada uma técnica de leitura baseada em cenários, os quais denotam um procedimento que o leitor de um documento deve seguir durante o processo de inspeção e pode ser caracterizada como uma fusão de questões e modelos [Basili et. al., 1998]. Essa fusão tem por objetivo descrever o cenário a ser utilizado pelo revisor do artefato.

A criação dos cenários da PBR pode ser descrita em três passos [Shull, 2002]:

1. Escolher perspectivas com base nas quais o documento deve ser revisado;
2. Escolher um modelo do documento que faça sentido para cada perspectiva e
3. Escolher tipos de defeitos de interesse da organização e utilizar essa informação para formular questões específicas sobre cada modelo.

A Figura 2.12 apresenta um esquema para a geração dos cenários PBR.

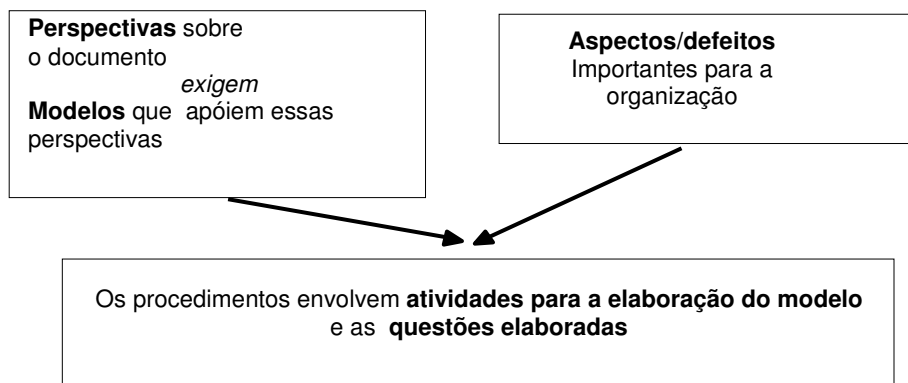


Figura 2.12. Esquema para Geração de Cenários PBR (adaptado de Shull, 2002)

A PBR é usada para detecção de defeitos em requisitos, assegurando que os requisitos são suficientes para apoiar todos os próximos estágios de desenvolvimento do software, além de ajudar a responder duas importantes questões [Shull et al., 2000]:

1. qual informação nos requisitos deve ser checada e,
2. como são identificados os defeitos na informação.

Considerando que o documento de requisitos é fundamental para certas classes de pessoas que participam do desenvolvimento do software, as perspectivas inicialmente definidas para PBR foram do usuário, do projetista e do testador. Com isso, a idéia é que cada indivíduo se concentre em encontrar defeitos relacionados somente a um desses papéis. Ao fazer isso, a classe de defeitos encontrada é mais específica daquela perspectiva em particular e, com o uso da PBR, a pessoa tem as diretrizes necessárias para se concentrar no papel específico que lhe foi atribuído. Como, no contexto desta proposta de trabalho o interesse está no Modelo de Casos de Uso a perspectiva de relevância é a do Usuário.

Como mencionado anteriormente, o cenário para cada perspectiva é construído com base num conjunto de defeitos importantes para uma determinada organização. A taxonomia de defeitos que se tem usado na aplicação da PBR no contexto do Projeto *Readers* [Maldonado et al., 2001] é apresentada na Tabela 2.1.

Assim, considerando-se o esquema da Figura 2.12, no caso da perspectiva do usuário o modelo utilizado é o Modelo de Casos de Uso.

Dessa forma, um inspetor que esteja utilizando a perspectiva do usuário, ao ler um documento de requisitos, deve desenvolver o modelo recomendado, isto é, o Modelo de Casos de Uso relacionado ao documento de requisitos em questão e, com base na taxonomia de defeitos utilizada, seguir as diretrizes e procedimentos especificados na técnica de leitura para tentar encontrar os defeitos da referida taxonomia. A técnica de leitura da perspectiva Usuário usada neste trabalho é apresentada no Anexo A.

Tabela 2.1. Taxonomia de defeitos que a PBR auxilia detectar [Shull et al., 2000]

Omissão	Qualquer requisito significativo relacionado a funcionalidade, desempenho, restrições de projeto, atributos, ou interface externa que tenha sido omitido do documento de requisitos.
Informação ambígua	Informação no documento de requisitos que pode ser interpretada de várias maneiras.
Informação inconsistente	Dois ou mais requisitos que se contradizem.
Fato incorreto	Algum fato declarado no documento de requisitos que não pode ser verdade diante das condições especificadas pelo sistema.
Informação Extra	Informação desnecessária ou não usada.
Defeitos diversos	Outros defeitos, tais como incluir um requisito na seção errada do documento de requisitos.

Vale salientar que a PBR pode ser adaptada para cada organização. Esta característica se deve ao fato de que a PBR, com o uso de suas perspectivas, trabalha com procedimentos bem definidos, os quais podem ser instanciados para o contexto da organização, e não apenas com a experiência do próprio revisor, podendo ser repassada a novos revisores por meio de treinamento [Shull et al., 2000].

- Técnicas de Leitura para Orientação a Objetos/Processo de Desenvolvimento de Software: OORTs/ProDes

A OORTs/ProDeS é uma família de técnicas de leitura utilizada para verificação e validação de modelos construídos com a notação UML. Essa família foi baseada nas OORTs propostas por [Travassos et al, 1999a] [Travassos et al, 1999b] [Travassos et al., 2000] [Travassos et al, 2002], a qual corresponde a um conjunto de técnicas de leitura que dão suporte às atividades de verificação e validação de projetos de alto nível baseados em modelos UML.

No entanto, a UML não possui um processo associado a ela, de forma a padronizar quais devem ser os documentos UML elaborados na fase de projeto e como esses documentos devem ser elaborados. Diante desse fato, [Marucci, 2002a] propôs a família de técnicas de leitura OORTs/ProDeS baseadas nas OORTs, considerando a utilização de um processo de desenvolvimento bem definido. Esse processo, denominado ProDeS/UML, foi proposto por [Colanzi, 1999] e está dividido em quatro fases: Engenharia de Requisitos, Análise, Projeto e Implementação. Além disso, para definir uma estratégia de inspeção para o ProDes/UML, Marucci considerou também a abordagem de VV&T proposta por [Andriole, 1986], que recomenda que todo sistema deve ser desenvolvido gradativamente, de forma que ele possa ser avaliado por etapas e que também essa avaliação contemple atividades de validação e verificação.

Por validação o autor considera a contraposição de artefatos de software com o documento de requisitos para assegurar que o software continue representando-os apropriadamente e também para assegurar que esses requisitos permaneçam atualizados durante todo o processo. Por verificação, o autor considera a comparação dos diversos artefatos de software entre eles mesmos, para assegurar que eles estão sendo gerados de forma correta e consistente.

Essas técnicas estão apresentadas na Figura 2.13 e são referenciadas como ER1, ER2, A1, A2, A3, A4, P8 e P9, sendo que as técnicas P8 e P9 embora propostas por Marucci ainda não estão especificadas.

Considerando-se o objetivo deste trabalho, a técnica ER1 é levada em consideração pelo fato da mesma estar focada no Modelo de Casos de Uso do sistema.

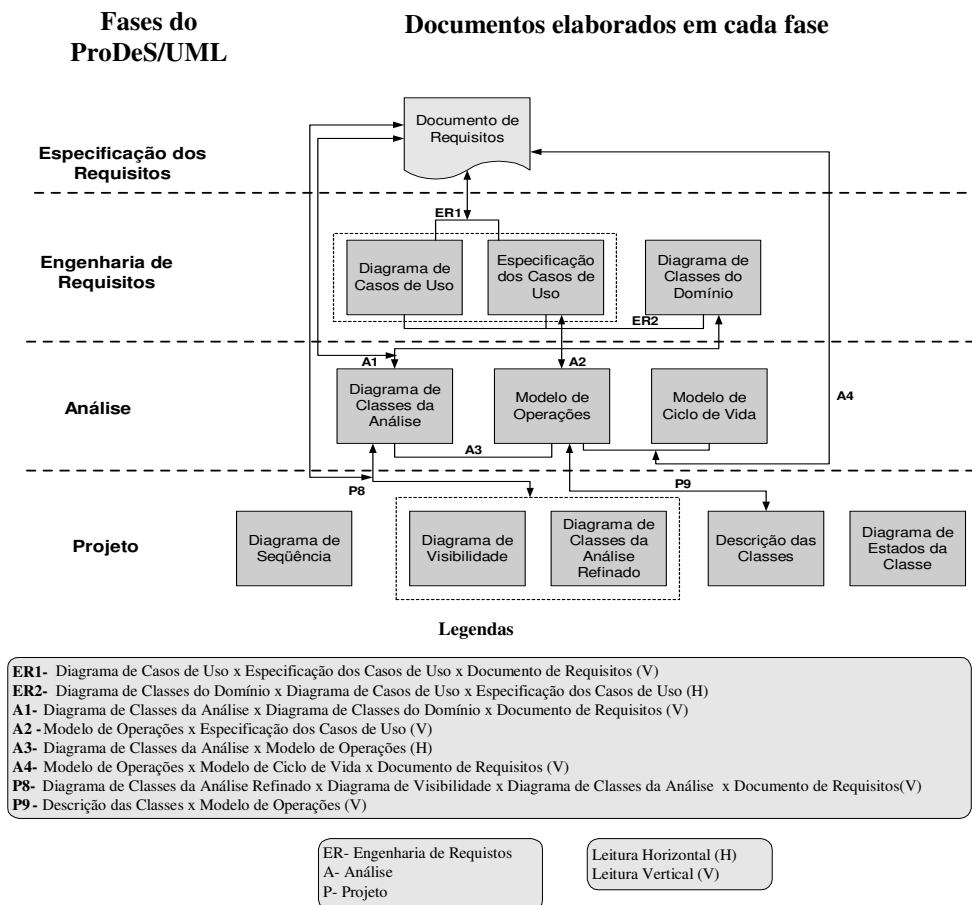


Figura 2.13. Técnicas de Leitura definidas para o ProDeS/UML [Marucci et al., 2002b]

2.5. Trabalhos Relacionados

Esta seção descreve sucintamente os principais trabalhos relacionados a este. A seção é dividida em duas subseções: uma relacionada a casos de uso (Seção 2.5.1) e outra relacionada à atividade de inspeção (Seção 2.5.2).

2.5.1. Casos de Uso

Os casos de uso foram apresentados no trabalho de [Jacobson et al., 1992], no qual os autores fornecem um método centrado em casos de uso para o desenvolvimento de software orientado a objetos. O método foi denominado OOSE (*Object-Oriented Software Engineering*) e utiliza o Modelo de Casos de Uso como ponto de partida para o desenvolvimento de todos os outros modelos (modelo de domínio de objeto, modelo de análise, modelo de projeto, modelo de implementação, modelo de teste) existentes no método.

A identificação de casos de uso e atores no método OOSE é realizada com o uso de algumas perguntas, porém um formulário para especificação dos casos de uso não é fornecido.

Outros atores fornecem, além de sugestões para criação de casos de uso, sugestões de formulários para serem utilizados durante a especificação dos casos de uso, como por exemplo [Schneider & Winters, 2001] [Kulak & Guiney, 2000] e [Cockburn, 2001]. Em relação ao trabalho de [Schneider & Winters, 2001], os autores fornecem algumas questões que auxiliam a identificação de atores e algumas sugestões para a criação de casos de uso do tipo CRUD (*Create, Read, Update, Delete*), enquanto que no trabalho de [Kulak & Guiney, 2000] é sugerido um modo iterativo, composto de quatro iterações pré-estabelecidas, de tal forma que o modelo de casos de uso é evoluído gradativamente.

Já o trabalho de [Cockburn, 2001] baseia-se no conceito de objetivo para que o mesmo seja transformado em casos de uso. Para tal, os objetivos são classificados em um dos três níveis existentes: usuário (os objetivos que correspondem às necessidades que o ator tem em relação ao sistema), resumo (os objetivo que correspondem ao contexto em relação ao sistema) e sub-funções (objetivos que são exigidos para efetuar os objetivos do usuário).

Em relação ao trabalho de [Ryser & Glinz, 1999] denominado SCENT (*SCENarios-Based Validation and Test of Software*), embora seja apresentado um formulário de especificação de casos de uso, o principal objetivo do trabalho é o desenvolvimento de casos de testes utilizando artefatos desenvolvidos logo no início do processo de desenvolvimento de software, como por

exemplo o Modelo de Casos de Uso. O método SCENT propõe que, a partir do Modelo de Casos de Uso, seja elaborado *Statecharts* que serão utilizados para a criação de casos de teste, utilizando-se por exemplo o método W [Chow, 1978] de critérios de teste para Máquinas de Estados Finitos.

O trabalho de [Antón et al., 2001] utiliza as heurísticas de identificação e elaboração de metas e cenários disponíveis no método GBRAM (*Goal-Based Requirements Analysis Method*) para a análise de objetivos de uma especificação de requisitos baseada em casos de uso. Para a análise das metas, a equipe de analistas recebeu uma especificação de requisitos contendo informações descritivas tais como escopo do sistema, fronteiras e um total de 52 casos de uso e 26 projetos de tela. Cada um dos casos de uso continha um formulário de especificação e os analistas tinham como objetivo derivar metas desses casos de uso. Com a aplicação do GBRAM, um conjunto inicial de 292 metas foi gerado. Aplicando-se as heurísticas fornecidas por GBRAM, algumas metas foram refinadas resultando na eliminação de 100 metas e então as metas restantes foram categorizadas obtendo o valor de 130 metas no total. A categorização de metas consiste em atribuir palavras chave significativas de um conjunto pré-definido de categorias de metas, como por exemplo: notificar, informar, fornecer, permitir e etc. Assim, a aplicação do método GBRAM teve como propósito refinar metas, mas além disso identifica também novos cenários não identificados previamente.

Embora voltado a cenários, o trabalho de [Leite et al., 2000] pode ser relacionado a este trabalho pois uma instância de um caso de uso é considerada um cenário. Os autores relatam um processo de construção de cenários os quais fornecem uma fonte de conhecimento na qual os requisitos podem ser encontrados e especificações podem ser baseadas. Portanto, os cenários propostos por [Leite et al., 2000] possuem como objetivo principal auxiliar na elicitação de requisitos. Por exemplo, a criação de um Léxico Ampliado da Linguagem (LAL), que representa símbolos na linguagem de aplicação, é utilizado com o intuito de entender a linguagem do problema, sem preocupar-se em entender o problema. Além disso, são fornecidas sugestões de como organizar os vários cenários identificados.

Com relação à especificação de casos de uso utilizando linguagem natural, os trabalhos de [Cockburn, 2001] e [Anchor et al., 1999] fornecem algumas sugestões de escrita e estilo. O trabalho de [Anchor et al., 1999] relata um estudo empírico relacionado à efetividade de diferentes tipos de sugestões utilizadas para apoiar a especificação de casos de uso. Essas

sugestões são classificadas em dois grupos que são complementares: sugestões de estilo (recomendações da forma que os casos de uso são escritos) e sugestões de conteúdo (recomendações do conteúdo esperado dos casos de uso). Alguns dos resultados experimentais mostraram que as sugestões, em geral, melhoram a elaboração de especificação de casos de uso. Porém, o uso de todas as sugestões (seis de estilo e oito de conteúdo) não melhora todas as características dos casos de uso.

Todos os trabalhos apresentados acima utilizam a linguagem natural para a especificação de casos de uso, mesmo considerando o trabalho SCENT que utiliza a linguagem natural das especificações de casos de uso para a geração de Statecharts. No entanto, o trabalho de [Andersson & Bergstrand, 1995] formaliza a especificação de casos de uso utilizando MSC (*Messenge Sequence Charts*) [ITU-MSC, 1993]. MSC são um modo fácil e intuitivo de descrever comportamento de um sistema visualizando a interação entre o sistema e seu ambiente. Nesse trabalho, algumas das idéias de identificação de atores e casos de uso foram adaptadas para a criação das técnicas mostradas nesta dissertação, porém o formalismo em utilizar MSC para a especificação dos casos de uso não foi utilizado.

Por último, o trabalho realizado por [Anda et al., 2001] descreve um estudo exploratório no qual três diferentes conjuntos de sugestões foram usados para construir e especificar modelos de casos de uso. Os conjuntos de sugestões utilizados foram: sugestões menores (conforme as sugestões dos trabalhos de [Jacobson et al., 1992], [Kulak & Guiney, 2000], [Schneider & Winters, 2001]), sugestões de formulários (somente o formulário de especificação de casos de uso é fornecido ao projetista) e as sugestões de estilo (fornecidas no trabalho de [Anchor et al., 1999]). Os resultados do experimento indicaram que as sugestões baseadas em formulários apóiam a construção de modelos de casos de uso que são mais fáceis de entender do que sugestões sem detalhes específicos de como documentar cada caso de uso. As sugestões baseadas em formulários também foram consideradas como a mais útil quando casos de uso são construídos. Além disso, os autores indicam que pode ser benéfico combinar sugestões de formulários com outros conjuntos de sugestões.

2.5.2. Inspeção

Em relação à inspeção de software, a técnica PBR vem sendo estudada tanto na academia quanto na indústria. O primeiro experimento [Basili et al., 1996b] conduzido com a PBR foi

realizado com profissionais do Laboratório de Engenharia de Software da NASA. O experimento teve como objetivo avaliar e comparar a PBR com a técnica de leitura utilizada na NASA em relação à efetividade na detecção de defeitos no contexto de uma equipe de inspeção. Para isso, os participantes foram divididos em dois grupos de seis pessoas, nos quais a cada duas pessoas uma perspectiva era fornecida. Dois documentos de requisitos específicos do domínio da NASA e dois documentos de requisitos genéricos foram utilizados.

Os principais resultados desse experimento mostraram que tanto a aplicação individual quanto em grupo foi melhorada quando a técnica PBR foi aplicada em documentos de requisitos genéricos e somente a aplicação em grupo foi melhorada quando a técnica PBR foi aplicada em documento de requisitos específicos da NASA. Uma segunda análise nos dados coletados do experimento mostrou que revisores que aplicaram a PBR levaram mais tempo do que revisores usando a técnica de leitura atual, embora o custo para encontrar defeitos no documento de requisitos tenha sido o mesmo para ambas técnicas. Foi elaborado um pacote de laboratório que contém todas as informações necessárias para a replicação do experimento, como por exemplo, as técnicas utilizadas, os artefatos etc.

No contexto do Projeto *Readers*, foi realizada uma replicação do estudo mencionado anteriormente, porém os documentos de requisitos utilizados nesse estudo foram somente os genéricos [Maldonado et al., 2001].

Os resultados obtidos com essa replicação estão de acordo com os resultados prévios obtidos por Basili et al. [Basili et al., 1996b]. A técnica PBR teve melhor performance do que Checklist e considerando o documento de requisitos, ambas técnicas tiveram resultados melhores com ATM devido ao fato dos participantes serem mais familiares com o tipo de domínio da aplicação. Pela replicação do experimento foi possível evoluir o pacote de laboratório com novas listas de defeitos dos documentos ATM e PG além de melhorar o pacote com processos experimentais bem definidos. Além disso, outras replicações já foram conduzidas no contexto do Projeto *Readers*.

Uma outra técnica de leitura que pode ser utilizada para inspeção de documentos de requisitos é a *Usage-Based Reading* (UBR) [Thelin, 2002]. A UBR possui como idéia principal focar o esforço da leitura na identificação de defeitos mais críticos no artefato inspecionado. A motivação para basear-se nos defeitos mais críticos é que os defeitos que mais afetam o usuário do software são os mais difíceis de se encontrar, ou seja, os defeitos não são assumidos serem de

mesma importância. Assim, o objetivo da UBR é auxiliar na identificação dos defeitos que têm o impacto mais negativo na qualidade do sistema de acordo com a percepção do usuário.

Assim como a PBR, os casos de uso são utilizados para guiarem os revisores durante a inspeção de um artefato de software. A diferença é que os casos de uso são priorizados (utilizando, por exemplo o *Analytic Hierarchy Process* – AHP), de acordo com ordem de importância dos requisitos do usuário. A diferença existente entre a PBR e a UBR diz respeito à priorização de casos de uso e a utilização dos casos de uso desenvolvidos para inspeções de requisitos, projeto, código e teste.

Uma série de três experimentos foi realizada para avaliar os seguintes objetivos:

1. Investigação dos efeitos do princípio da priorização de casos de uso: os resultados mostraram que a priorização dos casos de uso melhora a eficiência e a efetividade no processo de inspeção quando comparado casos de uso priorizados e não priorizados.
2. Comparação da UBR com a técnica *Checklist Based Reading* (CBR): a UBR foi mais eficiente e efetiva comparada a CBR.
3. Investigação da quantidade de informação necessária nos casos de uso quando eles são utilizados em inspeções UBR: não houve uma resposta clara de quanta informação é necessária para UBR pois essa questão é dependente das experiências dos revisores, da organização do software e o esforço usado nas inspeções. No entanto, foi observado que a aplicação da UBR é mais eficiente quando casos de uso previamente desenvolvidos são utilizados.

Além dessas técnicas, existem as técnicas OORTs [Travassos et al., 2002] e OORTs/ProDeS [Marucci, 2002a] que podem ser utilizadas para verificação e validação de modelos UML. Especificamente em relação às técnicas OORTs/ProDeS, a técnica de leitura ER1 é de interesse deste trabalho pois a mesma compara o Modelo de Casos de Uso gerado a partir do Documento de Requisitos com o próprio Documento de Requisitos.

Assim como a PBR e UBR, as técnicas OORTs também vêm sendo estudadas experimentalmente, o que tem auxiliado em um melhor entendimento e melhoramento das mesmas, ajudando na identificação de diferentes tipos de defeitos em projetos OO [Melo et al., 2001] [Travassos et al., 2002]. Em [Travassos et al., 1999a] foi relatado um experimento que teve objetivo de avaliara a viabilidade de aplicação das OORTs em um projeto OO, além de obter um retorno sobre o formato e o conteúdo das técnicas. O resultado desse experimento contribuiu para

a criação de uma segunda versão das mesmas. Esse experimento foi desenvolvido em um contexto acadêmico e os principais resultados foram que as técnicas são úteis para a detecção de defeitos, a distinção entre horizontal e vertical é real e útil, pois possibilita encontrar mais defeitos de omissão e funcionalidade incorreta na leitura vertical e mais defeitos de ambigüidade e inconsistências entre os artefatos de projeto na leitura horizontal.

Após esse experimento, um Estudo de Observação foi conduzido na Universidade de Maryland (UMCP) possibilitando o entendimento do impacto do conhecimento do domínio no processo de inspeção e da ordem dos passos de aplicação do processo no desempenho dos participantes, entre outras observações.

Com relação a aplicação das OORTs no contexto industrial, [Melo et al., 2001] realizaram um estudo de viabilidade que mostrou que o grau de familiaridade com as técnicas foi fator determinante em relação ao número de defeitos detectados por cada um dos participantes.

Já para as técnicas OORTs/ProDeS, Marucci [Marucci, 2002a] fez um estudo de viabilidade de utilização das técnicas de leitura para o processo ProDeS/UML, utilizando o Sistema de Apoio a Escrita (SAPES) [Turine & Masiero, 1996] como estudo de caso. Inicialmente, a técnica PBR foi aplicada no Documento de Requisitos do SAPES, tendo uma pessoa para cada perspectiva (testador, projetista e usuário). Vários possíveis defeitos foram encontrados e, depois de uma análise, chegou-se a uma lista de seis defeitos.

Sem fazer a correção desses defeitos, o SAPES foi modelado de acordo com os modelos UML especificados para cada fase do ProDeS. Um desses modelos foi o Caso de Uso. Após isso, o estudo de viabilidade foi então conduzido, no qual uma das técnicas utilizada foi a ER1 que tem por objetivo compara o Modelo de Casos de Uso com o Documento de Requisitos. Esse estudo foi realizado com 20 alunos, várias discrepâncias foram relatadas e destas, sete foram consideradas defeitos.

Comparando-se esses defeitos provenientes da aplicação da PBR e ER1, observa-se que um deles é comum e foi detectado pelas perspectivas do usuário e do projetista. Esse fato mostra que essas técnicas podem ser usadas de forma complementar e que elas precisam ser refinadas para que o tempo investido, em atividades de inspeção com a utilização de técnicas que têm a mesma probabilidade de encontrar o mesmo tipo de defeito, seja reduzido.

2.6. Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os principais conceitos e trabalhos relacionados ao tema da dissertação. Assim, comentou-se sobre as principais fases da Engenharia de Requisitos e sobre as dificuldades existentes nessa etapa do desenvolvimento do software. Apresentaram-se os conceitos referentes ao Modelo de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso e Especificação de Casos de Uso), fornecendo a semântica e a sintaxe dessa técnica de modelagem de requisitos uma vez que esse modelo foi o alvo do trabalho aqui apresentado.

Outro ponto abordado foi a atividade de inspeção de software. Os principais conceitos dessa atividade foram apresentados, bem como as principais técnicas de leitura que são utilizadas como suporte para a realização desse processo.

Finalmente, comentaram-se alguns trabalhos relacionados a cada um dos principais assuntos associados com o trabalho aqui proposto, isto é, Modelos de Casos de Uso e Inspeção de Software. Esses trabalhos deram subsídios a vários conceitos e alternativas adotadas na criação das técnicas de leitura propostas nesta dissertação, as quais serão apresentadas no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3

GUCCRA – Técnicas de Leitura para Construção de Modelo de Casos de Uso e Análise do Documento de Requisitos

3.1 Considerações Iniciais

Embora possa parecer o contrário, a construção do Modelo de Casos de Uso não é uma tarefa trivial. Ao optar-se, por exemplo, pela notação UML – *Unified Modeling Language* [OMG, 2003], só se tem o suporte da sintaxe dos diagramas; não se têm diretrizes de como elaborá-los e nem mesmo um processo associado à sua utilização. Assim, a subjetividade e a experiência do projetista pode ter grande influência na sua utilização. O mesmo se observa na literatura, como foi comentado no Capítulo 2; embora existam algumas sugestões para auxiliar a construção de Modelos de Casos de Uso, elas não fornecem um modo sistemático e padronizado para a criação dos mesmos.

Não obstante esse fato, a construção de Modelos de Casos de Uso com a notação UML tem sido amplamente utilizada, independentemente do paradigma a ser seguido para o desenvolvimento do software. Existem algumas técnicas que utilizam essa alternativa como uma ferramenta de suporte, bem como outras que dão suporte à avaliação desses modelos. Por exemplo, a PBR-Usuário [Basili et al., 1996a], sugere a elaboração de casos de uso para realizar a inspeção do Documento de Requisitos, as OORTs (*Object-Oriented Reading Techniques*) [Travassos et al., 2002] correspondem a um conjunto de técnicas de leitura que dão suporte às atividades de verificação e validação de projetos de alto nível baseados em modelos UML e as OORTs/ProDeS (*Object-Oriented Reading Techniques/Processo de Desenvolvimento de Software*) [Marucci, 2002a] que correspondem a um conjunto de técnicas de leitura que dão

suporte às atividades de verificação e validação de modelos UML associados a um processo específico de desenvolvimento de software orientado a objetos.

Assim, com o objetivo de contribuir na atividade de construção de Modelos de Casos de Uso, este capítulo apresenta as técnicas de leitura GUCCRA – *Guidelines for Use Case Construction and Requirements document Analysis* propostas neste trabalho. Essas técnicas são compostas de duas leituras: AGRT – *Actor Goal Reading Technique* e UCRT – *Use Case Reading Technique*. Elas fornecem diretrizes para a elaboração do Modelo de Casos de Uso de forma que, à medida que o modelo é construído, essas diretrizes provocam uma inspeção no Documento de Requisitos, dando suporte à detecção de vários defeitos no mesmo.

O capítulo está organizado da seguinte maneira: na Seção 3.2 comenta-se a motivação e de que forma as técnicas GUCCRA foram criadas; nas Seções 3.3 e 3.4 descrevem-se, passo a passo, as técnicas de leitura AGRT e UCRT, respectivamente. Na Seção 3.5 comenta-se uma estratégia para aplicação dessas técnicas e na Seção 3.6 apresentam-se as Considerações Finais.

3.2. As Técnicas de Leitura GUCCRA

A definição das técnicas de leitura propostas neste trabalho foi baseada em outras duas técnicas: a PBR-Usuário [Basili et al., 1998] e a ER1, que é uma das técnicas das OORTs/ProDes [Marucci, 2002a]. A motivação para definição dessas técnicas veio do seguinte fato: por um lado, tinha-se a PBR-Usuário que utilizava o Modelo de Casos de Uso como modelo de suporte para fazer a inspeção no Documento de Requisitos. Esse modelo, se bem elaborado durante a atividade de inspeção, poderia ser uma versão inicial para a etapa seguinte, de modelagem. Por outro lado, tinha-se a técnica ER1 que foi definida para fazer a validação de um Modelo de Casos de Uso em comparação com o Documento de Requisitos que deu origem a ele. No entanto, em ambos os casos, não havia diretrizes a serem seguidas para que o Modelo de Casos de Uso elaborado durante uma aplicação da PBR-Usuário pudesse ser efetivamente o modelo inicial do sistema, nem para que um Modelo de Casos de Uso que precisasse passar por uma atividade de validação em relação ao Documento de Requisitos estivesse numa versão tal que a quantidade de discrepâncias observadas fosse a menor possível para que o tempo de desenvolvimento fosse otimizado.

Assim, o objetivo das técnicas GUCCRA foi agregar em uma mesma atividade – a atividade de construção de Modelos de Casos de Uso – diretrizes para sistematizar a construção desses modelos e, embutido nessas diretrizes, instruções para inspecionar o Documento de Requisitos de tal forma que defeitos fossem detectados à medida que o Modelo de Casos de Uso fosse construído.

Como o foco principal foi no Modelo de Casos de Uso (sua construção) e a técnica ER1 também possuía esse mesmo foco, isto é, o Modelo de Casos de Uso, com a intenção de validá-lo, essa técnica se apresentava num formato mais apropriado, como ponto de partida, para o que se desejava. Além disso, o próprio estilo de redação dessa técnica era muito mais procedimental (algorítmico) e sistemático do que o da PBR-Usuário. Inclusive alguns passos da ER1 puderam ser aproveitados na redação da GUCCRA. Tomadas essas decisões, as técnicas GUCCRA foram redigidas, possuindo uma apresentação e um formato similar ao da ER1, sendo divididas em etapas, compostas de passos. Elas abordaram, no seu conteúdo, o máximo possível tanto da ER1, transformando em diretrizes, muitos aspectos que eram utilizados para avaliar um Modelo de Casos de Uso depois de pronto, quanto da PBR-Usuário, transformando também em diretrizes as questões que compõem essa técnica, a fim de instruir o projetista a relatar os defeitos do Documento de Requisitos que impossibilitavam ou atrapalhavam a construção dos Modelos de Casos de Uso.

Ressalta-se que a aplicação das técnicas GUCCRA não possibilita a exclusão da atividade de inspeção no Documento de Requisitos. No entanto, caso o Documento de Requisitos não tenha sido inspecionado anteriormente, é possível, durante a modelagem dos requisitos com as técnicas GUCCRA, a realização de uma inspeção sob o ponto de vista do usuário. Porém, o resultado dessa atividade pode vir a ser mais onerosa, conforme será observado durante este capítulo.

Dessa forma, em relação às famílias de técnicas de leitura mencionadas no Capítulo 2, as técnicas GUCCRA incorporam em seus procedimentos as atividades dos dois ramos principais, isto é, o ramo de construção e o de análise. Na Figura 3.1 rerepresenta-se a Figura 2.11 com a inserção das técnicas GUCCRA.

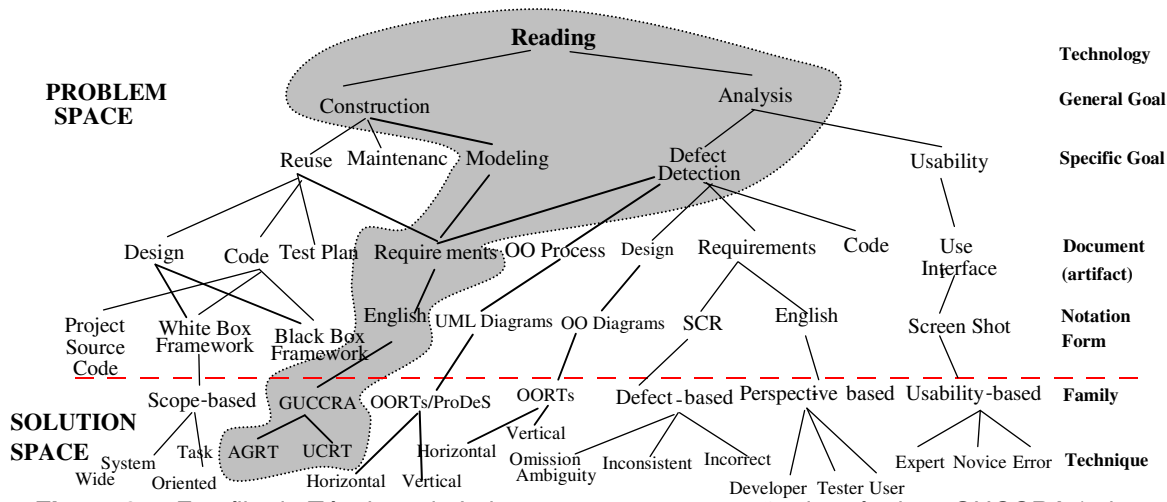


Figura 3.1. Família de Técnicas de Leituras com representação das técnicas GUCCRA (adaptado de [Basili et al., 1996a])

Observando-se a Figura 3.1, as leituras que compõem as técnicas GUCCRA são a AGRT – *Actor Goal Reading Technique*, que tem por objetivo identificar os atores e seus objetivos e a UCRT – *Use Case Reading Technique*, que tem por objetivo construir os casos de uso e suas especificações. Essas técnicas devem ser aplicadas conforme mostra a Figura 3.2.

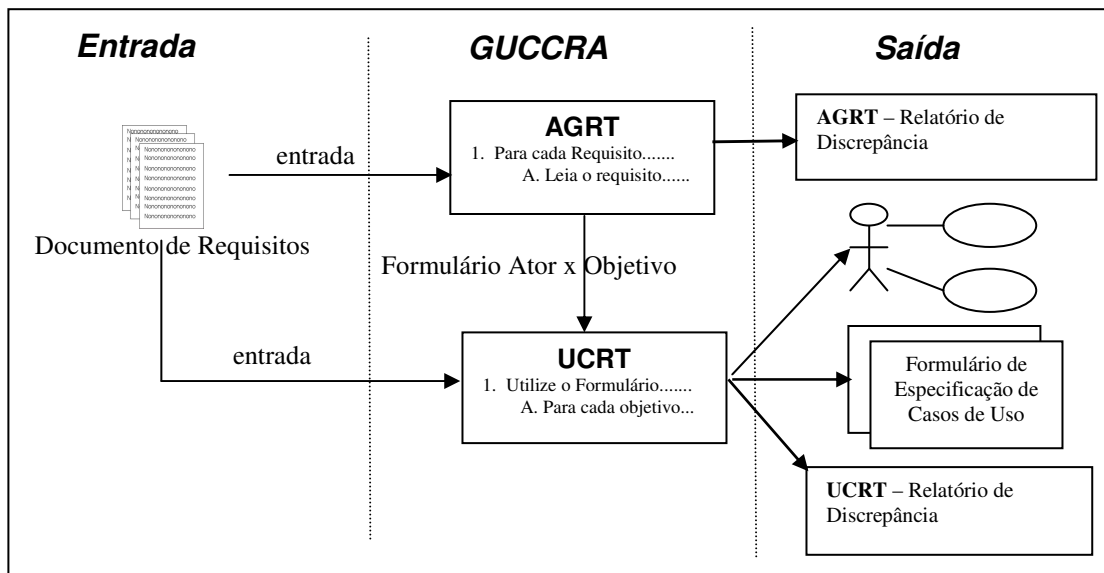


Figura 3.2. Ordem de aplicação das técnicas GUCCRA

Como pode ser observado na Figura 3.2, a primeira técnica a ser aplicada é a AGRT. A entrada para essa técnica é o Documento de Requisitos (o qual pode ter sido inspecionado ou não), o qual deve estar no padrão IEEE [IEEE, 1998] ou possuir, ao menos, seções equivalentes

às seções Definições, Funções do Produto, Características do Usuário, Requisitos Funcionais e Requisitos Não-Funcionais desse padrão. Essa técnica gera como saída o Formulário Ator X Objetivo e o Relatório de Discrepâncias decorrente da aplicação dos seus passos, sendo o Documento de Requisitos entrada para a técnica UCRT. Esta, por sua vez, gera como saída o Modelo de Casos de Uso e outro Relatório de Discrepâncias contendo as discrepâncias decorrentes da mesma.. Essa forma de aplicação das técnicas foi utilizada no experimento que será apresentado no Capítulo 4, mas na Seção 3.5 comenta-se uma outra estratégia de aplicação das mesmas.

3.3. Actor-Goal Reading Technique (AGRT)

A técnica AGRT tem por objetivo entender o Documento de Requisitos existente, possibilitando a identificação de possíveis atores e objetivos de uso do sistema, além da identificação de defeitos no Documento de Requisitos.

O conceito de ator da técnica é o mesmo fornecido pelos trabalhos relacionados a casos de uso mencionados no Capítulo 2. O conceito de objetivo foi extraído de Alistair Cockburn [Cockburn, 2001] e representa um desejo (necessidade) do ator em realizar uma determinada tarefa no sistema. Por sua vez, o sistema possui responsabilidades para realizar o objetivo desejado pelo ator. Assim, segundo [Cockburn, 2001], o próprio sistema pode ser considerado um ator, denominado ator interno, o qual, na realidade, representa o próprio sistema em desenvolvimento.

Nas próximas subseções serão comentadas cada etapa da AGRT e seus respectivos passos, sendo que a técnica propriamente dita é apresentada no pacote de laboratório do Apêndice A. Os nomes das subseções estão baseados no propósito da etapa.

3.3.1. Marcação do Documento de Requisitos (Etapa I)

Propósito: realizar a leitura do Documento de Requisitos com o intuito de entender a funcionalidade descrita pelo mesmo.

Entrada: Documento de Requisitos.

Saída: Documento de Requisitos marcado com substantivos candidatos a atores, verbos ou descrições de ações candidatos a funcionalidades do sistema e restrições ou condições associadas aos substantivos e/ou verbos.

Embora essa etapa tenha sido baseada na ER1 das OORTs/ProDeS, a notação utilizada para a marcação de substantivos, verbos e restrições foi alterada. Enquanto na ER1 era utilizada uma cor diferente para cada elemento marcado, na AGRT foi utilizado um traço para a marcação de substantivos, uma elipse para verbos e um retângulo para restrições.

A ação a ser realizada nessa etapa é representada genericamente na Figura 3.3 e exemplificada em relação à seção Funções do Produto e seção Requisitos Funcionais nas Figuras 3.4 e 3.5, respectivamente.

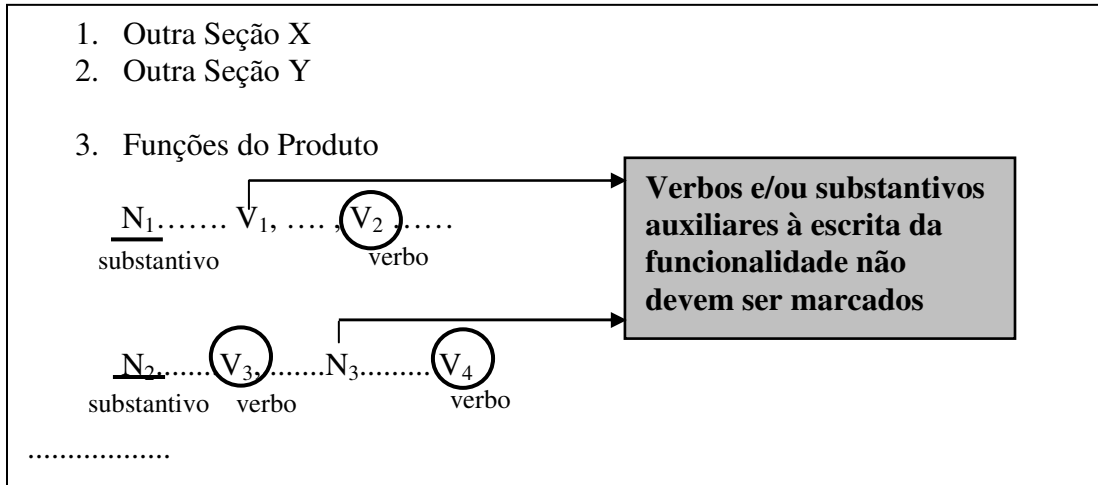


Figura 3.4. Marcação Genérica

Observa-se pelas Figuras 3.4 e 3.5 que apenas substantivos e verbos que são candidatos, respectivamente, a atores e funcionalidades são marcados. Substantivos que não representem atores do sistema e verbos auxiliares que são utilizados apenas para a redação do Documento de Requisitos não devem ser marcados. Por exemplo, *itens bibliográficos* apesar de ser um substantivo, não deve ser marcado pois não se trata de um candidato a ator. Da mesma forma, o verbo *permitir* no requisito funcional número um da Figura 3.5 não corresponde a uma funcionalidade.

Como nessa etapa só são registradas essas marcações, não existem passos para identificação de defeitos no Documento de Requisitos.

2.1 Funções do Produto

O SAPES fornece ao pesquisador as seguintes funções:

- Inclusão, alteração e exclusão de itens bibliográficos;
- Importação de itens bibliográficos de outros pesquisadores que utilizam o SAPES;
- Consultas dos itens bibliográficos armazenados e Emissão de Relatórios;
- Geração automática de um arquivo de referências bibliográficas a partir da identificação de citações (padrão ABNT) colocadas em um documento redigido pelo pesquisador.

Figura 3.5. Exemplo de Marcação da Seção Funções do Produto

3.1 Requisitos Funcionais

1. O sistema deve permitir a inserção, alteração e exclusão de *itens bibliográficos*, mantendo uma *bibliografia*.
2. O sistema deve solicitar ao pesquisador os *itens de informação* necessários para cadastrar um *item bibliográfico* na *bibliografia*. Os *itens de informação* são: título, autor (es), data (mês/ano), local, resumo da *publicação*, assunto, *numeração física*, editora, periódico (volume, número, páginas), congresso e *forma de citação*.
3. O sistema deve fornecer mensagens de erro quando *itens bibliográficos* incompletos forem inseridos. Tais mensagens interrogam o pesquisador se deseja cancelar a operação de inserção, completar as informações incompletas ou concluir a inserção assim mesmo.
4. O sistema deve, no caso de ocorrer a tentativa de inserção de um *item bibliográfico* já existente, comunicar ao pesquisador a existência deste *item bibliográfico* na *bibliografia*. Se, neste caso, o pesquisador confirmar a operação de inserção, o sistema deve informar que tal operação irá alterar o *item bibliográfico* existente.
5. O sistema deve gerar automaticamente a *forma de citação* (*código de citação*) seguindo o padrão *ABNT* quando o pesquisador inserir um *item bibliográfico* na *bibliografia*.
6. O sistema deve fornecer facilidades para criação e manutenção de uma lista de *sinônimos*, para os seguintes *itens de informação* de um *item bibliográfico* da *bibliografia*: autor, título, editora, periódico e congresso.
7. O sistema deve permitir a alteração dos *itens de informação* de um *item bibliográfico* da *bibliografia*, com exceção do *código de citação* que é gerado automaticamente pelo sistema. O usuário pode mudar o *item bibliográfico* e o pesquisador pode localizar um *item bibliográfico* pelos *itens de informação*: autor, título e pelos *sinônimos* de autor e título, respectivamente.
8. O sistema deve permitir a exclusão de um *item bibliográfico* se esse item existe na *bibliografia*. O pesquisador pode localizar um *item bibliográfico* a ser excluído pelos *itens de informação*: autor, título e pelos *sinônimos* de autor e título, respectivamente.
9. O sistema deve permitir a inserção de *itens bibliográficos* importados de *bibliografias* de outros pesquisadores, através dos *itens de informação* autor e título e também pelos *sinônimos* de autor e título, respectivamente. A operação de inserção pode exigir ou não confirmação. A importação de itens pode ser total toda a *bibliografia* do pesquisador ou parcial (somente alguns *itens bibliográficos*).
10. O sistema não deve permitir a alteração da *bibliografia* por pesquisadores não autorizados (Segurança de Acesso).
11. O tempo de resposta para as todas as operações não deve exceder três segundos.

Figura 3.6. Exemplo da Marcação na Seção Requisitos Funcionais

3.3.2. Identificação de Atores e respectivos Objetivos (Etapa II)

Propósito: identificar atores e seus respectivos objetivos de utilização do sistema.

Entrada: Documento de Requisitos marcado na Etapa I

Saída: Formulário Ator x Objetivo e Relatório de Discrepâncias

O Formulário Ator x Objetivo (FAO) é baseado na Lista Ator X Objetivo proposta por Cockburn [Cockburn, 2001], a qual auxilia no entendimento dos serviços que o sistema irá oferecer, servindo como um ponto de negociação inicial com os *stakeholders*. O FAO (Figura 3.6) tem como propósito associar atores, seus respectivos objetivos e o local do Documento de Requisitos em que essas informações foram encontradas.

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência

Figura 3.7. Formulário Ator X Objetivo (FAO)

Outro artefato gerado como saída da Etapa II é o Relatório de Discrepância, o qual é utilizado para relatar os possíveis defeitos encontrados durante a aplicação de todos os passos da técnica. Esse relatório foi adaptado do Relatório de Discrepância proposto em [Travassos et al., 2002], e também utilizado em [Marucci, 2002a]. Uma característica do relatório é marcar o possível defeito encontrado bem como o tipo de discrepância. Para tal marcação é utilizada a mesma taxonomia de defeitos do Projeto *Readers* apresentada no Capítulo 2. O Relatório de Discrepância para a técnica AGRT é mostrado no Pacote de Laboratório do Apêndice A.

Passo A

Nesse passo o propósito da Etapa II é realizado no que se refere à seção Requisitos Funcionais, ou seja, analisando essa seção do Documento de Requisitos, identificam-se os atores, seus respectivos objetivos e o requisito funcional em que essas informações foram identificadas, sendo que este deve receber uma marcação para indicar que já foi avaliado. Esse passo deve ser realizado para todos os requisitos funcionais constantes no Documento de Requisitos. Um

exemplo da aplicação do passo A nos requisitos funcionais RF1 e RF2 do Documento de Requisitos do SAPES é mostrado na Figura 3.7.

3.1 Requisitos Funcionais

1. O sistema¹ deve permitir a inserção², alteração³ e exclusão⁴ de *itens bibliográficos*, mantendo uma *bibliografia*. ✓

2. O sistema¹ deve solicitar ao *pesquisador* os *itens de informação* necessários para cadastrar⁵ um *item bibliográfico* na *bibliografia*. Os *itens de informação* são: título, autor (es), data (mês/ano), local, resumo da *publicação*, assunto, *numeração física*, editora, periódico (volume, número, páginas), congresso e *forma de citação*. ✓

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência
Sistema ¹	Inserir item bibliográfico ²	RF1
	Alterar item bibliográfico ³	RF1
	Excluir item bibliográfico ⁴	RF1
	Cadastrar item bibliográfico ⁵	RF2

Figura 3.8. Exemplo de preenchimento do FAO após passo A da Etapa II

Os números sobrescritos nos requisitos funcionais e no Formulário Ator x Objetivo são utilizados apenas para efeito de explicação da associação realizada e, portanto, não são usados na aplicação da técnica propriamente.

Caso não seja identificado um candidato a ator para um objetivo identificado, deve-se procurar em outras seções do Documento de Requisitos o provável ator a ser associado com esse objetivo. Se ainda assim o ator não for identificado o Relatório de Discrepâncias deve ser preenchido indicando o defeito do Documento de Requisitos. Nesse caso tem-se um exemplo de um defeito de Omissão, de acordo com a Taxonomia de Defeitos utilizada no Projeto *Readers*.

Nesse passo ainda pode ocorrer a situação de serem identificados objetivos que já constam do FAO. Nesse caso deve-se apenas complementar o FAO com apenas o ator ou o objetivo que não consta desse formulário além do número do requisito funcional, na coluna Referência, em que isso acontece. Se tanto atores e objetivos já estiverem associados no FAO deve-se preencher apenas a coluna “Referência” com o número do requisito funcional em que a associação ator/objetivo foi encontrada.

Síntese do Passo A

Na Figura 3.8 é mostrada, de forma algorítmica, a associação de substantivos, verbos e locais do Documento de Requisitos em que essas informações foram identificadas. A função de transição utilizada para essa associação, ou seja, o mapeamento dos substantivos e verbos em atores e objetivos, respectivamente, é definida como:

$$F(S_n, \text{marcado}) = A_n$$

$$F(V_n, \text{marcado}) = O_n$$

na qual S é substantivo, A é ator, V é verbo e o O é objetivo

```

1 Para cada  $RF_n \in RF$  faça:
2   SE não existir  $S_n$  para  $V_n$  então
3     SE (ENCONTRAR( $V_n$ , Outras Seções) = FALSO)
4       "Discrepância Identificada"
5     SENÃO SE ( $S_n \in \text{FAO} \ \& \ V_n \in \text{FAO}$ )
6       "Adicione  $RF_n$  na coluna 'Referência' do FAO"
7     SENÃO SE ( $S_n \in \text{FAO} \ \& \ V_n \notin \text{FAO}$ )
8       "Adicione  $V_n$  na coluna 'Objetivo' e  $RF_n$  na
9         coluna 'Referência' do ator  $S_n$  no FAO"
10    SENÃO
11      "Adicione  $S_n$  na coluna 'Ator',  $V_n$  na coluna
12        'Objetivo' e  $RF_n$  na coluna 'Referência do FAO"
12
13  Marque o  $RF_n$  no DR (documento de requisitos)

```

Figura 3.9. Algoritmo do Passo A da Etapa II da AGRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.8:

- **Função:** ENCONTRAR(V_n , Outras Seções)
 - Objetivo: encontrar um ator, em outras seções do Documento de Requisitos, para o verbo V_n .
 - Parâmetros: V_n (verbo candidato a objetivo que não possui um ator associado) e Outras Seções (inicialmente a seção Características do Usuário. Em caso de não encontrar o ator nessa seção procurar nas demais seções do Documento de Requisitos).

Passo B

Nesse passo o propósito da Etapa II é realizado no que se refere à seção Funções do Produto, ou seja, analisando essa seção do Documento de Requisitos, identificam-se os atores, seus respectivos objetivos. Ressalta-se que a análise dessa seção é posterior à da seção de Requisitos Funcionais, pois isso é uma forma de avaliar o próprio Documento de Requisitos, uma vez que todo ator e objetivo identificados nessa seção deveriam estar detalhados nos requisitos funcionais e, portanto, já deveriam ter sido relacionados no FAO. Na Figura 3.9, essa situação é exemplificada com funcionalidades encontradas na seção Funções do Produto que não estão relacionadas no FAO. Esse fato deve ser relatado no Relatório de Discrepâncias, pois caracteriza um defeito do tipo Omissão de funcionalidade no Documento de Requisitos.

2.1 Funções do Produto

O SAPES fornece ao *pesquisador* as seguintes funções:

- Consultas dos itens bibliográficos armazenados e Emissão de Relatórios;

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência
Pesquisador	Cancelar inserção	RF3
	Completar informações	RF3
	Concluir inserção	RF3
	Inserir item bibliográfico	RF5
	Localizar item bibliog	As funcionalidades consultar item bibliográfico e emitir relatório não foram encontradas no FAO e uma discrepância deve ser relatada.
	Excluir item	
	Autorizar P	

Figura 3.10. Funcionalidade da seção Funções do Produto não encontrada no FAO

Ao fim da etapa II, o FAO contém todas as associações identificadas no Documento de Requisitos. Na Figura 3.10 é mostrado o FAO, preenchido após a aplicação dos passos A e B, com os atores e respectivos objetivos extraídos do Documento de Requisitos do SAPES.

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência
Sistema	Inserir item bibliográfico	RF1, RF3, RF4, RF9
	Cadastrar item bibliográfico	RF2
	Alterar item bibliográfico	RF1, RF4, RF10
	Excluir item bibliográfico	RF1
	Fornecer Mensagem de Erro	RF3
	Comunicar existência de item bibliográfico	RF4
	Informar alteração de item bibliográfico	RF4
	Gerar Forma de Citação	RF5
	Criar Lista de Sinônimos	RF6
	Manter Lista de Sinônimos	RF6
	Alterar itens de informação	RF7
	Importar item bibliográfico	RF9
Pesquisador	Cancelar inserção	RF3
	Completar informações	RF3
	Concluir inserção	RF3
	Inserir item bibliográfico	RF5
	Localizar item bibliográfico	RF7
	Excluir item bibliográfico	RF8
	Autorizar Pesquisador	RF10
Usuário	Mudar item bibliográfico	RF7
SAPES	Incluir item bibliográfico	2.1
	Alterar item bibliográfico	2.1
	Excluir item bibliográfico	2.1
	Importar item bibliográfico	2.1
	Consultar item bibliográfico	2.1
	Emitir Relatório	2.1
	Gerar referência bibliográfica	2.1

Figura 3.10. Exemplo de preenchimento do FAO após aplicação do passo B da Etapa II

Síntese do Passo B

Na Figura 3.11 é mostrada, de forma algorítmica, a associação de substantivos e verbos encontrados na seção Funções do Produto, em atores e objetivos no Formulário Ator X Objetivo.

```

1 Para seção FP faça:
2     SE (Sn ∉ FAO & Vn ∉ FAO ) então
3         "Adicione Nn na coluna 'Ator', Vn na coluna
4         'Objetivo' e RFn na coluna 'Referência' do FAO"
5         Discrepância Identificada
6
7     SENÃO SE(Sn ∈ FAO & Vn ∈ FAO )
8         "Adicione somente RFn na coluna 'Referência' do
9         FAO"

```

Figura 3.11. Algoritmo do passo B da etapa II da AGRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.11:

- Caso ocorrer a condição da linha 2 da Figura 3.11, uma discrepância deve ser relatada em decorrência da seguinte relação:

$$(\forall A_n \wedge \forall O_n) \in \text{FP} \rightarrow (\exists A_n \wedge \exists O_n) \in \text{RF}$$

na qual FP é a seção Funções do Produto e RF é a seção Requisitos Funcionais

3.3.3. Eliminação de redundâncias e inconsistências no Formulário Ator X Objetivo (Etapa III)

Propósito: eliminar redundâncias e/ou inconsistências contidas no FAO.

Entrada: Formulário Ator X Objetivo

Saída: Formulário Ator X Objetivo sem redundâncias, Relatório de Discrepâncias, Lista de Objetivos Não Associados

Nessa etapa o objetivo é eliminar redundâncias e inconsistências no FAO que foram provenientes de defeitos no Documento de Requisitos. Por exemplo, o FAO pode conter dois objetivos diferentes devido a nomes diferentes para a mesma funcionalidade no Documento de Requisitos; outra possibilidade é o FAO conter objetivos que não possuem um ator que possa ser associado a eles. Nesse último caso, esses objetivos devem ser transferidos para a Lista de Objetivos Não Associados.

Passo A

O passo A possui como objetivo verificar, para cada ator listado no FAO, se existem objetivos denominados de forma diferentes, porém sugerindo semanticamente a mesma funcionalidade. Levando em consideração o ator sistema do FAO da Figura 3.10 observa-se que os objetivos *inserir item bibliográfico* e *cadastrar item bibliográfico*, embora sintaticamente diferentes, podem representar semanticamente a mesma funcionalidade. Para tomar essa decisão, os requisitos funcionais ou seções do Documento de Requisitos referenciados no FAO devem ser analisados. No caso da funcionalidade ser a mesma, deve-se escolher o nome mais apropriado para o objetivo e as suas referências devem ser agrupadas, conforme é mostrado na Figura 3.12.

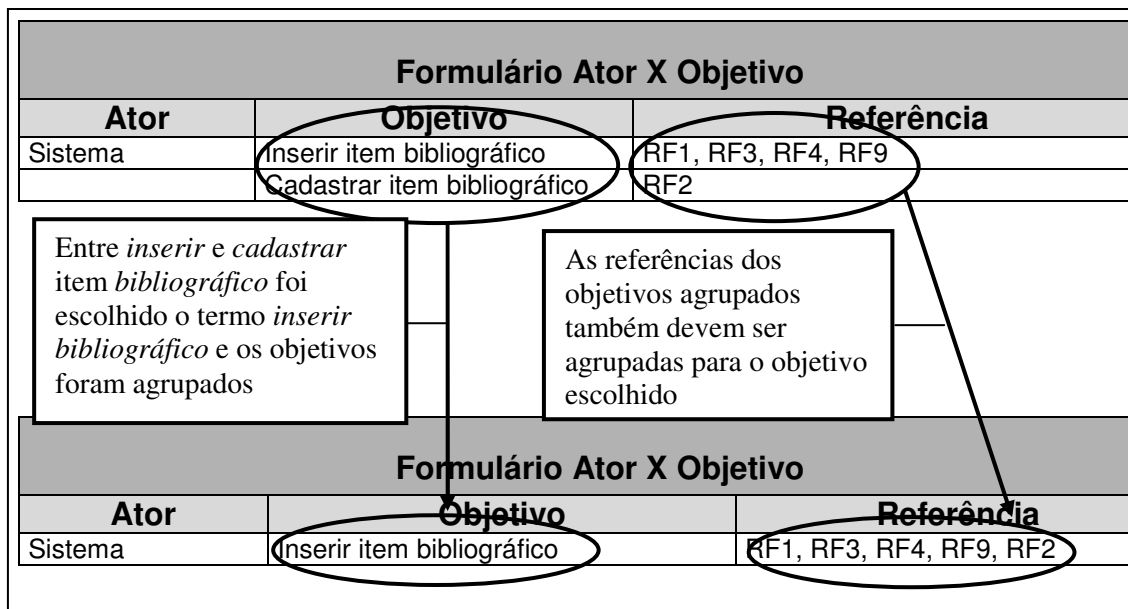


Figura 3.12. Eliminação de redundâncias intra-atores

O fato representado na Figura 3.12 requer um relato no Relatório de Discrepâncias caracterizando um defeito do tipo Informação Inconsistente.

Síntese do Passo A

O passo A, utilizado para a identificação de objetivos semanticamente semelhantes intra-atores é mostrado, de forma algorítmica, na Figura 3.13.

```

1 Para cada  $A_m$  no FAO faça:
2 Enquanto ( $O_n \in A_m$ )
3 SE (SEMANTICA( $O_n$ , OBJETIVOS( $A_m$ )) = VERDADEIRO)
4     "Escolha o melhor nome para o objetivo e agrupe
5     as referências ao nome escolhido"
6     "Discrepância Identificada"
7 SENÃO
8      $n \leftarrow n + 1$ ;

```

Figura 3.13. Algoritmo do passo A da Etapa III da AGRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.13:

- **Função:** SEMANTICA(O_n , OBJETIVOS(A_m))
 - Objetivo: comparar objetivos com o intuito de descobrir se existem objetivos com nomes diferentes porém representando a mesma funcionalidade.
 - Parâmetros: O_n (objetivo base a ser comparado com os demais objetivos do ator analisado) e OBJETIVOS(A_m).
- **Função:** OBJETIVOS(A_m)
 - Objetivo: retornar cada um dos objetivos do ator A_m .
 - Parâmetros: A_m (ator em questão na qual os objetivos estão sendo analisados).

Passo B

No passo B, caso tenha sido identificado o ator denominado sistema ou o ator cujo nome é o próprio nome do sistema sendo desenvolvido (nesse caso, SAPES), eles devem ser analisados de acordo com o conceito de ator interno de Cockburn [Cockburn, 2001]. Assim, para cada objetivo do ator *Sistema* e/ou <nome do sistema>, deve-se verificar a possibilidade dele estar relacionado a outro(s) ator(es) do Formulário Ator X Objetivo. Em caso de encontrar em outros atores o objetivo ou objetivos que, aparentemente, pareçam se tratar da mesma funcionalidade, eles devem ser marcados, no FAO, com uma mesma letra. Caso o objetivo não seja identificado em outros atores, ele deve ser marcado com asterisco. Na Figura 3.14 é apresentado um exemplo em que, partindo-se do objetivo *inserir item bibliográfico* do ator *Sistema*, encontrou-se o mesmo objetivo e um objetivo que, aparentemente, possui a mesma funcionalidade nos atores *Pesquisador* e *SAPES*, respectivamente. Antes de atribuir a letra a esse conjunto de objetivos deve-se se certificar de que as funcionalidades sejam realmente as mesmas. Caso os objetivos

marcados com a mesma letra não tenham a mesma denominação (como foi o caso de exemplo da Figura 3.14), deve-se relatar esse fato no Relatório de Discrepâncias, pois o Documento de Requisitos está tratando a mesma funcionalidade com denominações diferentes.

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência
Sistema	Inserir item bibliográfico A	RF1, RF3, RF4, RF9, RF2
	Comunicar existência de item bibliográfico	RF4
Pesquisador	Fornecer Mensagem de erro	RF3
	Inserir item bibliográfico A	RF5
Usuário	Mudar item bibliográfico	RF7
SAPES	Incluir item bibliográfico A	2.1
	Alterar item bibliográfico	2.1
	Consultar item bibliográfico	2.1

Figura 3.14. Marcação de objetivos de atores interno e externo

Quando não existir mais objetivo associado aos atores Sistema ou <nome do sistema> sem marcação de letra ou asterisco, os conjuntos marcados com letra devem ser tratados como mostra a Figura 3.15. Ou seja, escolhe-se o nome mais apropriado, elimina-se o objetivo dos atores Sistema e/ou <nome do sistema> e agrupam-se as referências junto com as referências do(s) ator(es) externo(s) marcado(s) com a mesma letra.

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência
Sistema	Inserir item bibliográfico A	RF1, RF3, RF4, RF9, RF2
	Comunicar existência de item bibliográfico	RF4
Pesquisador	Fornecer Mensagem de erro	RF3
	Inserir item bibliográfico A	RF1, RF3, RF4, RF9, RF2, 2.1, RF5
Usuário	Mudar item bibliográfico	RF7
SAPES	Incluir item bibliográfico A	2.1
	Alterar item bibliográfico	2.1
	Consultar item bibliográfico	2.1

Figura 3.15. Eliminação dos objetivos de atores internos e agrupamento das respectivas referências com objetivos de atores externos

Por sua vez, se o objetivo estiver marcado com asterisco, como mostra a Figura 3.16, deve-se verificar se a funcionalidade associada a ele pode estar relacionada a outro ator. Em caso afirmativo o objetivo e o conjunto de referências são transferidos para esse ator e eliminados do ator interno. Caso contrário, o objetivo e as referências são registradas na Lista de Objetivos Não Associados e eliminados do ator interno.

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência
Sistema	Comunicar existência de item bibliográfico *	RF4
Pesquisador	Fornecer Mensagem de Erro Inserir item bibliográfico A	9,
	Localizar item bibliográfico	RF7
Usuário	Mudar item bibliográfico	RF7
SAPES	Consultar item bibliográfico *	2.1

Objetivos de atores internos não encontrados em atores externos do FAO.

Figura 3.16. Objetivos não encontrados em atores externos

Passo C

Este passo é semelhante ao passo A, sendo que aqui o intuito é eliminar as redundâncias dos objetivos inter-atores, enquanto que no passo A o intuito é eliminar as redundâncias dos objetivos intra-atores.

Assim, os objetivos associados a atores distintos são analisados com o intuito de verificar se existem objetivos com denominações diferentes, mas que sugiram a mesma funcionalidade. Se existir, esses objetivos são marcados com um mesmo número, formando um subconjunto, conforme exemplificado na Figura 3.17.

Formulário Ator X Objetivo	
Ator	Objetivo
Pesquisador	Fornecer Mensagem de Erro Alterar item bibliográfico 1
Usuário	Mudar item bibliográfico 1

Objetivos inter-atores semanticamente idênticos são marcados com o mesmo número, formando um subconjunto.

Figura 3.17. Criação de subconjunto de objetivos comuns inter-atores

Verificando o subconjunto de objetivos identificado pelo número 1 e com o auxílio das referências do FAO relacionadas ao Documento de Requisitos, pode-se concluir que esses dois nomes de objetivos estão representando a mesma funcionalidade. Deve-se então escolher o nome mais apropriado para ser utilizado em todas as ocorrências do mesmo, conforme a Figura 3.18.

Formulário Ator X Objetivo	
Ator	Objetivo
Pesquisador	Alterar item bibliográfico
Usuário	Alterar item bibliográfico

Com a aplicação do passo C, os objetivos inter-atores ficam com o mesmo nome

Figura 3.18. Padronização da denominação de objetivos inter-atores

A situação ocorrida na Figura 3.18, ou seja, a inconsistência de objetivos inter-atores deve ser relatada no Relatório de Discrepância pois corresponde a uma Informação Inconsistente no Documento de Requisitos.

Assim, ao final da aplicação da etapa III tem-se um Formulário Ator X Objetivo sem redundâncias e inconsistências, pronto para ser utilizado pela próxima técnica (UCRT).

3.3.4. Verificação dos requisitos funcionais utilizados (Etapa IV)

Propósito: verificar se todos os requisitos funcionais declarados no Documento de Requisitos foram utilizados como referência no Formulário Ator X Objetivo.

Entrada: Documento de Requisitos

Saída: Relatório de Discrepâncias

Nesse passo verifica-se se todos os requisitos funcionais do Documento de Requisitos foram utilizados na coluna “Referência” do FAO, uma vez que, durante a associação de atores e objetivos na etapa II, o requisito funcional referenciado no FAO é marcado no Documento de Requisitos.

Caso exista algum requisito funcional não marcado, o Relatório de Discrepância deve ser preenchido pois ou alguma informação necessária para o sistema pode estar em local errado do Documento de Requisitos ou informação desnecessária para o sistema pode estar presente no Documento de Requisitos. No Documento de Requisitos do SAPES, por exemplo, o requisito funcional RF11 (*11. O tempo de resposta para as todas as operações não deve exceder três segundos*) não foi utilizado no FAO pois se trata de um requisito não-funcional que está inserido em uma seção incorreta do Documento de Requisitos.

Síntese da Etapa IV

Essa etapa é representada, de forma algorítmica, pela Figura 3.19.

```

1   Para cada  $RF_n$  no DR faça:
2       SE ( $RF_n \not\subset \checkmark$ ) então
3           “Verificar  $RF_n$ ”
4           SE ( $RF_n = RNF \ || \ RF_n \supset$  informação desnecessária)
5               “Discrepância Identificada”.
    
```

Figura 3.19. Algoritmo da etapa IV da AGRT

3.4. Use Case Reading Technique (UCRT)

A técnica UCRT tem por objetivo criar o Modelo de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso e Especificação de Casos de Uso). Assim como a AGRT, apresentada anteriormente, a UCRT também identifica defeitos no Documento de Requisitos. Os artefatos utilizados são o Formulário Ator X Objetivo gerado pela aplicação da AGRT e o Documento de Requisitos. Os artefatos gerados como saída são o Diagrama de Casos de Uso e a Especificação de Casos de Uso sendo que o primeiro é baseado na UML [OMG, 2003] e o segundo em modelos de especificações de casos de uso propostos na literatura [Kulak & Guiney, 2000] [Ryser and Glinz, 2000] [Schneider & Winters, 2001] [Cockburn, 2001].

A técnica UCRT é composta de duas etapas. A primeira tem o propósito de entender os objetivos de cada ator, identificados no Formulário Ator X Objetivo, para a criação dos casos de uso preliminares. A segunda utiliza os casos de uso preliminares, identificados anteriormente, para que os mesmos sejam especificados e possíveis associações com os estereótipos <<include>> e /ou <<extend>> sejam identificadas.

3.4.1. Criação de Casos de Uso Preliminares (Etapa I)

Propósito: entender os objetivos dos atores representados no FAO para a criação de casos de uso preliminares.

Entrada: Documento de Requisitos marcado e Formulário Ator X Objetivo (FAO)

Saída: Formulário de Casos de Uso Preliminares (FCUP)

O Formulário de Casos de Uso Preliminares (FCUP) gerado como saída dessa etapa (Figura 3.20) possui como propósito registrar os casos de uso preliminares a partir dos objetivos contidos no FAO e os possíveis relacionamentos e associações que possam existir entre eles. Para a Etapa I da UCRT utilizam-se somente as colunas “Número”, “Ator”, “Caso de Uso” e “Referências” do FCUP.

Formulário de Casos de Uso Preliminares						
Nº	Ator	Caso de Uso	Referência	Relacionamento	Include	Especificado

Figura 3.20. Formulário de Casos de Uso Preliminares

Passo A

O propósito do passo A é transformar os objetivos do FAO referentes as principais funcionalidades do sistema em casos de uso preliminares no FCUP. Esses objetivos correspondem àqueles que possuem uma referência à seção Funções do Produto do Documento de Requisitos.

Considerando o FAO gerado pela técnica AGRT para o Documento de Requisitos do SAPES, apresentado na Figura 3.21, verifica-se que os objetivos *inserir item bibliográfico*, *excluir item bibliográfico*, *alterar item bibliográfico*, *importar item bibliográfico*, *consultar item*

bibliográfico, emitir relatório e gerar referência bibliográfica possuem na coluna “Referência” o número da seção Funções do Produto (2.1) do Documento de Requisitos do SAPES. Sendo assim, esses objetivos são transferidos para o FCUP registrando na coluna “Ator” o correspondente ator do objetivo, na coluna “Caso de Uso” o nome do objetivo e na coluna “Referência” as referências dos objetivos, conforme é mostrado na Figura 3.22. Os objetivos do FAO que foram transformados em casos de uso preliminares devem ser ticados (✓).

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência
Pesquisador	Cancelar inserção	RF3
	Completar informações	RF3
	Concluir inserção	RF3
	Inserir item bibliográfico	RF5, RF1, RF3, RF4, RF9, RF2, 2.1
	Localizar item bibliográfico	RF7
	Excluir item bibliográfico	RF8, RF1, 2.1
	Autorizar Pesquisador	RF10
	Alterar item bibliográfico	RF1, RF4, RF10, 2.1
	Importar item bibliográfico	RF9, 2.1
	Gerar Forma de Citação	RF5
	Criar Lista de Sinônimos	RF6
	Manter Lista de Sinônimos	RF6
	Alterar itens de informação	RF7
	Consultar item bibliográfico	2.1
	Emitir Relatório	2.1
	Gerar referência bibliográfica	2.1
Usuário	Alterar item bibliográfico	RF7

Figura 3.21. Formulário Ator X Objetivo do SAPES utilizado como entrada para a UCRT

Formulário de Casos de Uso Preliminares						
Nº	Ator	Caso de Uso	Referência	Relacionamento	Include	Especificado
01	Pesquisador	Inserir Item bibliográfico	RF5, RF1, RF3, RF4, RF9, RF2, 2.1			
02	Pesquisador	Excluir item bibliográfico	RF8, RF1, 2.1			
03	Pesquisador	Alterar item bibliográfico	RF1, RF4, RF10, 2.1			
04	Pesquisador	Importar item bibliográfico	RF9, 2.1			
05	Pesquisador	Consultar item bibliográfico	2.1			
06	Pesquisador	Emitir Relatório	2.1			
07	Pesquisador	Gerar referência bibliográfica	2.1, RF5			

Figura 3.22. Casos de Uso Preliminares com referência a seção Funções do Produto

Feito isso, deve-se percorrer o FAO para verificar se existem objetivos não tidos referentes aos casos de uso já criados. Caso existam, o ator e as referências desses outros objetivos devem ser adicionados ao caso de uso preliminar do FCUP e o objetivo do FAO deve ser tido. Por exemplo, o objetivo *alterar item bibliográfico* do ator Usuário já foi transformado em um caso de uso pelo objetivo de mesmo nome do ator Pesquisador. Assim, o ator Usuário e as referências do respectivo objetivo devem ser agrupados às do ator Pesquisador, conforme é mostrado na Figura 3.23.

Ao final do passo A, todos os objetivos do FAO, que possuem como referência a seção Funções do Produto foram transformados em casos de uso, bem como os objetivos que não possuem referência à seção Funções do Produto mas representam a mesma funcionalidade (objetivos com nomes idênticos). A padronização dos nomes dos objetivos, feita durante a aplicação da técnica AGRT permite agrupar as informações referentes ao mesmo caso de uso, de forma mais fácil. Por exemplo, durante a aplicação da AGRT, nomes distintos de objetivos que representavam a mesma funcionalidade e pertenciam a atores diferentes foram consertados de modo a utilizarem o mesmo nome, independentemente do ator. Assim, ao aplicar a técnica UCRT foi possível criar um único caso de uso a partir dos objetivos que possuíam o mesmo nome.

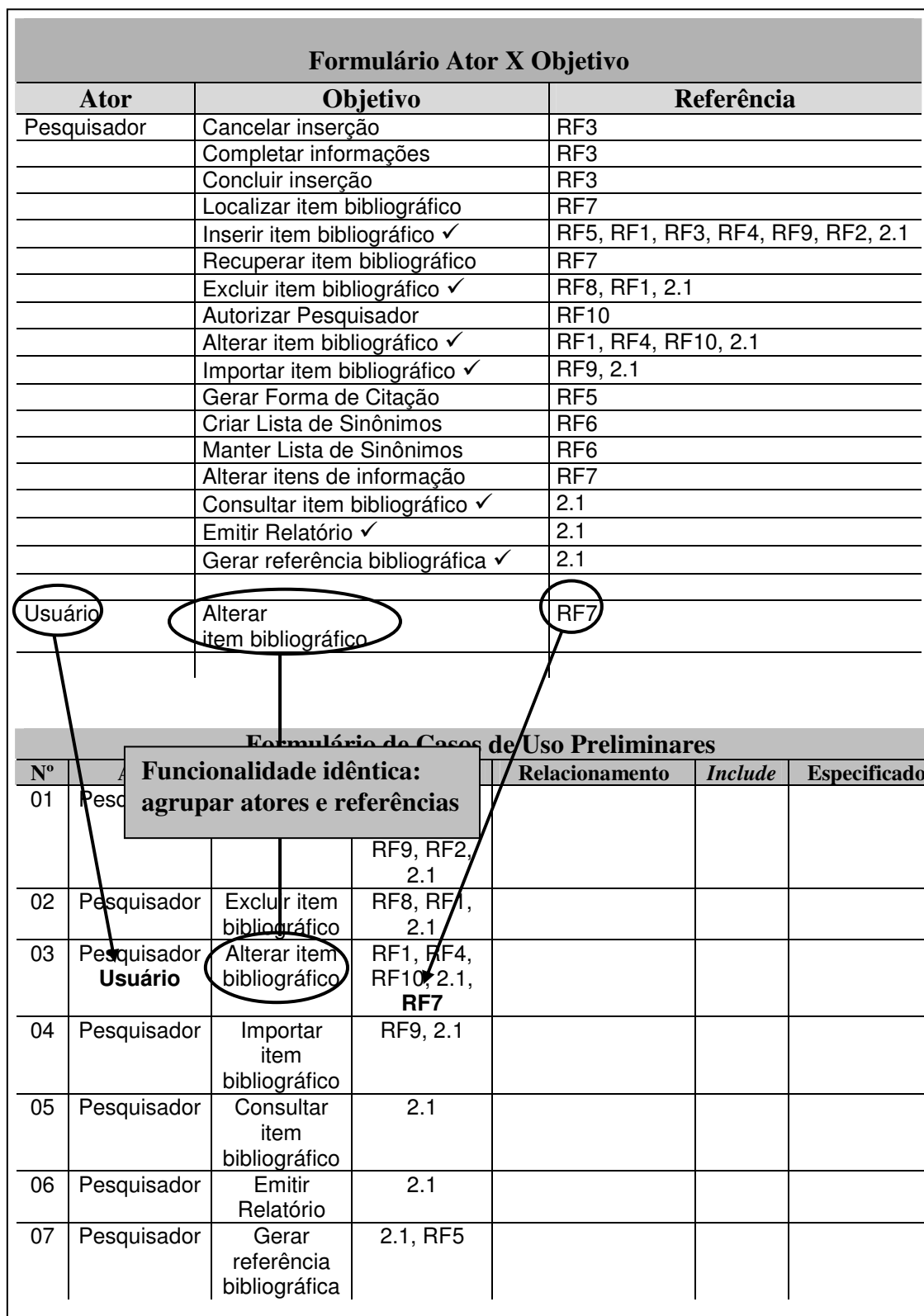


Figura 3.23. Compondo o FCUP – passo A da Etapa I

Síntese do Passo A

O algoritmo da Figura 3.24 representa o propósito da aplicação do passo A da etapa I da UCRT.

```

1 Para cada  $O_m$  no FAO faça:
2   SE (COLUNA(Referência, Funções do Produto)) então
3     "Crie um caso de uso  $UC_m$  preliminar no FCUP"
4     "Marque o objetivo  $O_m$  no FAO"
5   Para cada  $A_n$  no FAO faça:
6     SE (COMPARA( $O_m$ , OBJETIVOS( $A_n$ ))) então
7       "Adicione as referências e o ator do
8       objetivo  $O_n$  no caso de uso  $UC_m$  do FCUP"
9       "Marque o objetivo  $O_n$  no FAO"

```

Figura 3.24. Algoritmo do passo A da etapa I da UCRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.24:

- **Função:** COLUNA(Referência, Funções do Produto)
 - Objetivo: verificar na coluna Referência, do FAO, se existem objetivos referenciados com a seção Funções do Produto.
 - Parâmetros: Referência (a coluna a ser analisada no FAO) e Funções do Produto (a referência a seção Funções do Produto a ser pesquisada).
- **Função:** COMPARA (O_m , OBJETIVOS (A_n))
 - Objetivo: comparar o objetivo O_m com os objetivos de todos os outros atores A_n .
 - Parâmetros: O_m (o objetivo a ser comparado) e OBJETIVOS (A_n).
- **Função:** OBJETIVOS (A_n)
 - Objetivo: retornar os objetivos de cada ator A_n .
 - Parâmetros: A_n (o ator no qual os objetivos são recuperados).

Passo B

O propósito do passo B é verificar, para cada objetivo ainda não ticado no FAO, se existem outros objetivos, independentemente do ator, que possuam o mesmo conjunto de referências na coluna “Referência”. Caso existam, deve-se tomar a decisão de transformar os objetivos em um ou mais casos de uso. Por exemplo, os objetivos *cancelar inserção*, *completar*

informações e concluir inserção do ator Pesquisador possuem como referência o mesmo requisito funcional RF3. Analisando o requisito funcional RF3 no Documento de Requisitos observa-se que, em princípio, os objetivos são distintos e devem gerar três casos de uso preliminares no FCUP. Assim como o passo A, os objetivos transformados em casos de uso devem ser ticados (✓) no FAO.

Ressalta-se que a aplicação da técnica é realizada mecanicamente, ou seja, os passos dela devem ser seguidos com rigor, mesmo quando algumas características pareçam óbvias, pois passos subsequentes da técnica tratarão de resolver tais características.

Outro exemplo pode ser observado com os objetivos *localizar item bibliográfico e alterar itens de informação*, ambos referenciados pelo requisito funcional RF7. Analisando o requisito funcional RF7 do Documento de Requisitos, observa-se que para alterar os itens de informação o pesquisador deve localizar o item bibliográfico. Assim, esses dois objetivos devem ser transformados em um único caso de uso denominado, por exemplo, Alterar Item de Informação. O nome dado ao caso de uso oriundo do agrupamento de objetivos deve-se ao projetista que está aplicando a técnica. Novamente, todos os objetivos transformados em casos de uso devem ser ticados (✓) no FAO.

Na Figura 3.25 são ilustrados os dois exemplos mostrados acima.

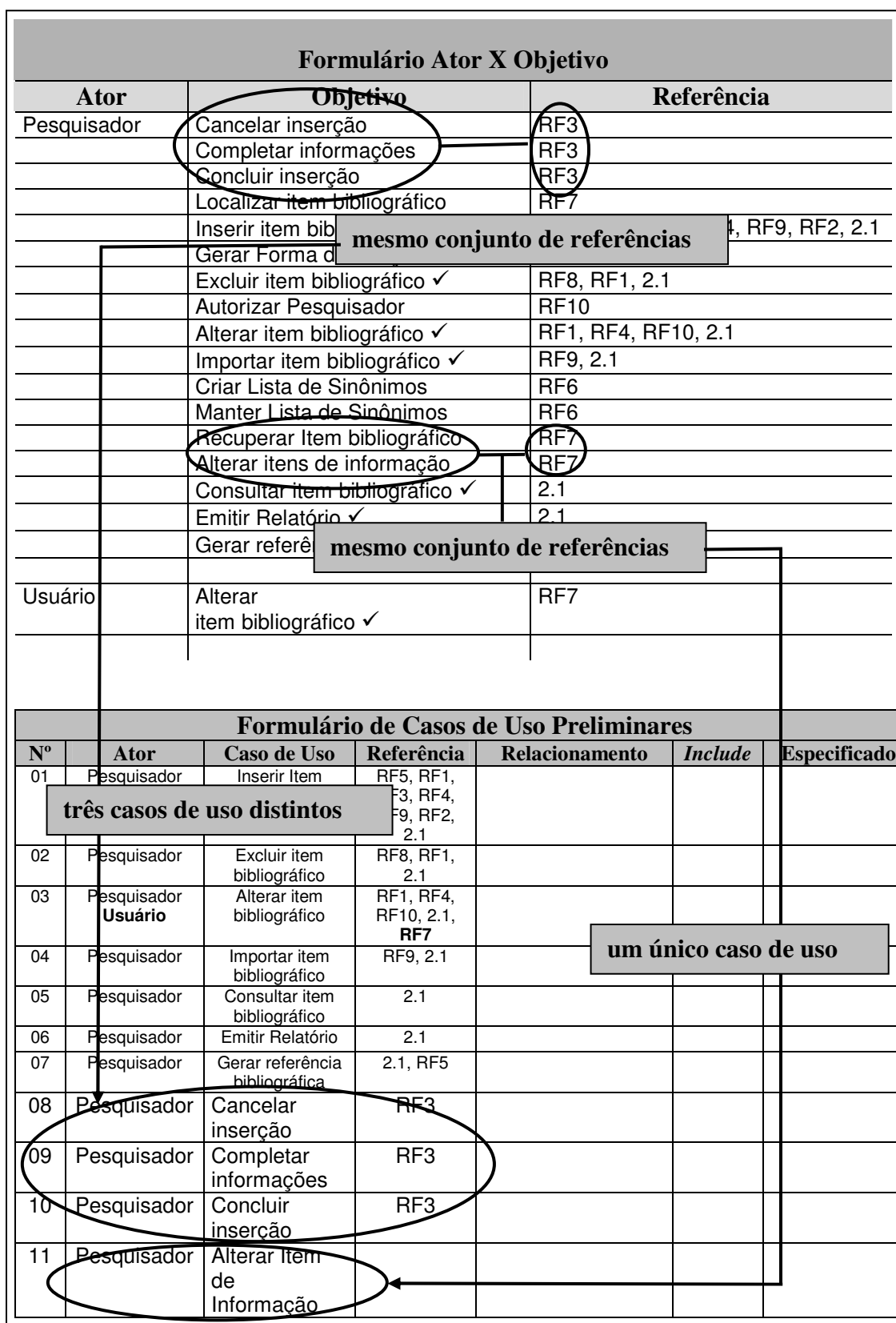


Figura 3.25. Compendo o FCUP – passo B da Etapa I

Síntese do Passo B

O algoritmo da Figura 3.26 representa o passo B da Etapa I da UCRT.

```

1  n ← 1;
2  objet_idênticos ← 0;
3  Para cada Om não marcado no FAO faça:
4    objetivos ← CONTAR(Objetivo, FAO);
5    ENQUANTO(n <= objetivos)
6      SE (REFERENCIA(Om) = REFERENCIA(On) ) então
7        objet_idênticos ← objet_idênticos + 1;
8        n ← n + 1;
9  SE(objet_idênticos > 1)
10   "Verificar possibilidade de união dos casos de uso"
11   SE(união é possível)
12     "Crie um único caso de uso agrupando os
13     objetivos, atores e referências"
14     "Marque os objetivos utilizados no FAO"
15   SENÃO
16     "Crie tantos casos de uso quanto forem
17     necessários"
18     "Marque os objetivos utilizados no FAO"
19  n ← 1;

```

Figura 3.26. Algoritmo do passo B da etapa I da UCRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.26:

- **Função:** CONTAR(Objetivo, FAO))
 - Objetivo: retornar o número de objetivos contidos no FAO para que esse número seja critério de saída para a condição.
 - Parâmetros: Objetivo (a coluna do FAO a ser pesquisada) e FAO (o formulário utilizado).
- **Função:** REFERENCIA(O_m)
 - Objetivo: verificar o conjunto de referências relacionado ao objetivo O_m.
 - Parâmetros: O_m (o objetivo para o qual se deseja verificar as referências).

Passo C

Por fim, no passo C, todos os objetivos restantes no FAO que não se encaixarem nas situações dos passos A e B são transformados em casos de uso preliminares.

Na figura 3.27 é mostrado o Formulário de Casos de Uso Preliminares com os casos de uso criados após a aplicação da etapa I da UCRT, considerando como entrada, o FAO da Figura 3.21.

Nº	Ator	Caso de Uso	Referência	Relacionamento	Include	Especificado
01	Pesquisador	Inserir Item bibliográfico	RF5, RF1, RF3, RF4, RF9, RF2, 2.1			
02	Pesquisador	Excluir item bibliográfico	RF8, RF1, 2.1			
03	Pesquisador	Alterar item bibliográfico	RF1, RF4, RF10, 2.1			
04	Pesquisador	Importar item bibliográfico	RF9, 2.1			
05	Pesquisador	Consultar item bibliográfico	2.1			
06	Pesquisador	Emitir Relatório	2.1			
07	Pesquisador	Gerar referência bibliográfica	2.1, RF5			
08	Pesquisador	Cancelar inserção	RF3			
09	Pesquisador	Completar informações	RF3			
10	Pesquisador	Concluir inserção	RF3			
11	Pesquisador	Alterar item de informação	RF7			
12	Pesquisador	Autorizar pesquisador	RF10			

Figura 3.27. Formulário de Casos de Uso Preliminares após aplicação da Etapa I da UCRT

Síntese do Passo C

O algoritmo da Figura 3.28 representa o passo C da etapa I da UCRT.

1	Para cada O_m não marcado no FAO faça:
2	"crie um caso de uso UC_m preliminar no FCUP"
3	"Marque o objetivo O_m no FAO"

Figura 3.28. Algoritmo do Passo C da Etapa I da UCRT

3.4.2. Criação das Especificações e possíveis relacionamentos entre os Casos de Uso (Etapa II)

Propósito: especificar os casos de uso definidos no Formulário de Casos de Uso Preliminares e criar possíveis relacionamentos entre os mesmos.

Entrada: Documento de Requisitos marcado, FCUP.

Saída: Modelo de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso e Especificação de Casos de Uso) e Relatório de Discrepâncias.

Para a especificação de casos de uso é utilizado um Formulário de Especificação de Casos de Uso (FEsp), o qual é mostrado na Figura 3.29.

	Especificação do Caso de Uso	Número:	Número do Caso de Uso
Nome do Caso de Uso	Nome do caso de uso criado		
Descrição ou Resumo	Pequena descrição do caso de uso		
Ator Participante	Proprietário da Informação		
Ator Operador	Manuseia o computador		
Ator Genérico	Ator genérico criado pela análise dos atores participantes.		
Pré-Condição	Condições que devem ser verdadeiras para que o caso de uso possa ser realizado		
Curso Normal	Corresponde a um fluxo de eventos		
Curso Alternativo	Corresponde a fluxos de eventos, porém mostrando os caminhos menos comuns de acontecer		
Evento Disparador	Descreve o critério de entrada para o caso de uso sendo especificado		
Include	Número dos casos de uso relacionados pelo estereótipo <<include>>		
Extend	Número dos casos de uso relacionados pelo estereótipo <<extend>>		
Requisitos Funcionais	Os números dos requisitos funcionais associados ao caso de uso criado		
Requisitos Não-Funcionais	Os números dos requisitos não funcionais associados ao caso de uso criado		
Autor	A pessoa que criou a especificação		
Data	A data da criação da especificação		
Versão	Código associado à versão da especificação		

Figura 3.29. Formulário de Especificação de Casos de Uso

Passo A

O passo A tem como objetivo verificar se existem casos de uso no FCUP que contenham na coluna “Referência” somente o número da seção Funções do Produto do Documento de Requisitos.

Como essa seção, segundo o padrão IEEE [IEEE, 1998] não deve possuir detalhes de como o sistema funciona mas apenas suas principais funcionalidades, sempre que um caso de uso estiver relacionado apenas à essa seção tem-se uma discrepância, pois:

- Se existir informação suficiente para especificar o caso de uso isso significa que há muita informação sobre a funcionalidade em um local incorreto do Documento de Requisitos.
- Se existir informação suficiente para especificar o caso de uso isso significa que a funcionalidade não foi tratada na seção de Requisitos Funcionais do Documento de Requisitos, uma vez que o caso de uso só possuía como referência a seção Funções do Produto.

Em ambos os casos, a coluna “Especificado” do FCUP deve ser preenchida com o intuito de deixar claro que esses casos de uso já foram analisados, ou seja, o conteúdo dessa coluna deve ser “sim” caso tenha sido possível especificar o caso de uso com as informações contidas no Documento de Requisitos e “não” caso o Documento de Requisitos não possua informações suficientes para tal.

No exemplo do SAPES, a seção Funções do Produto é numerada por 2.1 e, de acordo com o FCUP da Figura 3.27 os casos de uso “05 – Consultar item bibliográfico” e “06 – Emitir relatório” possuem como referência somente essa seção.

Síntese do Passo A

O algoritmo da Figura 3.30 representa o passo A da Etapa II da UCRT.

```
1 Para cada UCm no FCUP faça:
2   SE(REFERENCIA(UCm, Coluna(UCm, Funções do Produto))
3   então
4     "Verifique a possibilidade de especificação"
5     SE(especificação é possível)
6       "Discrepância Identificada e coluna Especificado
7       marcada com 'há possibilidade'"
8       "Seção Funções do Produto não deveria
9       conter muitas informações"
10    SENÃO
11      "Discrepância Identificada e coluna Especificado
12      marcada com 'não'"
13      "Falta de informações para a
14      especificação de casos de uso"
```

Figura 3.30. Algoritmo do Passo A da etapa II da UCRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.30:

- **Função:** REFERENCIA(UC_m, Coluna(UC_m, Funções do Produto))
 - Objetivo: verificar se o caso de uso selecionado possui como referência o número da seção Funções do Produto do Documento de Requisitos.
 - Parâmetros: UC_m (o caso de uso a ser analisado) e Funções do Produto (a seção a ser procurada na coluna Referência do FCUP).
- **Função:** Coluna(Caso de Uso, Funções do Produto)
 - Objetivo: verificar na coluna Caso de Uso, do FCUP, se existem casos de uso referenciados com a seção Funções do Produto.
 - Parâmetros: Caso de Uso (a coluna a ser analisada no FCUP) e Funções do Produto (a referência à seção Funções do Produto a ser pesquisada).

Passo B

O passo B possui como objetivo especificar os casos de uso do FCUP que não possuem apenas a seção Funções do Produto como referência e aqueles que possuem somente a seção Funções do Produto como referência e foram marcados na coluna “Especificado” como ‘há

possibilidade'. Para tal, estabelece-se uma regra de especificação, sendo que, até que todos os casos de uso sejam especificados deve-se selecionar sempre o caso de uso que possuir o menor conjunto de referências, de acordo com a coluna “Referência” do FCUP.

Essa regra pode facilitar a especificação de um caso de uso com um conjunto maior de referências caso esse conjunto contenha um subconjunto de referências que estava associado a um caso de uso que já foi especificado.

Seguindo essa regra, os casos de uso seriam especificados na seguinte ordem: 06, 08, 09, 10, 11, 12, 04, 07, 02, 03 e 01.

Para explicar as situações que possam ocorrer durante a aplicação da técnica, considere que o próximo caso de uso a ser especificado seja o caso de uso “01 – Inserir item bibliográfico”. Assim, estabelece-se esse caso de uso como sendo o caso de uso base e verifica-se se o seu conjunto de referências contém referências de outros casos de uso já especificados. Em cada ocorrência desse fato, é atribuído o número do caso de uso base à coluna “Relacionamento” do caso de uso já especificado e vice-versa, conforme pode ser observado na Figura 3.31.

Nº	Ator	Caso de Uso	Referência	Relacionamento	Include	Especificado
01	Pesquisador	Inserir item bibliográfico	RF5, RF1, RF3, RF4, RF9, RF2, RF10, 2.1	03, 06, 07, 08, 09, 10		
02	Pesquisador	Excluir item bibliográfico	RF8, RF1, 2.1			
03	Pesquisador	Alterar item bibliográfico	RF1, RF4, RF10, 2.1	01		
04	Pesquisador	Importar item bibliográfico	RF9, 2.1	01		Sim
05	Pesquisador	Consultar item bibliográfico	2.1	01		Não
06	Pesquisador	Emitir Relatório	2.1	01		Há possibilidade
07	Pesquisador	Gerar referência bibliográfica	2.1, RF5	01		
08	Pesquisador	Cancelar inserção	RF3	01		Sim
09	Pesquisador	Completar informações	RF3	01		Sim
10	Pesquisador	Concluir inserção	RF3	01		Sim
11	Pesquisador	Alterar item de informação	RF7			Sim
12	Pesquisador	Autorizar pesquisador	RF10			Sim

Figura 3.31. Estabelecimento de possíveis relacionamentos entre os casos de uso

Tendo marcado, no FCUP, os relacionamentos entre os casos de uso, a próxima atividade é dar início à especificação do caso de uso “01 – Inserir item bibliográfico” de acordo com o Formulário de Especificação de Casos de Uso (Figura 3.29). Na Figura 3.32 apresenta-se o FEsp com alguns campos já preenchidos. Não estão preenchidos os campos “Curso Normal”, “Curso Alternativo”, “Include”, “Extend”, “Requisitos Funcionais” e “Requisitos Não-Funcionais”, pois o preenchimento desses será explicado em seguida.


Especificação do Caso de Uso		Número:	01
Nome do Caso de Uso	Inserir Item Bibliográfico		
Descrição ou Resumo	Esse caso de uso é utilizado para a inserção de itens bibliográficos		
Ator Participante	-		
Ator Operador	Pesquisador		
Ator Genérico	-		
Pré-Condição	-		
Curso Normal	a ser preenchido		
Curso Alternativo	a ser preenchido		
Evento Disparador	Pesquisador deseja inserir um item bibliográfico		
Include	a ser preenchido		
Extend	a ser preenchido		
Requisitos Funcionais	a ser preenchido		
Requisitos Não-Funcionais	a ser preenchido		
Autor	Anderson Belgamo		
Data	15/02/2004		
Versão	1		

Figura 3.32. Especificação parcial do caso de uso “Inserir Item Bibliográfico”

O estilo de escrita dos cursos normal e alternativo recomendado na técnica é baseado nas sugestões fornecidas por [Cockburn, 2001] e [Anchor et al., 1999], a saber:

- Sugestões Gerais de Escrita
 - a) Utilize uma gramática simples com a seguinte estrutura:

Sujeito.....verbo.....objeto direto.....frase preposicional
 - b) Não especifique situações em baixo nível como o exemplo abaixo. Verifique os passos do caso de uso “Inserir Item Bibliográfico” da Figura 3.34.

Exemplo: Cliente pressiona a tecla *tab*
 - c) Mostre a intenção do ator e não os movimentos dele. Exemplo:
 1. Sistema requisita o nome.
 2. Cliente informa o nome.
 3. Sistema requisita CPF.  1. Cliente informa o nome e o CPF
 4. Cliente informa CPF.
 5. Cliente clica no botão OK.
- Sugestão de Elaboração dos Cursos Alternativos
 - a) Para a especificação do curso normal é utilizada uma seqüência numérica para cada passo.

- b) Para a especificação do curso alternativo, repete-se o número do passo do curso normal que admite um curso alternativo seguido por uma letra do alfabeto (passo 2a. da Figura 3.34). No caso do mesmo passo possuir mais que um curso alternativo é utilizado a próxima letra do alfabeto.
- c) Os sub-passos do curso alternativo são identificados utilizando o número e a letra correspondente ao passo do curso alternativo seguido por uma nova seqüência numérica. (passo 2a1 da Figura 3.34).

Além dessas sugestões apresentadas acima, adotou-se como recomendação da técnica, que sempre que houver um relacionamento do tipo <<include>> ou <<extend>>, este deve ser redigido da seguinte forma:

estereótipo: “nome do caso de uso relacionado”

Para iniciar a especificação do curso normal, o primeiro passo é reler os requisitos funcionais do Documento de Requisitos que estão associados ao caso de uso 01 pela coluna “Referência” do FCUP (Figura 3.31).

Com base na funcionalidade descrita nesses requisitos, dá-se início à redação dos passos. Se, durante essa redação, perceber-se que a funcionalidade de outro caso de uso seria reutilizada todas as vezes que o caso de uso em questão for realizado, tem-se então caracterizado um relacionamento do tipo <<include>>. Se a reutilização for opcional, tem-se então caracterizado um relacionamento do tipo <<extend>>.

No caso do relacionamento <<include>> deve-se proceder da seguinte forma: colocar o número do caso de uso base (01) na coluna “Include” do caso de uso relacionado (07), conforme Figura 3.33.

Nº	Ator	Caso de Uso	Referência	Relacionamento	Include	Especificado
01	Pesquisador	Inserir Item bibliográfico	RF5, RF1, RF3, RF4	06, 07, 08, 09, 10		
		Caso de Uso Base				
02	Pesquisador	Excluir item bibliográfico	RF8, RF1, 2.1			Sim
03	Pesquisador	Alterar item bibliográfico	RF1, RF4, RF10, 2.1			Sim
04	Pesquisador	Importar item bibliográfico	RF9, 2.1			Sim
05	Pesquisador	Consultar item bibliográfico	2.1			
06	Pesquisador	Emitir Relatório	2.1	01		Sim
07	Pesquisador	Gerar referência bibliográfica	2.1, RF5	01	01	Sim
08	Pesquisador	Cancelar inserção	RF3	01		Sim
09	Pesquisador	Completar informações	RF3	01		Sim
10	Pesquisador	Concluir inserção	RF3	01		Sim
11	Pesquisador	Alterar item de informação	RF7			Sim
12	Pesquisador	Autorizar pesquisador	RF10			Sim

Figura 3.33. Exemplo de marcação da coluna “Include” do FCUP

Após a especificação do curso normal, cada passo deve ser analisado com o intuito de avaliar se ele admite um curso alternativo. Uma maneira mais direta de verificar isso é observar a existência de restrições nos passos dos casos de uso. Lembra-se que são os requisitos contidos na coluna “Referência” do caso de uso base que vão dar apoio para a determinação dos passos do curso alternativo, da mesma forma que foi feito para o curso normal.

No exemplo do caso em questão (caso de uso número 01) o passo 2 admite um curso alternativo, pois o item bibliográfico pode já existir (conforme pode ser observado no requisito funcional RF4 da Figura 3.5). Nesse caso o curso alternativo para o passo 3 é especificado conforme mostra a Figura 3.34.

Observa-se na Figura 3.34 que como o passo 2a4 corresponde a um relacionamento do tipo <<include>>, a mesma marcação mencionada anteriormente deve ser feita para o caso de uso “03 – Alterar Item Bibliográfico”.

O próximo passo que admite um curso alternativo é o passo 4, o qual contém uma restrição – *completo*. A especificação do curso alternativo do passo 4 também é mostrada na Figura 3.34.

No caso do curso alternativo do passo 3, ao serem lidos os requisitos, observa-se que existem relacionamentos do tipo <<extend>> com outros três casos de uso (08, 09, 10), uma vez que estes serão opcionalmente realizados, a partir do caso de uso base. No entanto, esses casos de uso tratam da mesma funcionalidade e, portanto, eles devem ser agrupados em passo subseqüentes em um único caso de uso. No caso do relacionamento ser do tipo <<extend>>, deve-se marcar o(s) número(s) desses casos de uso no campo “Extend” do Formulário de Especificação de Casos de Uso (FEsp) do caso de uso base.

Número do Caso de Uso: 01	
.....	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pesquisador insere os itens de informação: título, autor, data, local, resumo da publicação, assunto, numeração física, editora, periódico, congresso 2. Sistema verifica item bibliográfico 3. Sistema verifica item bibliográfico completo 4. Include: “Gerar Referência Bibliográfica”
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Curso alternativo do passo 2</div>	<ol style="list-style-type: none"> 2a. O sistema verifica item bibliográfico já existente <ol style="list-style-type: none"> 2a1. Sistema comunica a existência do item bibliográfico 2a2. Pesquisador confirma operação de inserção 2a3. Sistema informa alteração de item bibliográfico 2a4. Include: “Alterar item bibliográfico”
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Curso alternativo do passo 3</div>	<ol style="list-style-type: none"> 3a. Sistema verifica item bibliográfico incompleto <ol style="list-style-type: none"> 3a1. Sistema mostra mensagem de erro 3a2. Extend: “Manter Inserção”
.....	

Figura 3.34. Especificação do caso de uso “Inserir Item Bibliográfico”

É válido lembrar que podem existir cursos alternativos dentro de cursos alternativos e, nesses casos, o mesmo procedimento descrito anteriormente deve ser adotado

Após a conclusão da especificação do caso de uso base, de acordo com as recomendações de [Cockburn, 2001], deve-se analisar, para cada nível de indentação da especificação, iniciando-se pelos níveis mais internos, se o passo possui mais de 10 sub-passos. Se isso ocorrer, esse passo deve ser transformado em outro caso de uso, preenchendo-se um novo FEsp para ele e substituindo-se o passo em questão por uma chamada a esse novo caso de uso, o qual estará agora relacionado ao caso de uso base pelo estereótipo <<include>>. O relacionamento desses dois casos de uso deve ser anotado na coluna “Include” do FCUP, conforme explicado anteriormente.

Ressalta-se que, durante a aplicação desse passo, podem-se encontrar várias discrepâncias, desde que não se tenha informação suficiente para especificar o caso de uso.

Síntese do Passo B

O algoritmo da Figura 3.35 representa o passo B da etapa II da UCRT.

```

1 Para cada  $UC_n$  no FCUP faça:
2 SE (ESPECIFICADO ( $UC_m$ )  $\supset$  marcação)
3   SE ( (REFERENCIA ( $UC_n$ ))  $\supset$  (REFERENCIA ( $UC_m$ )))
4     RELACIONAMENTO ( $UC_n$ )  $\leftarrow$  NUMERO ( $UC_m$ )
5     RELACIONAMENTO ( $UC_m$ )  $\leftarrow$  NUMERO ( $UC_n$ )
    
```

Figura 3.35. Algoritmo do passo B da etapa II

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.35:

- **Função:** ESPECIFICADO (UC_n)
 - Objetivo: verificar na coluna *especificado*, do FCUP, se o caso de uso UC_m passado como parâmetro está marcado.
 - Parâmetros: UC_n (o caso de uso a ser analisado).
- **Função:** REFERENCIA (UC_n)
 - Objetivo: verificar se o conjunto de referências de UC_n pode ser considerado um subconjunto de um conjunto de referências de outro caso de uso.
 - Parâmetros: UC_n (o caso de uso a ser analisado).

- **Função:** RELACIONAMENTO (UC_n)
 - Objetivo: marcar na coluna “Relacionamento” do FCUP os números dos casos de uso, fornecidos pela função `NUMERO ()`, que são considerados subconjuntos.
 - Parâmetros: UC_n (o caso de uso a ser analisado).
- **Função:** NUMERO (UC_m)
 - Objetivo: retornar o número do caso de uso UC_m .
 - Parâmetros: UC_m (o caso de uso usado).

O algoritmo da Figura 3.35 mostra apenas os procedimentos necessários para a realização de relacionamentos entre os casos de uso. A especificação propriamente dita dos casos de uso não está retratada nesse algoritmo.

Passo C

Com base no FCUP, verificar pela coluna “Include” os casos de uso que estão relacionados a apenas um outro caso de uso. Caso exista essa situação, esses casos de uso podem ser unidos e, no passo em que havia uma referência ao caso de uso a ser incluído, inserem-se os passos do mesmo. A Figura 3.36 exemplifica essa situação.

No exemplo do SAPES, o caso de uso que possui a coluna “Include” marcada é o caso de uso “Gerar Referência Bibliográfica” (possuindo apenas um passo de especificação) e o caso de uso relacionado é o caso de uso “Inserir Item Bibliográfico” que possui quatro passos. Substituindo-se o passo que faz a referência ao caso de uso “Gerar Referência Bibliográfica” pelos passos desse caso de uso, permanece-se com um total de cinco passos, indicando então que esses casos de uso podem ser unidos.

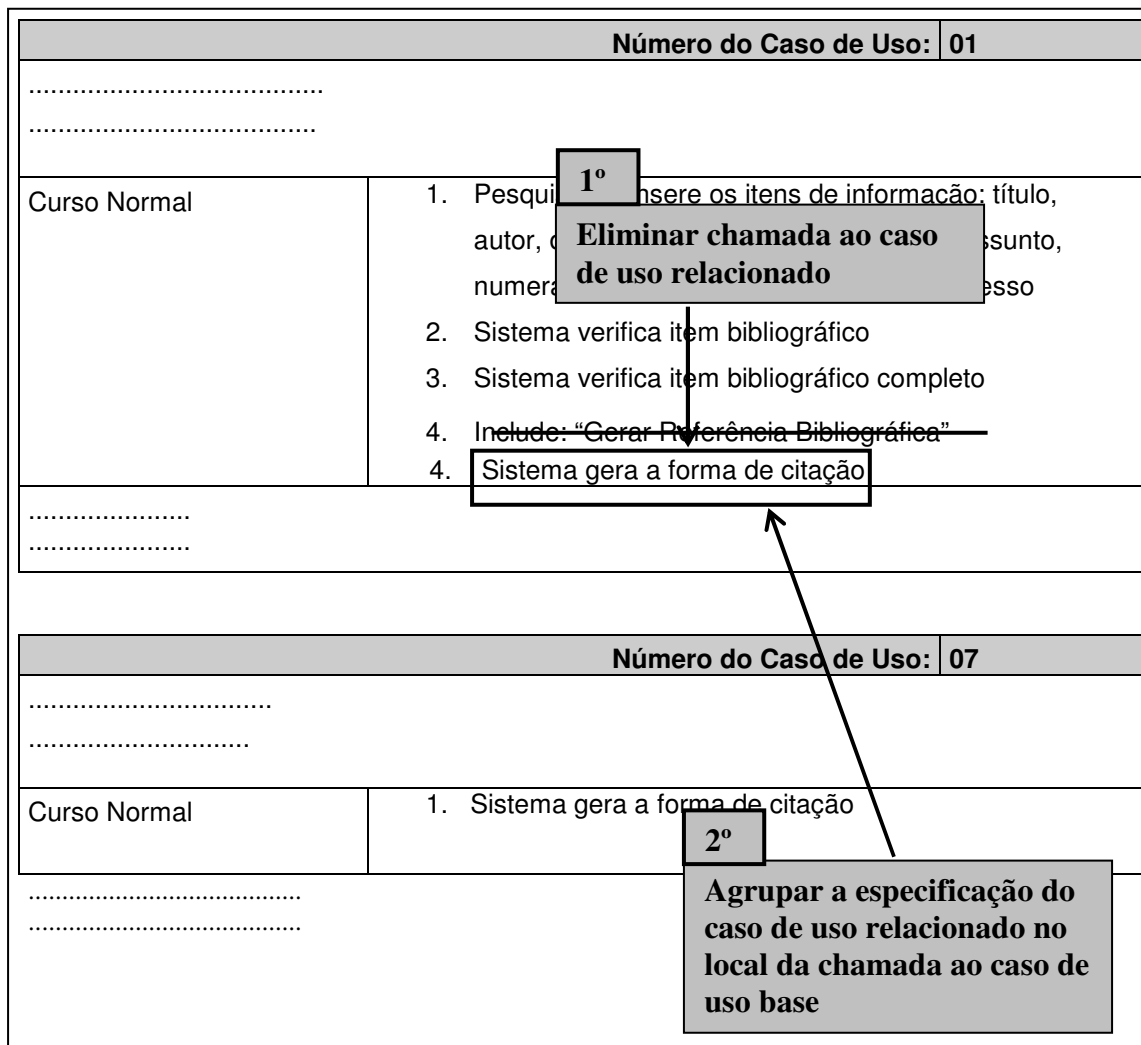


Figura 3.36. Procedimento para União de Casos de Uso relacionados

Ressalta-se que, terminando esse passo, os FEsp que foram elaborados e que não tenham sido, eventualmente, descartados por causa de alguma união de casos de uso correspondem aos casos de uso definitivos do modelo.

Síntese do Passo C

O algoritmo da Figura 3.37 representa o passo C da etapa II da UCRT.

```

1 Para cada UCn no FCUP faça:
2   base ← UCn;
3   IF (INCLUDE(base) = 1)
4     "Substitua a chamada do estereótipo
5     <<include>> do caso de uso base pelos passos
6     do caso de uso incluído UC"
7     "Elimine o template de especificação do caso
8     de uso UC"

```

Figura 3.37. Algoritmo do Passo C da etapa II da UCRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.37:

- **Função:** INCLUDE(base)
 - Objetivo: retornar o número de casos de uso relacionados na coluna Include do FCUP.
 - Parâmetros: base (o número do caso de uso base considerado).

Passo D

Esse passo tem por objetivo percorrer a coluna “Include” do FCUP com o intuito de verificar se existem casos de uso relacionados a mais de um caso de uso. Se isso acontecer, deve-se transferir para o campo “Include” do Fesp em questão os números dos casos de uso contidos na coluna “Include” do mesmo. Dessa forma, a criação dos relacionamentos entre casos de uso no diagrama de casos de uso pode ser derivada diretamente do Formulário de Especificação de Casos de Uso. Além disso, os requisitos funcionais relacionados a cada caso de uso criado devem ser transferidos para o campo “Requisitos Funcionais” do FEsp.

Síntese do Passo D

O algoritmo da Figura 3.38 representa o passo D da etapa II da UCRT.

```

1 Para cada UCn no FCUP faça:
2   base ← UCn;
3   SE (INCLUDE(base) > 1)
4     "Transfira os números da coluna especificado do
5     caso de uso base do FCUP para o FEsp do caso de
6     uso base"

```

Figura 3.38. Algoritmo do Passo D da etapa II da UCRT

Observações sobre o algoritmo da Figura 3.38:

- **Função:** INCLUDE (base)
 - Objetivo: retornar o número de casos de uso relacionados na coluna “Include” do FCUP.
 - Parâmetros: base (o número do caso de uso base considerado).

Passo E

Esse passo tem por objetivo analisar a seção de Requisitos Não-Funcionais do Documento de Requisitos com o intuito de verificar, para cada caso de uso criado, quais os requisitos não-funcionais que pertencem a ele, marcando-os no campo “Requisitos Não-Funcionais” do FEsp. Nesse passo, uma discrepância pode ser encontrada em caso de um requisito funcional ou qualquer outra característica forem encontradas na seção de Requisitos Não-Funcionais pois a mesma deve possuir apenas requisitos não-funcionais.

Não aplicação desse passo, caso seja encontrado qualquer outro tipo de informação na seção de Requisitos Não-Funcionais, isso deve ser relatado no Relatório de Discrepâncias.

Síntese do Passo E

O algoritmo da Figura 3.39 representa o passo E da etapa II da UCRT.

```

1 Para cada UCn criado faça:
2   Para cada RNFm no DR
3     SE(RNFm for relacionado ao UCn)
4       Transcreva o número do requisito não-
5       funcional RNFm para o campo 'Requisitos Não-
6       Funcionais' do template de especificação do
7       caso de uso UCn
    
```

Figura 3.39. Algoritmo do Passo E da Etapa II da UCRT

3.5. Estratégia de Aplicação das técnicas GUCCRA

As técnicas propostas possuem uma ordem natural de aplicação já que a saída produzida pela AGRT constitui a entrada para a aplicação da UCRT. Essa ordem está representada na Figura 3.40 e corresponde à ordem que foi utilizada no experimento que será apresentado no próximo capítulo.

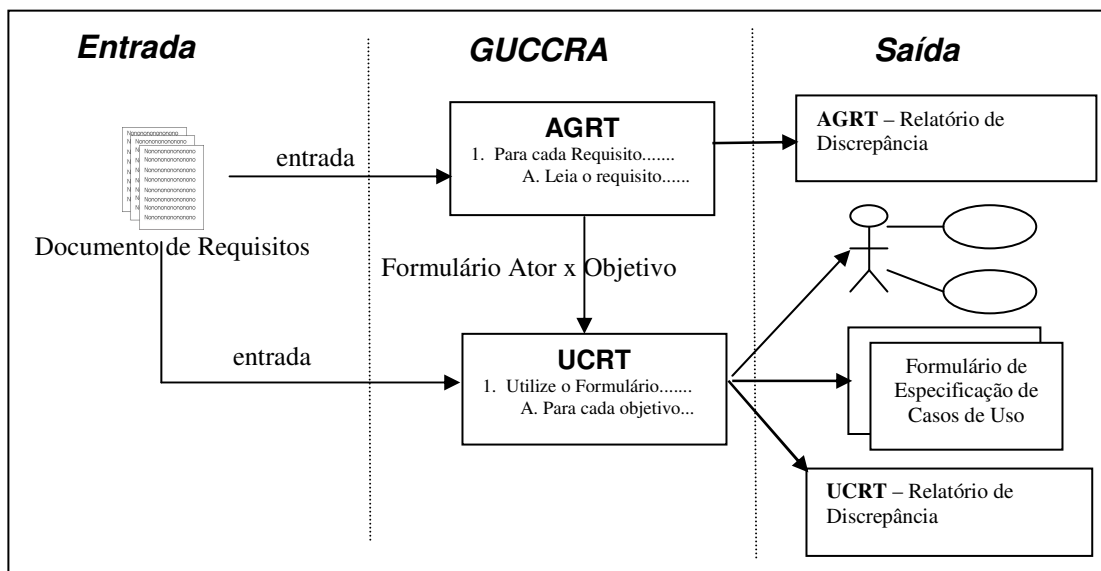


Figura 3.40. Estratégia de aplicação das técnicas GUCCRA utilizada no experimento

No entanto, como pôde ser observado ao longo deste capítulo, em que os passos das duas técnicas foram abordados detalhadamente, em todo momento pode-se identificar discrepâncias no Documento de Requisitos. Para muitas delas, a própria aplicação da técnica auxilia a correção, pois os formulários que são elaborados durante os passos, precisam ser corrigidos para que se dê prosseguimento ao processo. Em alguns casos, as correções que devem ser feitas no Documento de Requisitos são muito semelhantes àquelas realizadas nos formulários das técnicas e, o local a ser corrigido no Documento de Requisitos pode ser facilmente identificado, uma vez que nos formulários existe a coluna “Referência” que é usada para fazer a ligação entre o formulário e o Documento de Requisitos. Por outro lado, discrepâncias relacionadas com omissão de informações já precisariam de uma nova atividade de elicitação de requisitos para esclarecer junto ao cliente as informações que estão faltando.

Uma estratégia de aplicação das técnicas é apresentada na Figura 3.41. Ressalta-se que nela está retratando apenas o aspecto de identificação e correção de discrepâncias.

Vale salientar que o Documento de Requisitos utilizado como entrada para aplicação das técnicas GUCCRA deve ser previamente inspecionado por alguma técnica para que ele esteja o mais livre de defeitos possível. Essa característica possibilita uma melhor execução das técnicas GUCCRA pois, no caso de uma inspeção prévia bem sucedida, poucos defeitos poderão ser encontrados pelas técnicas GUCCRA, o que garantiria uma modelagem de requisitos mais facilitada e menos onerosa. No entanto, um estudo para avaliar essas características deve ser realizado com o objetivo de verificar a questão de utilizar um Documento de Requisitos previamente inspecionado ou não.

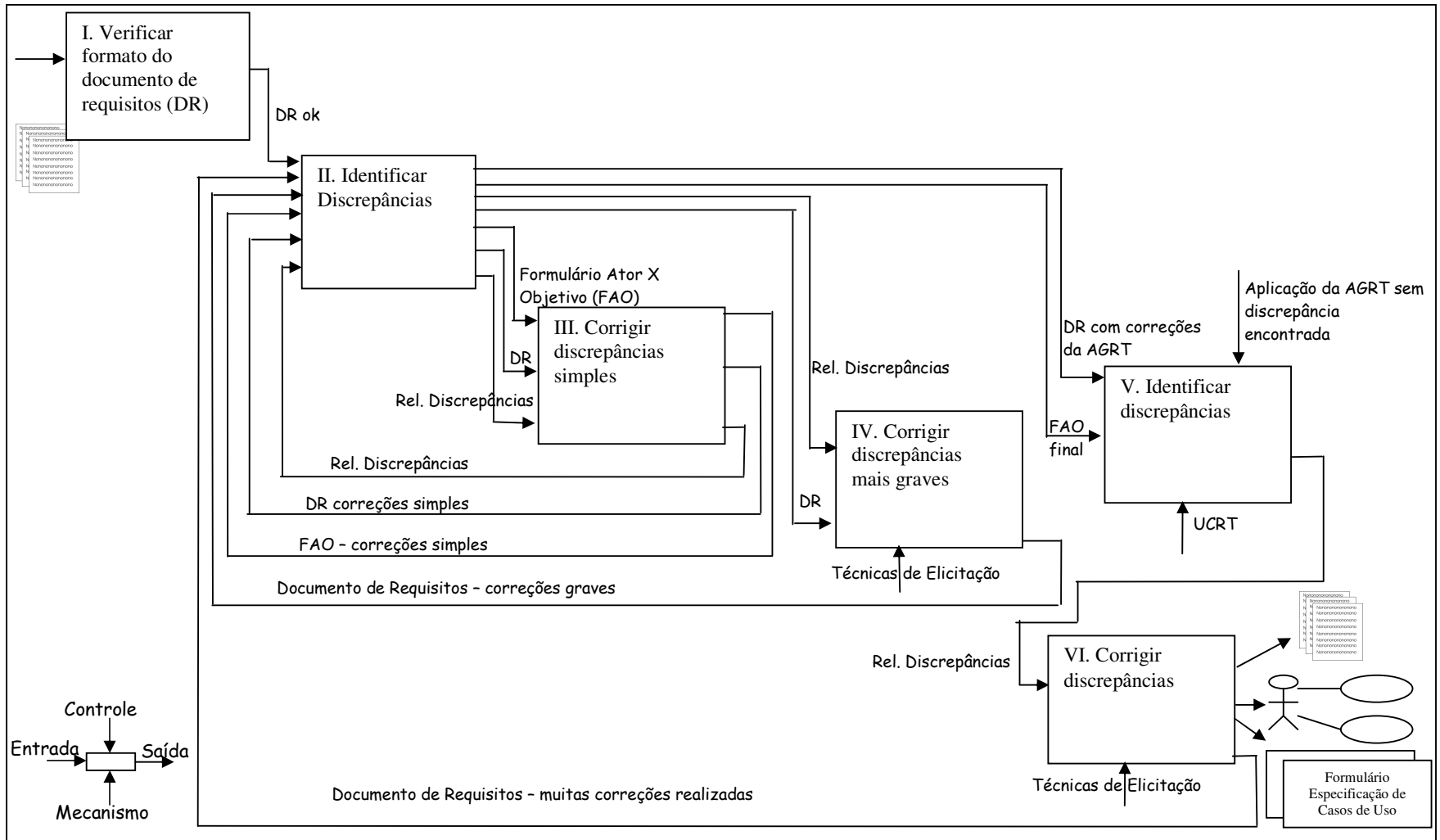


Figura 3.41. Possível Estratégia de Aplicação das Técnicas GUCCRA

Assim, de acordo com a Figura 3.41 pode-se abstrair uma estratégia de aplicação das técnicas GUCCRA a qual pode ser da seguinte forma:

1. Identificar discrepâncias decorrentes da aplicação da AGRT.
2. Se a discrepância puder ser corrigida no momento, então corrige-se o FAO e o Documento de Requisitos e retorna-se para o Passo 1.
3. Corrigir discrepâncias mais graves, que permaneçam no Documento de Requisitos e retornar ao Passo 1.
4. Identificar discrepâncias decorrentes da aplicação da UCRT.
5. Corrigir discrepâncias e retornar ao Passo 1.

Embora essa estratégia seja, aparentemente mais efetiva, pois a medida que as discrepâncias vão sendo identificadas elas vão sendo corrigidas no formulário das técnicas e no Documento de Requisitos, cabem as seguintes observações:

- O número de iterações realizada na estratégia pode inviabilizar a aplicação manual das técnicas por causa de questões relativas a tempo, custo e esforço.
- Para minimizar o problema mencionado no item anterior, uma alternativa seria, após o término da técnica UCRT, ao invés de retornar à técnica AGRT, procedem-se as modificações diretamente nos modelos já elaborados, podendo-se, eventualmente, incorrer em alguns problemas que normalmente acontecem na abordagem Ad Hoc, como por exemplo, dificuldade de identificação de atores e casos de uso, definição incorreta de casos de uso e atores, dificuldade de identificação de associações entre casos de uso, etc.

3.6. Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentadas as técnicas GUCCRA (*Guidelines for Use Case Construction and Requirements document Analysis*) para elaboração de Modelos de Casos Uso, as quais são compostas por duas leituras: AGRT - *Actor Goal Reading Technique*, que tem por objetivo identificar os atores e seus objetivos e a UCRT – *Use Case Reading Technique*, que tem por objetivo construir os casos de uso e suas especificações.

Essas técnicas têm por objetivo dar suporte à elaboração de Modelos de Casos Uso sendo que, à medida que o modelo é construído, os próprios passos das técnicas forçam o projetista a identificar e relatar discrepâncias no Documento de Requisitos, caracterizando uma inspeção simultânea nesse documento.

As técnicas GUCCRA foram elaboradas com base em outras duas técnicas de leitura: a PBR-Usuário [Basili et al., 1996b] e a ER1, que é uma das técnicas das OORTs/ProDes [Marucci, 2002a]. A primeira é utilizada na inspeção de Documentos de Requisitos e a segunda, na validação de Modelos de Casos de Uso em relação ao Documento de Requisitos a partir do qual o modelo foi construído. Nos passos que compõem a GUCCRA procurou-se abordar, ao máximo, os aspectos tratados nessas duas técnicas, sendo que para o formato de escrita e apresentação da GUCCRA escolheu-se o mesmo da ER1, pelo fato desta ter como foco o Modelo de Casos de Uso e ser mais procedimental do que a PBR-Usuário.

As duas técnicas que compõem a GUCCRA, a AGRT e a UCRT, foram apresentadas passo a passo, ilustrando os principais aspectos das mesmas e ressaltando-se, em vários momentos, os pontos de avaliação do Documento de Requisitos em decorrência da aplicação do passo para a elaboração do Modelo de Casos de Uso.

Comentou-se também sobre a estratégia de aplicação dessas técnicas. Embora elas possuam uma ordem natural de aplicação, pelo fato da saída da AGRT ser entrada para a UCRT, na prática, uma aplicação deva, talvez, considerar um processo iterativo e interativo com o cliente (usuário). Assim, as discrepâncias identificadas por uma leitura seriam corrigidas antes que se passe para a outra leitura – aspecto interativo, correspondente à correção das discrepâncias mais graves – e para que as pequenas discrepâncias identificadas durante a aplicação dos passos das técnicas sejam corrigidas no momento em que são detectadas – aspecto iterativo.

Ressalta-se que a aplicação da GUCCRA não descarta a necessidade de uma atividade de inspeção no Documento de Requisitos, uma vez que essa tarefa é uma decorrência da aplicação da técnica, pois seu intuito principal é a construção de Modelos de Casos de Uso. No entanto, como se sabe que mesmo com a aplicação de atividades de garantia de qualidade de software alguns defeitos ainda podem permanecer, a GUCCRA provê uma oportunidade adicional de detectar esses defeitos que tenham permanecido depois da inspeção do Documento de Requisitos. Por outro lado, se não foi realizada uma inspeção prévia no Documento de Requisitos, ao elaborar o Modelo de Casos de Uso, uma revisão que contempla as características da PBR-Usuário será realizada.

No próximo capítulo apresentam-se dois estudos que foram conduzidos para uma primeira avaliação das técnicas GUCCRA, propostas neste trabalho, um deles para avaliar o ramo de construção, isto é, referente à elaboração de Modelos de Casos de Uso e o outro, para avaliar o ramo de análise, referente à inspeção do Documento de Requisitos.

CAPÍTULO 4

Avaliação das Técnicas de Leitura GUCCRA

4.1 Considerações Iniciais

Como foi apresentado no capítulo anterior, as técnicas GUCCRA foram definidas de forma que, ao mesmo tempo que se constrói o Modelo de Casos de Uso, avalia-se o Documento de Requisitos, com o objetivo de registrar as discrepâncias existentes nesse documento que não permitem que o Modelo de Casos de Uso seja constituído de forma apropriada e que os casos de uso que o compõem sejam especificados de maneira completa, consistente, etc.

Definidas essas diretrizes, que na prática estão divididas em duas técnicas de leitura, a AGRT e a UCRT, foram planejadas duas atividades de avaliação: uma para avaliação do ramo relativo à construção de Modelos de Casos de Uso e a outra relativa ao ramo de análise, explorando sua contribuição na análise do Documento de Requisitos.

Assim, o objetivo deste capítulo é relatar essas duas atividades que foram conduzidas para avaliar as técnicas GUCCRA propostas neste trabalho. Ele está organizado da seguinte forma: na Seção 4.2 apresenta-se a caracterização das atividades de avaliação realizadas; na Seção 4.3 apresenta-se o experimento que foi realizado para avaliar o ramo de construção das técnicas, ou seja, avaliar a contribuição das técnicas GUCCRA comparando-a com a abordagem Ad-Hoc na construção de Modelos de Casos de Uso e o estudo que foi realizado para avaliar o ramo de análise, comparando as técnicas propostas com a técnica PBR-Usuário, para verificar sua possível contribuição e seu aspecto complementar em relação a esta última, no que diz respeito à identificação de defeitos no Documento de Requisitos. Na Seção 4.4 apresentam-se as considerações finais.

4.2. Caracterização das Atividades de Avaliação Realizadas

Nesta seção apresentam-se, resumidamente, os tipos de estudos empíricos, de acordo com [Wohlin et al., 2001], a fim de caracterizar o tipo das atividades que foram realizadas para avaliação das técnicas GUCCRA.

De acordo com [Wohlin et al., 2001], um estudo empírico pode se classificado da seguinte forma:

- **Survey:** é uma investigação executada em retrospectiva. O *survey* é conduzido quando algumas técnicas ou ferramentas já tenham sido utilizadas. Ele não oferece nenhum controle sobre a execução ou medição e é sempre impossível manipular as variáveis.
- **Estudo de Caso:** é utilizado para monitorar os projetos, atividades e atribuições. Os estudos de caso visam observar um atributo específico e estabelecer o relacionamento entre atributos diferentes. O nível de controle é baixo, mas ao contrário do *survey*, o estudo de caso possui controle sobre a medição das variáveis.
- **Experimento:** é utilizado para manipular uma ou algumas variáveis e manter as outras fixas medindo o efeito do resultado. Os experimentos são apropriados para confirmar teorias, confirmar o conhecimento convencional, explorar os relacionamentos, avaliar a predição dos modelos, ou validar medidas. Durante o experimento, tem-se um controle total sobre o processo e as variáveis e há possibilidade de ser repetido.

Considerando-se a classificação de [Wohlin et al., 2001], o estudo que foi realizado para avaliação do ramo de construção pode ser considerado um experimento pois teve-se um controle sobre o processo e a variáveis envolvidas.

Quanto ao ramo de análise, ele foi avaliado em relação aos defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA e pela aplicação da PBR-Usuário nos Documentos de Requisitos. Portanto, a atividade de análise pode ser classificada como um estudo de caso pois é avaliado o relacionamento entre as técnicas GUCCRA e a PBR-Usuário, em relação à capacidade de identificação de defeitos.

4.3. Avaliação do Ramo de Construção das Técnicas GUCCRA

Nesta seção descreve-se o experimento que foi realizado com o intuito de avaliar a viabilidade de aplicação das técnicas GUCCRA e sua contribuição na construção de Modelos de Casos de Uso em relação a uma abordagem de construção Ad-Hoc. A descrição dessa atividade detalha os passos do processo de experimentação apresentado no Apêndice B.

4.3.1. Definição do Experimento

Analisar	as técnicas GUCCRA e Ad-Hoc para construção de Modelos de Casos de Uso
Com o propósito de	avaliação
Com respeito a.....	efetividade e eficiência em relação à construção de modelos de casos de uso
Do ponto de vista do.....	pesquisador
No contexto de.....	estudantes de graduação.

4.3.2. Planejamento do Experimento

Abaixo é definido cada passo do planejamento do experimento.

Seleção do Contexto

O experimento foi considerado uma atividade da disciplina de Engenharia de Software dos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação da UFSCar – Universidade Federal de São Carlos – em que os alunos não receberam uma nota pelo desempenho no resultado, mas apenas uma nota pela participação. Eles foram conscientizados de que a responsabilidade e a colaboração efetiva deles estariam ajudando e contribuindo muito para a conclusão do trabalho de mestrado. Todos se mostraram bastante dispostos em participar e demonstraram isso no decorrer do experimento.

De acordo com as quatro dimensões que caracterizam o contexto, segundo [Wohlin et al., 2001], tem-se que: o experimento foi do tipo *off-line* por não ser baseado no desenvolvimento de software pela indústria; os participantes são estudantes de graduação; o problema tem o porte de um problema *toy* e corresponde também a um problema específico não podendo ser generalizado para outros contextos.

Formulação das Hipóteses

As hipóteses do experimento foram formuladas com base em três pontos que se desejavam explorar. A seguir, apresentam-se as questões associadas a esses pontos e as hipóteses que foram formuladas para cada uma delas:

Q1) Há uma diferença de tempo na aplicação das técnicas GUCCRA e da abordagem Ad-Hoc?

H0: Não há diferença de tempo na aplicação das técnicas GUCCRA e na aplicação da abordagem Ad-Hoc.

Ha: Há diferença de tempo na aplicação das técnicas GUCCRA e na aplicação da abordagem Ad-Hoc.

Q2) Há diferenças no número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelos participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e os participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc?

H0: Não há diferença no número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelos participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA em relação aos participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc.

Ha: Há diferença no número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelos participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA em relação aos participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc.

Q3) Há diferenças na efetividade e eficiência dos participantes ao aplicarem as técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc?**Efeito da Interação da Técnica de Leitura e Documento de Requisitos**

H0: Não há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Ha: Há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Efeito da Técnica de Leitura

H0: Não há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Ha: Há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Efeito do Documento de Requisitos

H0: Não há diferença entre participantes que utilizaram Documentos de Requisitos diferentes em relação à efetividade/eficiência.

Ha: Há diferença entre participantes que utilizaram Documentos de Requisitos diferentes em relação à efetividade/eficiência.

Seleção das Variáveis

No contexto do experimento aqui apresentado as variáveis independentes foram o Documento de Requisitos e a experiência dos participantes em casos de uso. As variáveis dependentes foram a efetividade, eficiência e o número de associações ‘Ator/Caso-deUso’ encontrado pelos participantes.

Seleção dos Participantes

A seleção dos participantes foi baseada na conveniência, isto é, a disciplina de Engenharia de Software estava sendo ministrada aos alunos dos cursos de Engenharia da Computação e Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos. Dessa forma, os alunos estudariam Modelos de Casos de Uso como técnica de modelagem de requisitos. Os participantes do experimento não possuíam conhecimento prévio em modelagem de requisitos.

Projeto Experimental

O projeto experimental utilizado é balanceado pois todos os grupos de estudantes que aplicaram as técnicas envolvidas no experimento possuem o mesmo número de participantes. Na Tabela 4.1 é mostrado o projeto experimental utilizado.

Tabela 4.1. Projeto Experimental

	Grupo A 3 participantes	Grupo B 3 participantes	Grupo C 3 participantes	Grupo D 3 participantes	Grupo E 3 participantes	Grupo F 3 participantes	
Ad-Hoc	Treinamento em Modelagem de Casos de Uso (Ad-Hoc)						Primeira Sessão
	Doc. Req. D	Doc. Req. F	Doc. Req. B	Doc. Req. A	Doc. Req. C	Doc. Req. E	
AGRT	Treinamento em Actor Goal Reading Technique						Segunda Sessão
	Doc. Req. C	Doc. Req. D	Doc. Req. F	Doc. Req. E	Doc. Req. A	Doc. Req. B	
UCRT	Treinamento em Use Case Reading Technique						Terceira Sessão
	Doc. Req. C	Doc. Req. D	Doc. Req. F	Doc. Req. E	Doc. Req. A	Doc. Req. B	

Os Documentos de Requisitos utilizados no experimento foram criados pelos estudantes. A cada dois grupos, um fazia o papel de engenheiro de requisitos (elicitando requisitos) e outro de cliente (fornecendo requisitos) e vice-versa. Assim, foram obtidos seis Documentos de Requisitos, um para cada grupo.

A distribuição dos Documentos de Requisitos para os grupos foi feita de forma aleatória, mas respeitando as seguintes situações:

- Cada grupo não usaria o mesmo Documento de Requisitos criado ou especificado por ele próprio, evitando que um conhecimento prévio do documento pudesse interferir na aplicação das técnicas.
- Cada grupo não usaria o mesmo Documento de Requisitos para a aplicação da abordagem Ad-Hoc e técnicas GUCCRA evitando assim influência da solução adotada pela aplicação da abordagem Ad-Hoc na aplicação das técnicas GUCCRA.

Além disso, antes do treinamento com a abordagem Ad-Hoc e com as técnicas GUCCRA, os Documentos de Requisitos criados foram inspecionados com o uso de *checklists* e os defeitos identificados corrigidos.

Instrumentação

Os instrumentos do experimento foram os Documentos de Requisitos, as técnicas de leitura AGRT e UCRT e os modelos oráculos que foram criados para cada Documento de Requisitos, além dos formulários utilizados para aplicação das técnicas.

Os modelos oráculos foram construídos com as técnicas GUCCRA, pelo autor das mesmas. Ressalta-se que essa decisão foi tomada pois como não foi encontrada na literatura nenhuma outra técnica que fornecesse diretrizes bem definidas, de forma procedimental, à construção do Modelo de Casos de Uso, isto é, tanto Diagrama como Especificação dos Casos de Uso, considerou-se que as técnicas GUCCRA estariam contribuindo efetivamente nesse sentido, uma vez que se procurou incorporar nessas técnicas algumas das diretrizes já apresentadas na literatura e de fundamental importância para a construção de melhores casos de uso.

Assim, quando se comparam os modelos construídos durante o experimento com o modelo oráculo, supõe-se que o modelo oráculo seja uma boa representação do sistema. Além disso, na essência, o que está sendo avaliado, principalmente, é a contribuição das técnicas no sentido de sistematizar a construção do modelo, isolando essa atividade de uma grande porção de subjetividade e experiência individual.

Validade do Experimento

Os aspectos de validade identificados para o experimento foram:

- **Validade Interna:**

- As notas dos participantes na disciplina de Engenharia de Software, relativas ao experimento, foram baseadas somente na participação no experimento e não no desempenho, isto é, na qualidade ou corretitude dos modelos construídos.
- Como estava sendo abordada na disciplina de Engenharia de Software a modelagem em UML, todos os alunos ficaram bastante interessados em construir os Modelos de Casos de Uso das duas formas, isto é, Ad-Hoc, apenas com a instrução e exemplos sobre a utilização da sintaxe relativa a esse modelo e com a aplicação das técnicas GUCCRA, recebendo treinamento nas mesmas. Assim, todos os participantes receberam treinamento e aplicaram a abordagem Ad-Hoc e as técnicas GUCCRA evitando-se a falta de motivação na participação do experimento.
- O fato de o Modelo Oráculo ter sido construído com as próprias técnicas GUCCRA.
- O tempo de aplicação das técnicas é um risco associado, pois o mesmo foi marcado pelo participante, não havendo um controle da veracidade da informação.

- **Validade Externa:**

- Com relação a esse tipo de validade não é possível tomar qualquer conclusão sobre o uso dessas técnicas por participantes que possuem mais experiência do que os participantes que realizaram o experimento.

4.3.3. Operação do Experimento

A operação corresponde à execução propriamente dita do experimento.

Preparação do Experimento

Os participantes, conforme comentando anteriormente, eram alunos da disciplina de Engenharia de Software e foram conscientizados da importância e da contribuição que eles iriam prestar participando com responsabilidade e boa vontade do experimento. Eles estavam cientes da importância da avaliação das técnicas GUCCRA, para efeito de condução deste trabalho.

Com relação à instrumentação do experimento, os artefatos utilizados foram: os procedimentos das técnicas de leitura GUCCRA, os formulários de relato de discrepâncias e os artefatos auxiliares para a aplicação das técnicas, como por exemplo, Formulário Ator X

Objetivo, Formulário de Casos de Uso Preliminares, Formulário de Especificação de Casos de Uso e os seis Documentos de Requisitos.

Execução do Experimento

Inicialmente, todos os participantes foram treinados em modelagem de casos de uso, com a instrução em notação UML e a apresentação, análise e discussão sobre alguns exemplos genéricos, bem como a elaboração de outros exemplos. O domínio dos documentos de requisitos utilizados era de Sistemas de Informação e o tamanho aproximado dos mesmos ficou em torno de 10 a 15 páginas. Após o treinamento, cada participante do grupo aplicou a abordagem Ad-Hoc, isto é, a experiência adquirida no treinamento, no Documento de Requisitos recebido, conforme mostra o projeto experimental da Tabela 4.1. Essa aplicação foi iniciada em sala de aula e foi finalizada em casa. O resultado obtido, ou seja, o Modelo de Casos de Uso elaborado por cada integrante dos grupos foi entregue após sete dias.

Em seguida, os participantes foram treinados na técnica AGRT, iniciando a atividade em sala de aula e terminando em casa. Com a finalização da AGRT, os participantes foram treinados na técnica UCRT e aplicaram a mesma utilizando como entrada o Formulário Ator X Objetivo gerado pela aplicação da AGRT. Novamente, a atividade foi iniciada em sala de aula e finalizada em casa.

Ao final da execução do experimento com as técnicas GUCCRA, existia, para cada integrante dos grupos, um Modelo de Casos de Uso e um Relatório de Discrepâncias encontradas com a aplicação das técnicas.

Coleta de Dados

Como esse experimento estava centrado na avaliação do aspecto de construção da técnica, ou seja, a construção de modelos de casos de uso baseados em Documentos de Requisitos, os dados coletados referem-se aos componentes dos casos de uso e ao tempo de aplicação para construção do modelo utilizando-se a abordagem Ad-Hoc e as técnicas GUCCRA.

Durante a coleta dos dados, as seguintes métricas foram utilizadas:

- **Associação ‘Ator/Caso-de-Usó’:** o número de associações ‘Ator/Caso-de-usó’ do modelo oráculo encontrado pelo participante.
- **Ocorrências de Associação ‘Ator/Caso-de-Usó’:** o número de vezes que a associação ‘Ator/Caso-de-Usó’ foi encontrada (cada participante tem a mesma chance

de encontrar a associação ‘Ator/Caso-de-Uso’). O número máximo de ocorrências para a associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ é o número de participantes. O número total de ocorrências para todas as ocorrências de associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ (TotalOc) é calculada como segue:

$$\text{TotalOc} = \sum_{i=1}^n (x_i)$$

na qual x_i é o número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelo participante i .

- **Efetividade:** a porcentagem média de associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrada pelo grupo de participantes. A efetividade é calculada como segue:

$$\left(\sum_{i=1}^n (x_i / y) \right) * 100 / n$$

na qual x_i é o número de associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrada pelo participante i ; y é o número total de associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ no Modelo de Caso de Uso e n é o número de participantes do grupo.

- **Eficiência:** a média da associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrada por cada participante por hora. A eficiência é calculada como segue:

$$\left(\sum_{i=1}^n (x_i / k_i) \right) / n$$

na qual x_i é o número de associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelo participante i ; k_i é o esforço (em horas) usado pelo participante i e n é o número de participantes do grupo.

4.3.4. Análise e Interpretação

Após a coleta dos dados experimentais na fase de operação, conclusões baseadas nos dados devem ser tomadas. Abaixo são mostradas as análises realizadas.

Estatística Descritiva

A Estatística Descritiva aplicada nos resultados do experimento foi dividida em duas partes: uma relacionada somente às associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ que foram encontradas com a aplicação das técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc e que fazem parte do modelo oráculo e outra relacionada a todas às associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ que foram encontradas com a aplicação das técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc.

Associações ‘Ator/Caso-de-Usó’ coincidentes com as associações dos Modelos Oráculos

Para cada Documento de Requisitos utilizado no experimento, os valores da média, mediana, moda e desvio padrão com relação às técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc são mostrados na Tabela 4.2. Esses valores correspondem somente às associações ‘Ator/Caso-de-Usó’ que foram encontradas pelas técnicas e que fazem parte do modelo oráculo.

Tabela 4.2. Medidas de Tendência Central e de Dispersão da aplicação das técnicas GUCCRA e Ad-Hoc em relação ao modelo oráculo para cada Documento de Requisitos

	Média		Mediana		Moda		Desvio Padrão	
	GUCCRA	Ad-Hoc	GUCCRA	Ad-Hoc	GUCCRA	Ad-Hoc	GUCCRA	Ad-Hoc
Doc. Req. A	7	2,66	7	2	7	2	0	1,155
Doc. Req. B	16	16,33	16	18	-	-	1	5,69
Doc. Req. C	13,66	9,33	14	9	14	-	0,57	1,52
Doc. Req. D	12,67	5,33	12	3	12	3	1,15	4,04
Doc. Req. E	20	16	22	15	-	-	1	2,65
Doc. Req. F	2	1	2	1	2	1	0	0

De acordo com a Tabela 4.2 observa-se que para os Documentos de Requisitos A, B, D e F as medidas de tendência central Média e Mediana possuem ou o mesmo valor ou valores muito próximos. Especificamente para os documentos A e F a Moda possui o mesmo valor que o das outras medidas aplicando-se as técnicas GUCCRA. Isso quer dizer que a maioria dos participantes identificou o mesmo número de casos de uso.

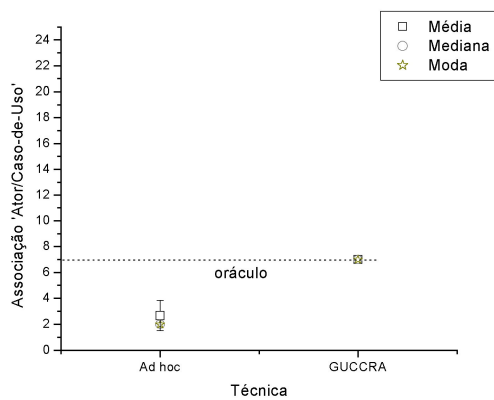
Utilizando a ferramenta estatística MiniTab [MiniTab, 2000] e pegando-se como exemplo os Documentos de Requisitos B e D pode-se dizer que: os dados obtidos da aplicação das técnicas GUCCRA nos Documentos de Requisitos B e D indicam que, com um intervalo de confiança de 95%, os valores da média e da mediana estão entre (13,51 – 18,48) e (15 – 17) respectivamente para o Documento de Requisitos B e entre (12,51 – 17,48) e (14 – 16) respectivamente para o Documento de Requisitos D. Isso indica que utilizando novamente as técnicas GUCCRA nos Documentos de Requisitos B e D tem-se uma probabilidade de 95% de produzir um resultado entre os valores mencionados acima. Comparando os mesmos Documentos de Requisitos B e D com a aplicação da técnica Ad-Hoc tem-se a seguinte situação mostrada na Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Valores da Média e Mediana dos Documentos de Requisitos B e D

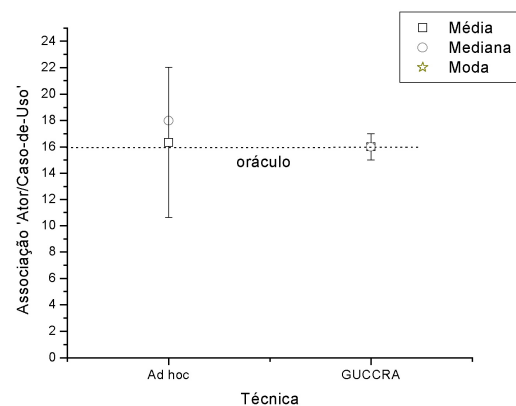
	GUCCRA		Ad-Hoc	
	Média (μ)	Mediana	Média (μ)	Mediana
Doc. Req. B	13,51 – 18,48	15 – 17	2,20 – 30,45	10 - 21
Doc. Req. D	12,51 – 17,48	14 – 16	2,49 – 12,83	6 – 10

Observa-se na Tabela 4.3 que as diferenças das médias e medianas em relação às técnicas GUCCRA e Ad-Hoc são discrepantes pois, por exemplo, enquanto a diferença do intervalo da mediana para o Documento de Requisitos B, aplicando-se as técnicas GUCCRA, foi de apenas duas associações ‘Ator/Caso-de-Usó’, aplicando-se a abordagem Ad-Hoc a diferença foi de 11 associações ‘Ator/Caso-de-Usó’. Portanto, existem evidências de que a variabilidade dos resultados obtidos com a abordagem Ad-Hoc é maior quando comparados aos resultados das técnicas GUCCRA.

Os valores da Tabela 4.3 são mostrados de forma gráfica (Figura 4.1) para cada Documento de Requisitos. Os gráficos possuem ainda o número de casos de uso do modelo oráculo, possibilitando a comparação deste com os dados obtidos pelas técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc.



(A)



(B)

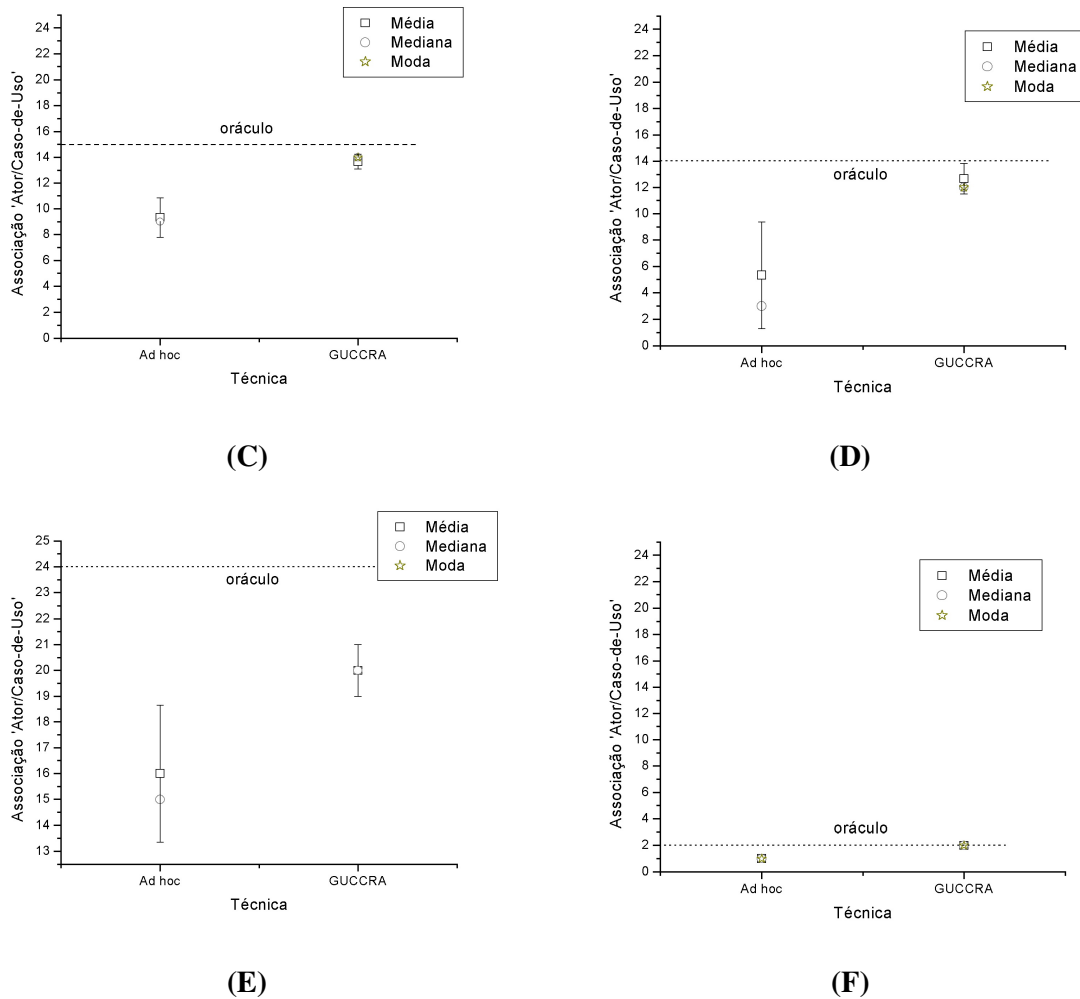


Figura 4.1. Estatística Descritiva relativa à Associação ‘Ator/Caso-de-Usu’ comparada ao Modelo Oráculo: (A) Doc. Req. A - (B) Doc. Req. B - (C) Doc. Req. C - (D) Doc. Req. D - (E) Doc. Req. E - (F) Doc. Req. F

Pela Figura 4.1 é possível observar as seguintes situações:

- Os valores das médias e medianas dos Documentos de Requisitos A, B e F em relação às técnicas GUCCRA, são exatamente iguais ao valor do modelo oráculo desses documentos. O mesmo não pode ser dito para os valores relacionados à abordagem Ad-Hoc. Isso significa que os Modelos de Casos de Uso são mais padronizadas quando são construídos com as técnicas GUCCRA.
- Existe uma grande variabilidade nos dados obtidos pela abordagem Ad-Hoc exceto no Documento de Requisitos F. Por outro lado, em relação a esses mesmos documentos, a variabilidade dos resultados referentes às técnicas GUCCRA é bem menor.

- Uma situação especial ocorreu no Documento de Requisitos F no qual, tanto para as técnicas GUCCRA quanto para a abordagem Ad-Hoc, a variabilidade dos dados foi nula, ou seja, o desvio padrão foi zero. No entanto, somente os resultados das técnicas GUCCRA assemelharam-se ao do modelo oráculo. Isso significa que mesmo que os participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc tenham obtido modelos semelhantes entre si, eles não foram semelhantes ao modelo oráculo o qual, segundo as considerações deste trabalho, seria um modelo mais apropriado do sistema.
- Exceto para o Documento de Requisitos B, os valores das associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ dos modelos oráculos ficaram distantes dos valores relacionados à abordagem Ad-Hoc. Por sua vez, os resultados das técnicas GUCCRA não possuíram tanta variabilidade e sempre ficaram mais próximos dos valores dos modelos oráculos. Isso significa que os modelos construídos com as técnicas GUCCRA foram mais parecidos com o modelo oráculo.

Associações ‘Ator-Caso-de-Uso’ independentemente de coincidência com o modelo oráculo

Os resultados mostrados na Tabela 4.4 são referentes a todas associações ‘Ator/Casos-de-Uso’ que foram encontradas com a aplicação das técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc. O objetivo de mostrar esses valores é verificar se há diferenças de quantidades entre as associações das técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc em relação ao valor do modelo oráculo.

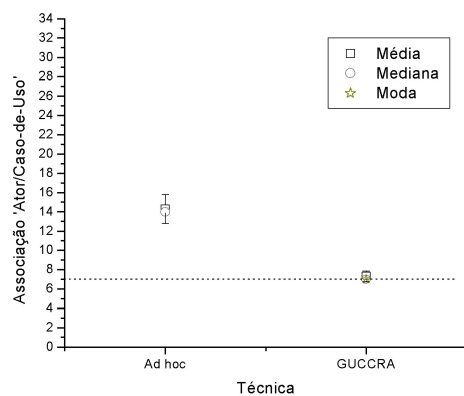
O valor esperado nessa análise era que o número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ relativo às técnicas GUCCRA e ao modelo oráculo fossem próximos.

Tabela 4.4. Medidas de Tendência Central e de Dispersão da aplicação das técnicas GUCCRA e Ad-Hoc considerando todas as associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ dos modelos

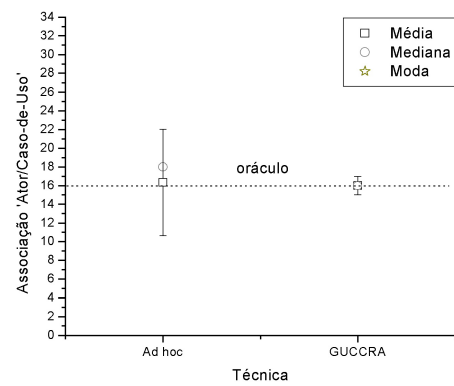
	Média		Mediana		Moda		Desvio Padrão	
	GUCCRA	Ad-Hoc	GUCCRA	Ad-Hoc	GUCCRA	Ad-Hoc	GUCCRA	Ad-Hoc
Doc. Req. A	7,33	14,33	7	14	7	-	0,57	1,52
Doc. Req. B	16	16,33	16	18	-	-	1	5,68
Doc. Req. C	14,33	25	14	29	14	-	0,57	7,81
Doc. Req. D	13	8,66	12	8	12	-	1,73	2,08
Doc. Req. E	21,66	20,66	22	21	22	21	0,57	0,57
Doc. Req. F	2,33	5	2	5	2	-	0,57	1

De acordo com a Tabela 4.4, observa-se que, em relação às técnicas GUCCRA os Documentos de Requisitos A, B e C, as medidas de tendência central Média e Mediana possuem praticamente o mesmo valor. No entanto, as principais análises que devem ser feitas com os resultados apresentados na Tabela 4.4 referem-se às diferenças no número de associações ‘Ator/Casos-de-Uso’ encontrado pelos grupos que aplicaram as técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc e se o número dessas associações se aproximam do valor dos modelos oráculos.

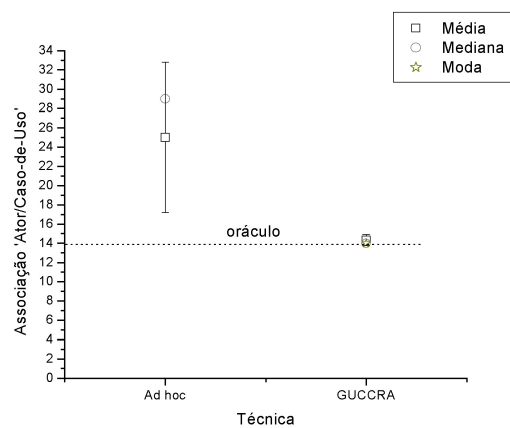
Para melhor visualização dos resultados, os valores das associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ estão apresentados nos gráficos a seguir.



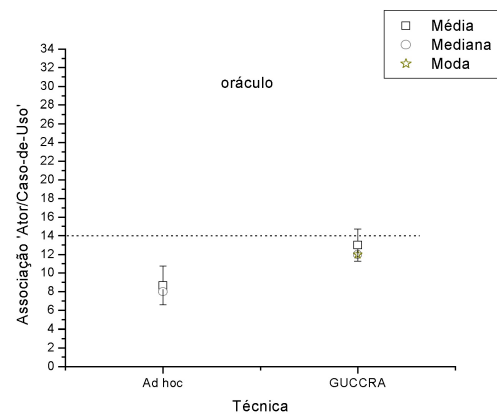
(A)



(B)



(C)



(D)

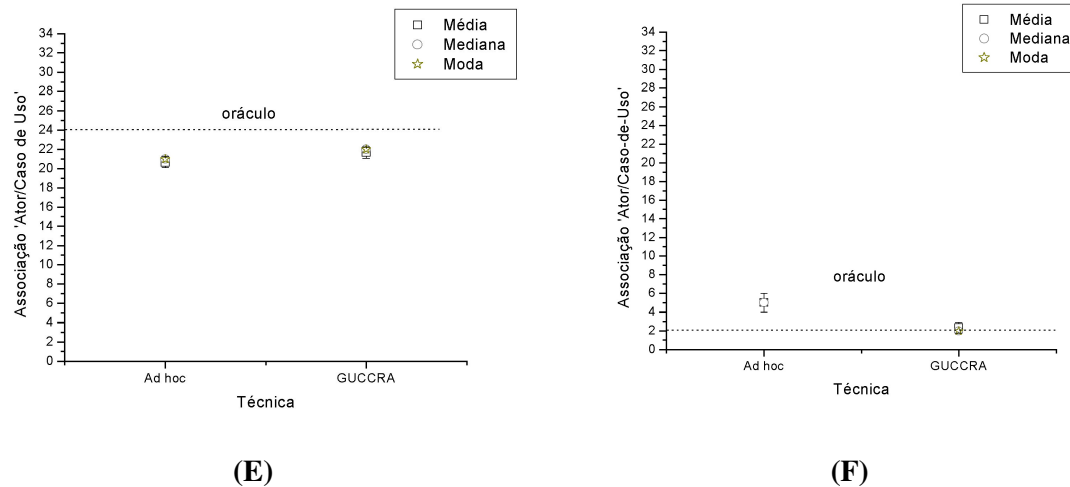


Figura 4.2. Estatística Descritiva de todas Associações 'Ator/Caso-de-Usos': (A) Doc. Req. A - (B) Doc. Req. B - (C) Doc. Req. C - (D) Doc. Req. D - (E) Doc. Req. E - (F) Doc. Req. F

Pela Figura 4.2 é possível observar os seguintes pontos:

- Para todos os Documentos de Requisitos, exceto o Documento de Requisitos E, a variabilidade dos números de associações 'Ator/Casos-de-Usos' relacionados à abordagem Ad-Hoc é maior que a variabilidade dos números relacionados às técnicas GUCCRA. Isso mostra que mesmo quando se consideram todas as associações 'Ator/Caso-de-Usos' dos modelos gerados pelos participantes, quando se usam as técnicas GUCCRA, não existe tanta variação quanto existe quando se usa a abordagem Ad-Hoc. Em outras palavras, os modelos gerados com as técnicas GUCCRA são mais parecidos entre si.
- Os valores das médias dos Documentos de Requisitos A, B e F são exatamente iguais aos valores do modelo oráculo desses documentos. Especificamente, para os Documentos de Requisitos C e D os valores das médias são próximos aos valores dos modelos oráculos desses documentos. Essas características fornecem evidências que os modelos gerados pelas técnicas GUCCRA são mais padronizados.

Os resultados da Figura 4.3 mostram que mesmo quando foram consideradas todas as associações 'Ator/Caso-de-Usos' o valor da média de associações encontrado pelas técnicas GUCCRA é semelhante ao do modelo oráculo (representado pelos traços nos gráficos), para todos os Documentos de Requisitos utilizados no experimento. No entanto, considerando-se a abordagem Ad-Hoc o valor da média de associações 'Ator/Caso-de-Usos' foi maior que o modelo oráculo para os Documentos de Requisitos A, B, C e F, mostrando que foram criados

casos de uso desnecessários, e menor que dos modelos oráculos para os Documentos de Requisitos D e E, mostrando que casos de uso importantes para a modelagem e entendimento do sistema não foram criados.

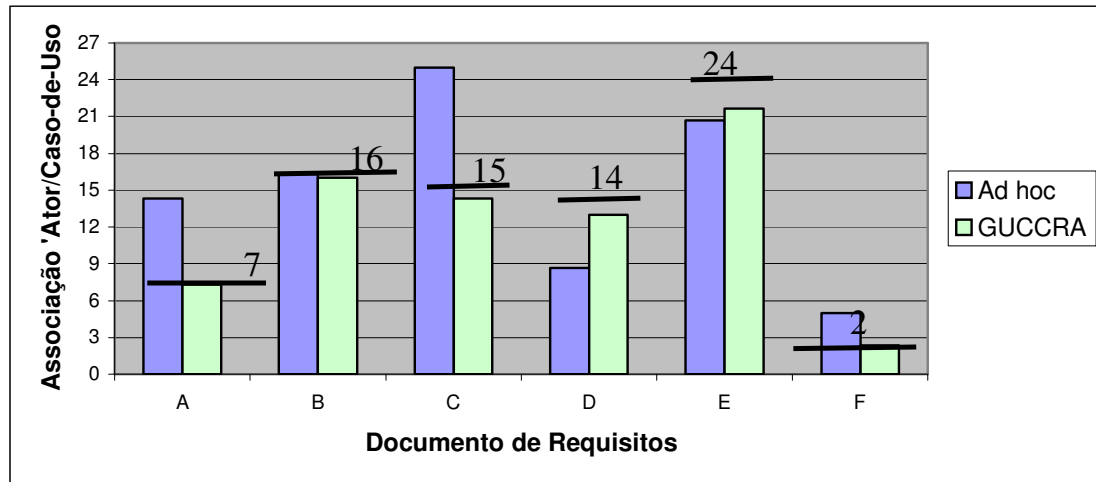


Figura 4.3. Comparação dos valores das médias de todas associações 'Ator/Casos-de-Uso' obtidos pela técnica GUCCRA e Ad-Hoc em relação ao modelo oráculo

Teste das Hipóteses

Considerações:

- Os valores utilizados para o cálculo da efetividade e eficiência da aplicação da abordagem Ad-Hoc e da aplicação das técnicas GUCCRA são baseados nas associações 'Ator/Caso-de-Uso' que estão presentes no modelo oráculo de cada Documento de Requisitos.
- Foi utilizada a estatística ANOVA, da ferramenta MiniTab [MiniTab, 2000], para projeto balanceado uma vez que os grupos possuíam o mesmo número de participantes. Para o teste das hipóteses, as variáveis dependentes utilizadas foram a efetividade e eficiência individual de cada participante do experimento. Essa análise envolveu dois fatores (tratamentos) diferentes: a técnica de leitura (TEC) e o Documento de Requisitos (DOC). O nível de significância utilizado para os testes estatísticos foi de 95%.

Q1) Há uma diferença de tempo na aplicação das técnicas GUCCRA e da abordagem Ad-Hoc?

H0: Não há diferença de tempo na aplicação das técnicas GUCCRA e na aplicação da abordagem Ad-Hoc.

Ha: Há diferença de tempo na aplicação das técnicas GUCCRA e na aplicação da abordagem Ad-Hoc.

Aplicando-se a ANOVA *one way*, para avaliar-se o tempo de aplicação das técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc, obteve-se um valor de $p=0.013$. Assim, a hipótese H_0 é rejeitada, o que significa que há diferença no tempo de aplicação das técnicas GUCCRA e da abordagem Ad-Hoc.

De acordo com a Figura 4.4, o tempo de aplicação da técnica GUCCRA, na média, é maior que o tempo de aplicação da técnica Ad-Hoc para todos os Documentos de Requisitos.

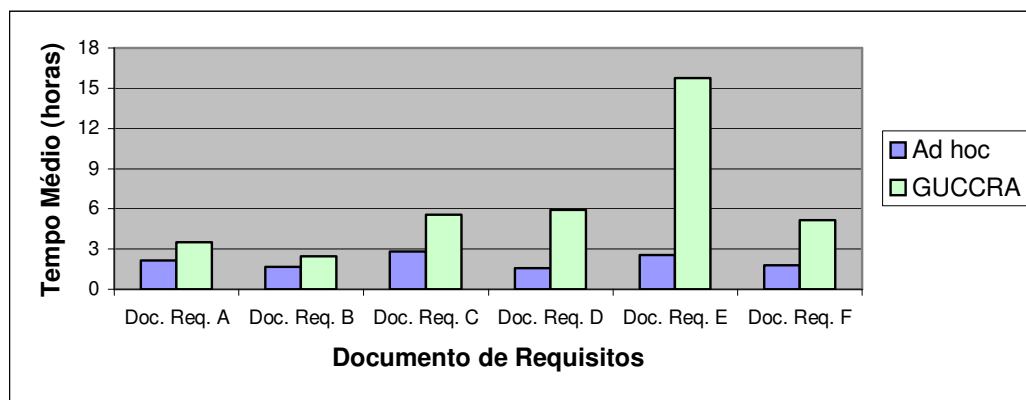


Figura 4.4. Tempo de Aplicação médio das técnicas GUCCRA e abordagem Ad-Hoc

Como pode ser observado pela Figura 4.4, a menor diferença entre as médias ocorreu para o Documento de Requisitos B e a maior diferença ocorreu para o Documento de Requisitos E. Apesar das diferenças da média do tempo, pela Figura 4.5 observa-se que a efetividade das técnicas GUCCRA (B-93.75%; E-83.33%) em ambos os documentos é maior que a efetividade da técnica Ad-Hoc (B-47.92%; E-66.67%).

Vale salientar que os resultados obtidos com a aplicação das técnicas GUCCRA nos Documentos de Requisitos B e F mostraram que a média, mediana e moda possuem o mesmo valor, enquanto que isso não ocorreu nenhuma vez com a aplicação da abordagem Ad-Hoc. Esse fato fornece evidências de que, embora o tempo de aplicação das técnicas GUCCRA seja maior que o tempo de aplicação da abordagem Ad-Hoc, obtém-se uma maior padronização do Modelo de Casos de Uso. Além disso, é provável que o tempo de aplicação das técnicas GUCCRA possa ser reduzido quando os participantes das técnicas estiverem mais familiarizados com elas.

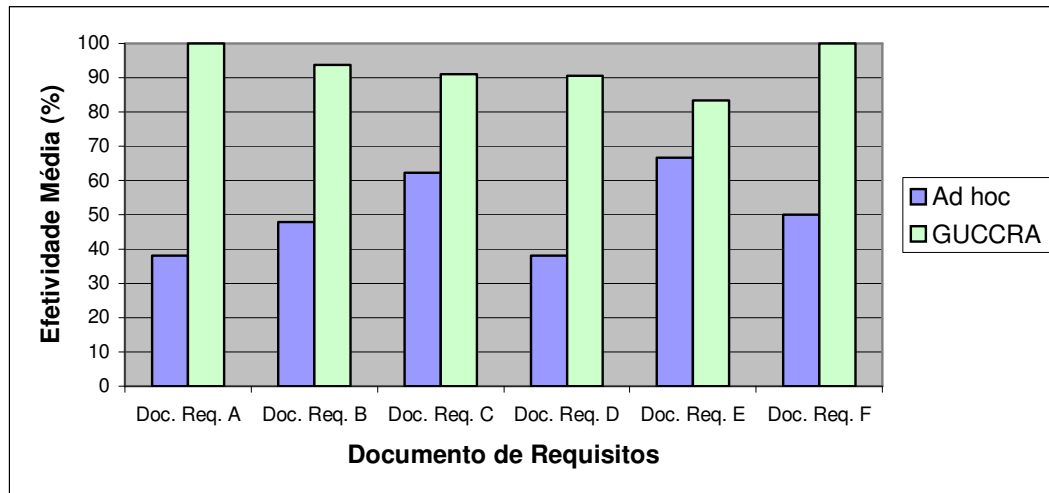


Figura 4.5. Comparação da efetividade média das técnicas GUCCRA e Ad-Hoc

Q2) Há diferenças no número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelos participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e os participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc?

H0: Não há diferença no número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelos participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA em relação aos participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc.

Ha: Há diferença no número de ocorrências de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ encontrado pelos participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA em relação aos participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc.

Aplicando-se a ANOVA *one way*, para avaliar-se o número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ em relação ao modelo oráculo obtido pela aplicação das duas técnicas, obteve-se um valor de $p=0.018$. Assim, a hipótese H0 é rejeitada, o que significa que há diferença no número de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’. De acordo com as análises apresentadas anteriormente com as estatísticas descritivas, há muitos casos de uso criados pela abordagem Ad-Hoc que não são necessários para o sistema sendo modelado; talvez esses casos de uso poderiam ser passos de outros.

Q3) Há diferenças na efetividade e eficiência dos participantes ao aplicarem as técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc?

Efeito da Interação da Técnica de Leitura e Documento de Requisitos

H0: Não há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Ha: Há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Efeito da Técnica de Leitura

H0: Não há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Ha: Há diferença entre participantes que aplicaram as técnicas GUCCRA e participantes que aplicaram a abordagem Ad-Hoc em relação à efetividade/eficiência.

Efeito do Documento de Requisitos

H0: Não há diferença entre participantes que utilizaram Documentos de Requisitos diferentes em relação à efetividade/eficiência.

Ha: Há diferença entre participantes que utilizaram Documentos de Requisitos diferentes em relação à efetividade/eficiência.

Aplicando-se ANOVA *two way* para avaliar a interação Técnica/Documento e a ANOVA *one way* para avaliar o efeito da técnica e do documento têm-se os valores apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5. ANOVA relacionada à efetividade e eficiência

Variáveis Independentes	P (efetividade)	P (eficiência)
TEC X DOC	0.028✓	0.001✓
TEC	< 0.001✓	0.231
DOC	0.983	< 0.001✓

Com relação à efetividade, com base nos resultados da Tabela 4.5 pode-se dizer que:

- quanto à interação técnica/documento: a hipótese H0 pode ser rejeitada ($p=0.028$), o que significa que a variável influenciou os resultados da efetividade.
- quanto à interação técnica: a hipótese H0 pode ser rejeitada ($p<0.001$), o que significa que a variável influenciou os resultados da efetividade.

- Quanto à interação documento: a hipótese H0 não pode ser rejeitada ($p=0.983$), o que significa que não pode ser mostrado que a variável teve influência nos resultados relacionados à efetividade.

Com relação à eficiência, com base nos resultados da Tabela 4.5 pode-se dizer que:

- quanto à interação técnica/documento: a hipótese H0 pode ser rejeitada ($p=0.001$), o que significa que a variável influenciou os resultados da eficiência.
- quanto à interação técnica: a hipótese H0 não pode ser rejeitada ($p<0.231$), o que significa que não pode ser mostrado que a variável teve influência nos resultados relacionados à eficiência.
- quanto à interação documento: a hipótese H0 pode ser rejeitada ($p<0.001$), o que significa que a variável influenciou os resultados da eficiência.

O fato de não poder concluir se a técnica (GUCCRA ou Ad-Hoc) teve influência nos resultados relacionados a eficiência pode ter sido decorrente do maior tempo gasto na aplicação das técnicas GUCCRA do que na abordagem Ad-Hoc, conforme pode ser observado na Tabela 4.6 em que são apresentadas as médias da efetividade e eficiência obtidas para cada Documento de Requisitos.

Tabela 4.6. Médias da Efetividade e Eficiência para cada Documento de Requisitos

	Efetividade (%)		Eficiência (por hora)	
	GUCCRA	Ad-Hoc	GUCCRA	Ad-Hoc
Doc. Req. A	100	38,10	2,15	1,20
Doc. Req. B	93,75	47,92	6,10	4,78
Doc. Req. C	91,11	62,22	2,61	3,47
Doc. Req. D	90,48	38,10	2,24	3,71
Doc. Req. E	83,33	66,67	1,28	6,39
Doc. Req. F	100	50	0,41	0,57

Observando os dados da Tabela 4.6 verifica-se que a eficiência associada com a abordagem Ad-Hoc é maior do que a das técnicas GUCCRA para a maioria dos Documentos de Requisitos. No entanto, em contrapartida, verifica-se que a efetividade associada com as técnicas GUCCRA é maior para todos os Documentos de Requisitos. Ou seja, aplicando-se as técnicas GUCCRA os participantes obtiveram modelos mais próximos do modelo oráculo. Assim, deve-se considerar que a eficiência pode ter sido prejudicada por dois fatores: o tempo

de aprendizado/aplicação da própria técnica e o fato da técnica possuir também o aspecto de análise do Documento de Requisitos, fazendo com que a pessoa tenha que relatar as discrepâncias encontradas.

A Tabela 4.7 resume os dados, coletados sobre o experimento, referentes às associações identificadas pelos participantes em relação às associações pertencentes ao modelo oráculo e o número de ocorrências dessas associações.

Tabela 4.7. Dados coletados dos resultados do experimento para cada Documento de Requisitos

Doc	Técnica	Associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ identificadas / total de Associações ‘Ator/Caso-de-Uso’	Ocorrências de associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ / total de ocorrências
A	GUCCRA	7/7 (100%)	21/21
	Ad-Hoc	4/7 (57%)	8/21
B	GUCCRA	16/16 (100%)	45/48
	Ad-Hoc	13/16 (81%)	23/48
C	GUCCRA	14/15 (93%)	41/45
	Ad-Hoc	14/15 (93%)	28/45
D	GUCCRA	14/14 (100%)	38/42
	Ad-Hoc	11/14 (78%)	16/42
E	GUCCRA	22/24 (91%)	60/72
	Ad-Hoc	22/24 (91%)	48/72
F	GUCCRA	2/2 (100%)	6/6
	Ad-Hoc	1/2 (50%)	3/6

Esses dados indicam que, por exemplo, para o Documento de Requisitos A e considerando as técnicas GUCCRA, foram encontradas sete associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ diferentes de um total de sete associações do modelo oráculo, ou seja, 100%. Com relação às ocorrências de associações ‘Ator/Caso-de-Uso’, tem-se um total de 3 participantes aplicando cada técnica para cada Documento de Requisitos.

Portanto, tem-se um total de 7×3 (21) ocorrências de associação ‘Ator/Caso-de-Uso’ e no caso específico do Documento de Requisitos A, os três participantes identificaram todas associações ‘Ator/Caso-de-Uso’ pertencentes ao modelo oráculo.

4.3.5. Apresentação e Empacotamento

Exceto os Documentos de Requisitos, os demais artefatos utilizados no experimento compõem o Pacote de Laboratório do Apêndice A.

4.4. Avaliação do ramo de análise das técnicas GUCCRA

Como foi mencionado no Capítulo 3, na definição das técnicas GUCCRA procurou-se abordar as situações de identificação de defeitos que compõem a PBR-Usuário. Assim, a avaliação do ramo de análise das técnicas GUCCRA foi realizada tendo-se como parâmetro de comparação essa outra técnica.

Pelo fato da disciplina de Engenharia de Software já ter terminado, essa atividade foi realizada por seis alunos voluntários, sendo que cada um aplicou a PBR-Usuário em um dos Documentos de Requisitos usados no experimento mencionado na seção anterior. Esses alunos não tinham conhecimento prévio da técnica PBR-Usuário e foram treinados na mesma antes de aplicá-la.

Devido ao fato de só haver um participante para cada Documento de Requisitos, o objetivo desse estudo foi o de fornecer uma visão inicial sobre o quanto da técnica PBR-Usuário as técnicas GUCCRA estariam abordando e sobre o aspecto complementar que poderia haver.

Os resultados da aplicação da PBR-Usuário foram comparados às discrepâncias relatadas pelos participantes do experimento relatado anteriormente.

Por haver apenas uma avaliação de cada Documento de Requisitos com a PBR-Usuário e três avaliações do mesmo Documento de Requisitos com as técnicas GUCCRA, a análise foi feita de duas maneiras:

1. juntando as discrepâncias relatadas pelos três que aplicaram as técnicas GUCCRA e comparando-se ao resultado obtido pelo aluno que aplicou a PBR-Usuário.
2. comparando-se individualmente o resultado obtido pelo aluno que aplicou a PBR-Usuário com cada resultado da aplicação das técnicas GUCCRA.

Ressalta-se que, por se tratar de Documentos de Requisitos elaborados pelos próprios alunos, não se tinha uma lista de defeitos inicial relacionada a cada documento. Assim, tanto para os defeitos identificados com a PBR-Usuário como para as discrepâncias observadas pelas técnicas GUCCRA, não se conduziu uma ampla discussão para a decisão da existência do defeito. O que se fez foi uma análise cuidadosa, de forma a se descartar os itens relatados que realmente não correspondiam a um defeito. Lembra-se que a intenção do estudo foi de ter apenas uma primeira comparação entre as técnicas.

A subseções a seguir mostram os resultados de cada uma dessas análises.

4.4.1 GUCCRA X PBR-Usuário: agrupamento dos defeitos encontrados com as técnicas GUCCRA

Na Tabela 4.8 apresentam-se as quantidades de defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA, considerando-se apenas a técnica AGRT, apenas a técnica UCRT e a união dessas duas e pela PBR-Usuário. Além disso, apresenta-se também a quantidade de defeitos comuns entre a AGRT e a UCRT e a quantidade comum entre a PBR-Usuário e as técnicas GUCCRA.

Tabela 4.8. Defeitos encontrados pelas Técnicas GUCCRA e PBR-Usuário

Doc. Req.	GUCCRA (defeitos)				PBR (defeitos)	
	AGRT	UCRT	AGRT + UCRT	Comum (AGRT e UCRT)	Total	Comum a GUCCRA
A	23	7	30	-	7	7
B	20	25	45	-	26	25
C	41	18	59	-	39	36
D	19	26	45	-	32	32
E	41	24	65	2	8	8
F	18	10	28	-	9	9

De acordo com a Tabela 4.8, observa-se que apenas no Documento de Requisitos E foram encontrados dois defeitos comuns entre as técnicas AGRT e UCRT. Isso aconteceu pelo fato do Documento de Requisitos não ter sido corrigido após a aplicação da AGRT, fazendo com que, na aplicação da UCRT esses defeitos terem sido identificados novamente.

Além disso, exceto para os documentos B e C, os defeitos encontrados pela técnica PBR também foram encontrados pelas técnicas GUCCRA. No caso dos documentos B e C, um e três defeitos não foram encontrados pelas técnicas GUCCRA respectivamente. Analisando-se esses defeitos verificou-se que embora não tenham sido detectados pelos participantes, as técnicas possuem passos que seriam capazes de fazer essa identificação.

Por outro lado, a quantidade de defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA é superior em relação aos defeitos encontrados pela PBR-Usuário. Assim, embora neste caso específico tivesse sido possível descartar uma inspeção do Documento de Requisitos com a técnica PBR-Usuário antes de aplicar-se as técnicas GUCCRA, é necessária a condução de experimentos para que se possa, eventualmente, generalizar essa observação.

Quanto aos tipos de defeitos, considerando-se a PBR-Usuário, pode-se dizer que estes poderiam ser classificados, de maneira geral, em defeitos relacionados a atores e especificação dos casos de uso. Considerando-se as técnicas GUCCRA, de maneira geral, pode-se também dizer que elas identificam defeitos dessas duas categorias e também de

nomes inconsistentes para as funcionalidades e funcionalidades mencionadas na seção Funções do Produto e não detalhadas nos Requisitos Funcionais.

Analisando-se os resultados tanto de aplicação das técnicas GUCCRA como da PBR-Usuário verificou-se que os defeitos encontrados podem realmente ser inseridos em uma dessas categorias genéricas.

Assim, na Tabela 4.9 apresentam-se os resultados dos defeitos identificados, de acordo com as categorias mencionadas.

Tabela 4.9. Tipos de defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA em relação a PBR-Usuário

D O C		Tipos de Defeitos				
		Relativo a atores	Relativo a Espec. de Casos de Uso	Relativo a funcionalidades com nomes diferentes	Relativo a funcionalidade não detalhada nos RF	diversos
A	AGRT	7	-	7	1	-
	PBR	7	-	-	-	-
	UCRT	1	2	-	3	-
	PBR	-	-	-	-	-
B	AGRT	8	-	9	-	3
	PBR	8	-	-	-	-
	UCRT	-	16	-	4	-
	PBR	-	16	-	1	-
C	AGRT	8	-	23	-	8
	PBR	3	-	-	-	6
	UCRT	-	6	-	9	21
	PBR	-	6	-	-	21
D	AGRT	16	-	3	-	-
	PBR	16	-	-	-	-
	UCRT	-	22	-	-	2
	PBR	-	16	-	-	-
E	AGRT	5	-	2	-	34
	PBR	3	-	-	-	-
	UCRT	3	22	-	-	-
	PBR	-	5	-	-	-
F	AGRT	3	-	5	-	10
	PBR	2	-	-	-	2
	UCRT	-	6	-	2	2
	PBR	-	5	-	-	-

No geral, a maioria dos defeitos relacionados à categoria “funcionalidade não detalhada nos requisitos funcionais” e todos os defeitos relacionados à categoria “funcionalidades com nomes diferentes” foi encontrada apenas pelas técnicas GUCCRA (AGRT e UCRT). Lembra-se que cada Documento de Requisitos foi avaliado apenas por uma pessoa utilizando a técnica PBR-Usuário. Esse resultado poderia ser diferente caso várias pessoas tivessem feito a inspeção. Outra característica observada foi em relação aos defeitos relacionados à especificação de casos de uso. Por exemplo, os resultados do Documento de Requisitos E da Tabela 4.9 mostraram que as técnicas GUCCRA identificaram 22 defeitos

relativos a “especificação de casos de uso” enquanto que a PBR-Usuário identificou apenas cinco. Esse resultado pode ser um indício de que a utilização de uma técnica que sistematize a criação dos casos de uso e auxilie a elaboração de suas especificações melhore a tarefa de identificação de defeitos.

Outra análise realizada foi relacionada aos defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA e o número de participantes que encontrou o mesmo defeito. O número máximo de vezes com que um defeito pode ser identificado é o número total de participantes que utilizaram as técnicas GUCCRA, ou seja, três participantes. Na Tabela 4.10 é mostrada, para cada Documento de Requisitos, a quantidade de defeitos que foi encontrada por um único participante (independentemente de qual seja), por dois e por três participantes.

Tabela 4.10. Quantidade de defeitos encontrada pelos participantes utilizando as técnicas GUCCRA

Doc. Req.	GUCCRA (defeitos)									Total (defeitos)
	AGRT (participantes)			UCRT (participantes)			AGRT + UCRT (participantes)			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
A	13	3	7	2	1	4	15	4	11	30
B	11	1	8	20	2	3	31	3	11	45
C	10	1	30	2	4	12	12	5	42	59
D	10	4	5	8	6	12	18	10	17	45
E	12	9	20	6	4	14	18	13	34	65
F	10	5	3	5	3	2	15	8	5	28

De acordo com o Documento de Requisitos C e a técnica AGRT observa-se pela Tabela 4.10, que 10 defeitos foram encontrados por apenas um dos participantes (seja qual for), um defeito foi encontrado por dois participantes e 30, por três participantes. A coluna Total representa o número total de defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA (AGRT e UCRT).

Vale destacar que quanto maior for o número de pessoas que identificam o mesmo defeito mais se caracteriza a sistemática das técnicas GUCCRA. Na Figura 4.6 é mostrado um gráfico representando a coluna AGRT+UCRT da Tabela 4.10, ou seja, o número total de defeitos encontrados com técnicas GUCCRA por um (seja qual for), dois e pelos três participantes, para cada Documento de Requisitos.

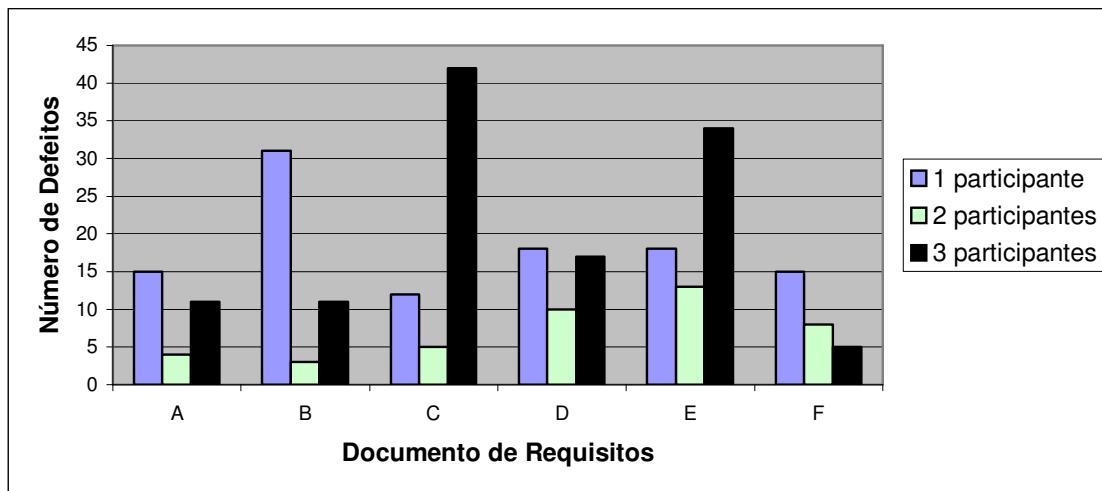


Figura 4.6. Número de defeitos encontrados por um, dois e três participantes com as técnicas GUCCRA

De acordo com a Figura 4.6, para os Documentos de Requisitos C e E, a maior quantidade de defeitos em comum foi encontrada pelos três participantes. Como poderá ser observado na seção seguinte, com a análise individual, a quantidade de defeitos encontrada separadamente pelos participantes foi sempre menor que a quantidade de defeitos encontrada pelos três participantes.

Por último, foram analisados os defeitos encontrados com as técnicas GUCCRA e PBR-Usuário em relação à taxonomia de defeitos utilizada no Projeto *Readers*. Na Tabela 4.11 são mostrados esses resultados, sendo que nas colunas AGRT e UCRT têm-se as quantidades de defeitos encontrados por essas técnicas respectivamente e na coluna Total tem-se a quantidade de defeitos considerando a somatória das quantidades das colunas AGRT e UCRT. Por último, na coluna PBR, tem-se a quantidade de defeitos encontrados com a PBR-Usuário. Em cada uma dessas colunas tem-se a porcentagem relativa ao total da respectiva coluna para o Documento de Requisitos específico.

Observa-se pela Tabela 4.11 que, para os Documentos de Requisitos B, D, E e F, a maioria dos defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA foi classificada como Omissão. Com relação aos Documentos de Requisitos A e C, a maioria dos defeitos encontrados pelas técnicas GUCCRA foi classificado como Miscelânea. No entanto, assim como os demais Documentos de Requisitos, na técnica PBR-Usuário a maioria dos defeitos encontrados está relacionada à Omissão. Observa-se que, fazendo uma análise da classificação dos defeitos dos documentos A e C, o autor deste trabalho verificou que vários deles deveriam ter sido classificados como Omissão ou outras classes. Dessa forma, o número de defeitos de Omissão

para os Documentos de Requisitos A e C também é superior em relação às demais classes da taxonomia de defeitos.

Tabela 4.11. Defeitos encontrados segundo a Taxonomia de Defeitos do Projeto *Readers*

Doc. Req.	Taxonomia	GUCCRA						PBR	
		AGRT		UCRT		Total		Total	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
A	O	4	17,39	4	57,14	8	26,66	5	71,42
	A	4	17,39	-	0	4	13,33	-	0
	II	1	4,34	-	0	1	3,33	1	14,28
	FI	1	4,34	-	0	1	3,33	1	14,28
	M	13	56,52	3	42,85	16	53,33	-	0
B	O	8	40	16	64	24	53,33	26	100
	A	2	10	-	0	2	4,44	-	0
	II	8	40	-	0	8	17,77	-	0
	FI	-	0	-	0	-	0	-	0
	M	2	10	9	36	11	24,44	-	0
C	O	3	7,31	7	38,88	10	16,94	3	100
	A	1	2,43	-	0	1	1,69	-	0
	II	5	12,19	-	0	5	8,47	-	0
	FI	2	4,87	-	0	2	3,38	-	0
	M	30	73,17	11	61,11	41	69,49	-	0
D	O	12	63,15	24	92,3	36	80	28	87,5
	A	-	0	1	3,84	1	2,22	-	0
	II	4	21,05	-	0	4	8,88	-	0
	FI	3	15,78	-	0	3	6,66	4	12,5
	M	-	0	1	3,84	1	2,22	-	0
E	O	17	41,46	20	83,33	37	56,92	4	50
	A	13	31,7	1	4,16	14	21,53	1	12,5
	II	5	12,19	-	0	5	7,69	1	12,5
	FI	1	2,43	-	0	1	1,53	2	25
	M	5	12,19	3	12,5	8	12,30	0	0
F	O	6	33,33	9	90	15	53,57	5	55,56
	A	4	22,22	-	0	4	14,28	-	0
	II	1	5,55	-	0	1	3,57	-	0
	FI	1	5,55	-	0	1	3,57	4	44,44
	M	6	33,33	1	10	7	25	-	0

4.4.2. GUCCRA X PBR-Usuário: análise individual dos defeitos encontrados com as técnicas GUCCRA

Os resultados analisados referem-se aos números de defeitos encontrados por cada participante durante a aplicação das técnicas GUCCRA. Na Tabela 6 são mostrados os resultados obtidos. Na coluna GUCCRA é mostrado o número de defeitos encontrados por cada participante utilizando as técnicas AGRT, UCRT e a somatória dos defeitos encontrados por ambas as técnicas. Na coluna PBR apresentam-se a quantidade de defeitos em comum com as técnicas GUCCRA, a porcentagem dos defeitos em comum em relação ao total da

PBR e, por último, o total de defeitos encontrados pelo participante que aplicou a PBR-Usuário.

Observa-se na Tabela 4.12 que para todos os Documentos de Requisitos, exceto B e C, houve no mínimo um participante que identificou com as técnicas GUCCRA todos os defeitos identificados com a técnica PBR. Assim como já mostrado nos dados referentes ao agrupamento dos defeitos de cada participante (vide análise anterior), não foram encontrados todos os defeitos para os documento B e C quando as técnicas GUCCRA foram aplicadas, porém, esses defeitos são perfeitamente passíveis de serem identificados.

Tabela 4.12. Quantidade de defeitos identificada para cada participante

Doc. Req.	Participante	# Defeitos encontrados			% de defeitos comuns entre GUCCRA e PBR
		GUCCRA (AGRT + UCRT)	PBR	comuns entre GUCCRA e PBR	
A	1	17	7	7	100
	2	20		6	85,71
	3	19		7	100
B	4	24	26	23	88,46
	5	22		23	88,46
	6	24		25	96,15
C	7	51	39	36	92,30
	8	48		33	84,61
	9	49		34	87,17
D	10	32	32	29	90,62
	11	28		27	84,37
	12	31		32	100
E	13	52	8	8	100
	14	51		8	100
	15	47		8	100
F	16	16	9	9	100
	17	13		8	88,88
	18	19		9	100

Nas Figuras 4.7 e 4.8 a seguir apresentam-se para as técnicas AGRT e UCRT, respectivamente, os gráficos para cada Documento de Requisito, com a quantidade de defeitos encontrada pelo participante, isoladamente, ou em comum com os demais.

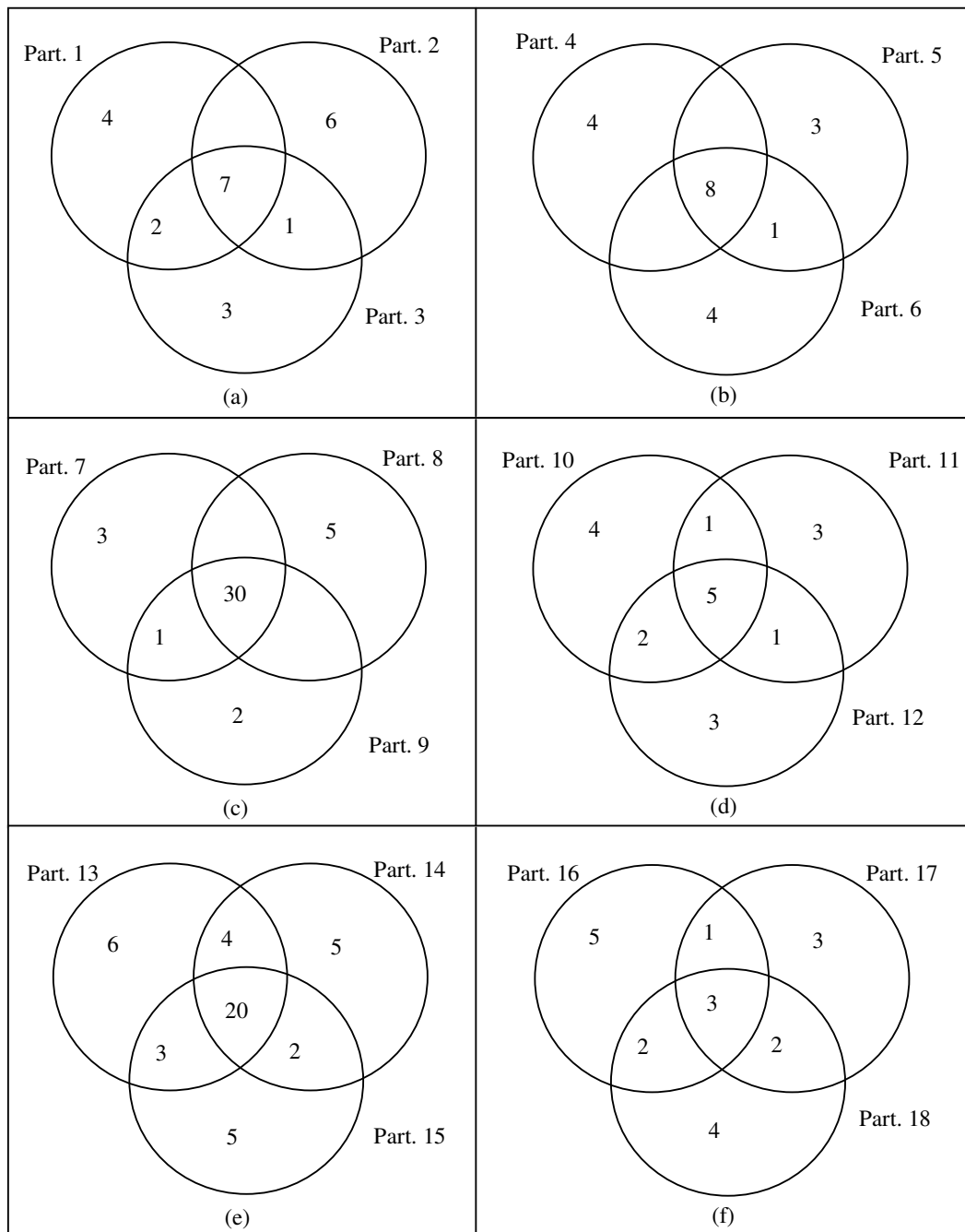


Figura 4.7. Defeitos encontrados pela AGRT (a) Doc. Req. A; (b) Doc. Req. B; (c) Doc. Req. C; (d) Doc. Req. D; (e) Doc. Req. E; (f) Doc. Req. F

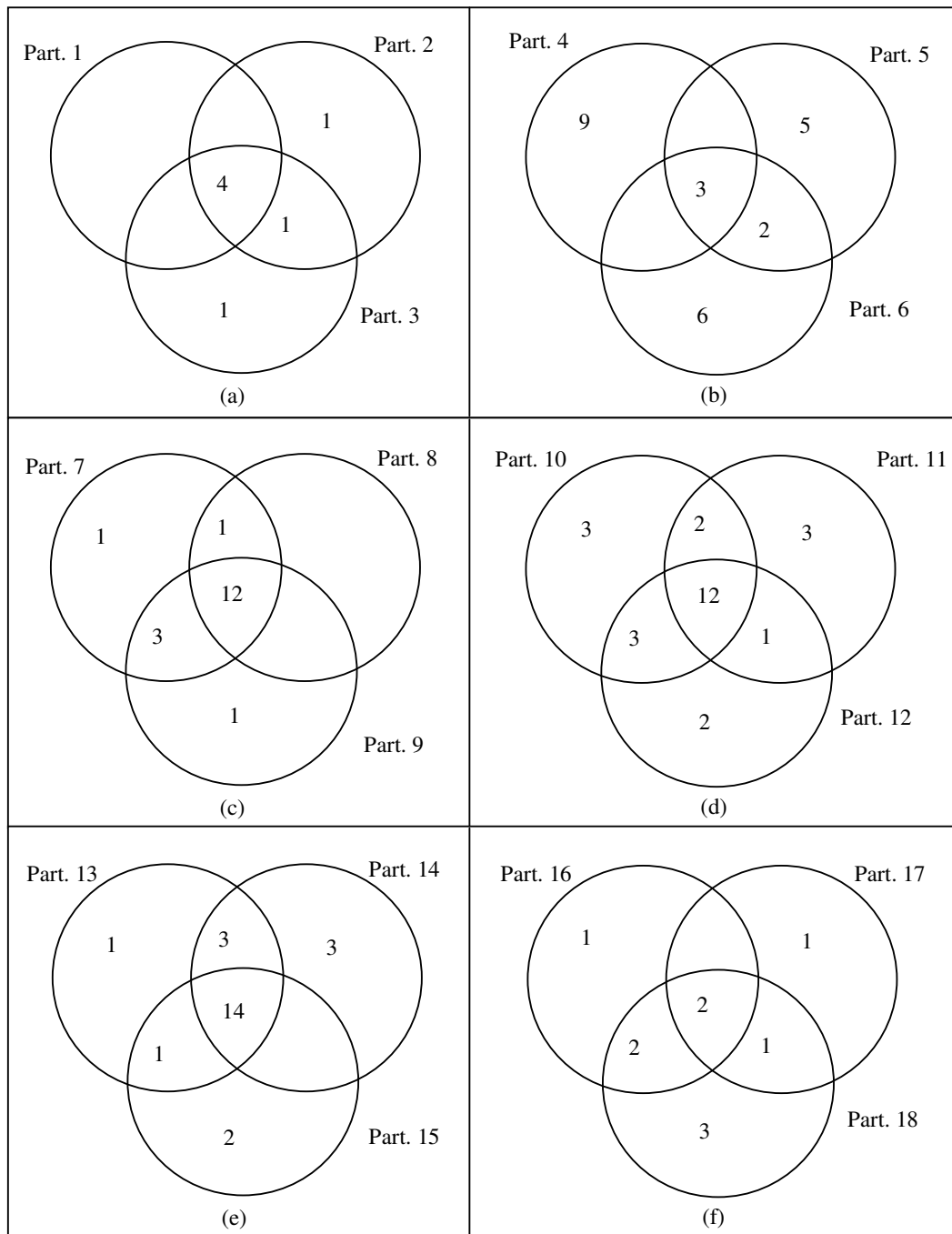


Figura 4.8. Defeitos encontrados pela UCRT (a) Doc. Req. A; (b) Doc. Req. B; (c) Doc. Req. C; (d) Doc. Req. D; (e) Doc. Req. E; (f) Doc. Req. F

4.5. Considerações Finais

Neste capítulo foram relatados dois estudos conduzidos para avaliar as técnicas de leitura GUCCRA propostas neste trabalho: um deles, para avaliar o ramo de construção e o outro, o ramo de análise.

O estudo empírico que explorou o ramo de construção correspondeu a um experimento que comparou as técnicas GUCCRA com a abordagem Ad-Hoc na construção de Modelos de Casos de Uso. Esse experimento foi conduzido no âmbito da disciplina Engenharia de Software, no segundo semestre de 2003, com 18 alunos, separados em grupos de 3. Cada grupo elaborou um Documento de Requisitos, o qual foi inspecionado com a utilização de um *checklist*. Depois disso, os participantes de um grupo desenvolveram, individualmente, o Modelo de Casos de Uso de um dos Documentos de Requisitos, sem utilização de qualquer técnica, ou seja, usando uma abordagem Ad-Hoc. Em seguida, foram aplicadas, individualmente, as técnicas GUCCRA em outro Documento de Requisitos. Para efeito de comparação dos modelos gerados, foi elaborado um modelo oráculo para cada Documento de Requisitos, utilizando as técnicas GUCCRA. Como resultado desse experimento pôde-se observar que os modelos gerados com as técnicas foram mais padronizados, isto é, mais semelhantes aos modelos oráculos. Por outro lado, os modelos gerados com a abordagem Ad-Hoc não foram semelhantes aos modelos oráculos e continham casos de uso desnecessários ou deixavam de especificar casos de uso essenciais para os sistemas modelados. Assim, os resultados obtidos fornecem indícios de que as técnicas sistematizam a atividade de construção de casos de uso, levando a modelos mais padronizados (mais semelhantes, mesmo que desenvolvidos por pessoas diferentes), evitando a interferência da subjetividade e experiência do desenvolvedor.

O estudo empírico que explorou o ramo de análise correspondeu a um estudo de caso, no qual avaliou-se a atividade de análise do Documento de Requisitos, comparando as técnicas GUCCRA com a técnica PBR-Usuário. O objetivo desse estudo foi apenas para se obter uma visão geral sobre o quanto da técnica PBR-Usuário está sendo abordada pela técnica GUCCRA e sobre o aspecto complementar das duas. Não se conseguiu fazer um estudo mais detalhado desses aspectos, principalmente porque só foi possível conduzi-lo depois de terminada a disciplina Engenharia de Software e então se contou com a participação de seis alunos para a aplicação da PBR-Usuário, um aluno para cada Documento de Requisitos, ao passo que quando da aplicação da GUCCRA dispôs-se de três alunos para cada documento. Para a comparação dos resultados foram utilizadas as análises geradas com a

aplicação das técnicas GUCCRA e, para esse estudo, as duas técnicas atuaram nos Documentos de Requisitos de forma bastante semelhante.

Certamente, novos estudos empíricos devem ser conduzidos para que se obtenha uma melhor avaliação dos dois ramos das técnicas GUCCRA.

No próximo capítulo relata-se um estudo que foi feito explorando-se a influência das técnicas GUCCRA no que se refere à utilização da técnica Pontos de Casos de Uso para avaliar a complexidade do sistema, para efeito de realizar estimativas do software a ser desenvolvido.

CAPÍTULO 5

Um Estudo sobre a Influência das Técnicas GUCCRA na Contagem dos Pontos de Casos de Uso

5.1. Considerações Iniciais

Sabe-se que ter os requisitos modelados de uma forma apropriada e fiel às necessidades dos usuários pode influenciar positivamente várias atividades que serão realizadas desse momento em diante, como por exemplo, uma estimativa mais precisa do desenvolvimento do software, a geração de casos de teste funcionais, subsídios à elaboração do plano de teste.

Neste capítulo apresenta-se um estudo realizado sobre a influência positiva dos Modelos de Casos de Uso elaborados com as técnicas GUCCRA na utilização da técnica de Pontos de Casos de Uso e, em decorrência, na estimativa do projeto. Ressalta-se que esse estudo foi realizado após a conclusão do trabalho e, portanto, a revisão bibliográfica sobre o assunto é apresentada somente neste capítulo.

Na Seção 5.2 são apresentados os conceitos de Pontos de Casos de Uso; na Seção 5.3 são comentados alguns trabalhos relacionados a essa métrica; na Seção 5.4 são discutidos os aspectos positivos decorrentes de utilização de modelos de casos de uso construídos com as técnicas GUCCRA para a aplicação de Pontos de Casos de Uso, quando comparado com a abordagem Ad-Hoc e, na Seção 5.5, são apresentadas as Considerações Finais.

5.2. Pontos de Casos de Uso

A técnica de Pontos de Casos de Uso (PCU) foi criada em 1993 por Gustav Karner da empresa *Objectory AB* (mais tarde adquirida pela *Rational Software Corporation*) e tem como propósito servir como uma métrica para estimar projetos de software baseados em casos de uso [Schneider & Winters, 2001].

A teoria dos PCU é baseada na definição da Análise de Pontos por Função. Enquanto nesta, a contagem é baseada na funcionalidade do software, nos PCU a contagem é baseada nos atores e nos casos de uso.

Da mesma forma que nos Pontos de Função (PF), os PCU podem ser não ajustados e ajustados. A contagem dos pontos de casos de uso não ajustados é baseada na classificação da complexidade dos atores e dos casos de uso envolvidos no Modelo de Casos de Uso. Inicialmente, os atores identificados para o sistema são analisados como o intuito de classificá-los em um, dos três tipos de complexidade, à qual é atribuído um fator de peso, conforme mostra a Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Classificação de Atores

Tipo do Ator	Descrição	Fator de Peso
Simple	Interface de Programa	1
Médio	Interface interativa ou dirigida a protocolo	2
Complexo	Interface gráfica	3

Um ator simples representa outro sistema com uma Interface de Aplicação (API) definida. Um ator médio representa um outro sistema interagindo através de um protocolo de comunicação, por exemplo TCP/IP. Um ator complexo é uma pessoa interagindo através de uma interface gráfica (GUI) ou uma página na internet.

Em seguida é feita a classificação dos casos de uso identificados para o sistema, aos quais, da mesma forma que para os atores, podem ser classificados em um, de três tipos de complexidade, à qual é atribuído um fator de peso, conforme mostra a Tabela 5.2. A base para decisão do tipo do caso de uso é o número de transações em um caso de uso, incluindo cursos alternativos. Para esse propósito, uma transação é definida como sendo um conjunto de atividades atômicas, as quais podem ser realizadas inteiramente ou não. Contar o número de transações pode ser feito contando-se os passos contidos nos cursos normal e alternativos das especificações dos casos de uso [Ribu, 2001].

Os casos de uso incluídos ou estendidos com o uso de estereótipos <<include>> ou <<extend>> não são contados na técnica de Pontos de Casos de Uso e portanto, não são levados em consideração para estimar o tamanho do software, embora alguns autores não concordem com isso, como será comentado na Seção 5.3.

Tabela 5.2. Classificação de Casos de Uso

Tipo do Caso de Uso	Descrição	Fator de Peso
Simple	3 ou menos transações	5
Médio	4 a 7 transações	10
Complexo	mais que 7 transações	15

O número de pontos de casos de uso não ajustados (PCU_{na}) é obtido pela fórmula abaixo que é a somatória dos pesos atribuídos aos atores e dos pesos atribuídos aos casos de uso.

$$PCU_{na} = \Sigma (\text{Pesos de Atores}) + \Sigma (\text{Pesos de Casos de Uso})$$

Os pontos de casos de uso são ajustados com base em valores de fatores de complexidade técnica e fatores de complexidade ambiental os quais variam numa escala de 0 a 5, de acordo com o grau de dificuldade do sistema a ser construído. No caso dos fatores de complexidade técnica (Tabela 5.3), o valor 0 indica que o fator é irrelevante para o projeto e o valor 5 indica que o fator é essencial para o projeto. Após determinar o valor dos fatores, multiplicar pelo respectivo peso, calcular o total dos valores e aplicar a seguinte fórmula:

$$\text{Fator de Complexidade Técnica} = 0.6 + (0.01 * \text{Somatório do Fator Técnico})$$

Tabela 5.3. Fatores de Complexidade Técnica [Schneider & Winters, 2001]

Descrição	Peso
Sistemas Distribuídos	2.0
Desempenho da aplicação	1.0
Eficiência do usuário final (on-line)	1.0
Processamento Interno Complexo	1.0
Reusabilidade do Código em outras aplicações	1.0
Facilidade de instalação	0.5
Usabilidade (facilidade operacional)	0.5
Portabilidade	2.0
Facilidade de Manutenção	1.0
Concorrência	1.0
Características especiais de segurança	1.0
Acesso direto para terceiros	1.0
Facilidades especiais de treinamento	1.0

Os fatores ambientais (Tabela 5.4) indicam a eficiência do projeto e estão relacionados ao nível de experiência dos profissionais. O valor 0 para esses fatores indica baixa habilidade (pouca experiência no domínio da aplicação), 3 indica média experiência e 5 indica alta experiência. Após determinar o valor de cada fator, multiplicar pelo peso e calcular o total dos valores. Em seguida, aplicar a seguinte fórmula:

$$\text{Fator de Complexidade Ambiental} = 1.4 + (-0.03 * \text{Somatório do Fator Ambiental})$$

Tabela 5.4. Fatores de Complexidade Ambiental [Schneider & Winters, 2001]

Descrição	Peso
Familiaridade com o processo de desenvolvimento	1.5
Experiência na aplicação	0.5
Experiência em OO, na linguagem e na técnica de desenvolvimento	1.0
Capacidade do líder de projeto	0.5
Motivação	1.0
Requisitos estáveis	2.0
Trabalhadores com dedicação parcial	-1.0
Dificuldade da linguagem de programação	-1.0

Por fim, os pontos de casos de uso ajustados (PCU_a) são calculados com base na multiplicação dos PCU não ajustados (PCU_{na}), na complexidade técnica e na complexidade ambiental com o uso da seguinte fórmula:

$$PCU = PCU_{na} * \text{Fator de Complexidade Técnica} * \text{Fator de Complexidade Ambiental}$$

5.3. Trabalhos Relacionados a Pontos de Casos de Uso

A seguir, são comentados alguns trabalhos que abordam o uso de PCU, encontrados na literatura. O trabalho de Anda [Anda et al., 2001] [Anda, 2002] comparou, em projetos realizados na indústria, estimativas resultantes da contagem dos pontos de casos de uso e estimativas fornecidas por desenvolvedores experientes. Os resultados mostraram que as estimativas realizadas através de PCU foram próximas às estimativas realizadas pelos desenvolvedores experientes. Assim, a utilização de PCU tende a reduzir a necessidade do conhecimento do especialista no processo de estimativa. Nesse trabalho, a autora observou que a contagem para os casos de uso incluídos e estendidos deve ser realizada, pois os resultados mostraram que isso leva a uma estimativa mais próxima do esforço real gasto no

desenvolvimento do software. Não contar esses tipos de casos de uso pode levar a uma estimativa abaixo da realidade, pois as funções descritas nesses casos de uso são essenciais e implementadas.

Andrade [Andrade, 2004] propõe a utilização dos PCU, que podem ser obtidos logo no início do processo de desenvolvimento do software, para a derivação de Pontos por Função (PF). A relação de conversão de PCU para PF foi obtida de dados de vários projetos acadêmicos e industriais utilizando análise de regressão. As equações obtidas (uma para projetos acadêmicos e outra para projetos industriais) podem ser usadas para projetar valores para PF a partir de valores de PCU, indicando que PF e PCU podem ser utilizados de forma complementar e o uso combinado destas métricas pode gerar estimativas mais seguras, pois a estimativa realizada no início pode ser refinada à medida que novas contagens de PF forem realizadas durante o processo de desenvolvimento de software.

Ressalta-se que, de acordo com dados obtidos da aplicação dos PCU nos projetos acadêmicos e da indústria, Andrade [Andrade, 2004] observou a necessidade de padrões pré-definidos para que os desenvolvedores tenham um claro entendimento de como definir os casos de uso. Segundo a autora, isso pode facilitar o processo de contagem dos PCU.

5.4. Avaliação de PCU de Modelos de Casos de Uso gerados com as técnicas GUCCRA

Conforme observado por [Andrade, 2004], a contagem dos PCU pode ser influenciada pela maneira como os modelos de casos de uso são construídos. Assim, a utilização de uma técnica que guie a construção de modelos de casos de uso pode melhorar a geração de estimativas, principalmente aquelas baseadas em PCU.

O objetivo desta seção é relatar um estudo que foi realizado para verificar a influência da utilização das técnicas GUCCRA na contagem dos PCU, considerando-se modelos construídos com essas técnicas e com a abordagem Ad-Hoc. Os modelos utilizados foram os mesmos gerados durante o experimento apresentado no capítulo anterior. A análise desse estudo foi baseada nos seguintes pontos, os quais serão comentados nas subseções a seguir:

1. Comparação dos PCU computados para os modelos gerados com as técnicas GUCCRA e com a abordagem Ad-Hoc.
2. Avaliação dos PCU computados para os modelos gerados com as técnicas GUCCRA e a abordagem Ad-Hoc em relação aos PCU computados para os modelos oráculos.

3. Avaliação dos PCU computados para os modelos gerados com as técnicas GUCCRA e com a abordagem Ad-Hoc em relação aos PCU computados para os modelos oráculos, mas considerando apenas os casos de uso dos modelos que coincidem com os casos de uso do modelo oráculo.

Para efeito de análise, vale salientar que somente os PCU não ajustados foram utilizados, uma vez que o valor de ajuste seria o mesmo independentemente da técnica utilizada, pois esse ajuste leva em consideração fatores técnicos e ambientais, que seriam os mesmos para cada Documento de Requisitos considerado, pois esses fatores dependem do sistema em questão.

5.4.1. Comparação dos PCU: GUCCRA X Ad-Hoc

A análise apresentada nesta seção utilizou estatística descritiva, ou seja, foi baseada em dados relativos a média, mediana, moda e desvio padrão relacionados aos PCU computados.

O objetivo dessa análise foi avaliar se os PCU obtidos para os modelos gerados pela mesma técnica, seja ela as técnicas GUCCRA ou a abordagem Ad-Hoc, eram próximos tanto no caso da mesma técnica, como entre as duas técnicas.

Cada uma das Figuras de 5.1 a 5.6 está relacionada a um dos Documentos de Requisitos utilizado no experimento. Elas apresentam um gráfico que mostra, para cada uma das técnicas utilizadas (GUCCRA e Ad-Hoc) a média, a mediana e a moda dos PCU dos modelos construídos com a referida técnica (vide legenda), o valor dos PCU dos modelos oráculos (linha tracejada) e o valor do desvio-padrão (linha contínua).

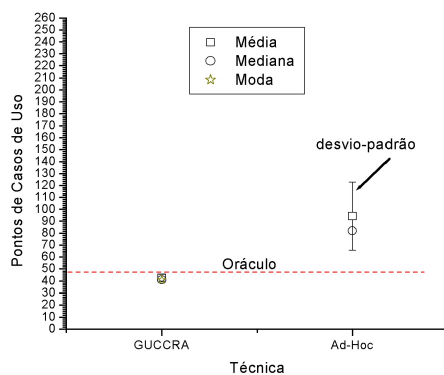


Figura 5.1. Documento de Requisitos A

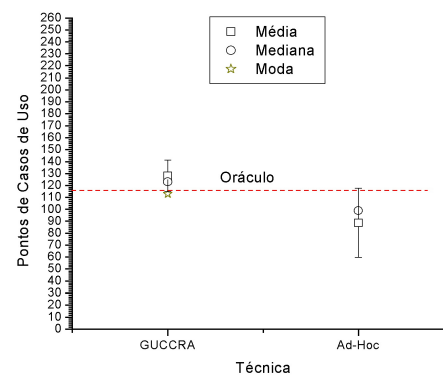


Figura 5.2. Documento de Requisitos B

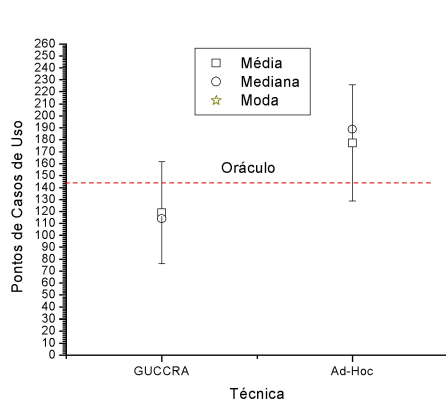


Figura 5.3. Documento de Requisitos C

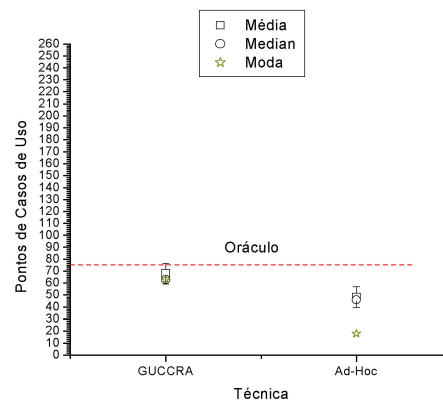


Figura 5.4. Documento de Requisitos D

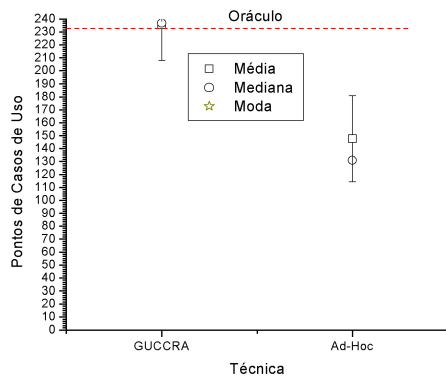


Figura 5.5. Documento de Requisitos E

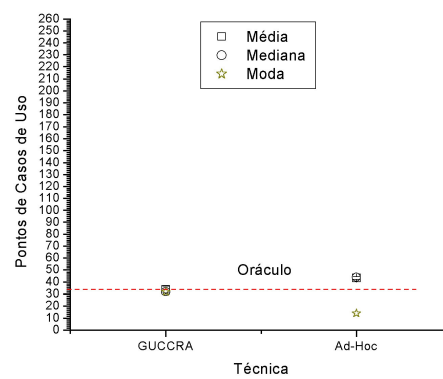


Figura 5.6. Documento de Requisitos F

Algumas análises que podem ser feitas com base nos gráficos das Figuras 5.1 a 5.6 são comentadas abaixo:

- Para os Documentos de Requisitos B, C, E e principalmente o A, pode-se observar que o desvio padrão associado às técnicas GUCCRA (13.2; 42.7; 27.5; 2.8 respectivamente) possui uma menor variabilidade do que o desvio padrão associado à abordagem Ad-Hoc (28.9; 48.5; 33.2; 28.5 respectivamente). Esse resultado indica que há uma maior dispersão, em relação à média, dos PCU obtidos de modelos construídos com a abordagem Ad-Hoc.
- Para todos os Documentos de Requisitos, exceto o Documento de Requisitos A, os PCU do modelo oráculo estão compreendidos no intervalo do desvio padrão dos PCU dos modelos construídos com as técnicas GUCCRA. Por outro lado, no caso dos modelos construídos com a abordagem Ad-Hoc, os PCU do modelo oráculo não estão no intervalo do desvio padrão, para quatro dos seis Documentos de Requisitos utilizados (A, D, E e F). Assim, obtém-se indícios de que os PCU obtidos de modelos

construídos com as técnicas GUCCRA sejam mais padronizados, permitindo estimativas próximas entre si, mesmo quando os modelos de casos de uso são construídos por pessoas diferentes.

- No caso do Documento de Requisitos F obteve-se a ocorrência de resultados que diferem bastante dos demais: embora o intervalo de variação do desvio padrão associado com a abordagem Ad-Hoc tenha sido menor relativamente menor do que o associado com as técnicas GUCCRA, os PCU do modelo oráculo estão compreendidos apenas no intervalo associado com as técnicas GUCCRA. Vale ressaltar que embora os PCU obtidos a partir da abordagem Ad-Hoc tenham sido parecidos, eles ficaram muito distantes dos PCU atribuídos ao modelo oráculo.
- Para os Documentos de Requisitos A, D, E e F os modelos construídos pelas técnicas GUCCRA possuem PCU bem semelhantes e próximos aos dos modelos oráculos. Isso pode ser observado pelo valor da moda, que foi muito próximo dos valores da média e mediana em todos os casos, o que caracteriza uma padronização dos pontos de casos de uso obtidos.

5.4.2. Comparação dos PCU: GUCCRA X Oráculo e Ad-Hoc X Oráculo

O objetivo dessa análise foi avaliar se os PCU obtidos para cada modelo construído, independentemente da técnica e considerando todos os casos de uso, eram próximos dos PCU obtidos para os modelos oráculos.

Para essa análise foram consideradas as médias dos PCU computados para cada modelo construído tanto com as técnicas GUCCRA como com a abordagem Ad-Hoc. Avaliou-se, em porcentagem, se as médias dos PCU obtidas foram inferiores (<), foram iguais (=) ou superiores (>) ao valor dos PCU dos modelos oráculos.

Os resultados da Tabela 5.5 mostram que, exceto para o documento B, os percentuais das médias, em relação aos PCU dos modelos oráculos, são muito discrepantes quando comparados os valores obtidos pelas técnicas GUCCRA e pela abordagem Ad-Hoc. Por exemplo, em relação ao Documento de Requisitos A, a média dos PCU do modelo criado pelas técnicas GUCCRA é inferior aos PCU do modelo oráculo em apenas 8% enquanto que a média dos PCU da técnica Ad-Hoc foi superior em 105%. Essas diferenças podem prejudicar o planejamento do projeto do software e, conseqüentemente, acarretar prejuízos.

Tabela 5.5. Comparação das médias dos PCU dos modelos em relação aos PCU dos modelos oráculos

Documento de Requisitos	PCU do Oráculo	Percentual em relação ao Modelo Oráculo							
		Média dos PCU		GUCCRA			Ad-Hoc		
		GUCCRA	Ad-Hoc	<	=	>	<	=	>
A	46	42,67	94,33	8%	-	-	-	-	105%
B	113	128	88,66	-	-	13%	12%	-	-
C	144	119	177,33	18%	-	-	-	-	23%
D	73	68	48,33	7%	-	-	34%	-	-
E	232	235,33	147,66	-	-	1%	37%	-	-
F	32	33,66	43,33	-	-	5%	-	-	35%

Uma forma gráfica de representação dos dados da Tabela 5.5 pode ser visualizada no gráfico da Figura 5.7. Considere que o valor zero do eixo y corresponde aos PCU dos modelos oráculos e que as barras acima ou abaixo desse valor correspondam a porcentagem das médias dos PCU computados para os modelos construídos com as técnicas GUCCRA e com a abordagem Ad-Hoc.

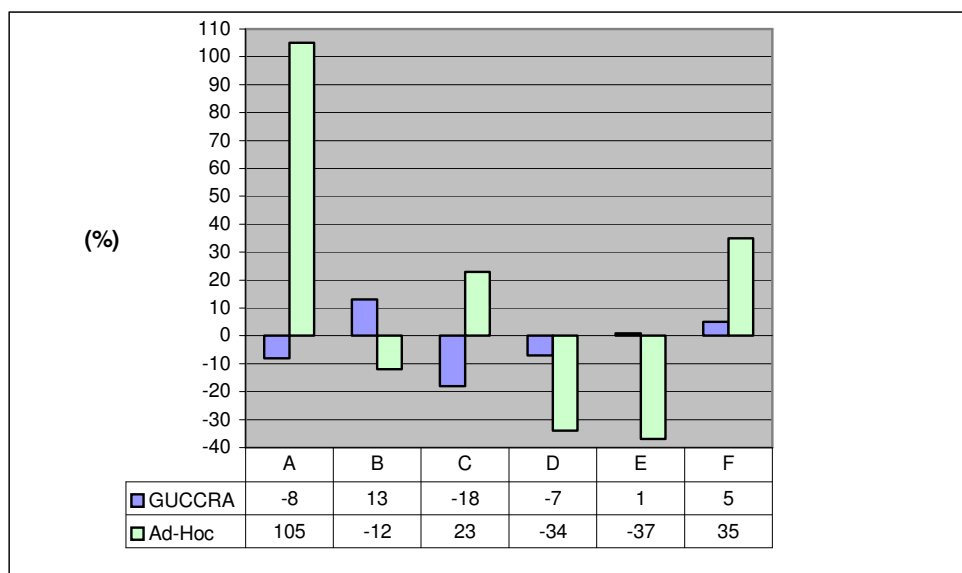


Figura 5.7. Comparação das médias dos PCU dos modelos em relação aos PCU dos modelos oráculos, considerando todos os casos de uso identificados

Na Figura 5.7 pode-se observar que as diferenças das porcentagens das médias dos PCU comparadas aos PCU dos modelos oráculos são menores para os modelos de casos de uso construídos com as técnicas GUCCRA do que para os modelos construídos com a abordagem Ad-Hoc. No caso do documento A, por exemplo, se os PCU forem utilizados para

fazer estimativas desse software, os valores dos PCU advindos dos modelos gerados com as técnicas GUCCRA dariam subsídios a uma estimativa muito mais adequada do que os PCU advindos do uso da abordagem Ad-Hoc.

5.4.3. Comparação dos PCU dos casos de uso coincidentes com os modelos oráculos: GUCCRA X Oráculo e Ad-Hoc X Oráculo

O objetivo dessa análise foi avaliar, independentemente da técnica utilizada, se os PCU relativos aos casos de uso que coincidiam com casos de uso dos modelos oráculos eram próximos dos PCU dos modelos oráculos.

Para essa análise foram consideradas as médias dos PCU relativas aos casos de uso coincidentes com casos de uso do modelo oráculo. Avaliou-se, em porcentagem, se as médias dos PCU obtidas foram inferiores (<), foram iguais (=) ou superiores (>) aos valores dos PCU dos modelos oráculos. Na Tabela 5.6 são mostrados os resultados obtidos.

Tabela 5.6. Comparação das médias dos PCU dos casos de uso coincidentes em relação aos PCU dos modelos oráculos

Documento de Requisitos	PCU do Oráculo	Percentual em relação ao Modelo Oráculo							
		Média dos PCU		GUCCRA			Ad-Hoc		
		GUCCRA	Ad-Hoc	<	=	>	<	=	>
A	46	41	21,66	11%	-	-	53%	-	-
B	113	119,66	41,33	-	-	5%	64%	-	-
C	144	115,66	85,66	20%	-	-	51%	-	-
D	73	66,33	29,66	10%	-	-	60%	-	-
E	232	218,66	116	6%	-	-	50%	-	-
F	32	32	16,66	-	100%	-	48%	-	-

As seguintes observações podem ser feitas a partir da Tabela 5.6:

- Para o Documento de Requisitos F, o valor médio dos PCU obtidos nos modelos construídos com as técnicas GUCCRA correspondeu exatamente ao valor dos PCU do modelo oráculo (32). Com relação à abordagem Ad-Hoc, esse valor foi inferior em 48%. Com base no experimento relatado no Capítulo 3 pode-se afirmar que a coincidência na média obtida em relação às técnicas GUCCRA não se restringe apenas a uma coincidência numérica relativa aos PCU. Essa coincidência se deu efetivamente nos modelos construídos, ou seja, com o uso das técnicas GUCCRA os participantes construíram modelos muito semelhantes aos modelos oráculos.

- Para todos os Documentos de Requisitos pode-se observar que as médias dos PCU foram significativamente inferiores em relação aos PCU dos modelos oráculos quando do uso da abordagem Ad-Hoc. Já para as técnicas GUCCRA, desconsiderando o documento F em que os PCU foram iguais, para os demais Documentos de Requisitos os valores inferiores ou superiores foram muito próximos do valor do modelo oráculo. Isso mostra que os modelos construídos com essas técnicas são muito mais padronizados, independentemente de quem os construa.

Uma forma gráfica de representação dos dados da Tabela 5.6 pode ser visualizada no gráfico da Figura 5.8. Considere que o valor zero do eixo y corresponde aos PCU dos modelos oráculos e que as barras acima ou abaixo desse valor correspondam à porcentagem das médias dos PCU computados para os modelos construídos com as técnicas GUCCRA e com a abordagem Ad-Hoc.

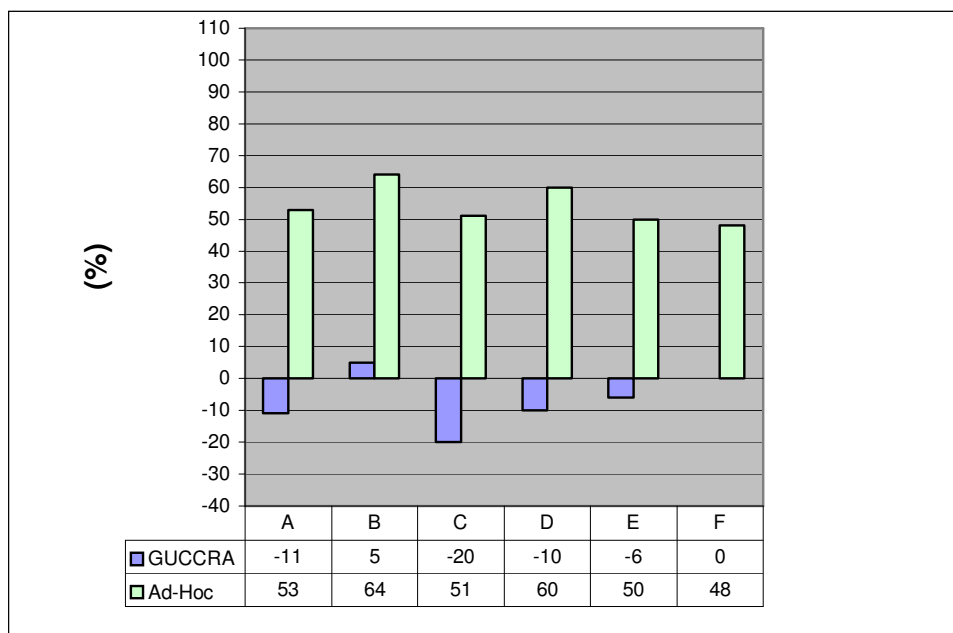


Figura 5.8. Comparação das médias dos PCU dos casos de uso coincidentes em relação aos PCU dos modelos oráculos

Na Figura 5.8 pode-se observar que as diferenças das porcentagens das médias dos PCU comparadas aos PCU dos modelos oráculos são menores para os modelos de casos de uso construídos com as técnicas GUCCRA do que para os modelos construídos com a abordagem Ad-Hoc, considerando todos os documentos. Em especial, no caso do documento F, por exemplo, os valores dos PCU advindos dos modelos gerados com as técnicas GUCCRA corresponderam exatamente ao valor dos PCU do modelo oráculo, ao contrário do

obtido com a abordagem Ad-Hoc, na qual houve uma diferença de 48% superior ao valor do modelo oráculo.

5.5. Considerações Finais

Apresentou-se neste capítulo os resultados de um estudo realizado que avaliou a interferência das técnicas GUCCRA na contagem de PCU.

Para realizar esse estudo, foram utilizados os modelos gerados durante o experimento que foi relatado no Capítulo 4.

Os resultados desse estudo mostraram que:

- Os PCU dos modelos construídos com as técnicas GUCCRA, para o mesmo Documento de Requisitos, são mais aproximados, isto é, a variabilidade dos PCU é menor quando comparada aos PCU dos modelos construídos com a abordagem Ad-Hoc.
- Os PCU dos modelos construídos com as técnicas GUCCRA assemelham-se aos PCU dos modelos oráculos, mesmo quando se considera o modelo com um todo e não apenas ao que se refere aos casos de uso coincidentes com os modelos oráculos.

Assim, como havia sido salientado por [Andrade, 2004], pôde-se constatar que uma maior padronização e sistemática na elaboração dos MCU podem realmente impactar a contagem dos PCU e, conseqüentemente, as estimativas de projeto de desenvolvimento do software, caso estas sejam baseadas nessa métrica.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou as técnicas de leitura GUCCRA – *Guidelines for Use Case Construction and Requirements document Analysis* que fornecem diretrizes para se elaborar Modelos de Casos de Uso de forma mais sistemática e padronizada e para se avaliar o Documento de Requisitos no que diz respeito, principalmente, às informações necessárias para elaboração desses modelos. Dessa forma, se analisadas sob o ponto de vista da árvore de famílias de técnicas de leitura proposta na literatura [Basili et al., 1996a], pode-se considerar que a GUCCRA está inserida tanto no ramo de construção como no ramo de análise.

Embora inseridas no ramo de análise, as técnicas GUCCRA têm como objetivo principal a elaboração do Modelo de Casos de Uso e uma possível inspeção no Documento de Requisitos utilizado. Assim, não deve ser descartada uma inspeção no Documento de Requisitos antes da aplicação das técnicas GUCCRA. No entanto, se essa inspeção não ocorreu, ao elaborar-se o Modelo de Casos de Uso, o Documento de Requisitos é revisado sob o ponto de vista do usuário. Além disso, ressalta-se que, mesmo com a inspeção, normalmente, nem todos os defeitos são detectados e podem permanecer no artefato avaliado.

As técnicas GUCCRA são compostas de duas leituras: *Actor Goal Reading Technique* (AGRT) e *Use Case Reading Technique* (UCRT). A técnica AGRT tem como propósito entender o documento de requisitos e identificar os atores e seus respectivos objetivos em relação ao sistema. Com base nessas informações, a técnica UCRT tem como propósito identificar e especificar os casos de uso do modelo. À medida que os passos dessas técnicas são realizados para alcançar esses objetivos, eles também auxiliam na identificação de defeitos no Documento de Requisitos. No Capítulo 3 elas foram exemplificadas passo a passo.

As técnicas GUCCRA foram elaboradas com base em outras duas técnicas de leitura: a PBR-Usuário [Basili et al., 1998], que é utilizada na inspeção de Documento de Requisitos e a ER1, que é uma das técnicas de leitura que compõe as OORTs/ProDes [Marucci, 2002a] e que auxilia na validação de um Modelo de Casos de Uso já elaborado, comparando-o com o Documento de Requisitos a partir do qual ele foi construído. Nos passos que compõem a

GUCCRA procurou-se abordar, ao máximo, os aspectos tratados nessas duas técnicas, transformando em diretrizes muitos pontos utilizados para avaliar um Modelo de Casos de Uso e contemplando, praticamente, todas as questões que compõem a PBR-Usuário, instruindo o projetista a relatar os defeitos do Documento de Requisitos que impossibilitavam ou atrapalhavam a construção dos Modelos de Casos de Uso. Quanto ao formato de escrita e apresentação, adotou-se, na GUCCRA, o mesmo utilizado na ER1, pois esta tem o seu foco no Modelo de Casos de Uso, enquanto a PBR-Usuário tem o seu foco no Documento de Requisitos e, além disso, a ER1 é mais procedimental e sistemática do que a PBR-Usuário.

Definidas as técnicas, foram planejados dois estudos para avaliá-las. Esses estudos foram apresentados no Capítulo 4.

O primeiro estudo foi um experimento que teve por objetivo, além de avaliar a viabilidade de aplicação das técnicas, compará-las à abordagem Ad-Hoc no que diz respeito ao ramo de construção, ou seja, na elaboração de Modelos de Casos de Uso. Participaram desse experimento 18 alunos da disciplina de Engenharia de Software dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia da Computação da Universidade Federal de São Carlos. Esses alunos foram divididos em seis grupos de participantes, sendo que cada um elaborou um documento de requisitos no padrão IEEE. Esse documento foi inspecionado utilizando um *Checklist*. Para cada um desses documentos foi criado um modelo Oráculo, o qual foi elaborado utilizando as técnicas GUCCRA, pelo autor deste trabalho. Na primeira sessão do experimento os participantes foram treinados em modelagens de casos de uso utilizando a abordagem Ad-Hoc e, em seguida, eles elaboraram o Modelo de Casos de Uso para um Documento de Requisitos que não aquele que o grupo tinha elaborado. Numa segunda etapa, os participantes foram treinados nas técnicas GUCCRA e utilizaram um outro Documento de Requisitos diferente e criaram o Modelo de Casos de Uso utilizando as técnicas. Os resultados do experimento foram obtidos comparando-se os modelos criados com as técnicas e com a abordagem Ad-Hoc em relação ao modelo Oráculo. Tais resultados mostraram evidências de que as técnicas GUCCRA facilitam e padronizam a identificação dos casos de uso, tornando a atividade mais sistemática e menos dependente da experiência e subjetividade do projetista.

O segundo foi um estudo de caso que teve por objetivo avaliar o ramo de análise das técnicas GUCCRA, comparando-as com a PBR-Usuário. Nesse estudo, como a disciplina de Engenharia de Software já havia terminado, participaram apenas seis alunos, sendo que cada um aplicou a PBR-Usuário em um dos Documentos de Requisitos utilizados no experimento mencionado anteriormente. Neste caso, foram comparadas as discrepâncias identificadas com a aplicação das técnicas GUCCRA em cada um dos Documentos de Requisitos, durante o

experimento, com os defeitos identificados nesses documentos, em decorrência da aplicação da PBR-Usuário. A avaliação ficou prejudicada, pois para cada Documento de Requisitos três participantes haviam aplicado a GUCCRA e apenas um participante aplicou a PBR-Usuário. Mesmo assim, os resultados mostraram que os defeitos encontrados pela PBR-Usuário foram também encontrados com a GUCCRA. Além disso, a GUCCRA identificou alguns outros defeitos referentes a aspectos importantes para a especificação dos casos de uso que a PBR-Usuário não força a identificá-los. Assim, se esses resultados vierem a ser corroborados em outros estudos, pode-se, provavelmente, chegar à conclusão de que se as técnicas GUCCRA forem utilizadas para a construção do Modelo de Casos de Uso referente a um Documento de Requisitos, este estaria dispensado de uma inspeção com a técnica PBR-Usuário, uma vez que os defeitos identificados por esta são também identificados com a GUCCRA.

Além desses dois estudos para avaliação da GUCCRA propriamente, fez-se também um outro estudo, a título de investigação e curiosidade, sobre a influência das técnicas no cálculo dos Pontos de Casos de Uso. Esse estudo foi apresentado no Capítulo 5. É natural que sempre que se use um processo mais sistemático e padronizado, tudo que dependa dele tenda a melhorar. Isso foi constatado nesse estudo, estabelecendo-se como referência, os Pontos de Casos de Uso do modelo Oráculo. Assim, os Pontos de Casos de Uso dos modelos gerados com a aplicação das técnicas GUCCRA foram muito mais próximos aos do modelo Oráculo do que os Pontos de Casos de Uso dos modelos gerados com a abordagem Ad-Hoc. Considerando-se que o modelo Oráculo seja uma representação mais apropriada do sistema em desenvolvimento, as técnicas GUCCRA podem influenciar positivamente os valores referentes a estimativas que se façam para o sistema com base nos Pontos de Casos de Uso.

6.1. Contribuições do Trabalho

A seguir relacionam-se, resumidamente, algumas contribuições deste trabalho:

- Definição das técnicas de leitura GUCCRA, que têm como objetivo fornecer diretrizes para a construção de Modelos de Casos de Uso realizando, simultaneamente a essa tarefa, a identificação de defeitos no Documento de Requisitos.
- Caracterização inicial das técnicas propostas. Ou seja, apresentação e análise de estudos empíricos que dão indícios: i) da melhoria dos Modelos de Casos de Uso construídos com as técnicas GUCCRA e com a abordagem Ad-Hoc e ii) da possível similaridade entre a aplicação das técnicas GUCCRA e PBR-Usuário, no que diz respeito à identificação de defeitos no Documento de Requisitos.

- Caracterização da influência positiva na contagem de Pontos de Casos de Uso decorrente da utilização das técnicas GUCCRA com a apresentação de resultados de um estudo preliminar pois, possivelmente, essa influência possa contribuir para a melhoria das estimativas de projeto quando a métrica utilizada for Pontos de Casos de Uso.
- Elaboração de um pacote de laboratório que dá suporte à replicação do experimento apresentado neste trabalho.

6.2. Trabalhos Futuros

A seguir relacionam-se os aspectos que fornecem perspectivas de continuidade deste trabalho:

- Replicação do experimento apresentado para obter mais dados que caracterizem a contribuição das técnicas GUCCRA no que diz respeito ao ramo de construção, ou seja, na elaboração de Modelo de Casos de Uso.
- Execução de um experimento controlado para comparar as técnicas GUCCRA e a PBR-Usuário, visando a possibilidade de dispensar o uso da PBR-Usuário em uma atividade de inspeção do Documento de Requisitos ou caracterizando o aspecto complementar das duas abordagens. Além disso, deve-se verificar a utilização de um Documento de Requisitos já inspecionado ou não.
- Avaliação da estratégia proposta para aplicação das técnicas GUCCRA realizando o processo iterativo e iterativo de correção de defeitos no Documento de Requisitos.
- Avaliação da influência do formato e qualidade do Documento de Requisitos na aplicação das técnicas GUCCRA.
- Avaliação da aplicação da técnica de leitura ER1, utilizada como subsídio para definição da GUCCRA, nos Modelos de Casos de Uso gerados com a aplicação das próprias técnicas GUCCRA.
- Aplicar a técnica na indústria para que sejam usados documentos de requisitos com diferentes portes daqueles utilizados no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Ackerman et al, 1989] ACKERMAN, A. F.; BUCHWALD, L. S.; LEWSKI, F. H. Software Inspections: An Effective Verification Process., In: **IEEE SOFTWARE**, Vol. 6. No. 3, 1989, p. 31-36.
- [Andrade, 2004] Andrade, E. L. P. Pontos de Casos de Uso e Pontos de Função na gestão de estimativa de tamanho de projetos de software orientado a objetos. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Brasília, 2004
- [Anchor et al., 1999] Anchor, Ben. C., Rolland, C., Maiden, N. A. M. and Souveyet, C. “Guiding Use Case Authoring: Results of an Empirical Study”, In: *Proc. of the 4th International Symposium on Requirements Engineering*, 1999.
- [Anda et al., 2001] Anda, B.; Sjoberg, D.; Jorgensen, M. Quality and Understandability of Use Case Models. In: 15th European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP), Budapest, Hungria, pp. 402-428, LNCS 2072, Springer-Verlag, 2001.
- [Anda, 2002] Anda, Bente. “Comparing Effort Estimates Based on Use Case Points with Expert Estimates”, *Empirical Assessment in Software Engineering*, Keele, UK, Abril, 2002.
- [Andersson & Bergstrand, 1995] Andersson, M.; Bergstrand, J. Formalizing Use Cases with Message Sequence Charts. Dissertação de Mestrado. Department of Computer Systems, Lund University of Technology. Suécia, 1995.
- [Andriole, 1986] ANDRIOLE, S. J. **Software Validation, Verification, Testing and Documentation**. New Jersey: Petrocelli Books, 1986, 389 p.

- [Antón et al., 2001] Antón, A. I.; Carter, R. A.; Dagnino, A.; Dempster, J. H.; Siege, D. F. Deriving Goals from a Use-Case Based Requirements Specification. **Requirements Engineering Journal**, v. 6, n.1 Springer-Verlag London. pp.63-73, 2001
- [Basili et al., 1996a] BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; LANUBILE, F.; SHULL, F. Studies on Reading Techniques. In: ANNUAL SOFTWARE ENGINEERING WORKSHOP, 21., 1996a, Greenbelt, Maryland. NASA/Goddard Software Engineering Laboratory Series, December, 1996. p. 59-65.
- [Basili et al., 1996b] BASILI, V. R.; GREEN S.; LAITENBERGER, O.; LANUBILE, F.; SHULL, F.; SORUMGARD, S.; ZELKOWITZ, M. The Empirical Investigation of Perspective-Based Reading. **Empirical Software Engineering: An International Journal**, v.1, n.2, p. 133-164, 1996b.
- [Basili et al., 1998] BASILI, V.; GREEN, S.; LAITENBERGER, O.; LANUBILE, F.; SHULL, F.; SORUMGARD, S.; ZELKOWITZ, M. **Lab Package for the Empirical Investigation of Perspective-Based Reading**, 1998. University of Maryland. Disponível em: [http://www.cs.umd.edu/projects/SoftEng/ESEG/manual/pbr_package / manual.html](http://www.cs.umd.edu/projects/SoftEng/ESEG/manual/pbr_package/manual.html). Acesso em: 12/12/2002.
- [Chow, 1978] CHOW, T. S. Testing Software Design Modeled by Finite-State Machines. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 4, n. 3, p. 178-187, 1978.
- [Cockburn, 2001] Cockburn, A. **Writing Effective Use Cases**. Boston MA: Addison-Wesley, 2001.
- [Colanzi, 1999] COLANZI, T. E. **Uma Abordagem Integrada de Desenvolvimento e Teste de Software Baseada na UML**, 1999, 143 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Ciências Matemáticas e Computação, USP, São Carlos.
- [DeMarco, 1979] DeMARCO, T. **Structured Analysis and System Specification**, Prentice-Hall, 1979.
- [Fagan, 1976] FAGAN, M. E. Design and Code Inspections to Reduce Errors in Programa Development. **IBM Systems Journal**, v. 15, n. 3, p. 182-211, 1976.

- [Fagan, 1986] FAGAN, M. E. Advances in Software Inspections. **IEEE Transactions Software Engineering**, v. 12, n. 7, p. 744-751, July, 1986.
- [Faulk, 1997] FAULK, Stuart R. Software Requirements: A Tutorial. **Software Requirements Engineering**, IEEE-CS Press, Second Edition, 1997, p.p. 128-149.
- [Furlan, 1998] FURLAN, J. D. **Modelagem de Objetos através da UML**. São Paulo: Makron Books, 1998, 329 p.
- [Gill, 1962] GILL, A. Introduction to the Theory of Finite-State Machines, New York, McGraw-Hill, 1962.
- [Harel, 1987] HAREL, D. Statecharts: A Visual Formalism for Complex Systems. **Science of Computer Programming**, vol. 8, pp. 231-274, 1987a.
- [IEEE, 1998] IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, Std 830-1998, 1998.
- [ITU-MSD, 1993] ITU- Message Sequence Chart (MSC), 1993.
- [Jacobson et al., 1992] JACOBSON, I. **Object-Oriented Software Engineering - A Use Case Driven Approach**, Addison-Wesley Publish Company, 1992, 528 p.
- [Kulak & Guiney, 2000] KULAK, D.; GUINEY, E. **Use Cases: Requirements in Context**. Addison-Wesley, 2000. 329 p.
- [Leite et al., 2000] Leite, J. C. S. P.; Hadad, G. D. S.; Doorn, J. H.; Kaplan, G. N. A Scenario Construction Process. **Requirements Engineering Journal**, v. 5, n.1 Springer-Verlag London. pp.38-61, 2000.
- [Maldonado et al., 2001] Maldonado, J.C.; Martiniano, L. A. F.; Dória, E.S.; Fabbri, S.C.P.F.; Mendonça, M. "Readers Project: Replication of Experiments –A Case Study Using Requirements Document". In: ProTeM-CC-Project Evaluation Workshop – International Cooperation, CNPq, Rio de Janeiro, RJ, October, pp. 85-117, 2001.
- [Marucci, 2002a] MARUCCI, R. Definição de uma Estratégia de Inspeção para um processo de desenvolvimento de Software Orientado a Objetos. Dissertação de Mestrado. DC-UFSCar, Julho, 2002a.
- [Marucci et al., 2002b] MARUCCI, R. A.; FABBRI, S. C. P. F.; MALDONADO, J. C.; TRAVASSOS, G. H. OORTs/ProDeS: Definição de Técnicas de Leitura para um Processo de Software Orientado a Objetos. In:

- SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 1., 2002b, Gramado, Brasil. **Anais...** SBC, 2002.
- [MiniTab, 2000] MiniTab Company. Minitab 13 for Windows. 2000. <http://www.minitab.com> (acesso: 21/04/2004).
- [OMG, 2003] Object Management Group. Unified Modeling Language Specification. Version 1.5. 2003. URL: <http://www.omg.org/uml/>.
- [Rational, 2002] RATIONAL. **Rational Unified Process**. URL: <http://www.rational.com/products/rup>. Acesso em: 29/04/2002b.
- [Ribu, 2001] Ribu, Kirsten. Estimating Object-Oriented Software Projects with Use Cases. Tese de Mestrado. Departament of Informatic, University of Oslo. Noruega. Novembro, 2001.
- [Russel, 1991] RUSSEL, G. W. Experience with Inspection in Ultralarge-Scale Developments., In: **IEEE SOFTWARE**, Vol. 8. No. 1, 1991, p. 25-31.
- [Ryser & Glinz, 1999] RYSER, J.; GLINZ, M. SCENT: A Method Employing Scenarios to Systematically Derive Test Cases for System Test. University of Zurich, Insitut für Informatik, Zürich, 1999a. Disponível em: <http://www.ifi.unizh.ch/groups/req/ftp/SCENT/SCENT.pdf> Acesso em: 19/12/2002
- [Ryser & Glinz, 2000] RYSER, J.; GLINZ, M. Using Dependency Charts to Improve Scenario-Based Testng. In: **17th International Conference on Testing Computer Software – TCS'2000**, 2000. Washington, D.C.
- [Schneider & Winters, 2001] SCHNEIDER, G.; WINTERS, J. P. **Applying Use Cases, A Practical Guide**. Second Edition, Addison-Wesley, 2001. 245 p.
- [Shull et al., 2000] SHULL, F.; RUS, I.; BASILI, V. R. How Perspective-Based Reading can Improve Requeriments Inspections. **IEEE Computer**, v. 33, n.7, p. 73-79, 2000.
- [Shull, 2002] SHULL, F. **Reading Techniques to Improve Software Inspections**, Maryland: UMCP. Curso de Difusão Cultural, ICMC/USP, Janeiro, 2002.
- [Spivey, 1988] SPIVEY, J. M. Understanding Z: A Specification Language and Its Formal Semantics. Cambridge University Press, 1988.

- [Thayer & Dorman, 1997] THAYER, R. H; DORFMAN, M. Introduction to Tutorial Software Requirements Engineering. **Software Requirements Engineering**, IEEE-CS Press, Second Edition, p.p. 1-2, 1997.
- [Thelin, 2002] Thelin, T. Empirical Evaluation of Usage-Based Reading and Fault Content Estimation for Software Inspections. Tese de Doutorado. Department of Communication Systems, Lund University of Technology. Suécia, 2002.
- [Travassos et al., 1999a] TRAVASSOS, G. H.; SHULL, F.; CARVER, J.; BASILI, V.R. Reading Techniques for OO Design Inspections. In: **ANNUAL SOFTWARE ENGINEERING WORKSHOP**, 24., Greenbelt, USA, December, 1999a.
- [Travassos et al., 1999b] TRAVASSOS, G. H.; SHULL, F.; FREDERICKS, M.; BASILI, V. R. Detecting Defects in Object-Oriented Designs: Using Reading Techniques to Improve Software Quality. In: CONFERENCE ON OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING, SYSTEMS, LANGUAGES, AND APLICATIONS (OOPSLA), 24., 1999b, Denver, Colorado, USA. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.cs.umd.edu/projects/SoftEng/ESEG/papers/oopsla99.pdf>. Acesso em: 16/12/2002.
- [Travassos et al., 2000] TRAVASSOS, G.H.; SHULL, F.; CARVER, J. A Family of Reading Techniques for OO Design Inspections. In: WORKSHOP DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 7., 2000, João Pessoa, Brasil. **Anais...** João Pessoa: SBC, 2000, p. 225-237.
- [Travassos et al., 2002] TRAVASSOS, G. H.; SHULL, F.; CARVER, J; BASILI, V. R. **Reading Techniques for OO Design Inspections**, 2002, 56 p. Technical Report CS-TR-4353, UMIACS-TR-2002-33, University of Maryland, Maryland. Disponível em: <http://www.cs.umd.edu/Library/TRs/CS-TR-4353/CS-TR-4353.pdf>. Consultada em 16/12/2002.
- [Yourdon, 1989] YOURDON, E. N. Modern Structured Analysis, Prentice Hall, 1989.
- [Wheeler et al., 1996] WHEELER, D. A.; BRYKCYNSKI, B.; MEESON, R. N. J. Introduction to Software Inspection., In: **Software Inspection: An Industry Best Practice**. IEEE Computer Society Press, 1996, pp. 1-18.
- [Wohlin et al., 2001] WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HÖST, M.; OHLSSON, M.C.; REGNELL, B.; WESSLÉN, A. **Experimentation in software**

engineering: an introduction. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001. 204 p.

APÊNDICE A

Pacote de Laboratório

Neste Apêndice encontra-se o Pacote de Laboratório com as técnicas e os artefatos usados para aplicação das técnicas GUCCRA. A ordem de apresentação dos artefatos é de acordo com a prioridade de uso durante a aplicação das técnicas GUCCRA

Técnica de Leitura AGRT

Leitura para Construção Actor-Goal Reading Technique (A.G.R.T) – Documento de Requisitos

Objetivo: utilizar o documento de requisitos como apoio para criação de um Formulário contendo os atores e respectivos objetivos do sistema a ser desenvolvido.

Entradas para o processo:

1. Um Documento de Requisitos, preferencialmente no padrão IEEE.

I. Leia o Documento de Requisitos para entender a funcionalidade descrita.

ENTRADAS: Seção Funções do Produto do Documento de Requisitos, se existir
Um conjunto de Requisitos Funcionais (RFs).

SAÍDAS: Substantivos candidatos a atores (marcados em azul nos RFs);
Verbos ou descrições de ações candidatos a funcionalidades do sistema (marcados em verde nos RFs);
Restrições ou condições associadas aos substantivos ou verbos (marcadas em amarelo nos RFs).

Para cada Requisito Funcional do Documento de Requisitos faça:

- A.** Leia o Requisito para entender a funcionalidade que ele descreve.
- B.** Encontre os substantivos que constam desse Requisito. Sublinhe esses substantivos com uma caneta azul.
- C.** Encontre os verbos ou descrições de ações, os quais sejam candidatos a funcionalidades realizadas pelo sistema. Sublinhe esses verbos ou descrições de ações com uma caneta verde.
- D.** Procure descrições de restrições ou condições relacionadas aos substantivos e verbos que você identificou nos dois passos anteriores. Verifique se há limitações ou restrições explícitas na forma como as ações são executadas. Tente observar se foram especificadas quantidades bem definidas em qualquer ponto dos requisitos. Sublinhe essas condições e restrições com uma caneta amarela.
- E.** Repita os passos B, C, D, para a seção que descreve as principais funcionalidades do sistema caso o Documento de Requisitos possua essa seção.

II. Identifique, com base nas marcações realizadas na etapa I, os possíveis atores e seus respectivos objetivos na utilização do sistema.

ENTRADAS: Seção Funções do Produto marcada, se existir;
Requisitos Funcionais com substantivos, verbos ou descrições de ações, restrições ou condições marcados.

SAÍDAS: Formulário Ator X Objetivo com atores e respectivos objetivos identificados
Relatório de Discrepâncias

Identificação de atores e respectivos objetivos no Documento de Requisitos, mantendo referência ao Documento de Requisitos.

A. Para cada Requisito Funcional, de acordo com as marcações realizadas, identifique possíveis atores e seus respectivos objetivos de utilização do sistema a ser construído. Fique atento para o fato de um substantivo/ator ser seguido por verbos que indiquem uma funcionalidade do sistema que esse ator necessite.

A.1. Em caso de não existir um substantivo candidato a ator para o verbo/objetivo identificado verifique, na Seção Características do Usuário, se existe alguma informação de quem possa ser o ator para relacionar-se com o objetivo.

1. Caso não haja informações suficientes para que se possa identificar os possíveis atores para o objetivo, preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato e uma nova comunicação com o cliente/usuário do sistema é necessária para que esse problema seja solucionado.

A.2. Caso ambos, ator e objetivo, já estejam identificados no Documento de Requisitos verifique em qual situação abaixo eles podem se encaixar.

A.1.1. Se o ator e o objetivo identificado já estiverem listados no Formulário Ator X Objetivo complete somente a coluna “Referência” com o número do requisito em questão. Marque, no Documento de Requisitos, os requisitos utilizados.

A.1.2. Caso contrário, preencha o Formulário Ator X Objetivo colocando, na coluna “Ator”, os atores encontrados, na coluna “Objetivo”, os objetivos respectivos a cada um desses atores e, na coluna “Referência”, o número do requisito em questão. Marque, no Documento de Requisitos, os requisitos utilizados.

Identificar atores e objetivos da seção do Documento de Requisitos que descreve as principais funcionalidades.

B. Caso a seção que descreve as principais funcionalidades do sistema exista, identifique possíveis atores e seus respectivos objetivos de utilização do sistema a ser construído.

B.1. Se o ator e o objetivo identificado (tendo ele um nome idêntico ou semelhante, mas que corresponda à mesma funcionalidade) já estiver listado no Formulário Ator X Objetivo complete somente a coluna “Referência” com o número da seção em questão.

B.2. Caso contrário, preencha o Formulário Ator X Objetivo colocando, na coluna “Ator”, os atores encontrados, na coluna “Objetivo”, os objetivos respectivos a cada um desses atores e, na coluna “Referência”, o número da seção em questão.

1. Caso o ator encontrado não esteja no Formulário Ator X Objetivo, possivelmente ou esse ator identificado não seja realmente um ator, ou não existe informações suficientes nos Requisitos Funcionais para que o ator esteja relacionado com algum objetivo, ou atores estão sendo identificados por nomes diferentes.

2. Caso o objetivo encontrado não esteja no Formulário Ator X Objetivo, possivelmente ou o objetivo identificado não seja realmente um objetivo ou não existe informações suficientes nos Requisitos Funcionais para que o objetivo seja realizado pelo ator identificado.

III. Utilize o Formulário Ator X Objetivo para identificar e eliminar as possíveis redundâncias ou identificações errôneas feitas anteriormente.**ENTRADAS:** Formulário Ator X Objetivo com atores e respectivos objetivos identificados**SAÍDAS:** Formulário Ator X Objetivo sem redundâncias

Lista de Objetivos não associados

Relatório de Discrepâncias

Verificar, nos objetivos associados ao mesmo ator, se existem objetivos com nomes diferentes porém sugerindo a mesma funcionalidade.

A. Para cada ator, verifique se existem objetivos associados a ele que estejam sugerindo, pelo seu nome, funcionalidades semelhantes. Como auxílio, releia os requisitos funcionais relacionados a esses objetivos que estão listados na coluna “Referência” do Formulário Ator X Objetivo.

A.1. Caso a funcionalidade seja a mesma, escolha o nome mais apropriado e elimine essa redundância, deixando na lista de objetivos desse ator apenas o nome escolhido e agrupando, na coluna “Referência”, todas as referências que estavam associadas aos objetivos redundantes que foram unificados.

1. Preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato de que objetivos idênticos estão sendo representados por palavras diferentes no Documento de Requisitos.

Eliminar dos atores “sistema” ou “nome do sistema” objetivos que já estejam identificados em outros atores.

B. Verifique, no Formulário Ator X Objetivo, se existe algum ator que esteja sendo referenciado pelo nome “sistema” ou pelo nome atribuído ao sistema (aplicação) em questão. Caso exista, para cada objetivo associado a esses atores que ainda não esteja marcado com uma letra ou sinal “*”, faça os passos B1 e B2.

B.1. Selecione esse objetivo e considere-o como objetivo base. Considerando os demais atores do Formulário Ator X Objetivo, verifique em suas listas de objetivos se existe algum objetivo que sugere uma funcionalidade semelhante ao objetivo base, desde que o objetivo não possua uma letra ou um “*”.

B.1.1. Caso exista, utilizando as referências que constam da coluna “Referência” do Formulário Ator X Objetivo, certifique-se, pelo Documento de Requisitos, que as funcionalidades sejam realmente as mesmas e, para esses casos, atribua uma letra diferente das já existentes, ao objetivo base e a todos os objetivos que possuam a mesma funcionalidade.

B.1.2. Caso não sejam encontrados nos demais atores objetivos semelhantes ao objetivo base, marque o objetivo base com um “*”.

B.2. Considere o subconjunto de objetivos marcado com a mesma letra no passo anterior.

B.2.1. Caso os nomes desses objetivos sejam diferentes, escolha o nome mais apropriado para o objetivo em questão e elimine essa redundância deixando os objetivos desse subconjunto com o mesmo nome.

1. Preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato de que objetivos idênticos estão sendo representados por palavras diferentes no Documento de Requisitos.

B.2.2. Agrupe as referências, contidas na coluna “Referência” do ator “sistema” e/ou “nome do sistema” com as demais referências de cada um dos objetivos pertencentes ao subconjunto em questão. Por fim, elimine do ator “sistema” ou “nome do sistema” o objetivo base identificado para o subconjunto em questão.

B.3. Verifique se existem objetivos marcados com o sinal “*” para esses dois tipos de atores. Em caso afirmativo, para cada um desses objetivos, verifique se o mesmo pode ser de algum

outro ator relacionado no Formulário Ator X Objetivo, fazendo isso para todos atores, utilizando a seguinte pergunta para tomar essa decisão:

- *O objetivo é realmente necessário para esse? É ele quem faz com que a ação seja disparada ou quem efetivamente operacionaliza esse objetivo?*

B.3.1. Caso o objetivo possa ser de algum outro ator, acrescente-o na lista desse ator e transfira as referências associadas a ele para a coluna “Referência” do ator em questão.

B.3.2. Se o objetivo não foi atribuído a nenhum dos atores, coloque-o na Lista de Objetivos Não Associados e elimine-o da lista de objetivos do ator “sistema” e/ou “nome do sistema”.

Verificar, nos objetivos associados a atores distintos, se existem objetivos com nomes diferentes porém sugerindo a mesma funcionalidade.

C. A partir de agora, considere somente os atores não nomeados “sistema” e/ou “nome do sistema”. Para cada objetivo associado a eles que ainda não esteja marcado com um número ou sinal “*” faça:

C.1. Selecione esse objetivo e considere-o como objetivo base. Considerando os demais atores do Formulário Ator X Objetivo, verifique, em suas listas de objetivos se existe algum objetivo que sugere uma funcionalidade semelhante ao objetivo base, desde que não possua um número ou um “*”.

C.1.1. Caso exista, utilizando as referências que constam da coluna “Referência” do Formulário Ator X Objetivo, certifique-se, pelo Documento de Requisitos, que as funcionalidades sejam realmente as mesmas e, para esses casos, atribua um número, diferente dos já existentes, ao objetivo base e a todos os objetivos que possuam a mesma funcionalidade.

C.1.2. Caso não sejam encontrados nos demais atores objetivos semelhantes ao objetivo base, marque o objetivo base com um “*”.

C.2. Considere o subconjunto de objetivos marcado com o mesmo número no passo anterior.

C.2.1. Caso os nomes desses objetivos sejam diferentes, escolha o nome mais apropriado para o objetivo em questão e elimine essa redundância deixando os objetivos desse subconjunto com o mesmo nome.

1. Preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato de que objetivos idênticos estão sendo representados por palavras diferentes no Documento de Requisitos.

IV. Utilize o Formulário Ator X Objetivo e o Documento de Requisitos com o objetivo de verificar se existem requisitos funcionais não utilizados.

ENTRADAS: Documento de Requisitos

SAÍDAS: Relatório de Discrepâncias

Verificar se todos os requisitos funcionais descritos no Documento de Requisitos foram utilizados para a identificação dos objetivos.

A. Verifique, no Documento de Requisitos, se todos os requisitos funcionais foram marcados.

1. Caso algum requisito não tenha sido marcado, preencha o Relatório de Discrepância relatando esse fato, pois alguma informação pode estar em local errado ou pode existir informações desnecessárias para o sistema (aplicação).

Formulário Ator X Objetivo (FAO)

Formulário Ator X Objetivo		
Ator	Objetivo	Referência

Relatório de Discrepâncias – AGRT**Formulário de Relato de Discrepância para AGRT**

Nome do Projeto:

Equipe:

Nome do Integrante:

Início da Atividade: **Data:** _____ (data)**Tipo de Discrepância (Tipo Disc.):**

(O) informação necessária omitida

(A) informação pode ser interpretada de várias maneiras

(II) informação contraditória a respeito do mesmo assunto

(FI) a informação não é correta considerando-se as condições especificadas pelo sistema

(IE) a informação é estranha, isto é, não é necessária no contexto da aplicação

(M) outros tipos de problemas

Preencha a tabela com as discrepâncias encontradas. Descreva a identificação dos requisitos, utilizando os números dos requisitos e números de página se possível:

Disc. #	Tipo Disc.	Referência	Comentários

Fim da Atividade: _____ (hora)

Técnica de Leitura – UCRT

Leitura para construção U.C.R.T – Documento de Requisitos e Formulário de Ator X Objetivo

Objetivo: utilizar o Documento de Requisitos e o Formulário de Ator X Objetivo como apoio para criação de Modelos de Caso de Uso (Diagrama de Casos de Uso e Especificações de Casos de Uso).

Entradas para o processo:

1. Um Documento de Requisitos com substantivos, verbos e restrições marcados.
2. Formulário de Ator X Objetivo preenchido.

I. Utilize o Formulário de Ator X Objetivo para entendimento de cada um dos objetivos dos atores identificados e para a criação dos casos de uso preliminares.

ENTRADAS: Documento de Requisitos marcado.
Formulário de Ator X Objetivo preenchido.

SAÍDAS: Formulário de Casos de Uso Preliminares.

A. Para cada objetivo do Formulário Ator X Objetivo que não esteja ticado com uma marcação (✓), verifique se na coluna Referência desse objetivo existe uma referência que corresponde a seção “Funções do Produto” do Documento de Requisitos. Caso exista, preencha o Formulário de Casos de Uso Preliminares atribuindo um número seqüencial na coluna “Número”, o objetivo na coluna “Caso de Uso”, a(s) referência(s) que estão na coluna “Referência” e o ator que está na coluna “Ator” do Formulário Ator X Objetivo, nas colunas “Referência” e ator do Formulário de Casos de Uso Preliminares, respectivamente. Marque, com um tique, esse objetivo no Formulário Ator X Objetivo.

A.1. Caso o mesmo objetivo seja encontrado em algum outro ator associe ao caso de uso que acabou de ser criado as informações das colunas “Referência” e “Ator” do Formulário Ator X Objetivo nas colunas “Referência” e “Ator” do Formulário de Casos de Uso Preliminares respectivamente. Marque, com um tique, esse objetivo no Formulário Ator X Objetivo.

B. Para cada objetivo ainda não ticado, verifique se existem outros objetivos, independentemente do ator, que possuam o mesmo conjunto de referências na coluna “Referência” do Formulário Ator X Objetivo.

B.1. Caso existam, crie tantos casos de uso quantos forem necessários, avaliando se esses objetivos podem ser agrupados, pois constituem passos de um caso de uso ou dê origem a casos de uso distintos se eles não puderem ser agrupados. No caso de agrupamento, determine um nome apropriado para o caso de uso.

B.1.1. Para cada caso de uso criado, preencha o Formulário de Casos de Uso Preliminares atribuindo um número seqüencial na coluna “Número”, o objetivo ou o nome criado na coluna “Caso de Uso”, a(s) referência(s) que estão na coluna “Referência” e o(s) ator(es) do Formulário Ator X Objetivo na coluna “Referência” e coluna “Ator” do Formulário de Casos de Uso Preliminares, respectivamente. No caso de agrupamento, todos os atores associados aos objetivos agrupados devem ser associados ao caso de uso. Marque, com um tique no Formulário Ator X Objetivo, os objetivos usados para a criação dos casos de uso.

1. **Preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato de que o mesmo requisito funcional está fazendo referência a muitas funcionalidades do sistema.**

B.2. Para cada um dos casos de uso criados no passo B.1 verifique se existem outros atores que possuem objetivos idênticos aos que foram usados na criação desses casos de uso, porém não estavam associados ao mesmo conjunto de referências. Em caso afirmativo, transcreva para as colunas “Referência” e “Ator” do Formulário de Casos de Uso Preliminares as referências e atores do Formulário Ator X Objetivo, para cada ator em que essa situação ocorrer. Marque, com um tique no Formulário Ator X Objetivo, os objetivos usados para a criação dos casos de uso.

- C. Para cada objetivo ainda não marcado no Formulário de Ator X Objetivo crie um caso de uso no Formulário de Casos de Uso Preliminares atribuindo um número sequencial na coluna “Número”, o objetivo na coluna “Caso de Uso”, as informações que estão na coluna “Referência” e o(s) ator(es) que estão na coluna “Ator” do Formulário Ator X Objetivo, nas colunas “Referência” e ator do Formulário de Casos de Uso Preliminares, respectivamente. Marque, com um tique, esse objetivo no Formulário Ator X Objetivo.

C.1. Para cada um dos casos de uso criados no passo C verifique se existem outros atores que possuem objetivos idênticos. Em caso afirmativo, transcreva para as colunas “Referência” e “Ator” do Formulário de Casos de Uso Preliminares as referências e atores do Formulário Ator X Objetivo, para cada ator em que essa situação ocorrer. Marque, com um tique no Formulário Ator X Objetivo, os objetivos usados para a criação dos casos de uso.

II. Utilize os Casos de Uso Preliminares identificados na etapa I para a criação das especificações e possíveis relacionamentos entre os casos de uso.

ENTRADAS: Documento de Requisitos;

Formulário de Casos de Uso Preliminares identificados;
Template para Especificação de Casos de Uso.

SAÍDAS: Modelo de Caso de Uso (Diagrama de Caso de Uso e Especificação dos Casos de Uso).

Relatório de Discrepância.

- A. Verifique, para cada caso de uso do Formulário de Casos de Uso Preliminares, se o mesmo possui como referência apenas o número de uma seção do Documento de Requisitos que contém as principais funcionalidades do sistema. Caso exista, selecione esse caso de uso e considere-o como base.

1. **Caso haja informações suficientes para a especificação do caso de uso base preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato de que existe muita informação em um local incorreto do Documento de Requisitos.**
2. **Caso não haja informações suficientes para a especificação do caso de uso base preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato de que essa funcionalidade não foi tratada na seção de requisitos funcionais do Documento de Requisitos.**

- B. Seguindo a ordem numérica dos casos de uso preliminares do Formulário de Casos de Uso Preliminares, selecione o próximo caso de uso não especificado (veja marcação na coluna “Especificado”) e que possua o menor número de referências associado a ele.

B.1. Para o caso de uso selecionado considere-o como base e verifique se o seu conjunto de referências contém todas referências de outros casos de uso já especificados e, em cada ocorrência desse fato, atribua o número sequencial do caso de uso base à coluna “Relacionamento” do caso de uso já especificado e vice-versa.

B.2. Preencha o número e o nome do caso de uso, além de uma breve descrição do mesmo no *template* fornecido.

B.3. Identifique, entre os atores relacionados com o caso de uso base, qual(is) ator(es) que efetivamente operacionaliza(m) o caso de uso e aqueles que interagem com o caso de uso fornecendo ou recebendo informações do mesmo, colocando-os, respectivamente, como Ator Operador e Ator Participante no *template* de especificação de casos de uso.

B.3.1. Caso o ator existente seja somente o operador, utilize uma das perguntas abaixo para tomar a decisões especificadas no passo B.3.1.1 ou B.3.1.2.

- *Quem recebe informações do sistema?*
- *Quem envia informações para o sistema?*

B.3.1.1. Se, com base nas questões, descobre-se que o ator operador é o mesmo que o ator participante, coloque-o o nome do mesmo no campo “Ator Participante” do *template* de especificação de casos de uso.

B.3.1.2. Se, com base nas questões, descobre-se que o ator participante não é o mesmo que o ator operador, coloque-o o novo ator no campo “Ator Participante” do *template* de especificação de casos de uso.

B.4. Preencha o campo “Evento Disparador” do *template* com a condição de entrada para que o caso de uso base seja realizado.

B.5. Utilize os requisitos funcionais do Documento de Requisitos que estão referenciados na coluna “Referência” do Formulário de Casos de Uso Preliminares para a criação da especificação do caso de uso.

B.5.1. Verifique se existe mais de um ator participante relacionado ao caso de uso. Em caso afirmativo, verifique se eles podem ser considerados o mesmo ator.

B.5.1.1. Caso eles possam ser o mesmo ator, escolha o nome mais apropriado para o ator e elimine o(s) outro(s) nomes do campo “Ator Participante” do Template de Especificação de Casos de Uso.

1. Preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o fato de que um mesmo ator está sendo representando por mais de um ator com nomes diferentes.

B.5.1.2. Caso eles não sejam o mesmo ator verifique se os atores possam ser generalizados e em caso afirmativo, crie o ator genérico e adicione ao *template* de especificação de casos de uso no campo “Ator genérico” o nome do ator genérico.

B.5.2. Determine o curso normal. Em geral, o curso normal está associado com os requisitos funcionais que não possuem restrições marcadas. No entanto, se estes não forem suficientes, verifique também os demais requisitos. Durante a especificação do curso normal, verifique na coluna “Relacionamento” do caso de uso base se a especificação dos casos de uso ali relacionados são utilizados integralmente na especificação do caso de uso base. Em caso afirmativo, essa especificação não precisa ser repetida no caso de uso base e deve-se colocar na coluna “Include” do caso de uso relacionado, no Formulário de Casos de Uso Preliminares, o número do caso de uso base e no caso de uso base, uma chamada ao caso de uso relacionado. Verifique se algum passo do curso normal pode ser considerado uma chamada a algum caso de uso já existente. Em caso positivo, coloque essa chamada com o estereótipo “Include” e coloque o número, no campo “Include” do Formulário de Casos de Uso Preliminares, do caso de uso base no caso de uso sendo chamado.

1. Caso não haja informações suficientes para a elaboração do curso normal ou requisitos funcionais relacionados não foram utilizados preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o problema. Possivelmente o documento de requisitos está incompleto ou existem informações estranhas. Marque a coluna “Especificado” do Formulário de Casos de Uso Preliminares e inicie novamente o passo B da etapa II.

B.5.3. Determine os cursos alternativos. Faça isso analisando cada passo do curso normal e verificando, nos requisitos relacionados na coluna “Referência”, se o passo admite uma

alternativa de execução. Durante a especificação do curso alternativo, verifique na coluna “Relacionamento” do caso de uso base se a especificação dos casos de uso ali relacionados são utilizados integralmente na especificação do caso de uso base. Em caso afirmativo, essa especificação não precisa ser repetida no caso de uso base e deve-se colocar na coluna “Include” do caso de uso relacionado, o número do caso de uso base e no caso de uso base, uma chamada ao caso de uso relacionado. Verifique se algum passo do curso alternativo pode ser considerado uma chamada a algum caso de uso já existente. Em caso positivo, verifique se o estereótipo é do tipo “include” e em caso afirmativo coloque o número, no campo “Include” do Formulário de Casos de Uso Preliminares, do caso de uso base no caso de uso sendo chamado. Em caso do estereótipo ser do tipo “extend” coloque a chamada ao caso de uso com o estereótipo <<extend>>. Marque no campo “Extend” do caso de uso base o número do caso de uso criado.

1. Caso não haja informações suficientes para elaborar os cursos alternativos ou requisitos funcionais relacionados não foram utilizados, preencha o Relatório de Discrepâncias relatando o problema. Possivelmente o documento de requisitos está incompleto ou existem informações estranhas. Marque a coluna “Especificado” do Formulário de Casos de Uso Preliminares e inicie novamente o passo B da etapa II.

B.5.4. Analise todos os cursos alternativos criados no caso de uso base e verifique, para cada nível de indentação dos passos especificados, iniciando pelos níveis de indentação mais internos, se o passo possui mais de 10 sub-passos. Em caso afirmativo, esse passo deve ser transformado em outro caso de uso, utilizando o *template* de casos de uso para sua descrição e substituindo o passo em questão por uma chamada a esse novo caso de uso, o qual estará agora relacionado ao caso de uso base pelo estereótipo <<extend>>. Marque no campo “Extend” do caso de uso base o número do caso de uso criado.

B.5.4.1. Ao preencher o *template* para o novo caso de uso criado, transfira do caso de uso base os campos “Ator” para o caso de uso criado, o primeiro passo do caso de uso base para o campo “Evento Disparador” e os passos retirados do caso de uso base para o campo “Curso Normal”.

B.6. Transcreva para o campo “Requisitos Funcionais” do *template* do caso de uso base as referências aos requisitos funcionais contidas no Formulário de Casos de Uso Preliminares.

B.7. Marque o caso de uso base, na coluna “Especificado” do Formulário de Casos de Uso Preliminares, com a palavra “sim”.

- C. Percorra a coluna “Include” do Formulário de Casos de Uso Preliminares e, para cada caso de uso que possuir apenas um número de caso de uso nessa coluna, considere-o como caso de uso base e faça:

C.1. Verifique se a soma dos passos do caso de uso relacionado com os passos do caso de uso base é menor que 10. Em caso afirmativo, coloque os passos do caso de uso base no local da chamada a ele, no caso de uso relacionado. Exclua o *template* do caso de uso base.

C.2. Verifique se os passos substituídos do caso de uso relacionado são os passos iniciais. Caso afirmativo, considere o caso de uso base uma pré-condição e, preencha o *template* do caso de uso relacionado na linha “Pré-condição” com o nome do caso de uso base.

- D. Percorra a coluna “Include” do Formulário de Casos de Uso Preliminares e, para cada caso de uso que possuir mais de um número de caso de uso nessa coluna, considere-o como caso de uso base e faça:

D.1. Transcreva os números dos casos de uso identificados na coluna “Include” do Formulário de Casos de Uso Preliminares para o campo “Include” do *template* do caso de uso base.

- E. Para cada caso de uso especificado nos passos anteriores, verifique, na seção Requisitos Não-Funcionais do Documento de Requisitos, quais os requisitos não-funcionais que pertencem ao caso de uso em questão e marque-os na linha “Requisitos Não-Funcionais” do *template* de especificação de casos de uso.

1. Em caso de um requisito funcional ser encontrado na seção de requisitos não-funcionais preencha o Relatório de Discrepâncias relatando esse fato.

Formulário de Casos de Uso Preliminares – FCUP

Formulário de Casos de Uso Preliminares

Nome:

Grupo:

Nº	Ator	Caso de Uso	Referência	Relacionamento	Include	Especificado

Formulário de Especificação de Casos de Uso – FEsp

Especificação do Caso de Uso		Número:	Número do Caso de Uso
Nome do Caso de Uso	Nome do caso de uso criado		
Descrição ou Resumo	Pequena descrição do caso de uso		
Ator Participante	Proprietário da Informação		
Ator Operador	Manuseia o computador		
Ator Genérico	Ator genérico criado pela análise dos atores participantes.		
Pré-Condição	Condições que devem ser verdadeiras para que o caso de uso possa ser realizado		
Curso Normal	Corresponde a um fluxo de eventos		
Curso Alternativo	Corresponde a fluxos de eventos, porém mostrando os caminhos menos comuns de acontecer		
Evento Disparador	Descreve o critério de entrada para o caso de uso sendo especificado		
Include	Número dos casos de uso relacionados pelo estereótipo <<include>>		
Extend	Número dos casos de uso relacionados pelo estereótipo <<extend>>		
Requisitos Funcionais	Os números dos requisitos funcionais associados ao caso de uso criado		
Requisitos Não-Funcionais	Os números dos requisitos não funcionais associados ao caso de uso		
Autor	A pessoa que criou a especificação		
Data	A data da criação da especificação		
Versão	Código associado à versão da especificação		

Relatório de Discrepâncias – UCRT**Formulário de Relato de Discrepância para UCRT**

Nome do Projeto:

Equipe:

Nome do Integrante:

Início da Atividade: **Data:** _____ (data)**Tipo de Discrepância (Tipo Disc.):**

(O) informação necessária omitida

(A) informação pode ser interpretada de várias maneiras

(II) informação contraditória a respeito do mesmo assunto

(FI) a informação não é correta considerando-se as condições especificadas pelo sistema

(IE) a informação é estranha, isto é, não é necessária no contexto da aplicação

(M) outros tipos de problemas

Preencha a tabela com as discrepâncias encontradas. Descreva a identificação dos requisitos, utilizando os números dos requisitos e números de página se possível:

Disc. #	Tipo Disc.	Referência	Comentários

Fim da Atividade: _____ (hora)

APÊNDICE B

Processo de Experimentação

O processo de experimentação mostrado nesse Apêndice é baseado no processo de experimentação de [Wohlin et al., 2001]. Cada etapa aqui descrita foi instanciada para o experimento de avaliação do ramo de construção das técnicas de leitura GUCCRA.

A.1. Processo de Experimentação

O processo de experimentação é baseado nas seguintes etapas: Definição, Planejamento, Operação, Análise e Interpretação e Apresentação e Empacotamento. Essa subseção está organizada em torno dessas etapas.

A.1.1. Definição do Experimento

O propósito da fase de definição do experimento é definir os objetivos de um experimento. Assim, pretende-se fornecer uma direção geral ao experimento, o seu escopo, a base para a formulação das hipóteses e as notações preliminares para a avaliação da validade. Para auxiliar a definição, assegurando que aspectos importantes de um experimento sejam definidos antes da fase de planejamento e execução, um *template* de definição de objetivos é utilizado. O objetivo do *template* é:

Analisar <objeto(s) de estudo>

Especifica entidades que serão estudadas ao longo do experimento.

Com o propósito de<objetivo>

Define a intenção da realização do experimento.

Com respeito a..... <o foco da qualidade>

Indica o principal aspecto da qualidade que está sendo estudado, por exemplo, efetividade, custo.

Do ponto de vista..... <perspectiva>

Especifica o ponto de vista que os resultados do experimento serão interpretados, por exemplo, desenvolvedor, gerente, consumidor.

No contexto de..... <contexto>

Especifica o ambiente onde o experimento está sendo executado.

A.1.2. Planejamento do Experimento

Enquanto na fase de definição é determinada a fundação do experimento, a fase de planejamento implementa a fundação do experimento. Assim, a seleção do contexto, a formulação das hipóteses, a seleção das variáveis, a seleção dos participantes, o projeto experimental, a instrumentação e a consideração da validade do experimento são definidos. Em cada um dos tópicos abaixo é explicado cada elemento da fase de planejamento do experimento.

Seleção do Contexto

O contexto do experimento pode ser caracterizado conforme quatro dimensões:

- o processo: on-line / off-line;
- os participantes: alunos / profissionais;
- realidade: o problema real / modelado;
- generalidade: específico / geral.

Formulação das Hipóteses

A definição do experimento é formalizada em hipóteses. Basicamente, duas hipóteses precisam ser formuladas: hipótese nula (H_0) e hipótese alternativa (H_a).

A hipótese nula declara que não há nenhum relacionamento estatisticamente significativo entre a causa e o efeito do experimento sendo executado. Essa hipótese é que o experimentador

quer rejeitar em favor de uma ou mais hipóteses alternativas. A decisão sobre rejeição da hipótese nula pode ser tomada baseado nos resultados da sua verificação utilizando um teste estatístico.

Seleção das Variáveis

Existem dois tipos de variáveis a serem consideradas no experimento: independentes e dependentes. A variável independente é aquela variável que nós podemos controlar no experimento. Por sua vez, a variável dependente é aquela variável na qual o efeito do tratamento é medido.

Seleção dos Participantes

A seleção dos participantes está relacionada a generalização dos resultados do experimento. Com o intuito de generalizar os resultados para a população desejada, a seleção deve ser representativa daquela população. Para a seleção dos participantes pode ser utilizada técnicas de amostragem como por exemplo amostragem aleatório simples, amostragem sistemática e etc.

Projeto Experimental

Quando projeta-se um experimento, muitos aspectos devem ser considerados: randomização, bloqueamento e balanceamento. Além disso, existem diversos tipos de projetos experimentais como por exemplo: um fator com dois tratamentos, um fator com mais do que dois tratamentos e etc. Para cada tipo de projeto experimental pode ser utilizada uma técnica estatística específica, como por exemplo o teste binomial para um projeto com um fator e um tratamento.

Instrumentação

O objetivo geral da instrumentação é fornecer meios para a realização do experimento e monitorá-lo, sem afetar o controle do experimento. Os instrumentos de um experimento podem ser considerados, por exemplo, documento de especificação e de códigos.

Validade do Experimento

A questão fundamental a respeito dos resultados do experimento é quão válidos são eles. Os quatro tipos de validade do experimento utilizados são:

- **Validade de Conclusão:** validade de conclusão está relacionada a questões que afetam a conclusão correta sobre os relacionamentos entre o tratamento e o resultado do experimento.
- **Validade Interna:** a validade interna define se o relacionamento observado entre o tratamento e o resultado é casual, e não é o resultado da influência de outro fator que não é controlado ou mesmo não foi medido.
- **Validade de Construção:** a validade de construção refere à generalização do resultado do experimento para o conceito ou teoria relacionado ao experimento.
- **Validade Externa:** a validade externa define as condições que limitam a habilidade de generalizar os resultados de um experimento para a prática industrial.

A.1.3. Operação do Experimento

Quando um experimento é projetado e planejado ele deve ser executado com o intuito de coletar os dados que devem ser analisados. Esse é o objetivo da fase de operação do experimento. Essa fase consiste de três passos: preparação, execução e validação dos dados.

Preparação do Experimento

Na preparação do experimento os participantes são escolhidos e os formulários utilizados são preparados.

Execução do Experimento

O experimento pode ser executado em um número de diferentes modos. Alguns experimentos, tais como experimentos de inspeção simples podem ser executados quando todos os participantes são reunidos, por exemplo, em um encontro. Uma das vantagens desse tipo de execução do experimento é que o experimentador está presente durante o encontro e se alguma questão é surgida, ela pode ser resolvida diretamente. Além disso, os dados são coletados com o uso de formulários ou com ferramentas automatizadas.

A.1.4. Análise e Interpretação

Após a coleta dos dados experimentais na fase de operação, conclusões baseadas nos dados devem ser tomadas. Para obter conclusões válidas, deve-se interpretar os dados do experimento. Pode ser utilizada a estatística descritiva e teste de hipótese. Para a estatística descritiva são utilizados, por exemplo, medidas de tendência central enquanto para o teste de hipótese é utilizado o nível de significância desejado e testes estatísticos.

A.1.5. Apresentação e Empacotamento

Uma das características mais importantes do experimento é a necessidade da sua repetição para que os resultados tragam o aumento do aprendizado dos conceitos investigados e, também, a calibração das características do experimento. Para tal, deve-se realizar o empacotamento do experimento.

O empacotamento de experimento possui como objetivo armazenar todos os artefatos que foram usados durante o processo de experimento, impedindo assim, a perda de informações importantes durante a execução do mesmo.

ANEXO A

Neste Anexo encontram-se as descrições da PBR-Usuário:

Reading Technique for Use Case

Create a high-level description of the use cases for this system. This will require creating a use case diagram and a set of use case specifications. You will have to identify system participants (actors) and how they interact with the system. Remember to include all of the functionality of the system, including special/contingency conditions. Follow the procedure below to generate the use case diagram and specifications, using the questions provided to identify discrepancies in the requirements.

Inputs: **A set of new requirements**

Output: An use case diagram and a set of user case specifications for the system
A list of defects that should be fixed for the system

- 1) Read through the requirements once and identify all of the system participants (actor).
 - a) Identify the system participants in the requirements. Participants are external entities (people, other systems, etc.) that interact with the system, either initiating functionality or receiving output. Make a list of those in the Form A (a). You may use the following questions to help you identify system participants:
 - Which system participants use the system to perform a task?
 - Which system participants are needed by the system in order to perform its functions? These functions could be its major functions, or secondary functions such as system maintenance and administration.
 - Which system participants send information to the system?
 - Which system participants receive information from the system?

Q1.1 Are multiple terms used to describe the same system user in the requirements?

Q1.2 Have necessary system participants been omitted? That is, does the system need to interact with another type of user that is not described?

Q1.3 Is the description of how the system interacts with a participant inconsistent with the description of the participant? Are the requirements unclear or inconsistent about this interaction? Is this situation omitting some important part of the whole functionality?

Q1.4 Is a system participant described in the requirements that do not actually interact with the system?

2) Read through the requirements a second time, identifying the use cases that will compose the system use case diagram. Make a list of those using Form A (c).

a) Identify how each system participant will interact with the system associating the actor with the number of the identified use cases, using Form A (b). Think about how the users will use the system to achieve some goal (e.g. adding information to an existing database, computing a payment, viewing the current status of an account). These user goals will be the use cases of the diagram that must be represented using Form B.

Q2.1 Are there use cases identified for each system participant?

Q2.2 Are the requirements unclear or inconsistent about this interaction? Is this situation omitting some important part of the whole functionality?

Q2.3 Are use cases described that are not necessary to accomplish a desired goal of a particular system participant?

Q2.4 Do the interactions between the system and the user make sense from what you know about the domain?

Q2.5 Do the requirements omit use cases that you think are necessary, based on your domain knowledge or the general description?

3) Create a use case specification to understand the functionality that must be present in the system to accomplish the desired user goals.

a) For each use case identified in Step 2, create a textual description that describes the functionality represented by the use case, using Form C.

Q3.1 Is there enough information in the requirements to create these descriptions?

Q3.2 Have any necessary functionality information been left out of the requirements document?

Q3.3 Are functionality information described that are not necessary to accomplish the user goal?

Q3.4 Does the functionality information make sense from what you know about the system?