



**PODER EXECUTIVO  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**



**UDRT-AD: UMA TÉCNICA PARA PROJETO DE DIAGRAMAS DE  
ATIVIDADES VISANDO A USABILIDADE EM APLICAÇÕES  
INTERATIVAS**

**WILLIAMSON ALISON FREITAS SILVA**

Manaus, Fevereiro de 2015

**WILLIAMSON ALISON FREITAS SILVA**

**UDRT-AD: UMA TÉCNICA PARA PROJETO DE DIAGRAMAS DE ATIVIDADES  
VISANDO A USABILIDADE NAS APLICAÇÕES INTERATIVAS**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Amazonas (PPGI-UFAM) como requisito para obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Tayana Uchôa Conte, D.Sc.

Manaus, Fevereiro de 2015

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586u Silva, Williamson Alison Freitas  
UDRT-AD: uma técnica para projeto de diagramas de atividades visando a usabilidade em aplicações interativas / Williamson Alison Freitas Silva. 2015  
150 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Tayana Uchôa Conte  
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Usabilidade. 2. Design. 3. Diagramas de Atividades. 4. Técnica de Leitura. I. Conte, Tayana Uchôa II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



PODER EXECUTIVO  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**"UDRT-AD: Uma Técnica para Projeto de Diagramas de Atividades visando a Usabilidade em Aplicações Interativas"**

**WILLIAMSON ALISON FREITAS SILVA**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Professores:

PROFA. TAYANA UCHÔA CONTE – PRESIDENTE

PROFA. THAÍS HELENA CHAVES DE CASTRO – MEMBRO

PROFA. SIMONE DINIZ JUNQUEIRA BARBOSA – MEMBRO

Manaus, 24 de fevereiro de 2015.

*À Deus, pois sem Ele nada seria.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, fé e esperança que tive durante a execução das atividades no decorrer do mestrado.

Ao Gueviston Lima pelo Amor, Carinho, Amizade, Incentivo, Cuidados, Companheirismo em todos os momentos desta jornada e, acima de tudo, Paciência e Compreensão diante de tantas ausências. Sem você e seu apoio tudo seria mais difícil. Não tenho palavras para dizer o quanto você foi fundamental em todo esse processo. TE AMO, MEU AMOR!!

Agradeço, carinhosamente, a minha mãe Sandra Maria da Silva e ao meu pai Claudemir Nogueira Freitas, pelo apoio, preocupação e conselhos sempre tão seguros e úteis. Por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava.

Aos sinceros e verdadeiros amigos pelo apoio e votos de sucesso sempre desejados.

Aos meus colegas do grupo USES pela cooperação, compartilhamento de conhecimento e troca de experiências vividas.

As professoras Thaís Castro e Simone Barbosa, por aceitarem participar de minha banca.

A todos os participantes dos estudos apresentados pela colaboração.

À Universidade Federal do Amazonas e ao Instituto de Computação, pelo seu apoio durante todo o mestrado. Em especial à Elienai Nogueira, Helen Nascimento e Frank Azevedo pela ajuda em todos os momentos.

À CAPES pelo apoio financeiro ao longo do mestrado.

À minha companheira de laboratório, colaboradora na minha pesquisa e, acima de tudo, uma amiga incomparável. Natasha, muito obrigado pelas nossas ótimas conversas discutindo sobre nossos artigos ou estudos e, ao mesmo tempo, brincando e rindo de nós mesmos. Obrigado por toda a ajuda, mas principalmente pela nossa amizade.

Finalmente, um agradecimento especial à minha orientadora, a professora Tayana Conte, que aceitou me orientar, mesmo não tendo trabalhado comigo anteriormente. Muito obrigado pela paciência, acompanhamento e sua dedicação à este trabalho em todos os momentos e, principalmente, pelo seu apoio constante durante esta jornada. Seus conselhos e ensinamentos foram e são muito valiosos para mim.

## RESUMO

### **UDRT-AD: UMA TÉCNICA PARA PROJETO DE DIAGRAMAS DE ATIVIDADES VISANDO A USABILIDADE NAS APLICAÇÕES INTERATIVAS**

Orientadora: Tayana Uchôa Conte, D.Sc.

O desenvolvimento de aplicações interativas tem aumentado consideravelmente. Isto pode estar relacionado ao fato destas aplicações estarem apoiando cada vez mais as atividades do dia a dia dos usuários. Projetar estas aplicações atendendo aos requisitos de qualidade é uma tarefa complexa. Portanto, faz-se necessário integrar um dos importantes atributos de qualidade, a usabilidade, no processo de desenvolvimento. Ao considerar a usabilidade, visa-se a projetar aplicações mais fáceis de usar, com bons índices de aceitação pelos usuários e, conseqüentemente, melhorar a qualidade destas aplicações. Esta dissertação apresenta a técnica *Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams* (UDRT-AD) que auxilia os projetistas, especialistas em usabilidade ou não, a projetar um artefato (Diagrama de Atividades) gerado nas fases iniciais do processo de desenvolvimento, visando a melhoria da usabilidade da aplicação final. Para atingir este objetivo, a técnica UDRT-AD possui heurísticas que guiam e auxiliam os projetistas na construção dos diagramas. Além disso, a UDRT-AD possui diretrizes de usabilidade que ajudam a melhorar a usabilidade na aplicação, através do Diagrama de Atividade projetado. Como a UDRT-AD teve seu processo de construção apoiado por uma metodologia baseada em experimentação, esta dissertação ainda aborda: (a) como a técnica UDRT-AD foi elaborada a partir de resultados de um estudo secundário e de um estudo empírico; (b) um estudo piloto realizado com objetivo de analisar a viabilidade de aplicação da técnica UDRT-AD; e (c) um estudo de viabilidade realizado para analisar se a técnica é viável e possui bom desempenho.

Palavras-chave: Usabilidade, Design, Diagramas de Atividades; Técnica de Leitura;

## ABSTRACT

### **UDRT-AD: A TECHNNIQUE TO DESIGN ACTIVITY DIAGRAMS AIMING AT ACHIEVING USABILITY IN INTERACTIVE APPLICATIONS.**

Advisors:.. Tayana Uchôa Conte, D.Sc.

The development of interactive applications has increased considerably. This may be related to the fact that these applications are increasingly supporting the daily activities of users. Designing interactive applications meeting quality criteria is a complex activity. Therefore, it is necessary to integrate one of the important quality attributes, usability, into the development process. By considering usability, we aim at designing interactive applications that are easier to use, that have high user acceptance rates and, consequently, improving the quality of these applications. This master's dissertation presents the *Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams* (UDRT-AD), that assists designers, being usability experts or not, in the design of artifacts (Activity Diagrams) that are generated in the early stages of the development process, aiming at improving the usability of the final application. To achieve this goal, the UDRT-AD technique has heuristics that guide and assist the designers in the construction of the diagrams. Furthermore, the UDRT-AD technique has usability guidelines that support the improvement of the application in terms of usability, through the designed activity diagram. As the UDRT-AD technique had its development supported by experimentation, this master's degree dissertation also discusses: (a) how we created the UDRT-AD technique based on the results of a secondary study and an empirical study; (b) a pilot study in order to analyze the feasibility of applying the UDRT-AD technique; and (c) a feasibility study to analyze if the technique is feasible and has good performance.

Keywords: Usability, Design, Activity Diagrams; Reading Technique;



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Visão geral da metodologia adotada para a definição e avaliação da técnica UDRT-AD. ....	8
<b>Figura 2.1:</b> Visão geral do Conjunto de Técnicas MIT (Valentim, 2012). ....	12
<b>Figura 2.2:</b> Esquema para realizar a captura de requisitos de usabilidade (Ormeño <i>et al.</i> , 2013). ....	16
<b>Figura 2.3:</b> Representação geral da estrutura da árvore (Ormeño <i>et al.</i> , 2013). ....	17
<b>Figura 2.4:</b> Processo de inspeção da técnica Web DUE (Rivero, 2012). ....	19
<b>Figura 3.1:</b> Total de artigos retornados, selecionados no 1º filtro e selecionados após o 2º filtro. ....	28
<b>Figura 3.2:</b> Gráfico com uma Visão Temporal dos artigos selecionados. ....	31
<b>Figura 4.1:</b> Diagrama Hierárquico para o objetivo “ <i>Consultar Avisos</i> ”. ....	57
<b>Figura 4.2:</b> Diagrama de Atividade para a Atividade “ <i>Comprar Produto</i> ”. ....	58
<b>Figura 4.3:</b> Cenário utilizado para modelar o DH. ....	61
<b>Figura 4.4:</b> Cenário utilizado para modelar o DA. ....	61
<b>Figura 4.5:</b> Diagrama utilizado para criar o cenário do DA. ....	63
<b>Figura 4.6:</b> Percepção dos participantes sobre o uso dos diagramas. ....	69
<b>Figura 5.1:</b> Processo de aplicação das heurísticas da técnica de construção. ....	79
<b>Figura 5.2:</b> Exemplo de um dos elementos da técnica UDRT-AD. ....	80
<b>Figura 5.3:</b> Cenário utilizado para o Estudo Piloto. ....	86
<b>Figura 6.1:</b> Cenário utilizado pelos participantes no estudo. ....	93
<b>Figura 6.2:</b> Boxplots com o comparativo de eficácia. ....	97
<b>Figura 6.3:</b> Boxplots com o comparativo de tempo de modelagem. ....	98
<b>Figura 6.4:</b> Boxplots com o comparativo da corretude dos diagramas. ....	99
<b>Figura 6.5:</b> Percepção dos participantes sobre a Facilidade de Uso da UDRT-AD. ....	105
<b>Figura 6.6:</b> Percepção dos participantes sobre a Utilidade da UDRT-AD. ....	106
<b>Figura 6.7:</b> Percepção dos participantes sobre a pretensão de uso UDRT-AD. ....	107

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.1:</b> Perguntas respondidas na metodologia experimental de Shull <i>et al.</i> (2001) (adaptado de Rivero (2013)).	6
<b>Tabela 2.1:</b> Parte da MIT 1 (v2) contendo alguns dos itens de verificação.	13
<b>Tabela 2.2:</b> Parte da MIT 2 (v2) contendo alguns dos itens de verificação.	14
<b>Tabela 2.3:</b> Parte da MIT 3 (v2) contendo alguns dos itens de verificação.	14
<b>Tabela 2.4:</b> Parte da Diretriz de Usabilidade com questões que avaliam Diagramas de Atividades.	15
<b>Tabela 2.5:</b> Parte da Diretriz de usabilidade com questões que avaliam Casos de Uso.	15
<b>Tabela 2.6:</b> Parte da Diretriz de usabilidade com questões que avaliam Modelo de Tarefas.	15
<b>Tabela 2.7:</b> Parte da Diretriz de usabilidade com questões que avaliam Diagramas de Interação.	15
<b>Tabela 2.8:</b> Parte dos itens de verificação da zona de entrada de dados da técnica Web DUE.	18
<b>Tabela 3.1:</b> Objetivo segundo Paradigma GQM (Basili e Rombach, 1988).	21
<b>Tabela 3.2:</b> Tabela com as Subquestões de Pesquisa.	22
<b>Tabela 3.3:</b> Termos e <i>String</i> de busca utilizados.	24
<b>Tabela 3.4:</b> Os resultados do MSL para cada uma das Subquestões.	29
<b>Tabela 3.5:</b> Artigos que apresentam as tecnologias utilizadas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento.	40
<b>Tabela 3.6:</b> Artigos que apresentam as tecnologias que auxiliam a projetar com usabilidade.	50
<b>Tabela 3.7:</b> Análise das Características das tecnologias.	52
<b>Tabela 4.1:</b> Principais Elementos de um AHT (Barbosa e Silva, 2010).	56
<b>Tabela 4.2:</b> Principais Elementos de um Diagrama de Atividade (Bezerra, 2006).	57
<b>Tabela 4.3:</b> Tabela de Caracterização dos Participantes.	60
<b>Tabela 4.4:</b> Procedimento do Estudo.	60
<b>Tabela 4.5:</b> Problemas de Compreensão e Entendimento no DA.	65
<b>Tabela 4.6:</b> Problemas de Compreensão e Entendimento no DH.	66
<b>Tabela 4.7:</b> Problemas de Notação encontrados no DA.	67
<b>Tabela 4.8:</b> Problemas de Notação Encontrados no DH.	67
<b>Tabela 4.9:</b> Acertos e Erros dos Participantes sobre Questões Relacionadas aos Diagramas.	72
<b>Tabela 4.10:</b> Acertos e Erros dos Participantes sobre os Cenários Construídos com base nos Diagramas.	72
<b>Tabela 5.1:</b> Primeira versão da técnica UDRT-AD.	80
<b>Tabela 5.2:</b> Exemplos de construção da técnica UDRT-AD.	83
<b>Tabela 6.1:</b> Tabela de Caracterização dos Participantes	92
<b>Tabela 6.2:</b> Procedimento do Estudo.	93
<b>Tabela 6.3:</b> Categorias de Defeitos (adaptado de Travassos <i>et al.</i> , 1999).	95
<b>Tabela 6.4:</b> Tabela de Resultados, por participantes, da modelagem dos diagramas de atividades.	96
<b>Tabela 6.5:</b> Classificação geral dos tipos de defeitos encontrados nos diagramas de atividades.	99
<b>Tabela 6.6:</b> Número de problemas de usabilidade encontrados por grupo.	102
<b>Tabela 6.7:</b> Perguntas, baseadas nos indicadores do modelo TAM, realizadas aos participante.	103



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTO .....	1
1.2 PROBLEMA .....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.4 METODOLOGIA .....	5
1.5 ORGANIZAÇÃO.....	8
<b>CAPÍTULO 2 - TECNOLOGIAS QUE PROJETAM E/OU AVALIAM A USABILIDADE EM APLICAÇÕES INTERATIVAS .....</b>	<b>10</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE USABILIDADE.....	10
2.2 EARLY USABILITY .....	11
2.2.1 MIT - Model Inspection Technique for Usability Evaluation .....	12
2.2.2 Diretrizes de Usabilidade .....	14
2.2.3 Método para Coleta de Requisitos de Usabilidade .....	16
2.2.4 Web DUE.....	17
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	19
<b>CAPÍTULO 3 – MAPEAMENTO SISTEMÁTICO SOBRE AS TECNOLOGIAS QUE APOIAM A INTEGRAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE E INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR .....</b>	<b>20</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	20
3.2 PROTOCOLO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO .....	21
3.2.1 Estratégia utilizada para pesquisa dos estudos primários / secundários .....	22
3.2.2 Critérios de Seleção de Artigos e Procedimentos .....	24
3.2.3 Estratégia para extração de dados .....	25
3.2.4 Artigos Selecionados após a Condução do Mapeamento Sistemático.....	28
3.3 RESULTADOS OBTIDOS .....	29
3.3.1 Visão Geral dos Resultados .....	29
3.3.2 Ano de Publicação.....	31
3.3.3 Tipo de Tecnologia .....	32
3.3.4 Origem da Tecnologia.....	33
3.3.5 Contexto de Uso.....	33
3.3.6 Fase do Processo de Desenvolvimento em que a Tecnologia é Empregada.....	34
3.3.7 Ciclo de Vida Específico.....	36
3.3.8 Objeto Projetado/Avaliado.....	36
3.3.9 Avaliação Empírica.....	37
3.3.10 Tipo de Pesquisa .....	38
3.3.11 Apoio Ferramental .....	39

3.4 RESUMO DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS NAS FASES INICIAIS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO .....	39
3.5 TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM A PROJETAR APLICAÇÕES INTERATIVAS ...	49
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	53

## **CAPÍTULO 4 – ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIAGRAMA DE ATIVIDADE E ANÁLISE HIERÁRQUICA DE TAREFAS: UMA ANÁLISE DA FACILIDADE DE MODELAGEM E COMPREENSÃO .. 55**

4.1 INTRODUÇÃO.....	55
4.1.1 Análise Hierárquica de Tarefas .....	55
4.1.2 Diagrama de Atividades;.....	57
4.2 ESTUDO EMPÍRICO .....	58
4.2.1 Planejamento do Estudo Empírico .....	59
4.2.2 Execução do Estudo Empírico .....	62
4.2.3 Análise dos Resultados .....	64
4.3 RESULTADOS OBTIDOS.....	64
4.3.1 Problemas encontrados na Modelagem dos Diagramas.....	64
4.3.2 Percepção sobre a Modelagem de Tarefas .....	67
4.3.3 Problemas Encontrados na Construção dos Cenários .....	71
4.4 AMEAÇAS À VALIDADE .....	73
4.4.1 Validade Interna .....	73
4.4.2 Validade Externa.....	73
4.4.3 Validade de Conclusão.....	74
4.4.4 Validade de Constructo .....	74
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	74

## **CAPÍTULO 5 – PROPOSTA INICIAL DA TÉCNICA DE LEITURA UDRT-AD..... 76**

5.1 INTRODUÇÃO.....	76
5.2 PROPOSTA DA TÉCNICA UDRT-AD .....	77
5.3 PROPOSTA INICIAL DA UDRT-AD.....	78
5.4 ESTUDO PILOTO .....	85
5.4.1 Análise dos Resultados Encontrados .....	86
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	87

## **CAPÍTULO 6 – ESTUDO DE VIABILIDADE DA UDRT-AD..... 89**

6.1 INTRODUÇÃO.....	89
6.2 ESTUDO DE VIABILIDADE .....	90
6.2.1 Planejamento do Estudo.....	90
6.2.2 Execução do Estudo .....	92
6.2.3 Análise dos Resultados Obtidos.....	94
6.3 RESULTADOS OBTIDOS .....	95
6.3.1 Resultados Quantitativos.....	96
6.3.2 Eficácia.....	97
6.3.3 Tempo de Modelagem.....	98

6.3.4 Corretude do Diagrama .....	98
6.3.5 Prevenção de Possíveis Problemas de Usabilidade.....	101
6.3.6 Análise sobre a Percepção dos Participantes em relação à UDRT-AD .....	102
6.4 AMEAÇAS À VALIDADE .....	108
6.4.1 Validade Interna .....	108
6.4.2 Validade Externa.....	108
6.4.3 Validade de Conclusão.....	109
6.4.4 Validade de Constructo .....	109
6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	109
<b>CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>111</b>
7.1 CONCLUSÕES.....	111
7.2 CONTRIBUIÇÕES .....	112
7.3 PERSPECTIVAS FUTURAS .....	113

# CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

*Este capítulo apresenta a introdução a esta dissertação de mestrado. Além de contextualizar esta pesquisa, são apresentados a motivação, os objetivos e a metodologia seguida. O restante deste capítulo apresenta a estrutura desta dissertação de mestrado sobre o projeto de diagramas de atividades já visando à melhoria da usabilidade de aplicações interativas.*

## 1.1 CONTEXTO

As aplicações interativas vêm crescendo e ganhando destaque entre os usuários por apoiar cada vez mais as atividades do dia a dia. O sucesso destas aplicações está relacionado à qualidade que estas proporcionam aos seus usuários finais. Logo, há uma preocupação por parte da indústria de desenvolvimento em projetar estas aplicações com alta qualidade e que garantam uma boa interação para o usuário (Sangiorgi e Barbosa, 2010).

Porém, de início, é importante apresentar a definição de aplicações interativas. No contexto desta dissertação, adotou-se a definição de Barbosa e Silva (2010), na qual aplicação interativa “*é um artefato com o qual o usuário interage durante a realização de suas atividades em determinado contexto.*”

No entanto, desenvolver as aplicações interativas atendendo tanto os critérios de qualidade, quanto as necessidades dos usuários é uma atividade complexa (Mafra e Travassos, 2005). Para considerar aspectos específicos das aplicações interativas, deve-se focar em critérios de qualidade relevantes para este tipo de aplicação. Segundo De la Vara *et al.* (2011), um dos atributos de qualidade mais importante e que dirigem o processo de desenvolvimento é a usabilidade. Por este motivo, este trabalho foca no critério usabilidade, que é um componente importante para a qualidade das aplicações (Juristo *et al.*, 2004) e tem sido cada vez mais reconhecida como um atributo de qualidade que deve ser considerado durante o desenvolvimento de aplicações interativas (Fischer, 2012; Juristo *et al.*, 2007).

As áreas de Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Software (ES) vem propondo tecnologias<sup>1</sup> que refletem nas diferentes perspectivas do processo de desenvolvimento (Barbosa e Silva, 2010) e que visam à melhoria da qualidade destas aplicações. Enquanto uma prioriza aspectos funcionais da aplicação através de abordagens sistemáticas (ES) (Nebe e Paelke, 2009), a outra se concentra nos aspectos de interação que ocorre entre o usuário e a aplicação, através da compreensão das necessidades e características dos usuários (IHC) (Preece *et al.*, 1994).

Apesar de ambas as áreas se preocuparem com a qualidade das aplicações, a integração entre estas áreas não é um processo fácil, devido aos seguintes fatores: (a) ambas as áreas desenvolveram processos e métodos diferentes de desenvolvimento; (b) há pouco conhecimento e comunicação sobre os trabalhos uns dos outros; (c) ambas utilizam vocabulários diferentes e, às vezes, as mesmas palavras para representar diferentes artefatos (Seffah e Metzker, 2004; Juristo *et al.*, 2007).

No entanto, nos últimos vinte anos, as fronteiras entre IHC e ES têm diminuído e as tentativas de minimizar a distância entre as áreas têm aumentado (Juristo *et al.*, 2007). Seffah *et al.* (2001) propõem que os engenheiros de *software* e engenheiros de usabilidade aprendam uns com os outros para facilitar e incentivar a convergência das práticas em ambas as áreas. Várias empresas de desenvolvimento de software, visando à melhoria da qualidade e de uma melhor experiência aos usuários finais, estão investindo em técnicas e ferramentas para projetos e avaliações que auxiliam a melhorar a qualidade das aplicações interativas (Matera *et al.*, 2006).

Um indício da importância da integração de questões de usabilidade com o processo de desenvolvimento está no Processo de Usabilidade criado na primeira alteração à Norma ISO/IEC 12207 para Processos de Ciclo de Vida do *software* (ISO 12207, 2002), onde a primeira atividade deste processo trata da especificação de como atividades centradas no usuário se encaixam em todo o processo do ciclo de vida do *software* e seleciona métodos e técnicas de usabilidade. Assim, esta integração não deve ser uma área de interesse de alguns especialistas (Ferré *et al.*, 2005), já que esta é essencial para o desenvolvimento de software, devido à importância da usabilidade neste tipo de aplicação.

---

<sup>1</sup> No contexto desta dissertação, o termo tecnologia será utilizado como uma generalização de métodos, técnicas, modelos, ferramentas e outros tipos de propostas elaboradas na área de IHC e ES (Santos *et al.*, 2012).



## 1.2 PROBLEMA

Desenvolver aplicações interativas atendendo tanto os critérios de qualidade, quanto as necessidades dos usuários é uma tarefa complexa, que traz desafios significativos para as equipes de desenvolvimento (Mafrá e Travassos, 2005). Entre estes desafios, pode-se citar: (a) a complexidade da construção de artefatos gerados no processo de desenvolvimento, pois estes artefatos não são de fácil compreensão para os profissionais; (b) a busca pela melhoria da usabilidade das aplicações, de forma que estas ofereçam uma boa experiência de uso aos usuários finais.

As áreas de Interação Humano-Computador e Engenharia de Software buscam projetar aplicações visando a diminuir estes desafios. No entanto, conforme citado na seção anterior, as diferentes perspectivas de IHC e ES têm evoluído historicamente por um caminho próprio e independente e deram origem a métodos, técnicas e processos próprios de cada área, visando a atender às necessidades dos clientes e usuários dos sistemas (Barbosa e Silva, 2010; Juristo *et al.*, 2007). Segundo Seffah e Metzker (2004), um dos principais obstáculos para esta integração de IHC e ES é que as técnicas de IHC não estão associadas ao ciclo de vida do processo de desenvolvimento. Devido à dificuldade em gerir e sincronizar os processos de IHC e ES em conjunto, práticas de IHC são consideradas dispensáveis e podem ser desconsideradas em projetos quando o cronograma é limitado.

Nesse contexto, é necessário conduzir estudos com o objetivo de compreender fatores relevantes na integração das áreas de IHC e ES no processo de desenvolvimento de software para melhorar a usabilidade das aplicações desenvolvidas e, conseqüentemente, sua qualidade. De acordo com Donahue *et al.* (1999), a inclusão das práticas de usabilidade dentro do processo de software guiado pela engenharia de software pode contribuir com: (a) a melhoria das interfaces de usuário; (b) o incremento da produtividade dos usuários; e (c) a redução de tempo e custos no desenvolvimento, treinamento, manutenção e documentação de software.

Esta pesquisa é motivada pela necessidade de integração de práticas de melhoria da usabilidade às práticas de engenharia de software durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento. Estima-se que o custo da correção dos problemas encontrados após a entrega do *software* chegue a ser 100 vezes maior do que o custo de correção durante as primeiras etapas do processo de desenvolvimento (Charette, 2005). Este custo torna-se elevado devido ao fato de que, dependendo da aplicação, será necessária a recontração dos engenheiros para realizar a na melhoria dos problemas encontrados ou para ajudar no

processo de reconstrução da aplicação. Além disso, os problemas de usabilidade tornam uma aplicação ineficaz, ineficiente ou difícil de ser utilizada para um usuário (Matera *et al.*, 2002).

Estes problemas podem ser minimizados quando encontrado nas fases iniciais do processo de desenvolvimento (antes da codificação da aplicação), pois são nestas fases que são produzidos alguns dos artefatos das aplicações (por exemplo, Modelos de Projeto). Estes artefatos podem (e devem) ser melhorados durante o processo de desenvolvimento de software, até que estes se projetem a aplicação final. Além disso, é possível que os profissionais identifiquem problemas de usabilidade através destes modelos e, já os projetem visando a melhoria da qualidade da aplicação que está sendo desenvolvida.

Nesse contexto, o problema tratado nesta dissertação de mestrado está relacionado com a melhoria da qualidade das aplicações interativas durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento. A questão de pesquisa deste trabalho é:

*“Como projetar um artefato (diagrama de atividades), utilizado na fase inicial do processo de desenvolvimento, visando a melhoria da usabilidade e, conseqüentemente, melhorar a qualidade das aplicações interativas?”.*

A questão de pesquisa desse trabalho consiste na possibilidade de definição de uma técnica que auxilie na construção de um artefato já visando a melhoria da usabilidade da aplicação. Nesse sentido, pretende-se apoiar os projetistas de IHC e os engenheiros de software com uma técnica que auxilie a projetar a usabilidade em aplicações interativas, através de Diagramas de Atividades. Esta técnica auxiliará no processo de construção do Diagrama de Atividades, ajudando a melhorar a usabilidade da aplicação e minimizar problemas de usabilidade antes que a aplicação seja desenvolvida.

Esta técnica teve sua construção e avaliação apoiada por experimentação, através de uma abordagem baseada em evidências (Shull *et al.*, 2001; Mafra *et al.*, 2006), que será apresentada na Seção 1.4. Além da avaliação experimental, esta abordagem permite auxiliar a transferência da nova tecnologia para a indústria de software de forma segura, maximizando o benefício de adoção da tecnologia de software em questão. Espera-se ainda, com o uso da técnica, contribuir para o aumento da qualidade das aplicações interativas.

### **1.3 OBJETIVOS**

O objetivo principal deste trabalho consiste em propor uma técnica que auxilie os profissionais de IHC e ES (projetistas e engenheiros) a projetar um diagrama de atividades, visando a usabilidade da aplicação interativa que está sendo desenvolvida. Para alcançar este objetivo geral, buscou-se decompô-lo nos seguintes objetivos específicos:

- Identificar um corpo de conhecimento, por meio de uma revisão da literatura (um mapeamento sistemático da literatura), sobre quais são as tecnologias (tanto de IHC quanto ES) utilizadas na indústria de desenvolvimento de *software* que apoiam a melhoria da usabilidade;
- Realizar estudos empíricos comparativos com a finalidade compreender e identificar características sobre a utilização de tecnologias que podem ser utilizadas para projetar aplicações com usabilidade;
- Avaliar experimentalmente, através de um estudo de viabilidade, se a técnica proposta é viável e se atende os atributos de aceitação e adoção necessários no contexto da indústria de desenvolvimento de *software*;
- Evoluir a tecnologia proposta, a partir dos resultados de estudos experimentais que serão realizados para a avaliação da tecnologia;

O propósito final é que a técnica definida possa ser empregada pelos profissionais de ambas às áreas (IHC e ES), envolvidos nos projetos de desenvolvimento de software durante as fases iniciais. Para este propósito, a técnica deve ser fácil de aprender e de utilizar (menor tempo para aprender e aplicar a técnica) e oferecer uma boa relação custo-benefício na sua aplicação (custo calculado através da soma dos custos da capacitação, contratação de especialista e homens-hora empregados no projeto da aplicação) (Bolchini e Garzotto, 2007). Além disso, a técnica deve ser aplicada para projetar em um modelo utilizado para análise e projeto das aplicações a serem desenvolvidas e não ter a obrigatoriedade do uso de uma ferramenta para utilização da técnica.

## **1.4 METODOLOGIA**

Para atingir os objetivos relacionados a esta pesquisa foi utilizada uma metodologia baseada em experimentação, que utiliza estudos experimentais para avaliar e evoluir tecnologias de *software*. Para isso, foi utilizada por base a abordagem baseada em evidências para definição de novas tecnologias de *software* apresentada em Mafra *et al.* (2006). Esta abordagem é uma extensão da metodologia proposta em Shull *et al.* (2001) para introdução de novas tecnologias de *software* na indústria, que se baseia em estudos experimentais como forma de determinar o que funciona ou não na aplicação da tecnologia proposta.

A metodologia proposta por Shull *et al.* (2001) é uma abordagem que permite evoluir uma tecnologia desde sua definição até a sua transferência para a indústria. Para isso são realizados estudos experimentais que buscam responder perguntas que examinam os

problemas da tecnologia. A Tabela 1.1 mostra as perguntas a serem respondidas, o estudo experimental relacionado com a pergunta, e o propósito do estudo experimental. Shull *et al.* (2001) afirmam que a ordem das perguntas evita o retrabalho da definição da tecnologia, pois ele permite:

- Identificar os problemas básicos e fundamentais que podem gerar mudanças maiores na tecnologia proposta no início da sua definição;
- Identificar os problemas específicos da tecnologia que requerem mudanças menores para serem consertados.

**Tabela 1.1:** Perguntas respondidas na metodologia experimental de Shull *et al.* (2001) (adaptado de Rivero (2013)).

Pergunta	Estudo	Propósito do Estudo
Os resultados do processo são viáveis e o tempo bem empregado?	Estudo de Viabilidade	Determinar se o uso da tecnologia é viável.
Os passos do processo fazem sentido?	Estudo de Observação	Observar a tecnologia a fim de aprimorar o entendimento dos pesquisadores em relação à aplicação da mesma e possibilitar seu refinamento.
O processo é adequado ao ciclo de vida real?	Estudo de Caso (Ciclo de Vida)	Analisar a tecnologia em um determinado contexto de ciclo de vida e caracterizar como deve ser feita a aplicação da mesma.
O processo é adequado ao ambiente industrial?	Estudo de Caso (Indústria)	Identificar se existem problemas de integração na aplicação da tecnologia proposta em um ambiente industrial.

Mafra *et al.* (2006) identificaram a necessidade de executar estudos secundários antes dos estudos primários sugeridos em Shull *et al.* (2001), para que a definição da nova tecnologia pudesse estar baseada em evidências da literatura. Assim, Mafra *et al.* (2006) propõem a adoção de atividades iniciais para condução de estudos secundários, mais precisamente revisões sistemáticas ou mapeamentos sistemáticos (Kitchenham e Chartes, 2007) (conforme será explicado no Capítulo 3).

Na Figura 1.1, é apresentada a metodologia adotada nesta pesquisa. Devido ao tempo limite do mestrado, esta metodologia utilizou uma parte dos estudos sugeridos em Mafra *et al.* (2006): (a) um estudo secundário para identificar o estado da arte das tecnologias que visam apoiar a usabilidade dentro do processo de desenvolvimento de software, e (b) um estudo experimental para a avaliação da tecnologia que foi proposta: um estudo de viabilidade da

técnica. A seguir são detalhadas as atividades que foram realizadas em cada etapa da metodologia.

- **Estudo Secundário:** esta etapa consistiu na realização de um estudo secundário (um Mapeamento Sistemático da Literatura) para identificar estudos primários ou secundários que tratem de tecnologias (de IHC ou ES) que auxiliem na melhoria da usabilidade durante o processo de desenvolvimento de software. Os resultados serviram para criar uma base de conhecimento sólida para essa pesquisa, ajudando a categorizar as tecnologias de acordo, por exemplo, com a fase em que a tecnologia é utilizada para promover a usabilidade e identificando em quais as fases em que a utilização da tecnologia poderia ajudar a diminuir custos;
- **Análise das tecnologias encontradas:** nesta etapa, realizou-se uma análise das tecnologias encontradas que podem ser utilizadas nas fases iniciais (Análise e Projeto). Esta análise visou a identificação das tecnologias que auxiliam a projetar e/ou avaliar os artefatos gerados nas fases iniciais do processo de desenvolvimento;
- **Estudo empírico comparativo:** esta etapa consistiu na execução de um estudo comparativo entre dois artefatos (o diagrama de atividades e o diagrama hierárquico de tarefas) que podem ser utilizados para projetar visando à usabilidade. Este estudo teve como objetivo obter uma maior compreensão das tecnologias utilizadas para projetar os artefatos das aplicações;
- **Proposta Inicial:** nesta etapa, com base no conhecimento adquirido e nas evidências coletada através das etapas anteriores, definiu-se uma proposta inicial, uma técnica que auxilia a projetar um artefato já melhorando a usabilidade da aplicação em desenvolvimento.
- **Estudo Piloto:** esta etapa auxiliou para verificar a viabilidade de aplicação da técnica por um profissional experiente. Além disso, algumas melhorias foram realizadas na técnica antes da realização do estudo de viabilidade;
- **Estudo de Viabilidade:** esta etapa consiste em caracterizar a técnica e verificar sua possibilidade de uso. Para isso, realizou-se um estudo *in vitro*<sup>2</sup> (realizado em ambiente acadêmico, com alunos como participantes). Este estudo possibilitou o acompanhamento do desenvolvimento da técnica e teve como objetivo avaliar a viabilidade de uso da técnica.

---

<sup>2</sup> Estudos *in vitro* são os que podem ser realizados em um ambiente controlado, com a participação de pessoas que atuam como representantes da população de interesse (Travassos e Barros, 2003).

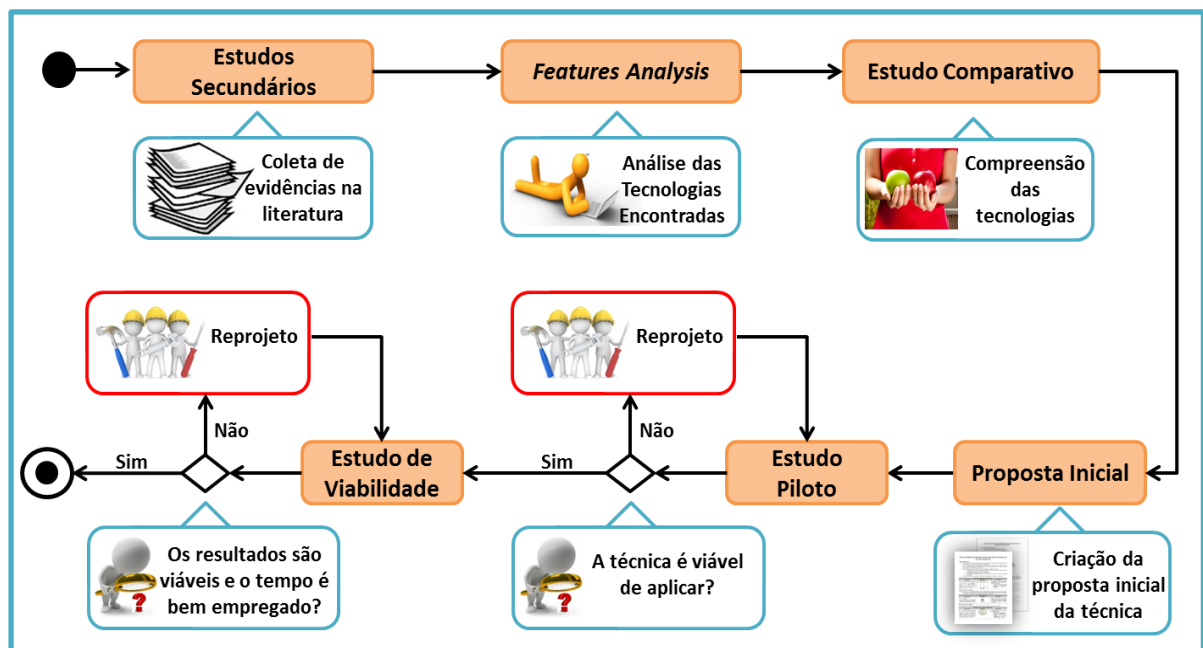


Figura 1.1: Visão geral da metodologia adotada para a definição e avaliação da técnica UDRT-AD.

## 1.5 ORGANIZAÇÃO

Esta dissertação está organizada em outros sete capítulos, além deste primeiro capítulo que apresentou a motivação e o contexto no qual está inserida esta pesquisa. A organização do texto deste trabalho segue a estrutura abaixo:

**Capítulo 2 – Tecnologias que projetam e/ou avaliam a usabilidade em aplicações interativas:** apresenta uma base teórica sobre tecnologias que auxiliam no projeto / avaliação de usabilidade nas fases iniciais do processo de desenvolvimento;

**Capítulo 3 – Mapeamento Sistemático sobre as tecnologias que melhoram a usabilidade dentro do processo de desenvolvimento de software:** apresenta o mapeamento sistemático realizado com o objetivo de encontrar as tecnologias que melhoram a usabilidade no processo de desenvolvimento de software. Além disso, são apresentados os resultados encontrados com base no mapeamento.

**Capítulo 4 – Análise das tecnologias encontradas:** neste capítulo é apresentada uma análise das tecnologias encontradas que podem ser utilizadas nas fases iniciais do processo de software. Além disso, é apresentada uma análise de características com as tecnologias utilizadas para projetar artefatos já visando a usabilidade das aplicações.

**Capítulo 5 – Estudo comparativo entre diagrama de atividade e análise hierárquica de tarefas: uma análise da facilidade de modelagem e compreensão:** este

capítulo apresenta um estudo empírico comparativo entre duas tecnologias utilizadas para projetar aplicações interativas.

**Capítulo 6 - Proposta inicial da técnica de leitura UDRT-AD:** este capítulo descreve a proposta inicial da técnica UDRT-AD. Além disso, neste capítulo é apresentado um estudo piloto realizado com a finalidade de verificar a viabilidade de uso desta técnica por um analista experiente.

**Capítulo 7 – Execução de um estudo de viabilidade:** este capítulo descreve o estudo de viabilidade executado com o propósito de avaliar a técnica UDRT-AD.

**Capítulo 8 – Considerações finais e trabalhos futuros:** este capítulo contém as conclusões e contribuições deste trabalho, além de indicar a continuação desta pesquisa através de trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 - TECNOLOGIAS QUE PROJETAM E/OU AVALIAM A USABILIDADE EM APLICAÇÕES INTERATIVAS**

*Este capítulo apresenta a definição do termo usabilidade sob o ponto de vista da Interação Humano-Computador e da Engenharia de Software. Também serão apresentados alguns trabalhos relacionados que já propõem formas de integração da usabilidade nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de aplicações interativas.*

### **2.1 DEFINIÇÃO DE USABILIDADE**

O termo “usabilidade” possui várias definições em cada área de pesquisa. Na área de Interação Humano-Computador (IHC), a definição mais aceita é proposta pela ISO 9241-11 (1998): *“a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico”*. Segundo Fernandez *et al.* (2011), esta definição é a que está mais próxima da perspectiva da interação humana. Nesse sentido, a usabilidade implica na interação dos usuários com a aplicação. Além disso, pode ser vista como a capacidade da aplicação para atender às expectativas dos usuários finais.

Por outro lado, na área da Engenharia de Software (ES), a definição mais aceita é a proposta pela ISO 25010 (2011): *“é a capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições específicas”*. Neste ponto de vista, a usabilidade é vista como uma característica específica do software, que afeta diretamente a qualidade da aplicação. Fernandez *et al.* (2011) afirmam que, com base nesta definição, a usabilidade é definida como um requisito do produto cujas características são mensuráveis e satisfazem uma especificação fixa previamente definida.

Essas definições diferentes de usabilidade afetam diretamente como esta pode ser projetada / avaliada, uma vez que cada método ou técnica empregada pode se concentrar em aspectos diferentes do termo usabilidade (por exemplo, a eficácia da tarefa do usuário, capacidade de aprendizado de interfaces de usuário) (Fernandez *et al.*, 2011).



No entanto, independente da definição de cada área, a usabilidade é cada vez mais reconhecida como um importante critério de qualidade para aplicações interativas (Seffah *et al.*, 2001; Milewski, 2004). As organizações de software estão considerando cada vez mais a usabilidade como um objetivo estratégico, principalmente, devido às pressões do mercado, uma vez que se estas aplicações não possuírem uma boa usabilidade, serão rapidamente substituídas por outras (Mendes *et al.*, 2006). Portanto, a usabilidade é considerada como um fator importante para a aceitação das aplicações interativas (Conte *et al.*, 2010). Além disso, quando uma aplicação é projetada com usabilidade as vantagens para os usuários são de longo alcance e incluem o (a) aumento da produtividade dos profissionais, (b) a melhoria da qualidade da aplicação e (c) aumento da satisfação do usuário (Jokela, 2001).

## **2.2 EARLY USABILITY**

Segundo Belgamo *et al.* (2005), todas as fases que compõem o processo de desenvolvimento de software têm sua importância e contribuem de forma clara e definida para o processo como um todo. No entanto, durante as fases iniciais (antes da codificação da aplicação) são produzidos diversos artefatos intermediários (modelos) que, conforme vão evoluindo e, quer seja por um modelo de projeto sequencial ou por um modelo de projeto iterativo e incremental, acabam se transformando na aplicação final.

Charett (2005) afirma que o custo da correção de problemas durante as fases iniciais do desenvolvimento de software pode ser até 100 vezes menor que a correção de problemas encontrados nas fases finais. Por exemplo, Theofanos *et al.* (2006) relataram dois estudos sobre as falhas de projetos de software, devido a problemas de usabilidade. Um dos estudos é sobre de um sistema computacional desenvolvido pelos escritórios regionais da GSA (*US General Services Administration*) e teve um custo de \$46 milhões de dólares. Este sistema foi criado para melhorar a gestão financeira destes escritórios, no entanto, foi considerado desnecessário e complicado de utilizar. Segundo os relatos do estudo, em vez do sistema ser capaz de salvar um arquivo com apenas alguns cliques, os funcionários eram obrigados a aprender 15 passos para concluir esta tarefa.

Com o objetivo de reduzir os custos, aumentar a qualidade das aplicações e melhorar a interação dos usuários finais com as aplicações, a usabilidade necessita ser tratada logo no início do desenvolvimento. Isto auxiliará os projetistas e engenheiros de software a projetar visando a melhoria da usabilidade da aplicação final, além de ajudar os desenvolvedores a implementar a aplicação de forma correta.

Ao longo dos últimos 20 anos, diversas pesquisas têm buscado propor tecnologias que auxiliem a melhorar a usabilidade nas fases iniciais do processo de desenvolvimento, a chamada “*Early Usability*” (Molina *et al.* 2009, Hornbæk *et al.*, 2007, Abrahão e Insfrán, 2006; Panach *et al.*, 2010). Em um contexto mais abrangente, a *Early Usability* pode ser definida como a utilização de tecnologias nas fases iniciais do processo de desenvolvimento com a finalidade de garantir um bom nível de usabilidade e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da aplicação que está sendo desenvolvida. Uma parte destas tecnologias objetiva a melhoria da usabilidade através de avaliação de artefatos gerados nas fases iniciais do processo de desenvolvimento. A outra parte objetiva auxiliar os projetistas a projetar os artefatos das fases iniciais já visando a usabilidade da aplicação final.

Nas subseções a seguir serão apresentadas algumas tecnologias que auxiliam os projetistas de IHC ou engenheiros de software no projeto/avaliação de diversos modelos que podem ser elaborados nas fases iniciais do processo de desenvolvimento, tais como casos de uso, diagramas de atividades, *mockups*, documento de requisitos, modelo de tarefas e modelo de interação.

### 2.2.1 MIT - Model Inspection Technique for Usability Evaluation

Valentim *et al.* (2012) propuseram um conjunto de técnicas para avaliar a usabilidade em modelos de projeto, chamada MIT (*Model Inspection Technique for Usability Evaluation*). Esta técnica buscou abranger propostas existentes das áreas de IHC e ES para aumentar a possibilidade de detecção de defeitos. O conjunto de técnicas MIT são técnicas de leitura que possuem itens de verificação que devem guiar os inspetores durante a avaliação de usabilidade em Casos de Uso (MIT 1), em *Mockups* (MIT 2) e em Diagrama de Atividades (MIT 3), conforme é mostrado na Figura 2.1.

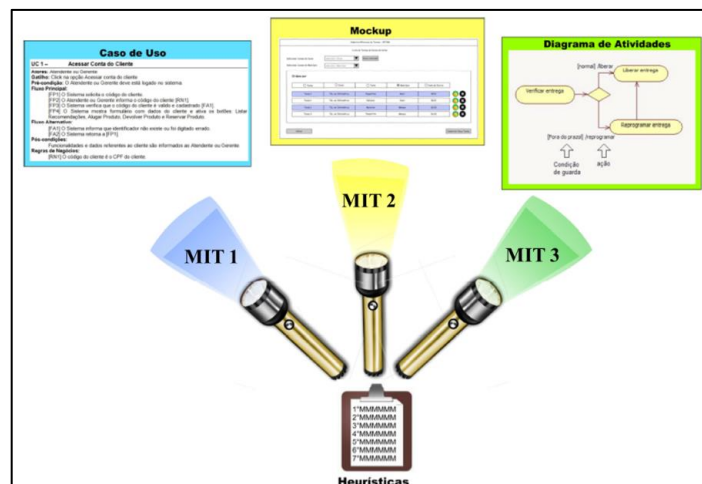


Figura 2.1: Visão geral do Conjunto de Técnicas MIT (Valentim, 2012).

A MIT 1 (Valentim *et al.*, 2012) leva em conta a avaliação de usabilidade em Casos de Uso. O objetivo principal da MIT 1 é aumentar a eficácia das inspeções, fornecendo diretrizes que podem ser utilizados pelos inspetores para analisar um determinado artefato de software e identificar defeitos de software. A MIT 1 está na sua segunda versão. Nesta versão, a MIT 1 técnica foi dividida em Alto Detalhamento (para casos de uso com alto nível de detalhamento) e Baixo Detalhamento (para casos de uso com baixo nível de detalhamento). A vantagem de se ter essa divisão é que o inspetor não tem que perder tempo lendo itens de verificação que não ajudarão a encontrar problemas para um determinado tipo de caso de uso. A Tabela 2.1 a seguir mostra um trecho da versão 2 da MIT 1.

**Tabela 2.1:** Parte da MIT 1 (v2) contendo alguns dos itens de verificação.

<b>Heurística 1AE. Prevenção de Erros</b>	
<b>Item de Verificação 1AE1</b>	Verifique se há alguma advertência do sistema que alerta o usuário através de mensagens ou textos informativos de que o que ele está fazendo pode ser inapropriado naquele momento no Fluxo Principal, Alternativo e de Exceção
<b>Item de Verificação 1AE2</b>	Verifique se todas as opções, botões e links disponíveis possuem nomes que definem claramente que resultados ou estados serão atingidos no momento no Fluxo Principal, Alternativo, de Exceção e Regra de Negócio

A MIT 2 (Valentim e Conte, 2014) considera a avaliação de usabilidade em *mockups*. A MIT 2 possui itens de verificação que servem como guia para interpretar as heurísticas de Nielsen e que facilitam na identificação dos problemas de usabilidade, quando aplicadas a *mockups*. Na segunda versão da MIT 2, a técnica foi dividida em Alto e Baixo Detalhamento. Houve esta divisão porque no primeiro estudo da técnica alguns inspetores observaram que havia itens de verificação que não se adequavam ao tipo de *mockup* sendo avaliado. Ou seja, os *mockups* que eles estavam utilizando não possuíam alto nível de detalhamento como mensagens do sistema (mensagens de erro, textos informativos e advertências). Assim, a MIT 2 (v2) – Alto Detalhamento é utilizada para inspecionar *mockups* que apresentem mensagens do sistema. E a MIT 2 (v2) - Baixo Detalhamento para *mockups* que não apresentem estas mensagens. A vantagem de se ter essa divisão é que, dependendo do tipo de *mockup* que se utilizará (com menos ou mais detalhes), pode-se selecionar qual tipo da MIT 2 (v2) se deve usar. A Tabela 2.2., a seguir, apresenta um trecho da versão 2 da MIT 2.

**Tabela 2.2:** Parte da MIT 2 (v2) contendo alguns dos itens de verificação.

<b>Heurística 2BA. Visibilidade do Status do Sistema</b>	
<b>Item de Verificação 2BA1</b>	Verifique se há informações textuais ou nome nos Mockups que informa em que parte do sistema o usuário se encontra.
<b>Item de Verificação 2BA2</b>	Verifique se há algum texto que informa ao usuário o que foi realizado após uma persistência de dados (alteração, exclusão, etc).

Já a MIT 3 (Valentim *et al.*, 2013) faz a avaliação de usabilidade através dos Diagramas de Atividades. A MIT 3 também possui itens de verificação que guiam o inspetor no processo de inspeção de usabilidade neste diagrama. A Tabela 2.3 a seguir mostra um trecho da versão 2 da MIT 3.

**Tabela 2.3:** Parte da MIT 3 (v2) contendo alguns dos itens de verificação.

<b>Heurística 3G. Flexibilidade e eficiência de uso</b>	
<b>Item de Verificação 3G1</b>	Verifique se o usuário possui diferentes formas de acesso às atividades principais.
<b>Item de Verificação 3G2</b>	Verifique se o usuário pode navegar com facilidade pelas diferentes atividades, ou seja, as possibilidades de navegação para atingir um objetivo estão claras para o usuário.

### 2.2.2 Diretrizes de Usabilidade

Silva e Silveira (2010) propuseram um conjunto de diretrizes definidos com o objetivo de levar a avaliação de usabilidade para a etapa de projeto de sistemas interativos. Para a definição de quais modelos poderiam ser avaliados, realizou-se um estudo de caso inicial, aplicando diferentes métodos de avaliação sobre diferentes diagramas. Com base nos resultados desse estudo, foram definidos quatro conjuntos de diretrizes – para Diagramas de Casos de Uso, Diagramas de Atividades, Modelo de Tarefas e Modelo de Interação. As Diretrizes propostas para cada modelo foram adaptadas e refinadas até que pudessem ser utilizadas para o modelo ao qual seria proposto. A Tabela 2.4 apresenta algumas questões que compõem o método Diretrizes de Usabilidade para avaliações em Diagramas de Atividades.

**Tabela 2.4:** Parte da Diretriz de Usabilidade com questões que avaliam Diagramas de Atividades.

<b>Diretrizes de Usabilidade – Visibilidade do Estado do Sistema</b>	
<b>AD06</b>	Há algum feedback do sistema para cada ação do usuário?
<b>Diretrizes de Usabilidade – Prevenção de Erros</b>	
<b>AD15</b>	Opções (tarefas) com nomes similares desempenham funções opostas e potencialmente perigosas?

A Tabela 2.5 apresenta algumas questões que compõem o método Diretrizes de Usabilidade para avaliações em Casos de Uso.

**Tabela 2.5:** Parte da Diretriz de usabilidade com questões que avaliam Casos de Uso.

<b>Diretrizes de Usabilidade – Correspondência entre o sistema e o mundo real</b>	
<b>AD01</b>	As opções que o usuário possui estão organizadas de modo lógico?
<b>Diretrizes de Usabilidade – Reconhecimento em vez de lembrança</b>	
<b>AD11</b>	São mostrados todos os dados que o usuário necessita em cada etapa da sequência de uma transação?

A Tabela 2.6 apresenta algumas questões que compõem o método Diretrizes de Usabilidade para avaliações em Modelos de Tarefas.

**Tabela 2.6:** Parte da Diretriz de usabilidade com questões que avaliam Modelo de Tarefas.

<b>Diretrizes de Usabilidade – Flexibilidade e eficiência de uso</b>	
<b>AD17</b>	A quantidade de passos necessários para o usuário conseguir o conteúdo final ou informação útil é minimizada? (Recomenda-se não ultrapassar 4 passos).
<b>Diretrizes de Usabilidade – Controle e liberdade do usuário</b>	
<b>AD18</b>	Um local claro de saída é oferecido em todo o sistema?

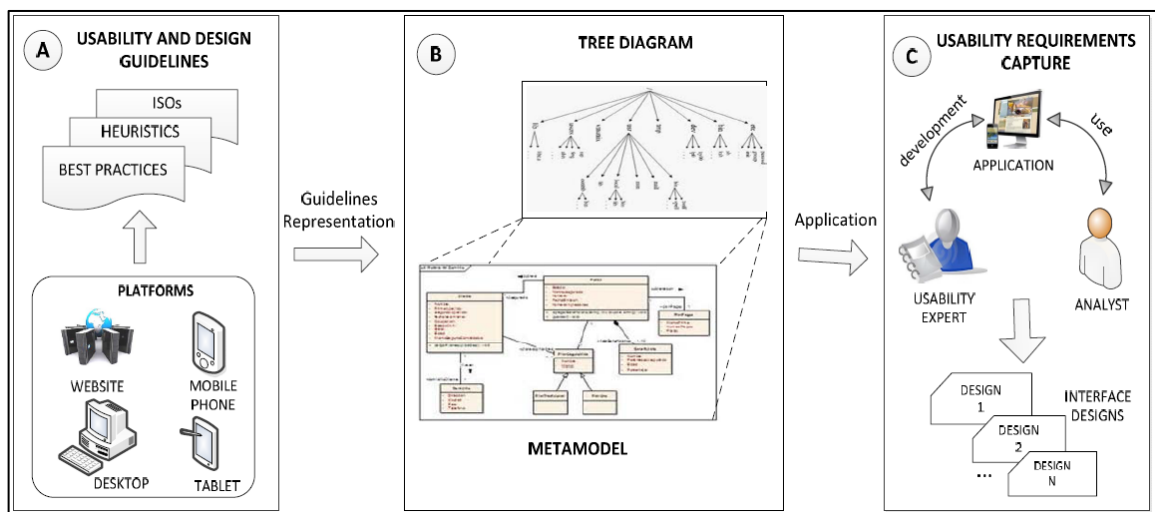
A Tabela 2.7 apresenta algumas questões que compõem o método Diretrizes de Usabilidade para avaliações em Diagramas de Interação.

**Tabela 2.7:** Parte da Diretriz de usabilidade com questões que avaliam Diagramas de Interação.

<b>Diretrizes de Usabilidade – Auxilia os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros</b>	
<b>AD01</b>	As mensagens de erro são compostas de forma que o sistema, e não o usuário, seja responsável?
<b>Diretrizes de Usabilidade – Correspondência entre o sistema e o mundo real</b>	
<b>AD05</b>	O sistema reflete o fluxo de trabalho do usuário?

### 2.2.3 Método para Coleta de Requisitos de Usabilidade

Ormeño *et al.* (2013) propuseram um método que auxilia a capturar requisitos de usabilidade nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de software, de tal forma que não-especialistas em usabilidade possam realizar esta captura. O método é baseado em *Guidelines* de Usabilidade existentes e em *Guidelines* de Design. Estas diretrizes são armazenadas em uma estrutura de árvore. O analista navega por esta estrutura, a fim de capturar os requisitos de usabilidade, através de perguntas realizadas aos usuários finais. A estrutura em árvore ajuda o analista a identificar as diferentes alternativas de projeto, e como essas decisões irão afetar a usabilidade do sistema. A Figura 2.2 mostra os elementos utilizados no método.



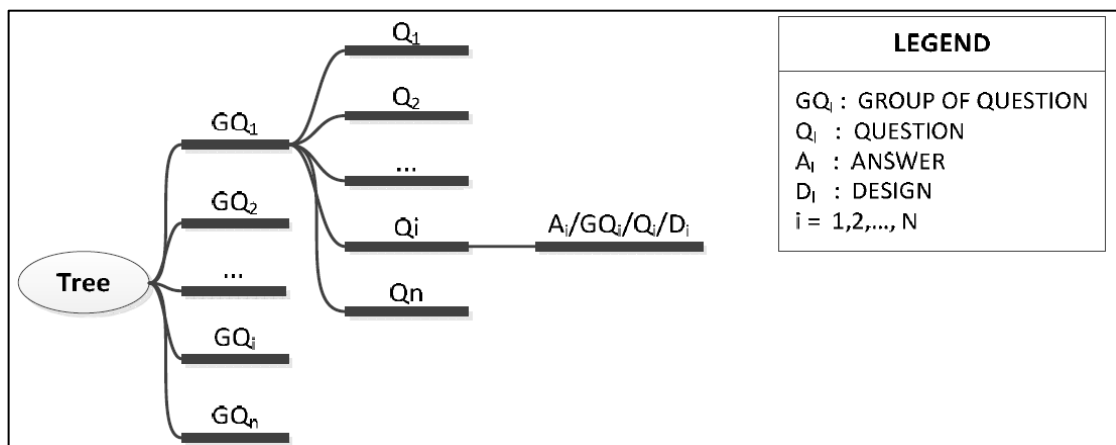
**Figura 2.2:** Esquema para realizar a captura de requisitos de usabilidade (Ormeño *et al.*, 2013).

As *Guidelines* de Usabilidade e as *Guidelines* de Design de Interface foram criadas para orientar os analistas (Figura 2.2 - A). As *guidelines* de usabilidade recomendam como combinar os usuários, tarefas e contexto em que as aplicações são utilizadas para melhorar a usabilidade do sistema. As *guidelines* de design de interface fornecem alternativas e recomendações para sistemas de projeto. Essas *guidelines* foram construídas para diferentes tecnologias e plataformas, que são representadas por normas, princípios, heurísticas, estilos, padrões, melhores práticas dentre outros. Estes dois tipos de *guidelines* estão relacionadas umas às outras, uma vez que algumas *guidelines* de design podem melhorar ou diminuir a usabilidade (dependendo da combinação de tarefas, usuários e contexto).

Visando minimizar o esforço cognitivo utilizando estas duas *guidelines*, os autores propõem utilizar estas *guidelines* por meio de uma estrutura de árvore (Figura 2.2 - B). A

estrutura da árvore é definida como um grafo conexo sem ciclos e com uma raiz. A Figura 2.3 mostra um esquema geral da estrutura da árvore utilizada na abordagem, que é composta por quatro elementos:

- **Pergunta:** nestas perguntas são apresentadas diversas alternativas de projeto para muitos componentes da Interface do Usuário, por exemplo, menus;
- **Resposta:** são as opções que o analista escolhe, de acordo com as necessidades do usuário;
- **Grupo de questões:** é um tipo de ramo que é representado por um conjunto de questões que reúne várias perguntas agrupadas por uma característica de design;
- **Projetos:** são os projetos de interface alcançados através das alternativas que o usuário/analista escolhe.



**Figura 2.3:** Representação geral da estrutura da árvore (Ormeño *et al.*, 2013).

Os projetos resultantes, a partir da árvore, podem ser transformados em um modelo conceitual de um método de MDD (*Model-Driven Development*). E, por fim, é realizado o processo de captura de requisitos de usabilidade com os usuários finais (Figura 2.2 – C). Neste processo, os analistas (especialistas ou não em usabilidade) realizam as perguntas aos usuários e, assim, vão seguindo o fluxo de escolha com base nas respostas dos usuários. Ao final das entrevistas, todos os projetos são transformados em um modelo conceitual MDD, de acordo com regras de transformação previamente definidos.

#### 2.2.4 Web DUE

Rivero e Conte (2012) propuseram uma técnica que avalia usabilidade, chamada *Web Design Usability Evaluation (Web DUE)*. A técnica *Web DUE* é técnica de inspeção, que tem por objetivo avaliar a usabilidade de protótipos de papel ou *mockups* de aplicações Web. A

Web DUE utiliza Zonas de Páginas Web (componentes específicos de aplicações Web) como forma de guiar os inspetores no processo de avaliação, vistas que estas são de fácil entendimento e podem ser usadas para compor qualquer tipo de página Web (Fons *et al.*, 2008).

A técnica *Web DUE* possui descrições sobre como identificar problemas de usabilidade (*checklist*). Um *checklist* de itens de verificação foi gerado para cada uma das zonas de páginas Web. Os itens de cada *checklist* servem para verificar as propriedades de usabilidade de cada zona. Para apoiar o processo de inspeção, os autores agruparam cada um dos itens de verificação com um exemplo / esclarecimento (Tabela 2.8).

**Tabela 2.8:** Parte dos itens de verificação da zona de entrada de dados da técnica Web DUE.

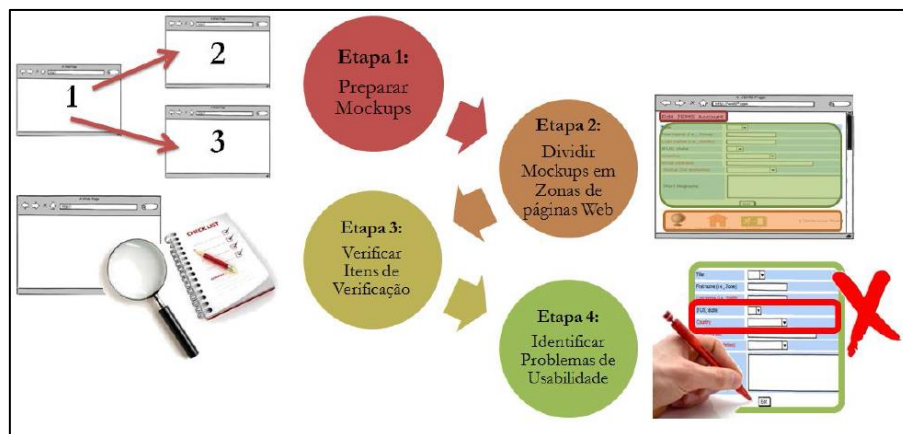
<b>Zona de Entrada de Dados</b>	
Descrição: Esta zona é responsável por providenciar ao usuário um meio de entrada de dados para executar determinadas operações. Posteriormente o usuário clicará em um botão que ativará uma função com base nos dados inseridos.	
<b>Itens de Verificação</b>	<b>Exemplos/Esclarecimentos</b>
É fácil ver (encontrar, localizar) a zona de entrada de dados no sistema.	O usuário consegue ver facilmente onde é que se inserem dados no sistema.
É fácil entender que é nesta zona que se inserem dados.	Os campos de entrada de dados (Combo Box, Line Edit, Dial, Horizontal Slider, etc.) devem ser facilmente reconhecíveis. O usuário deve identificar que eles servem para informar dados.
A interface indica que dados devem ser preenchidos de forma obrigatória.	Por exemplo, o sistema informa com um “*” ou um “obrigatório” os campos obrigatórios.
A interface indica qual é o formato correto de entrada dos dados a serem inseridos.	Os campos de entrada de dados devem prover dicas sobre como preenchê-los. Por exemplo, um dado relacionado com Data, pode conter a seguinte dica: “dd/mm/aa”.

A *Web DUE* conta ainda com apoio ferramental para reduzir o esforço dos inspetores durante o processo de inspeção. A técnica conta com o auxílio da ferramenta *Mockup Design Usability Evaluation (Mockup DUE)* (Rivero e Conte, 2013). A ferramenta apresenta de forma automática os itens de verificação da técnica, enquanto realiza o mapeamento dos *mockups*, simulando a interação entre o *mockup* e o usuário.

Conforme é mostrado na Figura 2.4, a técnica Web DUE possui uma série de etapas a serem seguidas de forma a realizar uma inspeção de usabilidade sobre os *mockups* de uma aplicação Web. São elas:



- **Etapa 1 - Preparar *mockups*:** Nesta etapa deverá ser realizado o mapeamento da interação que o usuário realizará com os *mockups*;
- **Etapa 2 - Dividir *mockups* em zonas:** Nesta etapa, o inspetor deverá identificar, para cada *mockup*, quais as zonas que o mesmo possui;
- **Etapa 3 e Etapa 4 - Checar os itens de verificação e identificar os problemas de usabilidade:** estas duas etapas são realizadas em paralelo, pois para cada zona de página Web identificada, o inspetor deverá verificar o *checklist* correspondente (Etapa 3) e caso aconteça uma não conformidade o inspetor deverá marcar essa não conformidade como um problema de usabilidade.



**Figura 2.4:** Processo de inspeção da técnica Web DUE (Rivero, 2012).

Para facilitar o seguimento destas etapas, a técnica Web DUE conta com um conjunto de instruções que indicam os passos a serem seguidos durante o processo de inspeção.

## 2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo apresentar a definição do termo usabilidade sobre o ponto de vista das áreas de Interação Humano-Computador e da Engenharia de Software. Além disso, apresentou tecnologias propostas que apoiam os projetistas ou engenheiros de software a melhorar a usabilidade e diminuindo os custos no desenvolvimento da aplicação. As tecnologias citadas neste capítulo visam projetar ou avaliar a usabilidade através dos seguintes modelos de projeto: diagramas de casos de uso, diagramas de atividades, *mockups*, modelos de tarefas e modelos de interação.

## **CAPÍTULO 3 – MAPEAMENTO SISTEMÁTICO SOBRE AS TECNOLOGIAS QUE APOIAM A INTEGRAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE E INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR**

*Este capítulo apresenta um estudo secundário (Mapeamento Sistemático da Literatura) realizado com o propósito de caracterizar as tecnologias de IHC e ES que apoiam o processo de desenvolvimento de software visando a melhoria da usabilidade. Além disso, neste capítulo serão apresentados os principais resultados deste estudo secundário.*

### **3.1 INTRODUÇÃO**

Para desenvolver tecnologias que apoiem os projetistas de IHC ou engenheiros de *software* no processo de desenvolvimento e que visam a melhoria da qualidade das aplicações é necessário caracterizar as tecnologias já existentes, tendo como principal finalidade conhecer o seu funcionamento e em que artefatos estas podem ser utilizadas. Por este motivo, foi decidido executar um levantamento das tecnologias que apoiam a inclusão da usabilidade dentro do processo de *software* citados na literatura. Por isso, optou-se por realizar um Mapeamento Sistemático da Literatura.

Um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) é um tipo de Revisão Sistemática e, segundo Kitchenham e Chartes (2007), é utilizado para prover uma ampla visão de uma área de pesquisa e estabelecer se existem evidências de pesquisas em um determinado tópico. Ao contrário das revisões informais da literatura, onde o pesquisador não segue um processo definido para sua condução, um Mapeamento Sistemático é executado de maneira formal obedecendo a um protocolo pré-estabelecido. Em comparação com revisões informais da literatura, os mapeamentos sistemáticos requerem maior rigor na sua realização. Em compensação, seus resultados tendem a ser mais confiáveis, visto que eles fazem uso de uma metodologia rigorosa e passível de auditoria e repetição.

Sendo assim, foi realizado um MSL com o objetivo de identificar as tecnologias que promovem a usabilidade no processo de desenvolvimento de *software*, com o propósito de identificar (a) quais tecnologias são utilizadas pelos projetistas de IHC ou engenheiros de *software*, (b) em que fase do processo do desenvolvimento as mesmas podem ser aplicadas e (c) se as mesmas são utilizadas dentro de um ciclo de vida, dentre outras. O termo tecnologia,

no contexto do MSL realizado, é utilizado como uma generalização para procedimentos, ferramentas, técnicas, metodologias e outras propostas realizadas nas áreas de Interação Humano-Computador e Engenharia de Software (Santos *et al.*, 2012)

Este capítulo mostra como foi realizado o mapeamento, discutindo os resultados alcançados, apresentando um resumo abrangente das tecnologias encontradas. Ao apresentar este mapeamento, pretende-se também oferecer um levantamento sistemático que sirva como base de pesquisa para trabalhos futuros nas áreas de Engenharia de *Software* e Interação Humano-Computador.

O restante deste capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 3.2 descreve o protocolo seguido para a realização do MSL; a Seção 3.3 discute os resultados encontrados no MSL; a Seção 3.4 apresenta uma breve descrição das tecnologias encontradas no MLS, que podem ser utilizadas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento; na Seção 3.5 são apresentadas as tecnologias encontradas no MSL, que foram propostas especificamente para auxiliar a projetar a usabilidade; e, por fim, a Seção 3.6 apresenta as considerações finais deste capítulo.

### 3.2 PROTOCOLO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

O objetivo deste Mapeamento Sistemático segundo o Paradigma GQM (*Goal-Question-Metric*) (Basili e Rombach, 1988) está definido na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1:** Objetivo segundo Paradigma GQM (Basili e Rombach, 1988).

<b>Analisar</b>	publicações científicas
<b>Com o propósito de</b>	identificar e analisar
<b>Em relação a</b>	tecnologias de IHC (Interação Humano-Computador) ou Engenharia de Software (ES) que promovem a usabilidade no processo de desenvolvimento de <i>software</i>
<b>Do ponto de vista dos</b>	pesquisadores
<b>No contexto</b>	acadêmico e industrial com foco na integração das áreas de Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Software (ES) no processo de desenvolvimento de software

Com base no objetivo, pretende-se responder a seguinte questão de pesquisa: **“Quais tecnologias melhoram a usabilidade no processo de desenvolvimento de software?”**. Baseada nesta questão de pesquisa é possível classificar e categorizar o conhecimento atual sobre as tecnologias que possibilitam a integração das áreas de IHC e ES e que melhoram a usabilidade das aplicações interativas. Além disso, permite identificar novas áreas de

investigações sobre o tema de pesquisa e proporcionar um conhecimento útil para os profissionais e pesquisadores de ambas às áreas.

Devido à questão de pesquisa ser bastante ampla, definiu-se subquestões para responder questionamentos específicos sobre a aplicabilidade de cada tecnologia (ver Tabela 3.2). Cada Subquestão será explicada em detalhes na Subseção 3.2.3.

**Tabela 3.2:** Tabela com as Subquestões de Pesquisa.

SubQuestões	Descrição da Subquestão
SQ1	Tipo de tecnologia (método, técnica, modelo, ferramenta ou abordagem)
SQ2	Origem da tecnologia
SQ3	Contexto de uso
SQ4	Fase do processo de desenvolvimento em que a tecnologia é empregada
SQ5	Ciclo de vida específico
SQ6	Objeto Projetado/Avaliado
SQ7	Avaliação Empírica
SQ8	Tipo de Pesquisa
SQ9	Apoio ferramental

### 3.2.1 Estratégia utilizada para pesquisa dos estudos primários / secundários

A estratégia para pesquisa deve tornar explícito o escopo da pesquisa e os termos a serem utilizados na mesma. Os termos compõem as sequências de palavras-chave utilizadas na *string* de busca (*search strings*).

- **Escopo da Pesquisa:** a pesquisa foi realizada nas seguintes bibliotecas digitais (*IEEExplore*<sup>3</sup> e *Scopus*<sup>4</sup>). Estas bibliotecas foram escolhidas pelos seguintes motivos:
  - Permitem o uso de expressões lógicas para as buscas ou mecanismo similar para localizar as publicações através do título e resumo (abstract) das publicações;
  - Possuem um bom funcionamento e abrangência de suas máquinas de busca (Souza, 2008; Schots, 2010; Costa, 2011);
  - Contem em suas bases, publicações de uma gama variada de áreas de conhecimento;
  - A *Scopus* é a maior base de dados de indexação de resumos e citações (Kitchenham e Chartes, 2007);

<sup>3</sup> [ieeexplore.ieee.org](http://ieeexplore.ieee.org)

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

- **Idioma dos artigos:** os idiomas escolhidos foram o Inglês e o Português. O primeiro, por este ser adotado pela grande maioria das conferências e periódicos internacionais relacionados ao tema da pesquisa. Além disso, é o idioma utilizado pela maioria das editoras listadas no Portal de Periódicos da CAPES. O segundo, por este ser utilizado em conferências nacionais, como o SBES (Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software) e o IHC (Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais), nos quais o tema pesquisado também é abordado.
- **Termos utilizados:** com a finalidade de melhorar e estruturar a pesquisa nas bibliotecas digitais selecionadas utilizou-se o PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome e Context*), conforme Kitchenham e Chartes (2007) sugerem:
  - (P) **Population (População):** Processo de desenvolvimento de software;
  - (I) **Intervention (Intervenção):** tecnologias de IHC e ES que são utilizadas no processo de desenvolvimento de software;
  - (C) **Comparison (Comparação):** Não se aplica, pois, o objetivo não é realizar uma comparação entre as tecnologias, e sim, caracterizá-las.
  - (O) **Outcome (Resultados):** A melhoria da usabilidade na aplicação através dos artefatos construídos utilizando as tecnologias que projetam/avaliam a usabilidade;
  - (C) **Context (Contexto):** Não se aplica, pois como não há comparação não é possível determinar um contexto.
- Logo em seguida, foram buscados termos que instanciassem a *Population* (População), *Intervention* (Intervenção) e *Outcome* (Resultados) e foi elaborada a *string* de busca. Os termos estão descritos na língua inglesa, por este ser o idioma utilizado pelas máquinas de buscas. Os termos que foram utilizados neste mapeamento foram agrupados em três grupos que combinados entre si formam a *string* de busca. A
- Tabela 3.3 mostra os termos e a *string* de busca utilizada para esta pesquisa.

**Tabela 3.3:** Termos e *String* de busca utilizados.

Termos e Sinônimos utilizados		
Population	(software development OR software project OR software engineering OR software process)	AND
Intervention	(technique OR method OR methodology OR tool)	AND
Output	(usability inspection OR usability evaluation OR usability design OR usability testing)	

- O período de busca das publicações incluiu até o ano de 2013. Como a pesquisa foi realizada em janeiro de 2014, as publicações relativas a esse ano não foram consideradas neste mapeamento sistemático.

### 3.2.2 Critérios de Seleção de Artigos e Procedimentos

Kitchenham e Chartes (2007) dizem que devem ser seguidos critérios de inclusão e exclusão para os artigos que são retornados pela *string* de busca. Sendo assim, foram definidos os seguintes critérios:

Os critérios de Inclusão são:

- **CI1.** Podem ser selecionadas publicações que descrevam quais as tecnologias de IHC que são utilizadas para promover a usabilidade no processo de desenvolvimento de *software*;
- **CI2.** Podem ser selecionadas publicações que apresentam apoio ferramental, utilizada pelos Engenheiros de Software, para melhorar a usabilidade no processo de *software*;
- **CI3.** Podem ser selecionadas publicações que discutam aspectos relacionados à inclusão da usabilidade no processo de *software*;
- **CI4.** Podem ser selecionadas publicações que apresentam a melhoria da usabilidade em uma das fases do processo de *software* aplicável em alguma organização;

Os critérios de Exclusão são:

- **CE1.** Não serão selecionadas publicações em que o idioma seja diferente do exigido;
- **CE2.** Não serão selecionados artigos que não estão disponíveis para a leitura e coleta dos dados (artigos pagos ou não disponibilizados pela máquina de busca);

- **CE3.** Não serão selecionadas publicações de artigos duplicados;
- **CE4.** Não serão selecionadas publicações que não atendam nenhum dos critérios de inclusão.

Quanto ao procedimento de seleção preliminar (1º Filtro), decidiu-se que seriam selecionados artigos que apresentassem informações no título e no *abstract* sobre tecnologias de IHC e ES que são utilizadas com o intuito de promover a usabilidade no processo de desenvolvimento de software, utilizando os critérios de inclusão e exclusão descritos anteriormente. Em caso de dúvida, o artigo seria incluído. Para cada estudo incluído ou excluído foi apresentado um critério.

Em relação ao procedimento de seleção final (2º Filtro), como a estratégia de leitura de duas informações (título e abstract) não é suficiente para identificar se o estudo é realmente relevante, tornou-se necessário realizar a leitura completa dos artigos que restaram da seleção preliminar. Dessa forma, esta fase tem como objetivo fazer uma análise mais detalhada dos estudos, identificando e extraindo dados também de acordo com os critérios de inclusão e exclusão descritos anteriormente. Novamente, para cada estudo incluído ou excluído foi apresentado um critério.

### **3.2.3 Estratégia para extração de dados**

Após a definição da pesquisa e os processos de seleção dos artigos, o processo de extração de dados foi realizado através da leitura completa de cada um dos trabalhos selecionados. Para a extração adotou-se a estratégia de fornecer um conjunto de possíveis respostas. Fernandez *et al.* (2011) afirmam que esta estratégia garante a aplicação dos mesmos critérios de extração de dados para todos os trabalhos selecionados, além de facilitar a classificação. De cada artigo aprovado pelo processo de seleção final (2º filtro) foram extraídas informações de acordo com as subquestões.

Com respeito à **SQ1** (*Tipo de tecnologia*), a tecnologia encontrada no artigo pode ser um método, técnica, modelo, ferramenta, abordagem ou outro procedimento adotado em IHC e/ou ES.

No que diz respeito à **SQ2** (*Origem da tecnologia*), o artigo pode ser classificado de acordo com as seguintes respostas:

- a) Nova:** se o artigo apresenta uma tecnologia, mas esta não se baseia em outras tecnologias das áreas de IHC e ES;
- b) Existente:** se o artigo apresenta uma tecnologia, mas esta foi proposta com base em outras tecnologias das áreas de IHC e ES.

No que diz respeito à **SQ3** (*Contexto de uso*), o artigo pode ser classificado de acordo com as seguintes respostas:

- a) **Indústria:** se a tecnologia apresentada no artigo foi utilizada ou avaliada no contexto industrial;
- b) **Academia:** se a tecnologia apresentada no artigo foi utilizada ou avaliada no contexto acadêmico;
- c) **Ambas:** se a tecnologia apresentada no artigo foi utilizada ou avaliada tanto no contexto industrial quanto acadêmico.

No que diz respeito à **SQ4** (*Fase do processo de desenvolvimento em que a tecnologia é empregada*), a tecnologia encontrada no artigo pode ser adotada em uma ou mais fases descritas pelo SWEBOK - *Software Engineering Body of Knowledge* (SWEBOK, 2004):

- a) **Requisitos:** quando a tecnologia é utilizada na fase onde são desenvolvidos artefatos que visam à identificação das necessidades dos usuários. Artefatos como: casos de uso, modelos de tarefas e cenários de uso;
- b) **Projeto:** quando a tecnologia é utilizada na fase onde são desenvolvidos artefatos que projetam a aplicação. Estes artefatos são construídos antes da codificação (por exemplo, diagramas de atividades, modelos de navegação e modelos de interação);
- c) **Construção (Codificação):** quando a tecnologia é utilizada durante a codificação da aplicação;
- d) **Verificação, Validação & Teste:** quando tecnologias auxiliam a: (a) verificar se o produto corresponde aos requisitos do usuário (Verificação), (b) assegurar a consistência, completude e corretude da aplicação (Validação); e (c) examinar o comportamento da aplicação por meio de sua execução (Teste);
- e) **Manutenção:** quando a tecnologia é utilizada durante a manutenção da aplicação.

Com respeito à **SQ5** (*Ciclo de vida específico*), é verificado se a tecnologia encontrada no artigo é abordada em algum ciclo de vida específico e qual é o ciclo de vida:

- a) **Sim:** a tecnologia é utilizada em um ciclo de vida específico (Espiral, Estrela, dentre outras);
- b) **Não:** a tecnologia não é utilizada em um ciclo de vida específico.



Em relação à **SQ6** (*Objeto Projetado/Avaliado*), a tecnologia pode ser classificada de acordo com o objeto em que a tecnologia pode ser empregada. Por exemplo, protótipos, aplicações Web, aplicações Móveis, dentre outros.

De acordo com à **SQ7** (*Avaliação Empírica*), a tecnologia do artigo pode ser classificada de acordo com as seguintes respostas:

- a) **Não:** se não é descrito nenhum tipo de avaliação empírica (Estudo de Caso, Experimento Controlado ou outros) com a tecnologia apresentada no artigo;
- b) **Sim:** se é descrito algum tipo de avaliação empírica (Estudo de Caso, Experimento Controlado ou outros) com a tecnologia apresentada no artigo.

Em relação à **SQ8** (*Tipo de Pesquisa*), o **artigo selecionado**, dependendo de sua contribuição, pode ser selecionado de acordo com a classificação proposta por Wieringa *et al.* (2006):

- a) **Pesquisa de Avaliação:** o artigo apresenta tecnologias que são implementadas na prática (implementação de uma solução) e uma avaliação das tecnologias é conduzida. Além disso, o artigo descreve quais são as vantagens e desvantagens da avaliação e implementação da tecnologia;
- b) **Proposta de Solução:** o artigo apresenta uma tecnologia como proposta de solução e defende a sua relevância, sem uma validação completa. As tecnologias podem ser novas, ou, pelo menos, uma melhoria significativa de uma tecnologia existente. A solução pode ser baseada tanto em experimentação (quando faz uso de experimentos para sua elaboração) quanto na literatura (quando se usa o conhecimento existente na literatura);
- c) **Pesquisa de Validação:** o artigo apresenta uma investigação de novas tecnologias e que ainda não foram implementadas na prática. As tecnologias utilizadas são avaliadas por meio de experimentos, ou seja, apresenta uma pesquisa realizada em laboratório;
- d) **Artigos Filosóficos:** o artigo apresenta uma nova maneira de olhar as tecnologias existentes, seja estruturando os conceitos existentes em forma de uma taxonomia ou de um framework conceitual;
- e) **Artigos de Opinião:** o artigo apresenta opiniões dos autores sobre determinada(s) tecnologia(s);
- f) **Artigos com Experiência Pessoal:** o artigo apresenta um relato de experiência pessoal, explicando como a tecnologia é/foi utilizada na prática.

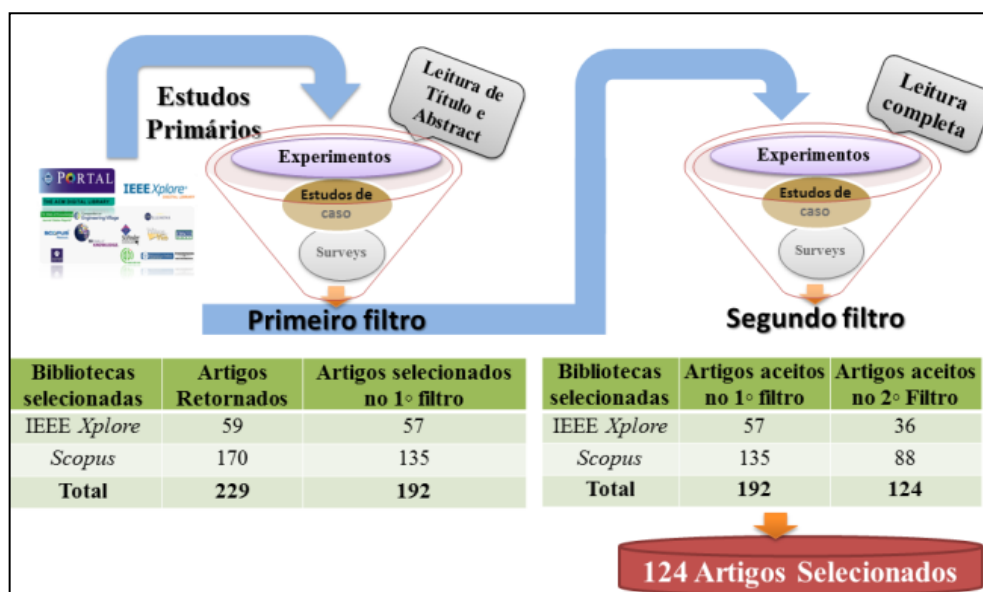
Na **SQ9** (*Apoio ferramental*), o artigo pode ser classificado como:

- a) **Sim:** se a tecnologia apresentada no artigo requer algum apoio ferramental específico;
- b) **Não:** se a tecnologia apresentada no artigo não requer um apoio ferramental específico.

O pacote contendo mais informações sobre este MSL, assim como os artigos selecionados em cada fase e os campos de extração estão disponíveis no Relatório Técnico, disponível em Silva *et al.*, 2014a.

### 3.2.4 Artigos Selecionados após a Condução do Mapeamento Sistemático

A Figura 3.1 apresenta a quantidade de artigos retornados por cada máquina de busca das bibliotecas digitais selecionadas, o total de artigos que foram selecionados no 1º Filtro e o total de artigos selecionados após o 2º Filtro. Como resultado quantitativo, este MSL obteve um total de 124 artigos selecionados. Estes artigos foram selecionados com base nos critérios de inclusão (ver Subseção 3.2.2)



**Figura 3.1:** Total de artigos retornados, selecionados no 1º filtro e selecionados após o 2º filtro.

Um ponto importante que precisa ser destacado é que a biblioteca *Scopus* retornou um alto número de artigos sem acesso gratuito ao seu conteúdo através do portal de periódicos CAPES, impossibilitando assim a leitura dos mesmos. Outro ponto relevante é que houve artigos duplicados nas bibliotecas. Porém, estes artigos foram contabilizados apenas uma vez e de acordo com a ordem de busca realizada, que foi a seguinte: IEEE Xplore e Scopus.

Todas as informações mostradas neste Capítulo podem ser encontradas em maior detalhe no Relatório Técnico criado por Silva *et al.* (2014a). Neste relatório são apresentadas as informações relacionadas ao planejamento, execução e análise dos dados encontrados a partir do mapeamento sistemático executado. Também estão disponíveis as tabelas com os dados de extração dos artigos selecionados neste mapeamento. Além disso, no APÊNDICE A estão listados os artigos encontrados através da biblioteca digital *IEEEExplore* e no APÊNDICE B estão listados os artigos encontrados através da biblioteca digital *Scopus*.

### 3.3 RESULTADOS OBTIDOS

Nas próximas subseções serão apresentados os resultados deste Mapeamento Sistemático.

#### 3.3.1 Visão Geral dos Resultados

Uma visão geral dos resultados baseada no número de tecnologias classificadas em cada resposta das Subquestões é apresentada na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4:** Os resultados do MSL para cada uma das Subquestões.

SubQuestões de Pesquisa	Possíveis Respostas	Resultados	
		Quantidade	Porcentagem (%)
SQ1. Tipo de Tecnologia	Métodos	50	40,65
	Ferramentas	25	20,33
	Frameworks / Abordagens	23	18,70
	Técnicas	16	13,01
	Modelos	6	4,88
	Metodologias	3	2,44
SQ2. Origem da Tecnologia	Nova	12	9,76
	Existente	111	90,24
SQ3. Contexto de uso	Indústria	26	21,14
	Academia	88	71,54
	Ambos	9	7,32
SQ4. Fase do Processo	Requisitos	22	13,58

SubQuestões de Pesquisa	Possíveis Respostas	Resultados	
		Quantidade	Porcentagem (%)
de desenvolvimento em que a tecnologia é empregada	Projeto	27	16,67
	Construção	4	2,47
	Verificação, Validação & Teste	109	67,28
	Manutenção	0	0,0
SQ5. Ciclo de Vida Específico	Sim	17	13,82
	Não	106	86,18
SQ6. Objeto Projetado / Avaliado	Aplicações (Web, Móveis, Desktops e aplicações não especificadas)	76	50,67
	Modelos	24	16,00
	Interfaces, <i>Mockups</i> ou Protótipos	43	28,67
	Outros objetos	7	4,66
SQ7. Avaliação Empírica	Sim	90	73,17
	Não	33	26,83
SQ8. Tipo de Pesquisa	Pesquisa de Avaliação	5	4,07
	Proposta de Solução	37	30,08
	Pesquisa de Validação	77	62,60
	Artigos Filosóficos	0	0,00
	Artigos de Opinião	1	0,81
	Artigos com Experiência Pessoal	3	2,44
SQ9. Apoio Ferramental	Sim	28	22,76
	Não	95	77,24

Apesar de 124 artigos serem selecionados, a maioria das Subquestões da Tabela 3.2 contabilizam 123 artigos. Isto acontece porque um dos artigos selecionados é um Mapeamento Sistemático. Não foi possível extrair os seus dados e agrupá-los nesta tabela de

classificação juntamente com as tecnologias que eram apresentadas nos outros artigos. Por este motivo, decidiu-se mantê-lo fora desta tabela de resultados. Para este tipo de artigo identificado (mapeamento sistemático), elaborou-se outro tipo de extração de dados, que se encontra no APÊNDICE C.

As seguintes subseções apresentam a análise dos resultados obtidos a partir de cada subquestão de pesquisa. Nota-se que a Q4 e a Q6 possuem dados que são não exclusivos. Nestas subquestões as tecnologias podem ser classificadas em uma ou mais respostas, logo, a soma das percentagens é maior que 100%. Por exemplo, na Q4 algumas tecnologias podem ser utilizadas em mais de uma fase no processo de desenvolvimento. E, de forma análoga acontece na Q6: uma tecnologia pode ser utilizada para projetar/avaliar mais de um artefato.

### 3.3.2 Ano de Publicação

Os artigos selecionados foram publicados entre 1988 e 2013. Do ponto de vista temporal (Figura 3.2), houve um aumento do número de publicações entre os anos de 2005 e 2007. Percebe-se também, de acordo com as publicações coletadas neste MSL, que nos anos de 2008 e 2011 houve um decréscimo nas publicações,.

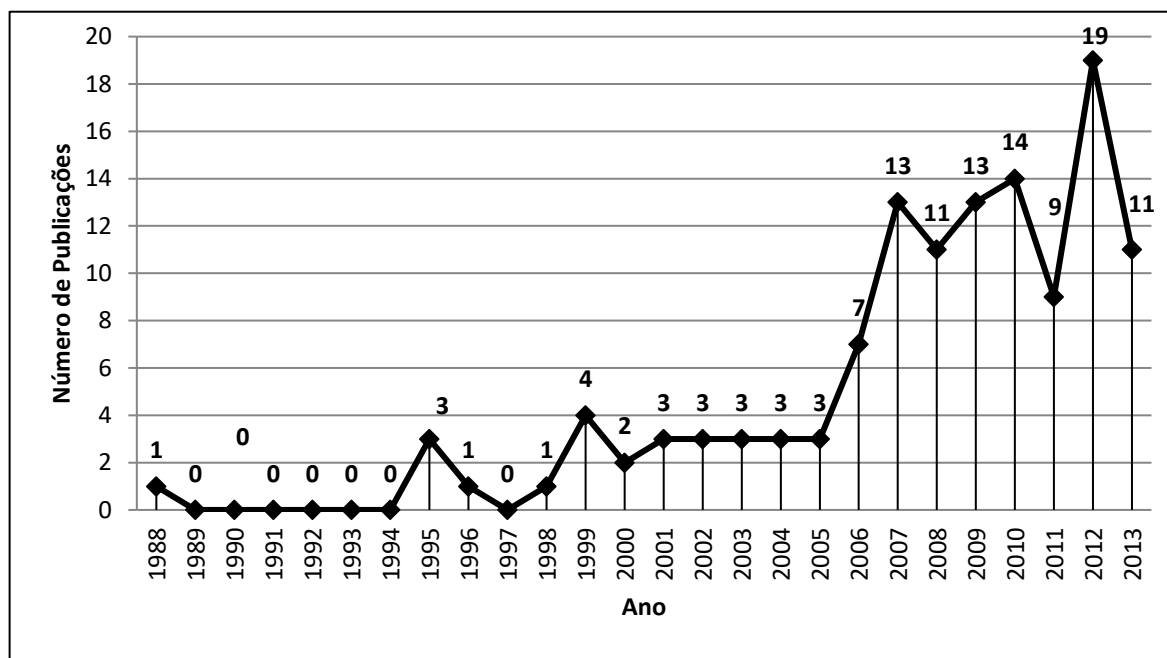


Figura 3.2: Gráfico com uma Visão Temporal dos artigos selecionados.

O ano de 2012 (15,32%) é o ano com a maior quantidade de publicações, seguido de 2010 (11,29%), 2009 (10,48%) e 2007 (10,48%). Como este MSL foi realizado em janeiro de 2014, nem todas as conferências do ano de 2013 tinham indexado suas publicações nas

bibliotecas digitais pesquisadas. Isto pode ser um dos motivos para o baixo número de artigos neste ano.

### 3.3.3 Tipo de Tecnologia

Os resultados para a SubQuestão **SQ1** (*Tipo de Tecnologia*) mostraram que 40,65% dos artigos selecionados apresentam métodos que promovem a usabilidade no processo de desenvolvimento. Como exemplos destes métodos pode-se citar os trabalhos de Fernandez *et al.* (2012) e Hornbæk *et al.* (2007).

Fernandez *et al.* (2012) propuseram um método de inspeção de usabilidade chamado WUEP (*Web Usability Evaluation Process*). Este método foi proposto para integrar as avaliações de usabilidade em MDWD (*Model-Driven Web Development Processes*), empregando um modelo de usabilidade Web como principal artefato de entrada. Este modelo decompõe o conceito de usabilidade em sub-características e atributos mensuráveis, que são então associados a métricas, a fim de quantificá-los. Hornbæk *et al.* (2007) propôs um método para avaliação de usabilidade de casos de uso, chamado UCE (*Use Case Evaluation*). O método UCE facilita a identificação de problemas de usabilidade no início do processo de desenvolvimento, onde os primeiros casos de uso são descritos. Este método é composto por três atividades: (1) Inspeção de casos de uso, onde se busca identificar problemas de usabilidade, (2) Avaliação dos casos de uso, no qual se busca avaliar a qualidade dos casos de uso e (3) Documentação de avaliação, em que resultados são compilados em um produto de avaliação coerente.

Cerca de 20,33% dos artigos apresentam alguma ferramenta que auxilia a melhorar a usabilidade no processo de desenvolvimento. Exemplos destas ferramentas podem ser encontradas em Vaz *et al.* (2012) e Hosseini-Khayat *et al.* (2010). Vaz *et al.* (2012) apresentam a *WDT Tool*, que é uma ferramenta que auxilia na identificação de problemas de usabilidade em aplicações Web. Hosseini-Khayat *et al.* (2010) propuseram um conjunto de ferramentas chamada ASE (*ActiveStory Enhanced*), que auxiliam as equipes de projeto a realizar teste de usabilidade em protótipos de baixa fidelidade.

Cerca de 18,70% dos artigos apresentam alguma abordagem/framework. Por exemplo, Liang e Deng (2009) apresentaram um framework que propõe descrever o CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*) a partir da perspectiva da técnica Cognitive Walkthrough. Cerca de 13,01% dos artigos apresentam mostram técnica que ajudam a melhorar a usabilidade no processo de desenvolvimento. Por exemplo, Bonifácio *et al.* (2012) descreveram a técnica chamada UBICUA (*Usability-Based Inspection CUstomizable*

*Approach*), esta tinha como foco avaliar a usabilidade de aplicações web móveis. Além disso, percebemos que 4,88% dos artigos apresentam modelos. For exemplo, Ibrahim *et al.* (2007) apresentaram um modelo que auxilia a avaliar a usabilidade de aplicações de sonorização (aplicações que auxiliam na conversão de texto em áudio).

Além disso, 2,44% dos artigos mostram metodologias. Sivaji *et al.* (2013), por exemplo, apresentaram uma metodologia que integra métodos de avaliação de usabilidade no processo de desenvolvimento de software.

### 3.3.4 Origem da Tecnologia

Os resultados para a SubQuestão **SQ2** (*Origem das tecnologias*) mostraram que cerca de 9,76% das tecnologias apresentadas não utilizaram como base outras tecnologias. Por exemplo, Pankratius (2011) apresentam uma ferramenta chamada *Linsight Suite*. A ferramenta possui um *plug-in* que integra questionários na *IDE Eclipse*, com o objetivo de coletar informações subjetivas do programador com relação a aplicação que está sendo desenvolvida, enquanto este realiza a codificação da mesma.

Cerca de 90,24% das tecnologias selecionadas basearam-se em outras tecnologias já existentes na literatura, seja da área de IHC ou ES. Por exemplo, Conte *et al.* (2007), propuseram uma técnica que avalia a usabilidade de aplicações Web, a WDP (*Web Design Perspectives*). Esta técnica combina as perspectivas de projeto Web (Apresentação, Conceituação e Navegação) com as heurísticas propostas por Nielsen (1994), como forma de guiar a inspeção de usabilidade em aplicações Web.

Os resultados desta SubQuestão (**SQ2**) e da SubQuestão anterior (**SQ1**) indicam que diversas tecnologias estão sendo propostas na literatura. Estas tecnologias têm como objetivo principal auxiliar tanto os designers de IHC quanto os engenheiros de software na melhoria da usabilidade no processo de desenvolvimento de aplicações interativas, seja avaliando ou projetando a usabilidade em aplicações interativas.

### 3.3.5 Contexto de Uso

Os resultados desta SubQuestão **SQ3** (*Contexto de Uso*) mostraram que cerca de 71,54% das tecnologias selecionadas foram utilizadas no contexto acadêmico. Por exemplo, Fernandes *et al.* (2012) realizaram dois estudos (viabilidade e observacional) da tecnologia que propuseram. Os participantes deste estudo foram alunos de graduação de uma universidade. Cerca de 21,14% das tecnologias foram aplicadas no contexto industrial. Por exemplo, Sivaji *et al.* (2012) realizaram dois estudos de caso, em dois projetos de software, onde especialistas em usabilidade realizavam a avaliação em ambos os projetos utilizando a

tecnologia proposta pelos autores. Além disso, 7,32% das tecnologias foram utilizadas tanto na academia quanto indústria. Por exemplo, Vaz *et al.* (2012) realizaram dois estudos de observação visando observar a viabilidade da utilização da tecnologia proposta. O primeiro estudo teve como participantes 8 (oito) alunos de mestrado de uma universidade e o segundo estudo foi realizado com 5 desenvolvedores de uma empresa de software.

Os resultados desta SubQuestão de pesquisa mostram que a maioria das tecnologias encontradas neste MSL estão sendo avaliadas na academia. Este fato pode estar relacionado ao número reduzido de profissionais que se dispõem a participar do processo de avaliação das tecnologias que estão sendo propostas. Além disso, disponibilizar parte do tempo dos profissionais para realizar estas avaliações é mais custoso para a indústria. Uma das soluções encontradas pelos pesquisadores é realizar estas avaliações no contexto acadêmico, com alunos de graduação ou pós-graduação, uma vez que estes estudantes, muitos por já estarem atuando na indústria, possuem o perfil do profissional esperado para participar das avaliações. Além disso, estudantes que não possuem experiência em aplicações na indústria podem apresentar habilidades similares a profissionais menos experientes (Carver *et al.*, 2003).

### 3.3.6 Fase do Processo de Desenvolvimento em que a Tecnologia é Empregada

Os resultados desta SubQuestão **SQ4** (*Fase do processo de desenvolvimento em que a tecnologia é empregada*) revelaram que 67,28% das tecnologias são utilizadas na fase de Verificação, Validação & Teste (V, V & T). Nesta fase, os profissionais utilizam as tecnologias após a aplicação ter sido desenvolvida, ou, possivelmente, quando uma versão do protótipo funcional da aplicação está pronta. Na fase de V, V&T, as tecnologias foram divididas em duas categorias: (1) **Inspeção de Usabilidade** e (2) **Teste de Usabilidade**. Na categoria **Inspeção de Usabilidade** as tecnologias são avaliadas por inspetores (especialistas, engenheiros de software ou designers) e não é exigida a participação de usuários reais. As tecnologias desta categoria são baseadas na revisão dos aspectos de usabilidade da aplicação seguindo um conjunto de diretrizes. Na categoria **Teste de Usabilidade** as tecnologias são baseadas na captura e análise dos dados dos usuários finais. A análise desses resultados pode fornecer informações úteis para detectar problemas de usabilidade durante a realização das tarefas pelos usuários (Fernandez *et al.*, 2011).

Do total de tecnologias utilizadas na fase de V, V & T, 44,95% são tecnologias para realizar Inspeção de Usabilidade. Por exemplo, Fernandes *et al.* (2012) apresentam uma técnica de inspeção, chamada WE-QT (*Web Evaluation–Question Technique*) que auxilia inspetores novatos a identificar problemas de usabilidade de aplicações Web, por meio de



perguntas e respostas. Do total das tecnologias utilizadas na fase de V, V&T, 54,95% são tecnologias para auxiliar em Teste de Usabilidade. Um exemplo é a ferramenta proposta por Fabo *et al.* (2012). Esta ferramenta identifica problemas de usabilidade através da captura automática de dados (tempo de sucesso, distância percorrida, cliques do mouse e tempo de execução das atividades).

Cerca de 16,67% dos artigos apresentam tecnologias que podem ser utilizadas na fase de Projeto ou, em outras palavras, utilizam os artefatos produzidos durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento das aplicações (por exemplo, diagramas de atividades, modelos de interação, modelos de navegação, dentre outros). Por exemplo, Rivero e Conte (2012) apresentam a técnica Web DUE (*Web Design Usability Evaluation*), que tem por finalidade avaliar *mockups* (esboços das interfaces) de aplicações Web.

Cerca de 13,58% das tecnologias podem ser utilizadas na etapa Requisitos. Por exemplo, Ormeno *et al.* (2013) apresentaram um novo método para capturar os requisitos de usabilidade nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de software, de tal maneira que profissionais não especialistas em usabilidade possam utilizá-lo. Após realizar a captura desses requisitos, a abordagem permite transformar esses requisitos de usabilidade em um modelo conceitual de qualquer método MDD (*Model-Driven Development*).

Cerca de 2,47% das tecnologias podem ser utilizadas enquanto os desenvolvedores realizam a codificação da aplicação. Por exemplo, Pankratius (2011) apresenta uma ferramenta que visa automatizar avaliação de usabilidade através de um *pluglin* (*Linsight Suite*) que integra questionários na *IDE Eclipse*. Quando o desenvolvedor seleciona um pedaço do código, um conjunto de perguntas associadas àquele código é aberto, auxiliando o programador a relatar problemas de usabilidade do código.

Neste mapeamento, nenhuma tecnologia que é utilizada na fase de Manutenção foi identificada. Ou seja, não foi selecionada nenhuma tecnologia que é utilizada quando se está realizando alguma alteração na aplicação, após esta ter sido entregue ao cliente.

Os resultados desta SubQuestão indicam que há uma necessidade de tecnologias que possam ser utilizadas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento (Requisitos e Projeto, isto é, antes da aplicação ser codificada). Muitas tecnologias focam em avaliações nas fases finais (Inspeções e Testes de Usabilidade – 68,10%). No entanto, quanto mais tarde são tratadas as questões de usabilidade da aplicação, mais tarde também serão identificados os problemas de usabilidade. Isto pode acarretar maior custo na correção dos problemas de

usabilidade ou aumento do tempo dos profissionais para desenvolvimento e manutenção da aplicação interativa.

### 3.3.7 Ciclo de Vida Específico

Os resultados para a SubQuestão **SQ5** (*Ciclo de vida específico*) revelaram que 86,18% das tecnologias não são utilizadas em um ciclo de vida específico. Desta forma, tais tecnologias podem ser adequadas para serem utilizadas aos ciclos de vida de desenvolvimento adotados pela indústria. Por outro lado, 13,82% dos artigos apresentam tecnologias que são utilizadas em um ciclo de vida específico. Por exemplo, Sivaji *et al.* (2013) apresentam uma abordagem híbrida que integra a Avaliação Heurística e o Teste de Usabilidade em um ciclo de vida de desenvolvimento específico. Este ciclo de vida é iterativo e possui as seguintes fases: Requisitos, Projeto, Teste para Prototipação Inicial, Reprojeto & Desenvolvimento e Solução de Defeitos, Teste para Prototipação Intermediária, Reprojeto & Desenvolvimento e Solução de Defeitos, Teste para Prototipação Avançada e Implantação.

### 3.3.8 Objeto Projetado/Avaliado

Os resultados para a SubQuestão **SQ6** (*Objeto Projetado/Avaliado*) revelaram que 50,67% das tecnologias são utilizadas em aplicações já desenvolvidas como objeto avaliado ou avaliado. Do total de tecnologias que utilizam aplicações como objeto, 52,65% destas tecnologias utilizam aplicações Web, 26,30% aplicações Desktops, 3,94% aplicações Móveis e 17,12% não especificavam em que tipo de objeto a tecnologia foi aplicada. Como exemplos de trabalhos que apresentam tecnologias que utilizam as Aplicações Web como objeto, pode-se citar: Sivaji *et al.* (2013), Vaz *et al.* (2012), Ramli *et al.* (2010) e Conte *et al.* (2007). E, como exemplo de trabalho que utiliza uma tecnologia que é empregada em aplicações desktops tem-se o trabalho de Falbo *et al.* (2012). Neste trabalho, os autores utilizaram uma aplicação desktop para verificar se a ferramenta proposta conseguia capturar problemas de usabilidade, através da coleta automática de dados dos usuários.

Cerca de 28,67% dos artigos utilizaram como objeto as interfaces, *mockups* ou protótipos das aplicações. Um exemplo é o método proposto por Ormeno *et al.* (2013). O método realiza a coleta de requisitos de usabilidade através de interfaces de aplicações móveis. Outro exemplo é apresentado por Rivero e Conte (2012). Os autores propuseram a técnica Web DUE. Esta técnica auxilia os profissionais na captura de problemas de usabilidade através de *mockups*.

Cerca de 16% das tecnologias empregavam como objetos modelos, tais como: modelos de tarefas, casos de uso, modelos de navegação, dentre outros. Um exemplo é o

método proposto por Hornbæk *et al.* (2007), o UCE. Este método tem como objetivo avaliar a usabilidade através de casos de uso. E, 4,66% dos artigos utilizaram alguns outros tipos de objetos. Deste total (4,66%), 2% dos artigos utilizavam como objeto as linhas de código, 2% dos artigos utilizavam arquivos de log e, apenas 0,66% utilizavam tarefas dos usuários.

Os resultados para esta SubQuestão indicam que muitas tecnologias estão sendo desenvolvidas para melhorar a usabilidade de aplicações, especialmente voltadas para a Web. Isto pode ser justificado pelo fato dos usuários estarem buscando por aplicações mais amigáveis, fáceis de entender (Rivero e Conte, 2012), fáceis de compreender e que auxiliam a realizar as atividades de maneira mais rápida e prática.

No entanto, um ponto a ser levado em consideração é o baixo número de tecnologias que auxiliam a melhorar a usabilidade em aplicações móveis. Com o crescente uso de dispositivos móveis, as aplicações móveis têm se tornado cada vez mais presente entre os usuários. Com base nisso, fazem necessárias novas pesquisas nesta área, a fim de investigar e propor tecnologias que visam melhorar a usabilidade e que possam ser utilizadas no processo de desenvolvimento das aplicações móveis.

### **3.3.9 Avaliação Empírica**

Os resultados para esta SubQuestão **SQ7** (*Avaliação Empírica*) revelaram que em 28,83% das tecnologias selecionadas não foi realizada nenhum tipo de avaliação empírica. Os artigos apenas faziam uma descrição da tecnologia ou indicava como utilizá-la. Por exemplo, Díscola e Silva (2003) apresentam uma abordagem que integra métodos de avaliação de usabilidade para realizar o planejamento da reengenharia de software. Os autores apresentam a abordagem proposta em detalhes, mas não realizaram um estudo empírico.

Cerca de 73,17% das tecnologias foram avaliadas empiricamente. Por exemplo, Santos *et al.* (2011) apresentam um assistente que apoia a inspeção de usabilidade chamado APIU (Apoio ao Processo de Inspeção de Usabilidade). O artigo ainda descreve a evolução do assistente através de estudos empíricos, bem como as melhorias realizadas no assistente após a realização dos estudos.

Os resultados para esta SubQuestão mostram que os autores estão realizando estudos empíricos nas tecnologias que estão propondo. Realizar estudos empíricos é uma prática comum nas áreas de Interação Humano-Computador e Engenharia de Software (Fernandez *et al.*, 2012). Estas duas áreas têm se preocupado em melhorar as tecnologias propostas para que estas auxiliem os profissionais a projetar/avaliar a usabilidade das aplicações.

### 3.3.10 Tipo de Pesquisa

Os resultados para esta SubQuestão **SQ8** (*Tipo de Pesquisa*) revelaram que 62.60% dos artigos apresentam uma Pesquisa de Validação. Estes artigos apresentam tecnologias que ainda não foram implementadas na prática. Por exemplo, as tecnologias propostas por Conte *et al.* (2009) e Hornbæk *et al.* (2007). Os autores, em seus respectivos trabalhos, mostram como estas tecnologias devem ser aplicadas em seu contexto de uso. Além disso, mostram também os resultados alcançados, caso estas tecnologias fossem utilizadas em um ambiente real.

Cerca de 30,08% dos artigos selecionados apresentam uma Proposta de Solução. Como já foi citado, temos os trabalhos de Ormeno *et al.* (2013), Hosseini-Khayat *et al.* (2010) e Ramli *et al.* (2010). Estes trabalhos propõem uma solução, mas ainda não apresentam detalhes de como esta proposta será utilizada na prática.

Cerca de 4,07% dos artigos selecionados apresentam uma Pesquisa de Avaliação. Estes artigos apresentam uma implementação de tecnologias na prática (a implementação da solução) e quais são as consequências da implementação em termos de vantagens e desvantagens (implementação da solução proposta). Por exemplo, Winter *et al.* (2011) apresentam a tecnologia UTUM (*UIQ Technology Usability Metrics*). A UTUM foi utilizada em um processo de desenvolvimento de uma aplicação e auxiliava os profissionais na coleta de dados sobre a usabilidade das aplicações. Os autores ainda comentam sobre as vantagens e desvantagens para a indústria em utilizar a tecnologia proposta (UTUM).

Cerca de 2,44% dos artigos selecionados apresentam Artigos de Experiência Profissional. Por exemplo, Nayebi *et al.* (2012) relatam como três métodos de avaliação de usabilidade podem ser utilizadas em aplicações móveis. E cerca de 0,81% apresentam Artigos de Opinião. Por exemplo, Mueller *et al.* (2009) apresentam em seu trabalho opiniões sobre realizar teste de usabilidade através de cenários. Nenhum Artigo Filosófico foi selecionado neste mapeamento.

Os resultados para esta SubQuestão indicam que vários artigos realizam algum tipo de avaliação nas tecnologias que estão sendo propostas. Isto pode ser um indício de que os pesquisadores estão tentando melhorar as tecnologias propostas, seja para a utilização destas na academia ou na indústria. Além disso, outro importante resultado é o alto número de artigos que possuem novas Propostas de Soluções (30,08%), isto pode significar que há diversos pesquisadores propondo novas tecnologias que visam a solucionar problemas de usabilidade durante o processo de desenvolvimento.

### **3.3.11 Apoio Ferramental**

Os resultados para a SubQuestão **SQ9** (*Apoio ferramental*) revelaram que 22,76% dos artigos apresentam tecnologias que necessitam de uma ferramenta ou framework para auxiliar no uso pelos profissionais. Conforme já citamos anteriormente, temos os trabalhos de Vaz *et al.* (2012), Santos *et al.* (2011), Hosseini-Khayat *et al.* (2010) e Ramli *et al.* (2010).

No entanto, cerca de 77,24% dos artigos apresentam tecnologias que não necessitam de um apoio ferramental. Conforme já citamos anteriormente, temos os trabalhos de Ormeno *et al.* (2013), Fernandez *et al.* (2012), Hornbæk *et al.* (2007), Liang e Deng (2009), dentre outros.

Como resultados, percebeu-se que as tecnologias encontradas neste mapeamento que necessitam de apoio ferramental, em sua maioria (22.76%), são proprietárias ou não estão disponíveis para uso dos profissionais (ferramentas acadêmicas). Este aspecto das ferramentas faz com as tecnologias que não necessitam de apoio ferramental sejam mais fáceis de serem adotadas pelas organizações.

Por outro lado, as ferramentas podem aumentar o desempenho, diminuir a sobrecarga e facilitar o trabalho dos profissionais no processo de desenvolvimento. Portanto, tecnologias com apoio ferramental que estejam disponíveis para o uso podem diminuir o esforço dos profissionais no processo de desenvolvimento e, conseqüentemente, trazer muitos benefícios para a indústria.

## **3.4 RESUMO DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS NAS FASES INICIAIS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO**

Na seção anterior, foram apresentados os resultados encontrados de mapeamento sistemático realizado sobre as tecnologias de IHC e ES que podem ser utilizadas dentro do processo de desenvolvimento de software. Neste mapeamento, cada um dos artigos selecionados foi analisado de forma rigorosa com o objetivo de identificar o estado atual, no que diz respeito às tecnologias que auxiliam a melhorar a usabilidade dentro do processo de desenvolvimento. Estas informações podem auxiliar tanto os pesquisadores quanto os profissionais de ambas as áreas na escolha e utilização de determinada tecnologia para melhorar a usabilidade das aplicações interativas.

Conforme apresentado, há diversas pesquisas que propõem tecnologias que melhoram a usabilidade das aplicações. No entanto, grande parte destas pesquisas apresentam tecnologias que foram elaboradas para serem utilizadas nas fases finais do processo de desenvolvimento, ou seja, quando um protótipo funcional ou a aplicação já está desenvolvida.

Utilizando tecnologias que melhoram a usabilidade apenas no final do processo de desenvolvimento, pode acarretar o aumento do custo na correção dos problemas de usabilidade encontrados (Fernandez *et al.*, 2011). Travassos *et al.* (1999) afirmam que o custo de correção dos problemas encontrados durante o desenvolvimento de aplicação diminui, consideravelmente, se estes forem encontrados no início do desenvolvimento.

Nesta seção, será apresentada brevemente cada uma das tecnologias identificadas que podem ser utilizadas nas fases iniciais e que apoiam os engenheiros a melhorar a usabilidade desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento. A Tabela 3.5 apresenta os artigos cujas tecnologias podem ser utilizadas nas fases iniciais.

**Tabela 3.5:** Artigos que apresentam as tecnologias utilizadas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento.

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Fonte</b>
A1	<i>“Usability Evaluation Driven by Cooperative Software Description Framework”</i>	Lu Liang; Xiaoling Deng; Yong Wang.	IEEE
A2	<i>“A Collaborative Task Modeling Approach Based on Extended GOMS”</i>	Lu Liang; Xiaoling Deng.	IEEE
A3	<i>“Using an Empirical Study to Evaluate the Feasibility of a New Usability Inspection Technique for Paper Based Prototypes of Web Applications”</i>	Rivero, L.; Conte, T.	IEEE
A4	<i>“Distributed and Automated Usability Testing of Low-Fidelity Prototypes”</i>	Hosseini-Khayat, A.; Hellmann, T.D.; Maurer, F.	IEEE
A5	<i>“Early Usability Evaluation in Model Driven Architecture Environments”</i>	Abrahão, S.; Insfran, E.	IEEE
A6	<i>“Component-Specific Usability Testing”</i>	Brinkman, W-P.; Haakma, R.; Bouwhuis, D.G.	IEEE
A7	<i>“Mix and match usability methods: picking the pieces for our project”</i>	Ruthford, M.A.	IEEE
A8	<i>“A Preliminary Experiment of Checking Usability Principles with Formal Methods”</i>	Kristoffersen, S.	IEEE
A9	<i>“Sports event user task modelling for personalized video streaming”</i>	Dejian Meng; Zhenchen Wang; Liwen He.	IEEE
A10	<i>“Towards an MDE-based approach for usability evaluation of plastic user interface”</i>	Ben Ammar, L.; Mahfoudhi, A.; Kacem, Y.H.	IEEE
A11	<i>“Towards a proposal to capture usability requirements through guidelines”</i>	Ormeno, Y.I.; Panach, J.I.; Condori-Fernandez, N.; Pastor, O.	SCOPUS

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Fonte</b>
A12	<i>“Applying usability engineering in InterMod agile development methodology. A case study in a mobile application”</i>	Losada, B.; Urretavizcaya, M.; López-Gil, J.-M.; Fernández-Castro, I.	SCOPUS
A13	<i>“A semi-automatic usability evaluation framework”</i>	Muhi, K.; Szőke, G.; Fülöp, L. J.; Ferenc, R., Berger, A.	SCOPUS
A14	<i>“Study on usability engineering of the command and control software design for armored vehicle”</i>	Chen, J.; Xuan, Y.; Jin, C.	SCOPUS
A15	<i>“Combining InterMod agile methodology with usability engineering in a mobile application development”</i>	Losada, B; Urretavizcaya, M.; López-Gil, J. -M.; Fernández-Castro, I.	SCOPUS
A16	<i>“Integrating usability evaluation into model-driven video game development”</i>	Fernandez, A.; Insfran, E.; Abrahão, S.; Carsí-, J. A.; Montero, E.	SCOPUS
A17	<i>“A three-fold integration framework to incorporate user-centered design into agile software development”</i>	Humayoun, S.R.; Dubinsky, Y.;C atarci, T.	
A18	<i>“Model-based usability evaluation and analysis of interactive techniques”</i>	Ladry, J.; Palanque, P.; Barboni, E.; Navarre, D.,	SCOPUS
A19	<i>MMWA-ae: Boosting knowledge from multimodal interface design, reuse and usability evaluation</i>	Neto, A.T.; Fortes, R.P.M.; Rossi, R.; Rezende, S.	SCOPUS
A20	<i>“Towards to the validation of a usability evaluation method for model-driven web development”</i>	Fernandez, A. ; Abrahão, S.; Insfran, E.,	
A21	<i>“Exploring the benefits of the combination of a software architecture analysis and a usability evaluation of a mobile application”</i>	Biel, B.; Grill, T.; Gruhn, V.	SCOPUS
A22	<i>“Cooperative software development and usability evaluation: A web-based work management system for construction sites”</i>	Shiono, Y.; Kuang, Z.; Nakagawa, Y.; Goto, T.; Tsuchida, K.,	SCOPUS
A23	<i>“Integration of usability evaluation and model-based software development”</i>	Propp, S.; Buchholz, G.; Forbrig, P.,	SCOPUS
A24	<i>“Current state of agile user-centered design: A survey”</i>	Hussain, Z.; Slany, W.; Holzinger, A. 2009	SCOPUS
A25	<i>“A multi-method approach to assess usability and acceptability: A case study of the patient-reported outcomes measurement system (PROMIS) workshop”</i>	Jansky, L.J.; Huang, J.C.	SCOPUS
A26	<i>“Task model-based usability evaluation for smart environments”</i>	Propp, S.; Buchholz, G.; Forbrig, P.,	SCOPUS

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Fonte</b>
A27	“Use case evaluation (UCE): A method for early usability evaluation in software development”	Hornbæk, K.; Høegh, R.T.; Pedersen, M.B.; Stage, J.	SCOPUS
A28	“Human-mediated visual ontology alignment”	Lanzenberger, M.; Sampson, J.	SCOPUS
A29	“A framework for incorporating usability into model transformations”	Zhao, X.; Zou, Y.	SCOPUS
A30	“An HCI model for usability of sonification applications”	Ibrahim, A.A.A.; Hunt, A.	SCOPUS
A31	“Task analysis for groupware usability evaluation: Modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration”	Pinelle, D.; Gutwin, C.; Greenberg, S.	SCOPUS
A32	“Processos de planejamento da reengenharia de software apoiados por princípios de usabilidade”	Díscola Jr., S. L.; Silva, J.C.A.	SCOPUS
A33	User action framework: a reliable foundation for usability engineering support tools	Andre, T.S.; Rex Hartson, H.; Belz, S.M.; McCreary, F.A.	SCOPUS
A34	“Achieving usability through software architectural styles”	Bass, L.; John, B.E.	SCOPUS
A35	“Tool for creating predictive performance models from user interface demonstrations”	Hudson, S. E.; John, B. E.; Knudsen, K.; Byrne, M. D.	SCOPUS
A36	“GLEAN: a computer-based tool for rapid GOMS model usability evaluation of user interface designs”	Kieras, D; E.; Wood, S. D.; Abotel, K.; Hornof, A.	SCOPUS

**Legenda:**

A – Artigo.

Lu *et al.* (A1) propuseram um framework para sistemas de CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*) a partir da perspectiva da Técnica de usabilidade *Cognitive Walkthrough* (CW). Este framework, através do *Cognitive Walkthrough*, ajuda a dar orientações globais descrevendo sobre as características internas de sistemas de CSCW.

No artigo A2, Liang e Deng apresentam um modelo de simulação de tarefa cooperativa (CTSM - *Cooperative Task Simulating Model*) baseado em GOMS (*Goals, Operators, Methods, e Selection rules*) estendido. A inspeção de usabilidade precoce é iterativamente trabalhada em um protótipo não funcional, chamado gráfico de roteamento de interação, para descoberta de problemas de usabilidade.

Rivero e Conte (A3) apresentam uma técnica de inspeção chamada *Web Design Usability Evaluation* (Web DUE). A técnica *Web DUE* é técnica de inspeção baseada em *checklists*, que tem por objetivo apoiar a indústria de desenvolvimento de software no que diz respeito a inspeções de usabilidade em *mockups* de aplicações Web.



Hosseini-Khayat *et al.* (A4) apresentaram o ASE (*ActiveStory Enhanced*). O ASE é um conjunto de ferramentas de código aberto projetado para ajudar as equipes ágeis na criação de protótipos, apoiar no processo de teste de usabilidade em protótipos de baixa fidelidade (*LoFT*) e analisar dados de usabilidade de uma forma acessível e rápida em linha com a utilização de práticas ágeis.

No artigo A5, Abrahão e Insfrán apresentam um framework de avaliação de usabilidade que pode ser utilizado nas fases iniciais dentro de um processo de desenvolvimento MDA (*Model Driven Architecture*). Os autores afirmam que a usabilidade é avaliada a nível PIM (*Platform Independent Model*), em vez de ser realizada na interface com um usuário real. O objetivo deste framework é descrever qual o elemento do modelo contribui para a satisfação de certos atributos de usabilidade, que serão definidos pelos engenheiros.

Em A6, Brinkman *et al.* realizam uma comparação entre testes de usabilidade realizados com diferentes versões de componentes de software. Os autores realizaram estas comparações para verificar se medir a usabilidade para cada componente específico é melhor do que medir a usabilidade com os componentes integrados. Para isso, foram utilizadas três medidas: eficiência, facilidade de uso e satisfação dos usuários. Com base nisso, estes testes ajudariam os profissionais a selecionar as versões mais utilizáveis de um componente para a aplicação.

Ruthford (A7) diz que, para identificar os possíveis usuários do sistema, é necessário realizar entrevistas com os usuários finais. A partir destas entrevistas, também é possível identificar os objetivos dos usuários e saber o fluxo de trabalho dos mesmos. O autor ainda utiliza, em seu trabalho, a análise de tarefas para observar os usuários utilizando o produto no contexto final.

Kristoffersen (A8) desenvolveu um método que avalia, de forma automática, a usabilidade das interfaces iniciais projetadas, juntamente com a modelagem dos diagramas da UML por meio de uma linguagem específica XUL (*XML User Interface Language*). Para avaliar a usabilidade, são utilizados três princípios de *design* de usabilidade: previsibilidade, consistência e *synthesizability*. Com a ajuda da linguagem de programação MAUDE, os autores afirmam que é possível verificar onde ocorrem as falhas na modelagem formal.

No artigo A9, Dejian *et al.* propõem uma metodologia para facilitar a criação de tarefas dos usuários de maneira interativa e que visa, também, ajudar no teste de usabilidade. As tarefas que serão utilizadas são definidas e listadas, com base no contexto em que pode ser

utilizado. Em seguida, as interfaces de tarefas dos usuários são criadas utilizando os componentes de interface e os componentes do comando do sistema.

O método desenvolvido por Ben Ammar *et al.* (A10) visa a realizar uma avaliação a nível PIM (*Platform Independent Model*). O método foi criado para dar apoio na inspeção de usabilidade e identificar problemas de usabilidade nos artefatos gerados. A atividade de avaliação de usabilidade é baseada em um modelo (*Concrete User Interface Model*), onde os autores decompõem a usabilidade nos seguintes atributos: Apreensibilidade, Compreensibilidade, Operacionalidade, Atratividade e Observância.

Ormeño *et al.* (A11) propõem um modelo para capturar requisitos de usabilidade por meio de *guidelines*. O método apoia os analistas que possuem pouca experiência, no processo de captura de requisitos de usabilidade. Os analistas utilizam uma estrutura de árvore para capturar os requisitos da aplicação e como forma de identificar as diferentes alternativas do projeto e como estas decisões podem afetar a usabilidade da aplicação.

No artigo A12 e A15, Losada *et al.* incluíram a engenharia de usabilidade dentro do processo de desenvolvimento ágil de uma aplicação móvel. Nas fases iniciais, os autores utilizaram questionários para gravar as opiniões escritas dos usuários. Logo em seguida são gerados os protótipos de acordo com os modelos de requisitos e estes são avaliados através da técnica *Thinking Aloud Protocol*. Na próxima fase, são construídos protótipos de papel com aparência de um aparelho celular para que os usuários reais realizassem tarefas específicas. Nesta fase, também foram utilizados o *Thinking Aloud Protocol*, observação e entrevistas. E nas próximas fases do processo de desenvolvimento são utilizadas várias técnicas, por exemplo, a Avaliação Heurística para avaliar as interfaces desenvolvidas e Teste de Usabilidade para verificar e corrigir possíveis defeitos de usabilidade encontrados.

Muhi *et al.* (A13) propuseram o framework UEF (*Usability Evaluation Framework*). O framework cria modelos de dados de usabilidade que são avaliados por especialistas e, em seguida, a interação é melhorada. O framework ainda utiliza arquivos de *logs* específicos, que já são desenvolvidos para coletar as informações, e, em seguida, enviar os dados coletados para o UEF.

Chen *et al.* (A14) apresentam um modelo de processo para o desenvolvimento de aplicações de comando e controle de veículos blindados. Este modelo é baseado na Engenharia de Usabilidade e visa a melhoria a usabilidade da aplicação nas fases do processo de desenvolvimento adotado. Na etapa de Análise de requisitos de usabilidade são realizadas as entrevistas, a análise de tarefas e a análise funcional. Na fase de projeto é construído um

modelo conceitual e a prototipação. E, na fase de teste, são utilizadas entrevistas e observações enquanto os usuários utilizam a aplicação.

Fernandez *et al.* (A16) desenvolveram o *Video Game Usability Model*. Este modelo possui um conjunto de atributos de usabilidade e medidas que podem ser aplicadas pelo designer de vídeo games nas fases do processo de desenvolvimento baseado em MDA (*Model Driven Architecture*). A avaliação de usabilidade é conduzida através da aplicação das seguintes etapas: o estabelecimento de requisitos de avaliação, avaliação de usabilidade inicial e avaliação de usabilidade em uso.

No artigo A17, Humayoun *et al.* propuseram um framework que incorpora o Design Centrado no Usuário (DCU) em três níveis. O primeiro nível é o de Processo de Ciclo de vida, onde são definidos quais os métodos e as técnicas mais apropriadas e que podem ser utilizadas no processo de desenvolvimento. No segundo nível, o nível de Interação, ocorre o alinhamento entre as funções e atividades de DCU para obter o máximo de benefício no desenvolvimento. E, o terceiro nível é o de Desenvolvimento do Ambiente, onde ocorre a automatização e gestão das atividades DCU durante o desenvolvimento.

Ladry *et al.* (A18) propuseram um processo de design para o projeto, simulação, regulação e avaliação de técnicas de interação. Este processo possui uma abordagem baseada no *Abstract Model IT*, buscando melhorar a qualidade e diminuir a preocupação com problemas de usabilidade. O modelo pode sofrer ajustes (que podem ser evoluídos ou modificados), isto depende da avaliação de desempenho obtido no modelo.

Neto *et al.* (A19) apresentam a abordagem MMWA (*MultiModal Web Approach*). Esta abordagem apoia os designers nas fases de *design*, desenvolvimento e avaliação de projetos multimodais, ou seja, aplicações que oferecem várias formas de interface do sistema. A abordagem MMWA possui um ambiente virtual (MMWA-ae) que auxilia no desenvolvimento de aplicações multimodais Web. Além disso, a MMWA realiza (a) a especificação a interação multimodal utilizando Análise de Tarefas, (b) testes de usabilidade remotamente, (c) o projeto e avaliação da interface com usabilidade e (d) cria automaticamente a documentação do projeto.

Fernandez *et al.*, no artigo A20, propuseram um método de inspeção de usabilidade chamado WUEP (*Web Usability Evaluation Process*). Este método foi proposto para integrar as avaliações de usabilidade em um processo MDWD (*Model-Driven Web Development*), empregando um modelo de usabilidade Web como o artefato de entrada principal. Este modelo decompõe o conceito de usabilidade em sub-características e atributos mensuráveis,

que são então associados a métricas, a fim de operacionalizá-las em diferentes níveis de abstração e em qualquer processo de desenvolvimento Web dirigido por modelos.

Em **A21**, Biel *et al.* apresentam um método chamado SATURN (*Software Architecture analysis of Usability Requirements realization*). Este método auxilia a apoiar de modo eficiente a análise de projetos de arquiteturas de software e analistas não experientes em usabilidade a obter resultados rastreáveis e corretos, em relação a problemas de usabilidade. O método inclui (a) um modelo, que serve como procedimento a ser seguido pelos analistas, (b) questionários e (c) uma base de conhecimento, que consiste em cenários genéricos, e (d) uma linguagem padrão. A base de conhecimento é derivada de uma pesquisa realizada sobre a relação entre usabilidade e arquitetura de software.

No artigo **A22**, Shiono *et al.* propõem a utilização de questionários para incorporar as opiniões da indústria no desenvolvimento de uma aplicação móvel. Estes questionários também servem para entender como funcionava a entrada de dados em aplicações móveis. Com base nos resultados, pôde-se entender o que seria construído e averiguar que a entrada de dados, que é realizada por meio de telefones celulares, deve ser uma atividade básica e simples e não uma atividade demorada e complexa para os usuários. Para isso, os autores criaram três métodos para reduzir a carga de entrada de dados em telefones celulares.

Nos artigos **A23** e **A26**, Propp *et al.* realizam a integração da usabilidade dentro do processo de desenvolvimento dirigido por modelos (no artigo **A26** é apresentada como esta integração pode ser aplicada no desenvolvimento de uma aplicação). O processo de integração, proposto pelos autores, é realizado por fases. Na primeira fase, é realizada uma simulação de um modelo de tarefas para revelar os problemas estruturais da aplicação. Na segunda, são utilizadas técnicas de avaliação para apoiar os usuários nas tarefas modeladas. Já a terceira fase, as Interfaces Abstratas do Usuário (*Abstract User Interface – AUI*) são geradas automaticamente, a partir dos modelos de diálogo gerados. Para analisar a UI de certas tarefas, diferentes tipos de usuários devem ser observados enquanto utilizam as interfaces.

Em **A24**, Hussain *et al.* realizaram um *survey* com especialistas de diversos locais do mundo, buscando saber quais são os métodos de DCU mais utilizados na indústria e quais os impactos de utilizar estes métodos dentro do processo de desenvolvimento ágil. Entre os métodos identificados para as fases iniciais, o *survey* mostrou os seguintes resultados: protótipos de baixa fidelidade, design conceitual, estudo observacional com os usuários e personas.

Em **A25**, Jansky e Huang utilizaram uma abordagem multi-métodos para desenvolver um sistema multifacetado e inovador, empregando um processo iterativo de Design Centrado no usuário. Para isso, utilizaram-se três etapas. Na primeira etapa, a equipe de design realizava reuniões com os pesquisadores (Grupo Focal) para coletar informações para criar um protótipo. No final das reuniões, a equipe compilava um documento de especificações funcionais. Na segunda etapa, eram realizadas avaliações de usabilidade (inspeções – Avaliação Heurística – e testes – Observação e Entrevistas) com protótipos de papel. Na etapa final, realizou-se um grupo focal para obter a opinião global dos usuários em relação ao sistema.

Hornbæk *et al.* (**A27**) apresentam o método UCE (*Use Case Evaluation*). O UCE avalia a usabilidade através de casos de uso, com o objetivo de facilitar a identificação dos problemas de usabilidade no ponto no processo de desenvolvimento, onde os primeiros casos de uso essenciais são descritos.

Lanzenberger e Sampson, em seu artigo (**A28**), realizaram uma avaliação de usabilidade em uma ferramenta chamada ALViz. A avaliação foi realizada em três etapas: desenvolvimento de software participativo, avaliação de usabilidade e utilidade. A primeira, chamada de uma avaliação formativa foi realizada em conjunto com dois engenheiros que estavam envolvidos no desenvolvimento. Estes engenheiros eram observados enquanto utilizavam o protótipo enquanto retornavam um feedback informal para os avaliadores. A segunda etapa era utilizada a Avaliação Heurística para identificar problemas das interfaces e na terceira fase, os autores, realizam entrevistas, observação e *Thinking Aloud* com cada participante para saber se a ferramenta era útil.

Zhao e Zou (**A29**) propuseram um framework que visa a diminuição do custo da avaliação de usabilidade na geração de interface do usuário. Para isso, um conjunto de regras de transformação é definido para gerar modelos com diferentes níveis de detalhes e de forma incremental transformar esses modelos para o código final. A seleção das regras para a geração do modelo é executada em um processo iterativo e segue até que as metas de usabilidade sejam aplicadas.

Ibrahim e Hunt (**A30**) apresentam um modelo para avaliar a usabilidade de aplicações de sonificação (sonificação é uma representação de dados usando sons com a intenção de comunicação e interpretação). No modelo, os autores, primeiramente, realizam a análise de tarefas para determinar as tarefas abstratas da aplicação. Como estas tarefas precisam ser vistas do ponto de vista do designer, utiliza-se o modelo *Sonification Application Model*. Em

seguida, realizam a análise destas tarefas através do modelo UIC (*User Interpretation Construction*). E, finalmente, avaliam e verificam se o objetivo da aplicação foi ou não alcançado. Este processo é repetido até que a tarefa ou o objetivo da aplicação tenha sido alcançado.

Pinelle *et al.* 2003 (A31) desenvolveram uma técnica de modelagem de tarefas, chamada CUA (*Collaboration Usability Analysis*). Esta técnica incorpora várias modificações de outras técnicas de análise de tarefa, com o objetivo de torná-la mais adequada para o desenvolvimento e avaliação de sistemas de *groupware* (aplicações que colaboram com grupos de trabalhos). A técnica ajuda as equipes de desenvolvimento, de forma iterativa, a desenvolver e avaliar sistemas multi-usuários, melhorando assim a usabilidade de espaços de trabalho compartilhados.

Díscola *et al.* (A32) apresentam um processo de reengenharia que é complementado com métodos de avaliação de usabilidade. Esse processo é realizado em cinco fases (Justificativa da reengenharia, Análise de Portfólio, Estimativa do Custo, Análise do fator custo x benefício, Elaboração de contratos). As tecnologias de engenharia de usabilidade são utilizadas para justificar a reengenharia e para comparar a qualidade técnica do software.

André *et al.*, em seu artigo (A33), desenvolveram um framework chamado UAF (*User Action Framework*). O framework integra outras ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento. Isto permite que o framework facilite o relato de um problema de usabilidade identificado nos artefatos gerados. Este framework ainda permite que os inspetores detectem, relatem e documentem outros problemas de usabilidade, com base na sugestão e classificação de problemas de usabilidade já relatados anteriormente.

Bass e John (A34) desenvolveram o ABAS (*Attribute-Based Architectural Style*) para abordar os aspectos de usabilidade em sistemas. Um ABAS é uma descrição estruturada de um atributo de qualidade mensurável e que possui técnicas que auxiliam na análise dos resultados qualitativos e quantitativos que são podem realizados nas avaliações de usabilidade. Um ABAS fornece recursos de usabilidade específicos que apoia os engenheiros de software sobre quais são os aspectos mensuráveis de usabilidade que permitem que a informação seja inserida no processo de projeto.

Hudson *et al.* (A35) desenvolveram uma ferramenta chamada CRITICA (*Convenient, Rapid, Interactive Tool for Integrating Quick Usability Evaluations*). Esta ferramenta foi projetada para fornecer suporte para uma variedade de diferentes métodos de avaliação da usabilidade e integrar esse apoio com ferramentas de implementação de interface de usuário.

A ferramenta CRITICA concentra-se na criação de modelos preditivos de desempenho, em especial as várias formas de modelos GOMS. A ferramenta CRITICA permite que estes modelos sejam produzidos a partir da demonstração de uma tarefa exemplo numa interface executável.

No artigo A36, Kieras *et al.* apresentam uma ferramenta que automatiza os cálculos para gerar previsões de usabilidade geradas pelo modelo GOMS. A ferramenta GLEAN (*GOMS Language Evaluation and ANalysis*) facilita a simulação da interação entre um usuário fictício que interage com um dispositivo também fictício (a interface) para executar um conjunto de tarefas de referências especificadas. Para prever a usabilidade de um projeto proposto com a ferramenta GLEAN, o designer executa várias atividades, desde a escolha das tarefas até a modificação no *design* de interface.

### 3.5 TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM A PROJETAR APLICAÇÕES INTERATIVAS

Conforme visto na seção anterior, no mapeamento sistemático realizado, há poucas tecnologias que podem ser utilizadas nas fases iniciais do processo de desenvolvimento quando comparadas com as elaboradas para as fases finais. Além disso, observou que estas tecnologias podem ter dois focos no processo de desenvolvimento:

- **Avaliação:** são as tecnologias utilizadas para auxiliar os profissionais na detecção de problemas de usabilidade, através dos artefatos gerados nas fases iniciais;
- **Projeto:** são as tecnologias utilizadas para auxiliar os profissionais a projetar já visando à usabilidade nas aplicações, através dos artefatos gerados nas fases iniciais.

Em relação a esta classificação, percebeu-se ainda que grande parte das tecnologias propostas para as fases iniciais apenas avaliam os artefatos gerados. Ou seja, primeiramente os projetistas/engenheiros criam os artefatos e em seguida utilizam alguma tecnologia para avaliá-las. Por exemplo, para avaliar a usabilidade através de casos de uso, estes profissionais podem utilizar o método UCE, ou através de *mockups* podem utilizar a técnica Web DUE. No entanto, poucas tecnologias foram propostas já visando projetar a usabilidade através dos artefatos gerados.

Projetar melhorando a usabilidade das aplicações auxilia projetistas de IHC e engenheiros de software a criar aplicações utilizáveis e mais eficientes para os usuários finais. Além disso, é possível mitigar os custos do software e o risco de desenvolver uma aplicação

com os requisitos mínimos de qualidade. Com base neste contexto, realizou-se a seleção apenas das tecnologias que auxiliam a projetar os artefatos gerados no processo de desenvolvimento já visando a melhoria da usabilidade das aplicações interativas. A Tabela 3.6 apresenta os 16 artigos selecionados.

**Tabela 3.6:** Artigos que apresentam as tecnologias que auxiliam a projetar com usabilidade.

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Fonte</b>
<b>TP1</b>	<i>“Mix and match usability methods: picking the pieces for our project”</i>	Ruthford, M.A.	IEEE
<b>TP2</b>	<i>“Sports event user task modelling for personalized video streaming”</i>	Dejian Meng; Zhenchen Wang; Liwen He.	IEEE
<b>TP3</b>	<i>“Towards a proposal to capture usability requirements through guidelines”</i>	Ormeno, Y.I.; Panach, J.I.; Condori-Fernandez, N.; Pastor, O.	SCOPUS
<b>TP4</b>	<i>“Applying usability engineering in InterMod agile development methodology. A case study in a mobile application”</i>	Losada, B.; Urretavizcaya, M.; López-Gil, J.-M.; Fernández-Castro, I.	SCOPUS
<b>TP5</b>	<i>“Study on usability engineering of the command and control software design for armored vehicle”</i>	Chen, J.; Xuan, Y.; Jin, C.	SCOPUS
<b>TP6</b>	<i>“Combining InterMod agile methodology with usability engineering in a mobile application development”</i>	Losada, B; Urretavizcaya, M.; López-Gil, J. -M.; Fernández-Castro, I.	SCOPUS
<b>TP7</b>	<i>“A three-fold integration framework to incorporate user-centered design into agile software development”</i>	Humayoun, S.R.; Dubinsky, Y.;C atarci, T.	
<b>TP8</b>	<i>“Model-based usability evaluation and analysis of interactive techniques”</i>	Ladry, J.; Palanque, P.; Barboni, E.; Navarre, D.,	SCOPUS
<b>TP9</b>	<i>MMWA-ae: Boosting knowledge from multimodal interface design, reuse and usability evaluation</i>	Neto, A.T.; Fortes, R.P.M.; Rossi, R.; Rezende, S.	SCOPUS
<b>TP10</b>	<i>“Exploring the benefits of the combination of a software architecture analysis and a usability evaluation of a mobile application”</i>	Biel, B.; Grill, T.; Gruhn, V.	SCOPUS
<b>TP11</b>	<i>“Cooperative software development and usability evaluation: A web-based work</i>	Shiono, Y.; Kuang, Z.; Nakagawa, Y.; Goto,	SCOPUS



Código	Título	Autores	Fonte
	<i>management system for construction sites”</i>	T.; Tsuchida, K.,	
TP12	<i>“Current state of agile user-centered design: A survey”</i>	Hussain, Z.; Slany, W.; Holzinger, A. 2009	SCOPUS
TP13	<i>“A multi-method approach to assess usability and acceptability: A case study of the patient-reported outcomes measurement system (PROMIS) workshop”</i>	Jansky, L.J.; Huang, J.C.	SCOPUS
TP14	<i>“Task analysis for groupware usability evaluation: Modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration”</i>	Pinelle, D.; Gutwin, C.; Greenberg, S.	SCOPUS
TP15	<i>“Processos de planejamento da reengenharia de software apoiados por princípios de usabilidade”</i>	Díscola Jr., S. L.; Silva, J.C.A.	SCOPUS
TP16	<i>“GLEAN: a computer-based tool for rapid GOMS model usability evaluation of user interface designs”</i>	Kieras, D; E.; Wood, S. D.; Abotel, K.; Hornof, A.	SCOPUS

**Legenda:** TP – Tecnologia de Projeto.

A partir de cada artigo foi realizada uma análise de características de cada tecnologia identificada. Essa atividade consistiu na elaboração de uma tabela comparativa das características que cada abordagem possui. As características analisadas são apresentadas a seguir:

- **Característica 1: Fase de Requisitos** – A tecnologia apresentada auxilia a projetar artefatos gerados na fase de Requisitos;
- **Característica 2: Fase de Projeto** – A tecnologia apresentada auxilia a projetar artefatos gerados na fase de Projeto;
- **Característica 3: Apoio Ferramental** – A tecnologia para ser utilizada necessita de algum apoio ferramental;
- **Característica 4: Etapa do Desenvolvimento** – Durante a utilização da tecnologia são descritas as etapas que devem ser seguidas para o uso da mesma;
- **Característica 5: Flexibilidade da Tecnologia** – A tecnologia pode ser utilizada independentemente do tipo de processo de desenvolvimento;

Diante destas características foi realizada uma análise comparativa entre as tecnologias apresentadas na Tabela 3.7.

**Tabela 3.7:** Análise das Características das tecnologias.

<b>Código do TP</b>	<b>Trabalhos</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
[TP1]	Ruthford	S	S	N	N	S
[TP2]	Dejian <i>et al.</i>	S	S	S	S	N
[TP3]	Ormeno <i>et al.</i>	S	S	N	S	S
[TP4]	Losada <i>et al.</i>	S	S	N	S	N
[TP5]	Chen <i>et al.</i>	S	S	N	S	N
[TP6]	Losada <i>et al.</i>	S	S	N	S	N
[TP7]	Humayoun <i>et al.</i>	S	S	N	S	S
[TP8]	Ladry <i>et al.</i>	N	S	N	S	N
[TP9]	Neto <i>et al.</i>	N	S	S	S	N
[TP10]	Biel <i>et al.</i>	N	S	N	S	S
[TP11]	Shiono <i>et al.</i>	S	S	N	N	S
[TP12]	Hussain <i>et al.</i>	S	S	N	N	S
[TP13]	Jansky <i>et al.</i>	S	N	N	N	S
[TP14]	Pinelle <i>et al.</i>	S	S	N	S	N
[TP15]	Díscola <i>et al.</i>	S	S	N	S	N
[TP16]	Kieras <i>et al.</i>	N	S	S	S	S

**Legenda:**

**TP** – Tecnologia de Projeto; **S** – Sim; **N** – Não.

A partir da análise da Tabela 3.7, observou-se que:

- 1 trabalho aborda sobre uma tecnologia que podem ser utilizadas somente na fase de Requisitos. É nesta fase em que os projetistas buscam entender as necessidades dos clientes. O trabalho identificado foi o proposto por Jansky *et al.* (TP13);
- 15 trabalhos propuseram tecnologias que podem ser utilizadas somente na fase de Projeto. É nesta fase que são construídos os modelos com base nos requisitos coletados. Os trabalhos identificados são: Ladry *et al.* (TP8), Neto *et al.* (TP9) e Kieras *et al.* (TP16);
- 11 artigos apresentaram tecnologias que podem ser utilizadas em ambas as fases (Requisitos e Projeto). São eles: Ruthford (TP1), Dejian *et al.* (TP2), Ormeno *et al.* (TP3), Losada *et al.* (TP4 e TP6), Chen *et al.* (TP5), Humayoun *et al.* (TP7), Shiono *et al.* (TP11), Hussain *et al.* (TP12), Pinelle *et al.* (TP14) e Díscola *et al.* (TP15);
- 3 artigos apresentam tecnologias que necessitam de apoio ferramental. São eles: Dejian *et al.* (TP2), Neto *et al.* (TP9) e Kieras *et al.* (TP16);

- 4 artigos apresentam tecnologias que não descrevem quais as etapas para a utilização da tecnologia. São eles: Ruthford (TP1), Shiono *et al.* (TP11), Hussain *et al.* (TP12) e Jansky *et al.* (TP13);
- 7 artigos apresentam tecnologias que não podem ser aplicadas em diferentes processos de desenvolvimento. Isto é, estas tecnologias foram desenvolvidas para atender as necessidades de processos de desenvolvimento específicos. Os trabalhos que contém estas tecnologias são: Dejian *et al.* (TP2), Losada *et al.* (TP4 e TP6), : Ladry *et al.* (TP8), Neto *et al.* (TP9), Biel *et al.* (TP10), Pinelle *et al.* (TP14) e Díscola *et al.* (TP15).

Dentre os 16 artigos selecionados, 5 artigos apresentam como tecnologia base, para projetar a usabilidade, algum tipo de modelo de tarefas. No entanto, estes modelos de tarefas são utilizados ou em contextos muito específicos, conforme apresentado por Díscola *et al.* (TP15) e Pinelle *et al.* (TP14), ou requerem algum tipo de apoio ferramental, conforme visto no artigo de Kieras *et al.* (TP16) (Seção 3.5).

Desta forma, pelos Modelos de Tarefas servirem como base para uma parte das tecnologias que auxiliam a projetar aplicações interativas com usabilidade, os pesquisadores envolvidos nesta pesquisa escolheram este tipo de modelo para realizar um estudo empírico. O propósito deste estudo foi analisar a facilidade de modelagem e compreensão de projetistas ao utilizar as tecnologias de modelagem de tarefas. Além disso, o *feedback* deste estudo auxiliou, também, no processo de construção da tecnologia que será proposta nesta dissertação.

### **3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo descreveu os resultados de um estudo secundário (Mapeamento Sistemático). Este estudo discutiu as evidências existentes sobre as tecnologias propostas pelas áreas de Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Software (ES) que podem ser utilizadas dentro do processo de desenvolvimento de software para promover a usabilidade da aplicação. A partir de um conjunto inicial de 229 artigos, um total de 124 trabalhos de pesquisa foram selecionados neste mapeamento, após o 1º e o 2º filtro.

Este mapeamento contribuiu com resultados que são úteis para a promoção e melhoria da prática atual de pesquisa sobre a integração entre as áreas de IHC e ES, além de fornecer um corpo de conhecimento de tecnologias que auxiliam na melhoria da usabilidade através de diversos artefatos gerados no processo de desenvolvimento de aplicações interativas.

Os resultados obtidos neste MSL identificaram várias tecnologias de IHC que tem como foco principal apoiar os designers de IHC e engenheiros de software a melhorar a usabilidade das aplicações finais. Os resultados ainda mostram que há uma necessidade de criação de novas tecnologias para apoiar a usabilidade das aplicações a partir das fases iniciais do processo de desenvolvimento. Isto porque corrigir estes problemas de usabilidade nas fases iniciais é menos custoso e evita esforço dos profissionais com retrabalho. Além disso, os resultados apontam a necessidade de propor novas tecnologias que auxiliem no projeto ou avaliação de usabilidade de aplicações móveis, uma vez que o desenvolvimento deste tipo de aplicação está crescendo consideravelmente.

Este MSL identificou evidências de várias lacunas de pesquisa para ambas as áreas, tais como a criação de novas tecnologias: para as fases iniciais (Requisitos ou Design) diminuindo os custos e a quantidade de problemas de usabilidade encontrados nas avaliações realizadas nas fases finais do processo de desenvolvimento; que auxiliem os profissionais a projetar as aplicações visando a usabilidade; e que auxiliem a integrar as tecnologias de IHC, com foco na melhoria da usabilidade, dentro do processo de desenvolvimento de aplicações móveis. A partir dos resultados deste MSL é possível que tanto engenheiros de software quanto designers de IHC conheçam tecnologias que podem ser utilizadas no contexto industrial.

Além disso, este capítulo mostrou uma análise realizada entre as tecnologias encontradas que auxiliam os projetistas de IHC e engenheiros de software a projetar ou avaliar a usabilidade desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento. E, com base nestes resultados, percebeu-se que há poucas tecnologias que auxiliam a projetar visando a usabilidade das aplicações interativas. Por conta disso, realizou-se uma análise de características, entre estas tecnologias, a fim de caracterizar cada abordagem.

## **CAPÍTULO 4 – ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIAGRAMA DE ATIVIDADE E ANÁLISE HIERÁRQUICA DE TAREFAS: UMA ANÁLISE DA FACILIDADE DE MODELAGEM E COMPREENSÃO**

*Este capítulo apresenta o planejamento, execução e resultados de um estudo empírico comparativo realizado entre Diagrama de Atividade e Análise Hierárquica de Tarefas. Este estudo teve como objetivo analisar qual dos modelos é mais fácil de entender e modelar possíveis tarefas que podem ser realizadas pelos usuários em aplicações interativas.*

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Este capítulo apresenta um estudo empírico entre o Diagrama de Atividade (DA) e a representação diagramática da Análise Hierárquica de Tarefas (AHT). O primeiro diagrama foi selecionado por ser um dos artefatos utilizados pela indústria de software nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento e enfatizar as atividades que poderão ser realizadas na aplicação (Booch *et al.*, 2005). O modelo AHT foi selecionado, pois, conforme os resultados encontrados no Mapeamento Sistemático da Literatura, este foi um dos modelos mais citados entre as tecnologias que podem ser utilizadas na fase de projeto (Silva *et al.*, 2014b). Nestes modelos, o conceito de tarefa (AHT) e o conceito de atividade (DA) são semelhantes (Barbosa e Silva, 2010), pois estes conceitos, em cada representação, são utilizados como um meio para alcançar um objetivo. Além disso, ambos os diagramas podem ser apoiados por meio de descrições textuais (como descrições de cenários), provendo informações sobre as tarefas a serem realizadas (Bezerra, 2006; Paula, 2007).

Com base neste estudo, identificou-se qual diagrama foi considerado mais fácil de modelar as tarefas que um usuário pode realizar em uma aplicação interativa. Para isso, analisou-se a facilidade de modelagem e a compreensão destes dois diagramas através da percepção dos participantes durante a utilização dos mesmos. Adicionalmente, foram avaliados os problemas encontrados nos diagramas e nos cenários construídos pelos participantes.

#### **4.1.1 Análise Hierárquica de Tarefas**

Na literatura existem vários modelos de tarefas e entre os principais está o modelo de Análise Hierárquica de Tarefas (AHT). O AHT foi desenvolvido na década de 1960 por

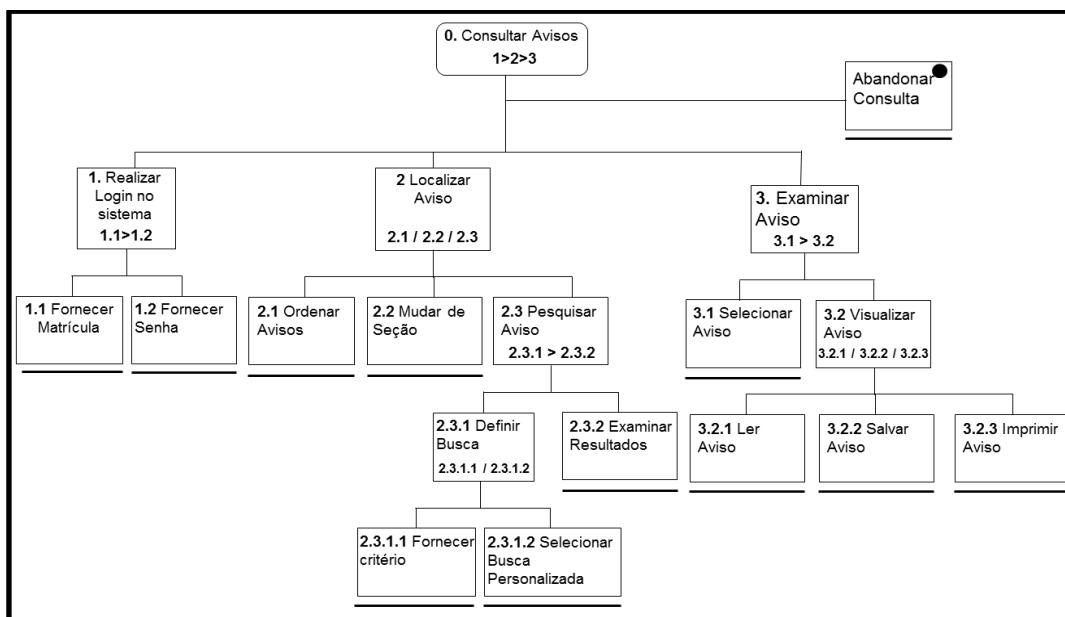
Annett e seus colaboradores (Annett, 2003), como um processo para decompor tarefas em subtarefas a qualquer nível desejado. O AHT é o modelo mais comumente utilizado entre os modelos de tarefas, pois ajuda a relacionar o que as pessoas fazem (ou se recomendam que façam) e por que fazem (Barbosa e Silva, 2010). O AHT possui várias representações, dentre elas: a representação de tarefas em tabelas e a representação de tarefas em diagrama (Barbosa e Silva, 2010). Para a realização do estudo, utilizou-se a segunda representação, pela visibilidade que este oferece aos projetistas quando estes realizam a modelagem da aplicação. No contexto do estudo, a representação diagramática do AHT será chamada de Diagrama Hierárquico.

O primeiro passo para a modelagem de um diagrama AHT consiste em extrair dos cenários os objetivos dos usuários. Isto deve ser realizado antes de se considerar qualquer ação, que pode ajudar tanto na realização da tarefa quanto para atingir o objetivo. Em seguida, o AHT envolve a divisão de tarefas em subtarefas e, em seguida, estas em outras subtarefas e assim por diante. Em geral, a decomposição destas tarefas termina quando já se tem informações necessárias para atingir o objetivo (Barbosa e Silva, 2010). Logo em seguida, utilizam-se os planos tanto para mostrar como as tarefas estão relacionadas, quanto para especificar a ordem em que as tarefas podem ser executadas em uma situação real (Ellwanger e Santos, 2013). A descrição dos principais elementos do AHT é apresentada na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1:** Principais Elementos de um AHT (Barbosa e Silva, 2010).

Elementos	Descrição
<b>Objetivo</b>	É um estado específico que se deseja alcançar.
<b>Tarefa/subtarefas</b>	São as atividades que devem ser executadas para se atingir o objetivo.
<b>Planos</b>	É a definição das subtarefas necessárias para se alcançar um objetivo maior, e a ordem em que esses subobjetivos devem ser alcançados.
<b>Operação</b>	São as circunstâncias nas quais o objetivo é ativado, pelas ações ou atividades que contribuem para atingi-lo e pelas condições que indicam o seu atingimento.

Para exemplificar, a Figura 4.1 apresenta um exemplo de um Diagrama Hierárquico. Este exemplo mostra a modelagem do objetivo “*Consultar Avisos*”. Para alcançar este objetivo, o usuário necessita realizar o *login* na aplicação informando a matrícula e senha, em seguida, o usuário pode realizar a busca pelo aviso de 3 (três) formas: ordenado os avisos, mudando de seção ou definindo critérios de busca. Após selecionar o aviso, o usuário pode ler o aviso e concluir a tarefa, salvar ou imprimir o aviso.



**Figura 4.1:** Diagrama Hierárquico para o objetivo “Consultar Avisos”.

#### 4.1.2 Diagrama de Atividades;

A linguagem UML (*Unified Modeling Language*) tem como objetivo apoiar os desenvolvedores a especificar, construir e documentar uma aplicação Booch *et al.* (2005). Esta linguagem possui um conjunto de diagramas que permite a representação do sistema em diversas perspectivas. Um destes diagramas é o Diagrama de atividades, que tem como objetivo modelar atividades e tarefas de um sistema em um único processo. Além disso, este diagrama ainda mostra como uma atividade está relacionada à outra (Bezerra, 2006). A descrição dos principais elementos de um diagrama de atividade é apresentada na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2:** Principais Elementos de um Diagrama de Atividade (Bezerra, 2006).

Elementos	Descrição
<b>Atividade Inicial</b>	O ponto inicial do fluxo de atividades.
<b>Atividade</b>	Representada por um retângulo com os cantos arredondados com o nome da atividade no seu interior.
<b>Transição</b>	Representa o fluxo de execução entre duas atividades.
<b>Decisão</b>	Representa o ponto onde uma decisão deve ser tomada. As várias alternativas são definidas por condições de guarda.
<b>Condição de guarda</b>	Representa uma expressão associada a uma transição que determina se aquele fluxo de execução pode ser seguido ou não. Deve estar entre colchetes.
<b>Ponto de merge</b>	Representa o local onde dois caminhos alternativos se juntam.
<b>Concorrência</b>	Representa algumas atividades que podem acontecer simultaneamente ou em paralelo.
<b>Atividade final</b>	Representa o fim do fluxo de execução.
<b>Swimlanes (raias de natação)</b>	Permite determinar as responsabilidades na execução de cada atividade

Um diagrama de atividade pode ser construído a partir de uma descrição textual (um cenário ou um caso de uso) ou pode ser utilizado para complementá-lo. Esta descrição poderá fornecer informações sobre o fluxo de atividades que será gerado (Paula, 2007). Para a construção de um diagrama de atividade, os projetistas devem verificar na descrição se há a necessidade de *swimlanes* no diagrama, ou seja, se existe ou não algum responsável por realizar a atividade. Se sim, o projetista deve determinar as *swimlanes* de acordo com cada responsável, para que assim fique mais fácil determinar quais as responsabilidades de cada um no diagrama. Após isto, o projetista cria as atividades, juntamente com os fluxos, conforme apresentado na descrição textual, até que o diagrama esteja finalizado e as atividades cheguem ao estado final.

Para exemplificar, a Figura 4.2 apresenta um exemplo de Diagrama de Atividade. Este exemplo mostra a modelagem da atividade “Comprar Produto” de um sistema. Esta atividade mostra desde quando o cliente solicita o produto no sistema, passando pela coleta do produto no estoque até a parte final, onde o cliente efetua o pagamento do produto.

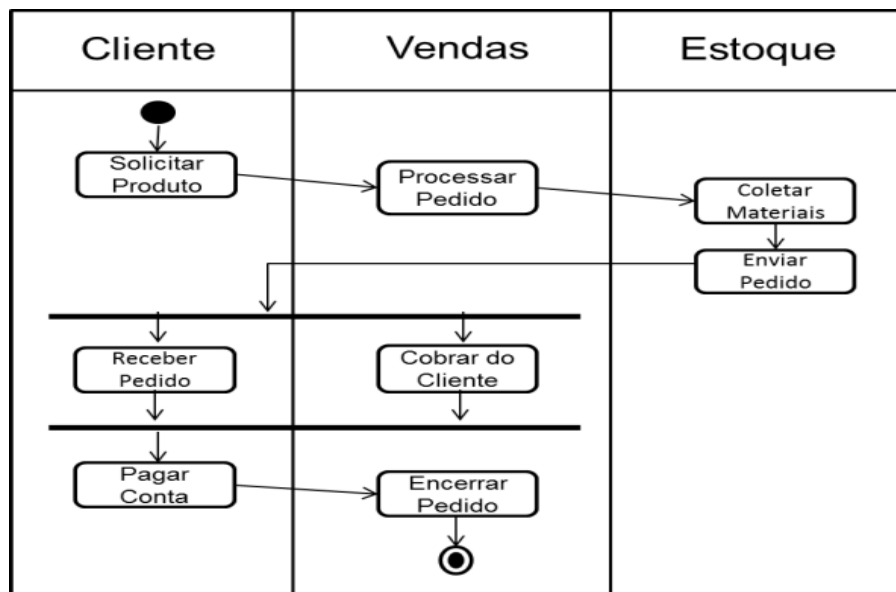


Figura 4.2: Diagrama de Atividade para a Atividade “Comprar Produto”.

## 4.2 ESTUDO EMPÍRICO

Este estudo teve o objetivo de verificar qual dos dois diagramas obtém melhores resultados em termos de: (a) facilidade de modelagem dos diagramas e (b) compreensão destes diagramas a partir de sua leitura. As atividades e os papéis que compõem o processo de realização deste estudo serão descritas nas subseções a seguir.



#### **4.2.1 Planejamento do Estudo Empírico**

Nesta fase, realizou-se a definição do escopo do estudo (quais modelos seriam utilizados), a preparação dos materiais que foram utilizados (elaboração dos cenários e dos diagramas), a seleção e treinamento dos participantes. Todas as atividades desta fase foram realizadas pelo moderador do estudo e foram revisadas por dois pesquisadores.

Os participantes deste estudo foram alunos voluntários da disciplina de Análise e Projeto de Sistemas (APS), do 6º período do Curso de graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Amazonas. Por estarem no 6º período, os participantes já tinham cursado disciplinas introdutórias de Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Software (ES). Ao todo, 13 participantes concordaram em participar do estudo. Todos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e preencheram um formulário de caracterização.

O formulário de caracterização tinha como objetivo identificar a experiência dos participantes com relação à: (a) experiência em design de IHC e (b) experiência em processo de desenvolvimento de software. Os dados de caracterização foram analisados e os participantes foram classificados como Nenhuma (N), Baixa (B), Média (M) ou Alta (A) experiência em design de IHC e processo de desenvolvimento.

Para classificar a experiência dos participantes no que diz respeito à Experiência em Design de IHC, foi considerado: (a) Nenhuma: se o participante não possuía nenhum conhecimento sobre design em IHC; (b) Baixa: se o participante possuía somente noções de Design em IHC adquirido através de leituras ou palestras; (c) Média: se o participante possuía experiência em projetos ou avaliações de IHC em sala de aula, e (d) Alta: se o participante possuía experiência em projetos ou avaliações de IHC na indústria.

Para classificar a experiência dos participantes com relação à Experiência em Desenvolvimento de Software na indústria, foi considerado: (a) Nenhuma: se o participante não possuía experiência em processo de desenvolvimento; (b) Baixa: se o participante possuía no máximo 1 ano de experiência em desenvolvimento; (c) Média: se o participante possuía entre 1 e 4 anos em experiência em processo de desenvolvimento, e (d) Alta: se o participante possuía mais de 4 anos de experiência em processo de desenvolvimento.

Para diminuir o viés de ter participantes mais experientes que outros trabalhando em favor de um dos modelos, buscou-se dividir os participantes em dois grupos que tivessem a mesma quantidade de participantes e com experiências equivalentes. No entanto, entre os participantes, somente um afirmou que possuía experiência em projetos ou avaliações de IHC

na indústria, enquanto os outros possuíam o mesmo nível de conhecimento (Médio). Com isso, designou-se este participante para o Grupo 2, uma vez que o Grupo 1 possuía um participante a mais. Os outros participantes foram designados de forma aleatória e balanceada, para cada grupo, de acordo com o nível de experiência de cada participante. O primeiro grupo foi composto por sete participantes e o segundo por seis participantes. Os participantes foram distribuídos de forma balanceada nos dois grupos. A Tabela 4.3 apresenta as duas equipes e a experiência dos seus membros.

**Tabela 4.3:** Tabela de Caracterização dos Participantes.

		Grupo 1							Grupo 2						
Classificação	Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	IHC	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A	M	M	M	M
	PD	N	N	N	N	N	B	M	N	N	M	N	N	N	N

**Legenda:**  
**Part.** – Participantes; **IHC** – Experiência em Design de IHC; **PD** – Experiência em Processo de Desenvolvimento; **N** - Nenhuma; **B** – Baixa; **M** – Média; **A** – Alta;

A Tabela 4.4 mostra o procedimento seguido no estudo. Os participantes utilizaram os mesmos materiais (cenários e diagramas), mas em uma ordem diferente. O procedimento do estudo foi executado nos seguintes passos: (a) treinamento; (b) 1ª Sessão, e (c) 2ª Sessão. Cada sessão visava analisar diferentes fatores. Na 1ª Sessão buscou-se analisar a percepção dos participantes em relação à modelagem dos dois diagramas. Já a 2ª Sessão, avaliou-se a capacidade de entendimento dos modelos a partir dos cenários que seriam criados.

**Tabela 4.4:** Procedimento do Estudo.

	Grupo 1		Grupo 2	
<b>Treinamento</b>	<b>Diagrama de Atividade e Diagrama Hierárquico</b>			
<b>1ª Sessão</b>	<b>Construção dos Diagramas</b>			
	Cenário para DH	Questionário Pós-Modelagem	Cenário para DA	Questionário Pós-Modelagem
	Cenário para DA	Questionário Pós-Modelagem	Cenário para DH	Questionário Pós-Modelagem
<b>2ª Sessão</b>	<b>Construção dos Cenários</b>			
	DH para cenário	Questões Relacionadas	DA para cenário	Questões Relacionadas
	DA para cenário	Questões Relacionadas	DH para cenário	Questões Relacionadas

No primeiro momento, foi realizado um treinamento sobre os Modelos de Tarefas que foram utilizados no estudo (Diagrama de Atividade e Diagrama Hierárquico). Na 1ª Sessão, chamada de Construção dos Diagramas, cada grupo recebeu um cenário e, a partir deste

cenário, os participantes realizaram a modelagem de cada diagrama (DH – Diagrama Hierárquico e DA – Diagrama de Atividade). Ou seja, nesta sessão um grupo recebeu o cenário para modelar o DA e o outro para o DH. No final da primeira modelagem, os cenários foram invertidos, e o grupo que recebeu o cenário para o DA recebia o cenário para o DH e quem recebeu o cenário para o DH recebia o cenário para o DA. O cenário utilizado para modelar o DH (Figura 4.3) tratava-se de uma reserva de quarto de hotel. Para atingir este objetivo, o usuário realizava desde o login na aplicação até a confirmação da reserva. Já o cenário para o DA (Figura 4.4) tratava-se de uma reserva de voo. Para atingir esse objetivo, o usuário realizava desde o envio de propostas de voos até o pagamento da reserva. Vale ressaltar que, após a modelagem de cada diagrama, os participantes respondiam um Questionário Pós-Modelagem que tinha como objetivo verificar a percepção dos participantes ao modelar os diagramas.

Maria está indo a um casamento em João Pessoa e precisa reservar um quarto de hotel. Ela acessa uma aplicação Web de reservas através do seu *login* para escolher o seu quarto. Em seguida, o sistema apresenta as opções de quartos disponíveis. Maria escolhe um quarto e o sistema solicita a confirmação dos seus dados pessoais, tais como nome, CPF, RG e e-mail. Após a validação e confirmação destes dados, o sistema solicita o endereço com o telefone pessoal de Maria e o Tipo de Cartão de Crédito, Número do Cartão de Crédito, Data de Validade, Código de Segurança. Após todos os dados fornecidos também serem validados e confirmados, o sistema envia um e-mail de confirmação da reserva do quarto para o e-mail de Maria.

**Figura 4.3:** Cenário utilizado para modelar o DH.

Numa agência de viagens o processo de reserva de um voo é realizado pelo funcionário, de acordo com as recomendações do cliente. O funcionário recebe o pedido de propostas de voo, com informação da cidade de partida, destino, e datas desejadas. O funcionário responde com um conjunto de possíveis voos e respectivos custos. O cliente escolhe um dos voos, ou indica que não quer nenhum deles. Se não quiser nenhum deles o processo termina. Se indicar um voo, o funcionário emite uma fatura para o cliente, enviando-a via e-mail e, ao mesmo tempo, faz um pedido de reserva dos bilhetes. Quando o cliente realizar o pagamento, via boleto, o funcionário emite o recibo e, ao mesmo tempo, faz o pedido de emissão dos bilhetes eletrônicos. Assim que a emissão é confirmada, é enviado novamente um e-mail para o cliente com o recibo e os bilhetes.

**Figura 4.4:** Cenário utilizado para modelar o DA.

Na 2ª Sessão, chamada de Construção dos cenários, realizou-se o processo inverso da sessão anterior. Ou seja, cada participante recebeu um diagrama já modelado e, a partir dele, descrevia o cenário representado no diagrama. Nesta Sessão, assim como na primeira, cada grupo recebia um diagrama diferente. Após descrever o cenário deste diagrama, os mesmos

eram invertidos. Ou seja, o grupo que recebeu o DA para construir o cenário recebia o DH e quem recebeu o DH recebia o DA. O DH (ver Figura 4.1 na Subseção 4.1.1) utilizado tratava da consulta de um aviso em um quadro de avisos e o DA (Figura 4.5) utilizado tratava da atualização de um cadastro em um sistema. Além disso, os participantes ainda respondiam questões referentes a cada diagrama. Estas questões foram utilizadas para verificar também se os participantes haviam compreendido a modelagem descrita em cada diagrama.

#### **4.2.2 Execução do Estudo Empírico**

Inicialmente, os participantes foram divididos em dois grupos que ficaram em um mesmo ambiente. Não houve a necessidade de colocar os grupos em locais diferentes, pois o ambiente em que os participantes realizaram o estudo era amplo. Além disso, as instruções do estudo eram entregues individualmente e não era permitida a comunicação entre os participantes. Cada participante recebeu os seguintes artefatos: cenários para construção dos diagramas (DA e DH), questionário pós-modelagem, diagramas (DA e DH) e questionários sobre os diagramas analisados.

Conforme explicado na subseção anterior, na 1ª Sessão cada participante recebia os cenários para construir os diagramas (enquanto o Grupo 1 modelava o DH, o Grupo 2 modelava o DA). Quando os mesmos finalizavam, recebiam um questionário de pós-modelagem. Após responder este questionário, os participantes recebiam outro cenário. Nesta parte, o Grupo 1 modelava o DA e o Grupo 2 modelava o DH. O cenário do DA era o mesmo que seria utilizando para os dois grupos, assim como o cenário para o DH.

Na segunda parte do estudo (2ª Sessão), os participantes construíam o cenário a partir de um diagrama e respondiam questões referentes a este diagrama. Os participantes do Grupo 1 construíam o cenário referente ao DH disponibilizado e respondiam questões e os do Grupo 2 faziam a mesma atividade referente ao DA. Ao finalizar esta parte, os participantes do Grupo 1 construíam os cenários referente ao DA e respondiam questões sobre o diagrama, enquanto os participantes do Grupo 2 faziam a mesma atividade referente ao DH.

Vale ressaltar que durante todo o processo de execução os participantes realizaram suas atividades individualmente e não receberam nenhum auxílio dos pesquisadores envolvidos.

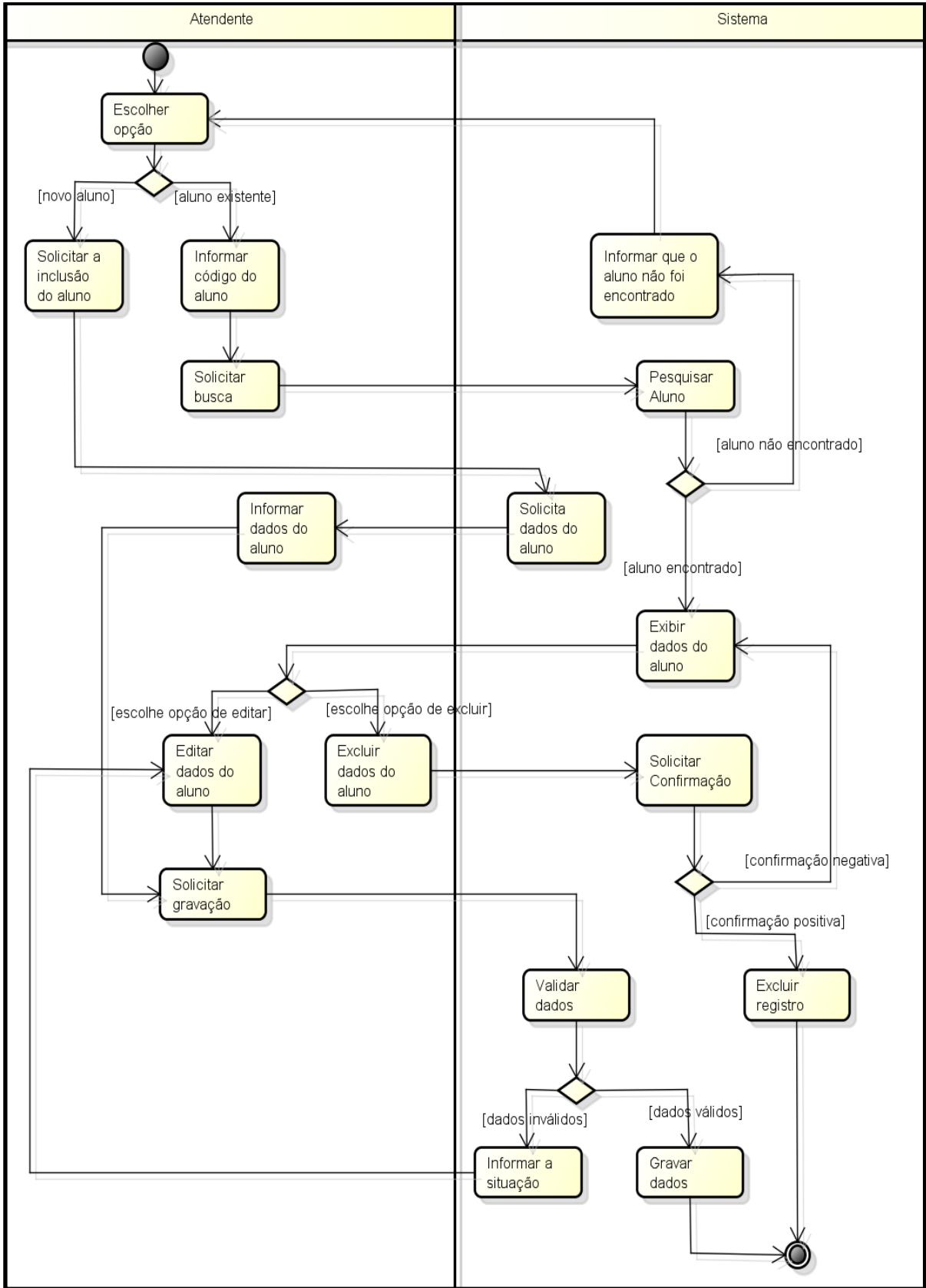


Figura 4.5: Diagrama utilizado para criar o cenário do DA.

### **4.2.3 Análise dos Resultados**

Por fim, foi realizada a atividade de Análise dos Resultados. Nesta atividade, os diagramas modelados e as respostas dos participantes foram analisados pelos pesquisadores. Para a realização deste processo, retirou-se a referência aos participantes e foi inserido um código para representá-los.

A verificação das respostas dos participantes ocorreu em três etapas. Na primeira etapa, um pesquisador realizou a verificação da modelagem dos diagramas que os participantes realizaram a partir dos cenários. Em seguida, realizou a verificação dos cenários criados a partir dos diagramas. Na segunda etapa, outro pesquisador revisou a verificação feita, e também, caso houvesse, identificava e apontava outros problemas nos diagramas e nos cenários. Nesta última etapa, estava presente um terceiro pesquisador especialista e os pesquisadores debatiam sobre as respostas dos participantes.

## **4.3 RESULTADOS OBTIDOS**

Nesta seção serão apresentados os resultados sobre os problemas encontrados na modelagem dos diagramas, a percepção dos participantes sobre os modelos de tarefas e os problemas encontrados na construção dos cenários.

### **4.3.1 Problemas encontrados na Modelagem dos Diagramas**

Os problemas foram detectados e divididos em dois grupos: (i) os de compreensão e entendimento; e, (ii) os de notação. Para uma melhor visualização destes problemas, estes foram organizados em categorias e subcategorias. As categorias referem-se aos problemas mais gerais. Por exemplo: DA01- “Identificação dos atores e dos fluxos das atividades”, onde o DA faz referência ao Diagrama de Atividade e 01 é o código da categoria do problema. As subcategorias mostram os problemas específicos. Além disso, foram contabilizados quantos problemas cada grupo (G1 e G2) obteve em cada subcategoria.

Os problemas de Compreensão e Entendimento referentes ao DA estão descritos na Tabela 4.5. Analisando esta tabela, pode-se perceber que os participantes tiveram dificuldade na Categoria DA02 (Atividades Paralelas do Diagrama), onde não souberam identificar as atividades paralelas e representar estas atividades no DA. Ou seja, os participantes não perceberam que nos cenários existiam atividades paralelas. E, quando percebiam, utilizavam uma forma errônea de representar. Eles relacionavam uma atividade com duas outras atividades, diferente do modo que este diagrama propõe para este tipo de situação.

**Tabela 4.5:** Problemas de Compreensão e Entendimento no DA.

Código	Problema	Nº erros	
		G1	G2
<b>DA01</b>	<b>Identificação dos atores e dos fluxos das atividades</b>		
DA01-1	Não indicação do fluxo do diagrama	4	-
DA01-2	O fluxo não seguia a ordem descrita no cenário	1	-
DA01-3	Não soube identificar quais os responsáveis que estavam presentes no diagrama	1	-
<b>DA02</b>	<b>Atividades Paralelas do Diagrama</b>		
DA02-1	Não soube identificar a atividade em paralelo	9	1
DA02-2	Não soube representar a atividade em paralelo	6	7
<b>DA03</b>	<b>Identificação das Atividades do Cenário</b>		
DA03-1	Não soube identificar as atividades que estavam explicitadas nos cenários	2	4
DA03-2	Inserção de atividades sem fluxo dentro do diagrama	-	3
DA03-3	Inserção de atividades que não estavam relacionadas ao cenário	-	1
<b>DA04</b>	<b>Ação de decisão do Diagrama</b>		
DA04-1	Não utilização da condição de decisão que estava explícita no cenário	-	1
DA04-2	Não soube identificar quais seriam as ações na decisão	-	1
<b>TOTAL</b>		<b>22</b>	<b>19</b>
<b>Legenda:</b>			
G1 – Grupo 1; G2 – Grupo 2; DA01, DA02, DA03 E DA04 – São as categorias dos problemas encontrados. As subcategorias possuem o número após o traço, como DA01-1.			

Conforme foi explicado anteriormente para o DA, no DH os problemas também foram organizados em Categorias e Subcategorias. As Categorias referem-se aos problemas mais gerais. Por exemplo: DH01 - “Tarefas dos Usuários”, onde o DH faz referência ao Diagrama Hierárquico e o 01 é o código da categoria do problema. Assim como no DA, no DH as subcategorias também mostram os problemas específicos. E, também foram contabilizados os números de problemas por grupo (G1 e G2) em cada Subcategoria.

Os problemas de Compreensão e Entendimento encontrados no DH estão descritos na Tabela 4.6. Analisando esta tabela, pode-se notar que uma grande quantidade de participantes teve dificuldade na Categoria DH01 (Tarefas do Cenário), mais especificamente na subcategoria DH01-1, que tratava sobre a identificação das tarefas que estavam presentes explicitamente no cenário utilizado. Ou seja, os participantes não modelavam as tarefas que estavam explícitas no cenário. Além disso, os participantes ainda tiveram dificuldade em organizar de forma hierárquica o diagrama (DH03-2), ou seja, não souberam organizar os objetivos e subobjetivos que estavam no cenário.

**Tabela 4.6:** Problemas de Compreensão e Entendimento no DH.

Código	Problema	Nº erros	
		G1	G2
<b>DH01</b>	<b>Tarefas do Cenário</b>		
DH01-1	Não soube identificar tarefas que estavam explícitas no cenário	13	12
DH01-2	Inserção de tarefas que não estavam relacionadas ao cenário	2	4
DH01-3	Agrupamento de subobjetivos que não correspondiam ao que estava descrito no cenário	2	-
DH01-4	Inserção de tarefas que não eram necessárias no diagrama	1	-
<b>DH02</b>	<b>Planos do Diagrama</b>		
DH02-1	Não inserção dos planos referentes aos subobjetivos do diagrama	1	-
DH02-2	Inserção de planos que não correspondiam com os subobjetivos/ operações apresentadas	2	-
DH02-3	Não soube definir os planos para os subobjetivos/operações	-	1
<b>DH03</b>	<b>Estruturação do Diagrama</b>		
DH03-1	Não soube estruturar o diagrama de forma hierárquica	3	1
DH03-2	Não soube organizar o diagrama de acordo com o objetivo/subobjetivos apresentado no cenário	3	4
DH03-3	Não soube definir quais eram os objetivos descritos no cenário	0	3
DH03-4	Não soube associar as tarefas relacionadas aos objetivos/subobjetivos	1	-
DH03-5	Confusão entre os conceitos de subobjetivos e operações	1	-
<b>TOTAL</b>		<b>28</b>	<b>25</b>
<b>Legenda:</b>			
G1 – Grupo 1; G2 – Grupo 2; DH01, DH02, DH03 – São as categorias dos problemas encontrados. As subcategorias possuem o número após o traço, como DH01-1.			

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4.5 e na Tabela 4.6

**Tabela 4.5**, é possível perceber que houve uma diferença na quantidade de problemas identificados pelos pesquisadores nos diagramas. Na modelagem realizada para o DA, no Grupo 1, os pesquisadores identificaram 22 problemas e no Grupo 2, 19 problemas. Já no DH foram detectados 28 problemas de modelagem no Grupo 1 e 25 no Grupo 2.

Comparando as tabelas de resultados, pôde-se observar que o Grupo 2 obteve menos problemas em relação à Compreensão e Entendimento do DA do que o Grupo 1. No entanto, em relação à Compreensão e Entendimento do DH, o Grupo 1 apresentou mais problemas que o Grupo 2. Somando os problemas encontrados nos dois grupos, no DA foram detectados 41 problemas, enquanto que no DH foram encontrados 53 problemas. Ou seja, com base nestes resultados, o DA apresentou menos problemas referentes à Compreensão e Entendimento. No entanto, estes resultados não permitem distinguir os problemas de interpretação dos cenários de problemas de representação em DH e DA. Foi criada então apenas uma categoria para estes problemas, chamada Problemas de Compreensão e Entendimento.



Além dos problemas de Compreensão e Entendimento, foram detectados problemas de Notação, os quais são descritos nas Tabela 4.7 e Tabela 4.8.

**Tabela 4.7:** Problemas de Notação encontrados no DA.

Código	Problema	Nº erros	
		G1	G2
<b>DA05</b>	<b>Notação de Início e Fim</b>		
DA05-1	Não soube representar o símbolo de início	3	2
DA05-2	Não soube representar o símbolo de fim	1	1
<b>DA06</b>	<b>Atividades paralelas</b>		
DA06-1	Fechamento da barra de atividades paralelas	5	-
DA06-2	Os símbolos de fluxo das atividades paralelas não estão apontando para a barra das atividades paralelas	2	-
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>2</b>

**Tabela 4.8:** Problemas de Notação Encontrados no DH.

Código	Problema	Nº erros	
		G1	G2
<b>DH04</b>	<b>NOTAÇÃO</b>		
DH04-1	Faltou colocar a barra no final de cada operação	3	2
DH04-2	O objetivo recebe a numeração 0	1	-
DH04-3	Esqueceu-se de colocar a numeração nas tarefas dos cenários	-	1
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>3</b>

Com base nas informações apresentadas nas Tabela 4.7 e Tabela 4.8, pode-se perceber que o DH, em relação à notação, foi mais fácil para os participantes do que o DA. Isto pode estar relacionado ao fato de que o DH possui menos elementos de notação que o DA, permitindo que os participantes memorizem ou aprendam de maneira rápida os elementos de sua notação.

#### 4.3.2 Percepção sobre a Modelagem de Tarefas

Para analisar a percepção dos participantes sobre a modelagem de tarefas, utilizaram-se os questionários pós-modelagem, através dos quais os participantes relatavam suas percepções em relação à utilização de cada diagrama. Os dados coletados a partir dos questionários foram representados em formato gráfico. Para esta representação gráfica, foi utilizada uma escala de seis pontos, tendo como base os questionários aplicados por Lanubile *et al.* (2003), que são: Concordo Totalmente, Concordo Amplamente, Concordo Parcialmente, Discordo Parcialmente, Discordo Amplamente e Discordo Totalmente.

Neste questionário, os participantes respondiam qual o seu grau de concordância em relação à: (1) facilidade em entender a lógica da modelagem; (2) facilidade em entender a notação utilizada; (3) facilidade em construir os diagramas; (4) utilidade dos diagramas para realizar uma modelagem de tarefas em outra aplicação; (5) utilidade dos diagramas para criar as tarefas dos usuários; (6) facilidade de lembrar como utilizar o diagrama para realizar uma modelagem de tarefas. Os fatores 1, 2 e 3 foram baseados no estudo realizado por Padovani e Smythe (2012), para analisar a percepção dos participantes sobre a construção dos diagramas. No entanto, havia a necessidade de entender também a percepção dos participantes sobre a utilização dos diagramas, por isso foram adicionados os fatores 4, 5 e 6 com este objetivo. O fator 4 visava saber se os participantes utilizariam um dos dois diagramas em outro processo de modelagem de tarefas, o fator 5 se os diagramas foram úteis para criar estas tarefas, e o fator 6 se são fáceis de lembrar no processo de construção da modelagem de tarefas.

#### **4.3.2.1 Percepção sobre a Modelagem de Tarefas**

O gráfico 1 da Figura 4.6 apresenta a percepção dos participantes sobre a Facilidade de Entendimento da Lógica da Modelagem dos diagramas. Pode-se destacar que houve somente um participante que discordou parcialmente desta questão, referindo-se ao DH. O participante afirmou que não soube como realizar algumas tarefas no DH e completou dizendo: *“não consegui representar as ações do sistema”*.

#### **4.3.2.2 Percepção sobre Facilidade de Entendimento da Notação**

Já o gráfico 2 da Figura 4.6 mostra a percepção dos participantes sobre a Facilidade de Entender a Notação utilizada nos diagramas. No DA, um participante discordou parcialmente e outro discordou totalmente desta questão. O participante 2 disse: *“esqueci a notação necessária para empregar na modelagem do diagrama”* e o participante 4 disse: *“algumas notações não sei usar até hoje no DA”*. Em relação ao DH um participante discordou parcialmente da questão e afirmou que *“deve-se atentar para o fato de que as atividades acima serão executadas por ultimo, mas são especificadas primeiro”*. O mesmo fazia referência aos objetivos, onde este deve ser especificado primeiro e em seguida decomposto com a finalidade de atingi-lo.

#### **4.3.2.3 Percepção sobre Facilidade de Construção dos Diagramas**

O gráfico 3 da Figura 4.6 apresenta a percepção dos participantes sobre a Facilidade de Construção dos diagramas. Um participante discordou parcialmente do DA nesta questão. O participante 4 afirmou que representar quem vai realizar cada atividade foi um pouco difícil

e o participante 8 complementou dizendo: “*fiquei na dúvida na construção das atividades paralelas*”. Nesta mesma questão no DH, dois participantes discordaram, um parcialmente e outro amplamente, respectivamente. O participante 10 comentou que “*depende da atividade e especificações*” a serem construídas. Já o participante 13 disse que “*o diagrama tende a ficar poluído*”, segundo ele isso se deve ao fato de que “*alguns passos podem ser esquecidos, o que polui o diagrama, por inserções posteriores*”.

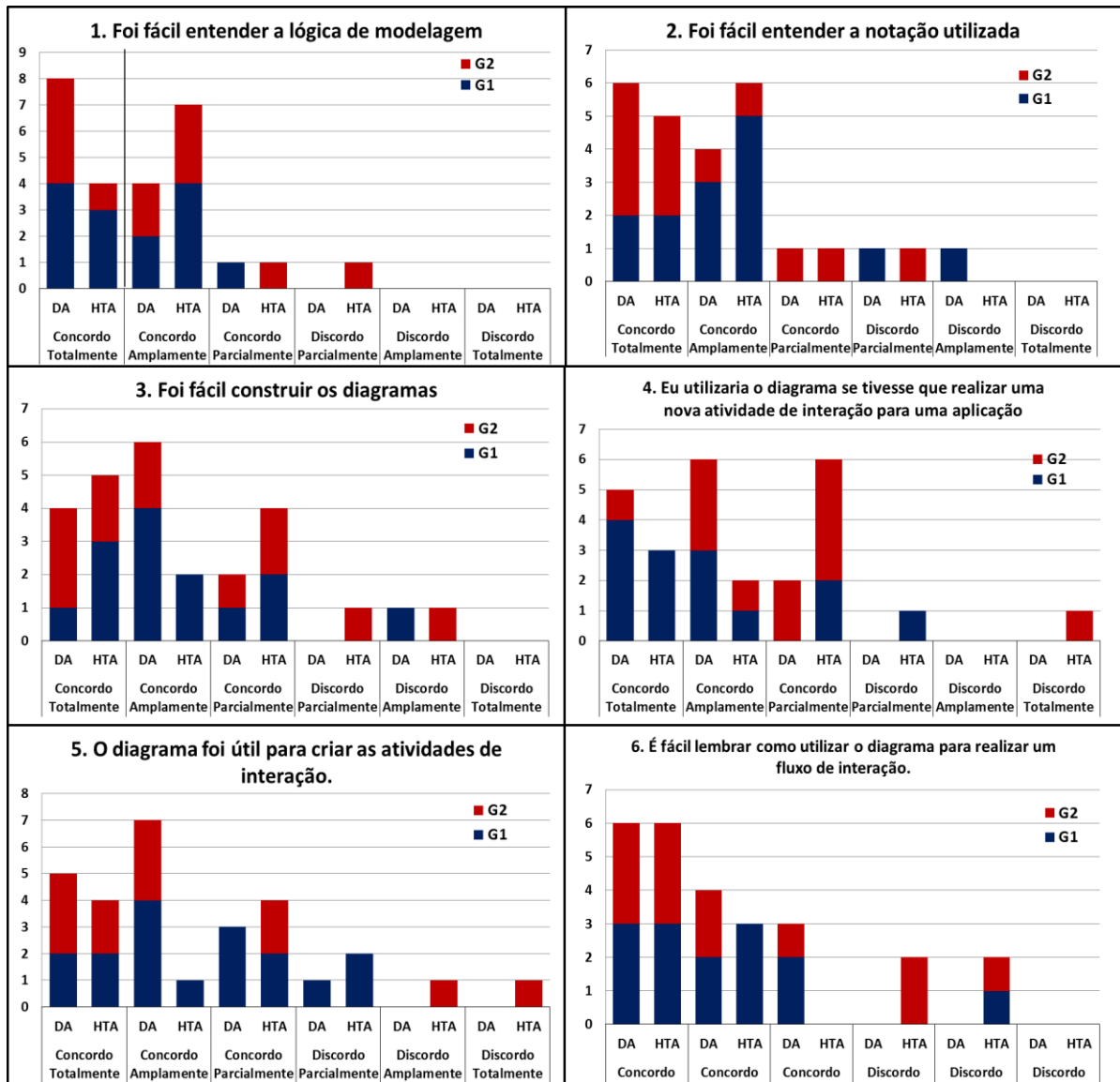


Figura 4.6: Percepção dos participantes sobre o uso dos diagramas.

#### 4.3.2.4 Percepção sobre Utilização dos Diagramas para Realizar uma Modelagem de Tarefas

O gráfico 4 da Figura 4.6 traz a percepção sobre a Utilização dos Diagramas para Realizar uma Modelagem de Tarefas para uma Aplicação. No que se referia ao DA, todos os

participantes concordaram com esta questão. No entanto, para o DH, um participante discordou parcialmente e outro totalmente sobre essa questão. O participante 4 argumentou que *“usaria o diagrama de atividades, pois tenho mais facilidade”*, para complementar o participante 13 disse: *“achei o diagrama complicado. Exige muita atenção e detalhes(...)”*. Este participante ainda completou dizendo *“(...) é difícil fazer um DH que não faz sentido, a meu ver, por ser praticamente uma descrição passo a passo do processo”*.

#### **4.3.2.5 Percepção sobre Utilidade para Criar as Tarefas**

O gráfico 5 da Figura 4.6 exibe a percepção sobre a Utilidade de Criação das Tarefas dos Usuários. Para o DA, todos os participantes concordaram com esta questão. Já no DH quatro participantes discordaram: dois parcialmente, um amplamente e um totalmente. O participante 9 afirmou que o diagrama *“complica muito mais do que ajuda”* e o participante 11 comentou: *“não foi muito útil para especificar a ação do sistema”*. Já o participante 5 disse *“o DH mostrou a ordem hierárquica das tarefas, mas caso houvesse muitas tarefas isso seria um problema”* e o participante 4 disse que *“as atividades já estavam bem descritas, eu só fiz representar melhor no diagrama”*.

#### **4.3.2.6 Percepção sobre Facilidade de Lembrar como Utilizar o Diagrama para realizar uma Modelagem de Tarefas**

Já o gráfico 6 da Figura 4.6 apresenta a percepção dos participantes sobre a Facilidade de Lembrar como Utilizar o Diagrama para Representar um Modelo de Tarefas. Para o DA todos os participantes concordaram com esta questão. No DH somente um participante discordou parcialmente. O participante 9 disse que *“(...) existem outros diagramas com abstrações mais simples”* e o participante 8, mesmo concordando com a questão afirmou que *“em certas partes (...) não soube muito como lidar (...) no DH”*.

#### **4.3.2.7 Percepção Geral sobre Modelos de Tarefas**

Apesar das percepções apresentadas anteriormente estarem mais relacionadas aos pontos negativos encontrados pelos participantes em cada diagrama, pode-se observar, de acordo com o gráfico da Figura 4.6, que os dois diagramas obtiveram grande aceitação pela maioria dos participantes.

Sobre o DA, o participante 1 ressaltou que o mesmo *“mostra o passo a passo das atividades do sistema para realizar determinada ação”*. Já os participantes 3 e 13 dizem, respectivamente, que a modelagem do DA *“flui de forma natural”*, pois *“ele tem uma estrutura quase sempre sequencial, o que facilita seu entendimento”*. Além disso, os

participantes 6 e 9, respectivamente, complementaram dizendo que *“ele (o DA) diferencia bem os papéis de cada personagem e atividade de cada um no processo”* e *“é fácil de ser analisado até mesmo para quem não tem muita experiência”*.

Já no DH, o participante 1 disse que utilizando este diagrama *“fica mais fácil de visualizar como eu iria realizar as atividades dentro da minha aplicação”*. O participante 4 ainda complementa dizendo que o DH é *“simples de se entender, pois segue uma característica lógica dos fatos (...) e a facilidade foi concedida através da numeração”*. Além disso, o participante 5 ressaltou que pelo fato de o DH não possuir *“uma variedade tão grande de símbolos, tornando o seu entendimento mais fácil”*. O participante 10 diz que quando *“se entende o conceito de hierarquia, a lógica da construção do diagrama é absorvida naturalmente”*, e complementa dizendo que *“para um desenvolvedor, um DH se mostra útil pelo nível de detalhamento que o mesmo apresenta”*.

#### **4.3.3 Problemas Encontrados na Construção dos Cenários**

Na 2ª Sessão do estudo, para verificar se os participantes haviam entendido as tarefas dos usuários representadas nos diagramas, dois pontos foram analisados: (a) questões referentes aos diagramas, e (b) a elaboração de um cenário ao partir do diagrama. As questões apresentadas aos participantes estavam relacionadas aos elementos e as atividades/tarefas existentes no diagrama. As questões foram avaliadas por outros dois pesquisadores para que as mesmas possuíssem o mesmo grau de similaridade e dificuldade, visando não favorecer nenhum dos dois diagramas.

Conforme mostra a Tabela 4.9, os participantes obtiveram mais êxito respondendo questões referentes ao DA. Somente na Questão 1, um participante não obteve sucesso na resposta. No DH, os participantes obtiveram mais sucesso nas perguntas 1 e 4. Já nas questões 2 e 3, o nível de insucesso dos participantes foi mais alto. Com isso, apesar da grande aceitação deste diagrama no processo de modelagem em relação à notação, os participantes não conseguiram responder com sucesso as questões que se referiam ao DH.

A Tabela 4.10 apresenta o número de participantes que construíram o cenário de acordo com os diagramas disponibilizados. Quando comparamos os cenários construídos a partir do DA e do DH, pôde-se notar que não houve tanta diferença entre estes cenários, além do que, somente um participante a mais descreveu todas as atividades descritas no DH.

**Tabela 4.9:** Acertos e Erros dos Participantes sobre Questões Relacionadas aos Diagramas.

Grupos/ Questões	Resposta Correta		Resposta a mais		Resposta Incorreta		Não respondeu	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
<b>Respostas dos Participantes sobre o Diagrama de Atividade</b>								
Q1	6	6	-	-	1	-	-	-
Q2	7	6	-	-	-	-	-	-
Q3	7	6	-	-	-	-	-	-
Q4	7	6	-	-	-	-	-	-
<b>Respostas dos Participantes sobre o Diagrama Hierárquico</b>								
Q1	7	5	-	-	1	-	-	-
Q2	2	1	1	1	4	4	-	-
Q3	4	3	2	3	1	-	-	-
Q4	5	6	-	-	1	1	-	-

**Tabela 4.10:** Acertos e Erros dos Participantes sobre os Cenários Construídos com base nos Diagramas.

Grupos/ Questão	Não descreveu o cenário		Cenário Sucinto		Cenário com descrição de algumas atividades		Cenário com descrição de todas as atividades		Cenário com descrição de atividades que não fazem parte do diagrama	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
<b>Correção das Respostas dos Participantes sobre a Criação do Cenário para o Diagrama de Atividade</b>										
Q5	1	-	2	-	1	1	3	5	-	-
<b>Correção das Respostas dos Participantes sobre a Criação do Cenário para o Diagrama Hierárquico</b>										
Q5	1	-	2	-	-	1	4	5	-	-

Ainda é possível observar que um participante (P1) do Grupo 1 não descreveu o cenário para os dois diagramas. Três participantes (P2, P6 e P7), também do Grupo 1, descreveram de maneira bem resumida os cenários tanto para o DA quanto para o DH. Dois participantes (P5 e P9, sendo que o P5 pertence ao Grupo 1 e o P9 pertence ao Grupo 2) realizaram a descrição do cenário com algumas atividades presentes no diagrama. É importante frisar que nenhum participante adicionou tarefas que não estavam presentes no diagrama.

Apesar dos participantes afirmarem que o DH é fácil de representar as tarefas, pois não possui tantos elementos para lembrar, os mesmos não obtiveram tanto êxito na resposta das questões (Q2, Q3 e Q4) que abordavam sobre os elementos do DH. Mas, apesar de não

conhecer tão bem os elementos notacionais, grande parte dos participantes soube descrever um cenário com todas as atividades que estavam presentes nos diagramas. Ou seja, apesar da dificuldade de compreender os elementos de notação, os participantes conseguiram compreender, através do diagrama, as tarefas dos usuários na aplicação.

## **4.4 AMEAÇAS À VALIDADE**

Em todos os estudos empíricos, existem ameaças que podem afetar a validade dos resultados. Nesta Seção são apresentadas as ameaças relacionadas a este estudo que podem ser classificadas em quatro categorias: validade interna, validade externa, validade de conclusão e validade de constructo (Wöhlin *et al.*, 2000).

### **4.4.1 Validade Interna**

Neste estudo foram consideradas quatro principais ameaças que representam um risco de interpretação imprópria dos resultados: (1) efeitos de treinamento; (2) classificação de experiência; (3) fadiga dos participantes; (4) uso dos cenários. Em relação à primeira ameaça, poderá haver um efeito causado pelo treinamento, caso o treinamento em um dos diagramas tivesse qualidade inferior ao treinamento do outro. Este risco foi controlado preparando um treinamento sobre DH com o mesmo grau de detalhes que o do DA, incluindo desde atividades teóricas e práticas à resolução de exercícios. Em relação à classificação da experiência dos participantes, ela teve por base o número e tipo de experiências anteriores (Desenvolvimento de software e Design em IHC). Em relação à fadiga dos participantes, poderia haver influência nos resultados, devido ao fato deles terem realizado as duas sessões do estudo em um único dia. No entanto, esta ameaça foi controlada utilizando atividades que poderiam ser construídas em um curto período de tempo. Para o estudo foi empregado um total de duas horas. Em relação ao uso dos cenários, estes poderiam afetar o estudo caso os participantes não entendessem o cenário. Esta ameaça foi minimizada utilizando cenários escritos em linguagem natural, onde as tarefas deste cenário estavam explícitas, de forma similar a exercícios anteriores.

### **4.4.2 Validade Externa**

Três questões foram consideradas: (1) os participantes do estudo foram estudantes de graduação; (2) o estudo foi realizado em ambiente acadêmico; e, (3) validade dos modelos utilizados. Sobre a questão (1), poucos participantes possuíam experiência em aplicações na indústria, devido ao fato de serem estudantes de graduação. No entanto, os participantes já

tinham cursado disciplinas introdutórias, tais como Interação Humano Computador (IHC) e Introdução a Engenharia de Software (ES). Em relação à questão (2) os artefatos utilizados (diagramas e cenários de atividades e hierárquicos) foram baseados em uma aplicação real, o que pode ajudar a simular um ambiente real de desenvolvimento de software. Sobre a questão (3), não é possível afirmar que os modelos utilizados representem todos os tipos de cenários e diagramas. Esta é uma limitação dos resultados do estudo.

#### **4.4.3 Validade de Conclusão**

Neste estudo, o maior problema é o tamanho e a homogeneidade da amostra, por serem todos estudantes de uma mesma instituição. A quantidade de participantes não é ideal do ponto de vista estatístico. O tamanho reduzido de amostras é um problema conhecido em estudos de IHC e ES (Conte *et al.*, 2007; Valentim *et al.*, 2013). Assim, há limitação nos resultados, sendo estes considerados indícios e não conclusivos.

#### **4.4.4 Validade de Constructo**

Neste tipo de ameaça, considerou-se a definição dos indicadores: (i) facilidade em entender a lógica da modelagem; (ii) facilidade em entender a notação utilizada; (iii) facilidade em construir os diagramas; (iv) utilidade dos diagramas para realizar uma modelagem de tarefas em outra aplicação; (v) utilidade dos diagramas para criar as tarefas dos usuários; e, (vi) facilidade de lembrar como utilizar o diagrama para realizar uma modelagem de tarefas. Os três primeiros indicadores foram utilizados em Padovani e Smythe (2012) para comparar outros tipos de diagramas. No entanto, os três últimos foram definidos pelos pesquisadores deste artigo. O fato de não terem sido validados antes é uma limitação dos resultados deste estudo.

### **4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo apresentou um estudo empírico que teve como objetivo comparar o Diagrama de Atividade (DA) e a representação diagramática do AHT – Análise Hierárquica de Tarefas (Diagrama Hierárquico - DH). Estes são utilizados para representar as tarefas dos usuários em uma aplicação interativa. Para isso, buscou-se verificar: (a) a facilidade de modelagem dos diagramas; e (b) a compreensão destes diagramas.

Através da análise dos resultados do estudo, no que diz respeito aos problemas da modelagem dos diagramas, foram encontrados mais problemas utilizando o DH do que o DA. Isto pode ter sido ocasionado pelo fato dos participantes possuírem dificuldade de perceber e



lidar com um modelo que utiliza um conceito diferente (em hierarquia – DH) do que estão acostumados (em sequência – DA). Logo, isto dificultava a organização das tarefas no DH. Além dos problemas de compreensão, foram detectados problemas de notação, onde o DH apresentou uma taxa de erros menor do que o DA. Segundo os participantes, este diagrama apresenta muitos elementos de notação, o que pode tornar difícil a sua memorização.

Em relação à percepção dos participantes sobre os diagramas, estes afirmaram que preferem utilizar o DA ao DH para representar as tarefas dos usuários. Isto pode ter ocorrido pelo fato de o DA permitir visualizar e definir quem realiza cada tarefa dentro da aplicação. Além de permitir que cada tarefa seja visualizada de forma sequencial, pois permite entender melhor o fluxo das tarefas do DA. Apesar deste resultado, um participante teve dificuldade em identificar os responsáveis que realizavam cada tarefa. Além disso, os participantes ainda afirmaram que o DA apresenta muita notação, o que torna complicado de memorizar. E com relação ao DH, os participantes afirmaram que este permite um nível de detalhamento bem mais alto do que o DA, mostrando-se bastante útil no processo de construção de tarefas através das suas hierarquias. No entanto, no processo de modelagem, alguns participantes não sabiam em que parte do diagrama ficaria as subtarefas de determinada tarefa, conseqüentemente não sabendo organizar o diagrama de forma hierárquica.

Sobre às questões referentes à compreensão dos diagramas, pode-se observar que os participantes obtiveram mais êxito respondendo as questões sobre o DA do que sobre o DH. E, em relação à elaboração dos cenários, tanto do DH quanto do DA, a maioria dos participantes (12 dos 13) conseguiram descrever as atividades que estavam descritas nos diagramas. Ou seja, pode-se concluir que os mesmos conseguiram entender como ocorre o processo de representação de tarefas nestes diagramas.

Este estudo traz à tona uma discussão sobre a utilização de dois diagramas bastante utilizados na fase inicial do processo de desenvolvimento, mais precisamente no projeto das aplicações. Por ter sido utilizada uma amostra pequena, há a necessidade de uma replicação deste estudo com uma amostra maior e mais heterogênea. Isto faz parte dos trabalhos futuros desta pesquisa. Cabe ressaltar ainda, que a fim de aprofundar sobre a percepção dos participantes em relação aos modelos de tarefas, deverá ser realizada uma análise específica dos dados qualitativos que foram coletados por meio dos questionários pós-modelagem.

## CAPÍTULO 5 – PROPOSTA INICIAL DA TÉCNICA DE LEITURA UDRT-AD

*Este capítulo apresenta a técnica proposta para auxiliar os projetistas e engenheiros de software a projetar um artefato visando a usabilidade: a técnica Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams (UDRT-AD). Além disso, são apresentados também os resultados de um estudo piloto realizado com a técnica proposta.*

### 5.1 INTRODUÇÃO

Projetar os modelos utilizados nas fases iniciais do processo de desenvolvimento, principalmente das fases iniciais, é uma atividade ainda complexa. Thiry *et al.* (2010) afirmam que as dificuldades de projetar estes modelos, tanto por profissionais especialistas quanto não especialistas (das áreas de IHC ou ES), pode estar relacionado ao fato de que as iniciativas de ensino destes modelos possuem um enfoque muito teórico. Isto pode causar dificuldades de entendimento e a compreensão destes modelos por parte dos profissionais.

Além da dificuldade de projetar, há a complexidade de integrar a usabilidade no processo de construção destes modelos. A usabilidade raramente é considerada como um elemento indispensável que deve ser utilizado neste processo de construção, visando a melhoria da qualidade da aplicação final (Benitti e Sommariva, 2012). Então, quando é necessário desenvolver uma aplicação com boa usabilidade, os profissionais (tanto de IHC quanto ES) irão necessitar de mais tempo, durante o processo de desenvolvimento, para aprender a construir estes modelos e conhecer quais as práticas de usabilidade que podem ser adotadas durante projeto de aplicações interativas.

Portanto, considerando a importância de construir os artefatos já visando a usabilidade das aplicações, um dos objetivos deste trabalho foi propor uma técnica que auxiliasse nesse processo de construção, realizado pelos projetistas e engenheiros de software. A técnica proposta chama-se UDRT-AD (*Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams*). Esta técnica foi elaborada utilizando as abordagens utilizadas nas áreas de Interação Humano-Computador (Usabilidade) e Engenharia de Software (Diagramas de Atividades). Para definir essa técnica, consideraram-se três premissas básicas: (1) utilizar como base pontos positivos de propostas já existentes; (2) utilizar procedimentos de técnicas de leitura, pois estes guiam os projetistas a construir os artefatos (Basili *et al.*, 1996); e (3) utilizar estudos empíricos que

possam não apenas avaliar, mas ajudar a definir melhor a técnica de forma que seja realmente útil e fácil de usar.

O presente capítulo apresenta a técnica proposta com o objetivo de auxiliar o processo de construção de Diagramas de Atividades visando a usabilidade da aplicação. Além disso, este capítulo ainda apresenta os resultados de um estudo piloto realizado. Este estudo piloto teve como objetivo de analisar a viabilidade de aplicação da técnica e encontrar possíveis melhorias que possam permitir a evolução da mesma.

O restante deste capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 5.3 apresenta a técnica UDRT-AD; a Seção 5.4 apresenta o descreve o estudo piloto realizado e os resultados encontrados; e a Seção 5.5 apresenta as considerações finais deste capítulo.

## **5.2 PROPOSTA DA TÉCNICA UDRT-AD**

Apesar de haver vários métodos que auxiliam os projetistas nas fases finais do processo de desenvolvimento, isto pode acarretar custos para reparar falhas encontradas somente nestas fases (Valentim *et al.*, 2013). Quanto mais cedo forem inseridos princípios de usabilidade (facilidade de uso, eficiência, entre outros) no desenvolvimento da aplicação, menor será o esforço com retrabalho para corrigir problemas de interação, e, conseqüentemente, menor será o custo dos reparos na aplicação.

Com base nesse contexto, vários esforços têm sido empregados visando a melhoria de artefatos nas fases iniciais do processo de desenvolvimento, especificamente em Diagramas de Atividades da UML (*Unified Modeling Language*) (Valentim *et al.*, 2013) (De Mello, 2010) (Silva e Silveira, 2010). Os Diagramas de Atividades (DA) são um dos tipos de diagramas modelados pelas indústrias de software nas fases iniciais de desenvolvimento (Valentim *et al.*, 2013) e buscam enfatizar as atividades que poderão ser realizadas na aplicação (Booch *et al.*, 2005). Além disso, este diagrama é comumente utilizado para especificar as atividades de um caso de uso (Silva, 2011; Paydar e Kahani, 2014) e como complemento para outros modelos (diagramas de sequência, diagrama de classes e mockups) utilizados no processo de desenvolvimento (Silva, 2011). Em comparação com outros modelos que podem ser utilizados nas fases iniciais, por exemplo, diagramas de sequências e de estados, os diagramas de atividades se apresentam como uma notação mais clara para a representação de paralelismos, elementos de lógica condicional e sincronização de atividades (Armour, 2000).

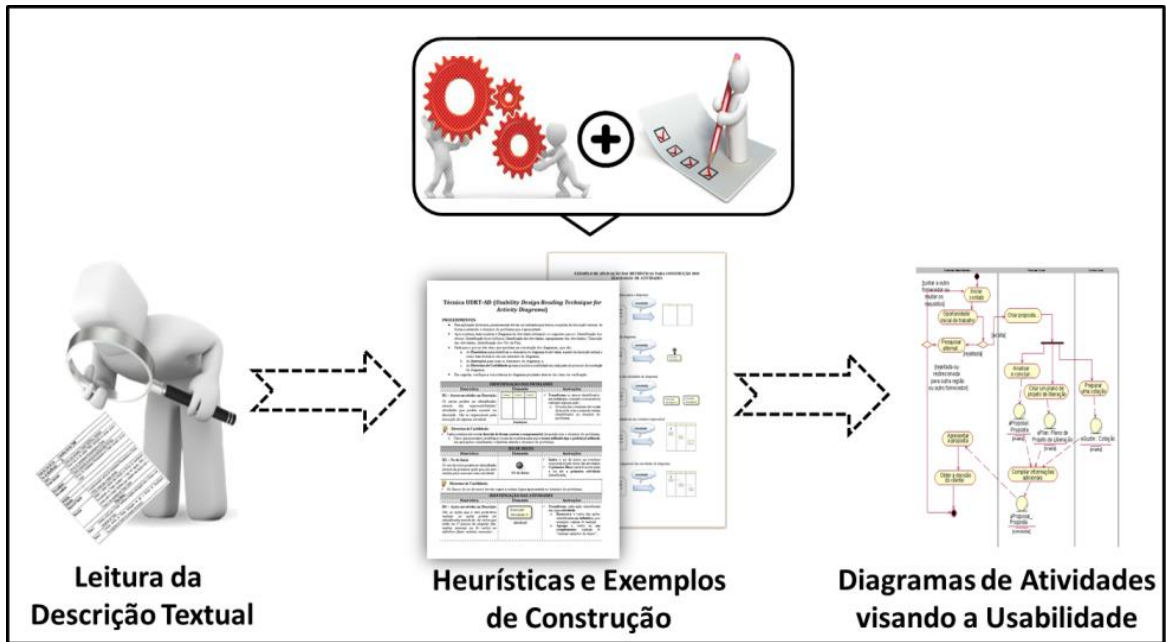
Além disso, os DAs são uma opção de notação para representação de workflows em geral. Desta forma, o DA permite capturar a dinâmica de uma aplicação, sem estar limitado apenas à descrição do comportamento de uma determinada funcionalidade (Mello *et al.*, 2010). Projetar este diagrama, já pensando na usabilidade da aplicação final, pode apoiar tanto a corretude e a conformidade em relação à descrição textual (descrições de casos de uso e cenários), quanto o aumento da qualidade da aplicação projetada neste diagrama.

Com base nestas indicações, propôs-se uma técnica que auxilia os projetistas de IHC e os engenheiros de software a projetar a usabilidade de aplicações interativas através de diagramas de atividades. Esta técnica deve permitir que os profissionais (tanto de IHC quanto ES) com alto ou baixo nível de experiência sejam guiados de forma proativa a construir este tipo de modelo já visando a melhoria da usabilidade de aplicações interativas.

### **5.3 PROPOSTA INICIAL DA UDRT-AD**

A técnica UDRT-AD (*Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams*) consiste em uma técnica de leitura para projetar Diagramas de Atividades visando à usabilidade durante o projeto de aplicações interativas. Uma técnica de leitura é um tipo específico de técnica que contém uma série de passos que auxiliam no entendimento necessário para a execução de uma determinada tarefa (Basili *et al.*, 1996). Desta forma, a técnica proposta foi separada por heurísticas que auxiliam na construção dos diagramas de atividades, extraindo os elementos para este diagrama a partir de uma descrição textual e apoiando uma melhor usabilidade na aplicação projetada. A UDRT-AD tem como objetivos: (a) auxiliar os projetistas das aplicações a identificar os elementos do diagrama na descrição textual, (b) construir o diagrama já apoiando uma melhor usabilidade na aplicação e (c) verificar a consistência do diagrama modelado.

Ao utilizar a técnica, conforme mostra a Figura 5.1, o projetista deve primeiramente buscar compreender a descrição textual e entender o domínio do problema ao qual se deseja solucionar. Em seguida, o projetista irá utilizar um conjunto de heurísticas, que servem como passos, para extrair os elementos da descrição e construir o diagrama de atividade já visando a usabilidade da aplicação final. A técnica permite ainda ao projetista analisar tanto a consistência quanto a usabilidade do diagrama através de Itens de Verificação. Por fim, o projetista irá obter um apoio (diagrama de atividades) para desenvolver uma aplicação em que a usabilidade é planejada desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento.



**Figura 5.1:** Processo de aplicação das heurísticas da técnica de construção.

Na versão inicial, a técnica é composta por seis passos que auxiliam os projetistas na construção: Identificação dos Atores, Identificação do nó de Início, Identificação das Atividades, Agrupamento das Atividades, Transição das Atividades, Identificação dos Nós de Fim. Cada passo é composto de:

- a) uma Heurística de Construção que ajuda a identificar os elementos do diagrama na descrição textual;
- b) Instruções de como construir/inserir esses elementos no diagrama; e,
- c) uma Diretriz de Usabilidade que guia os projetistas, a partir do diagrama, na inclusão da usabilidade no diagrama.

Além disso, para auxiliar no uso da técnica, cada Heurística de Construção e Instrução de Construção possui um exemplo de aplicação, mostrando como extrair o elemento do diagrama de atividade a partir da descrição textual. A descrição detalhada das heurísticas com os exemplos de construção desta versão inicial da técnica encontra-se disponível em Silva *et al.* (2014c). A Figura 5.2 apresenta um exemplo de uma heurística e de um exemplo de construção dos elementos.

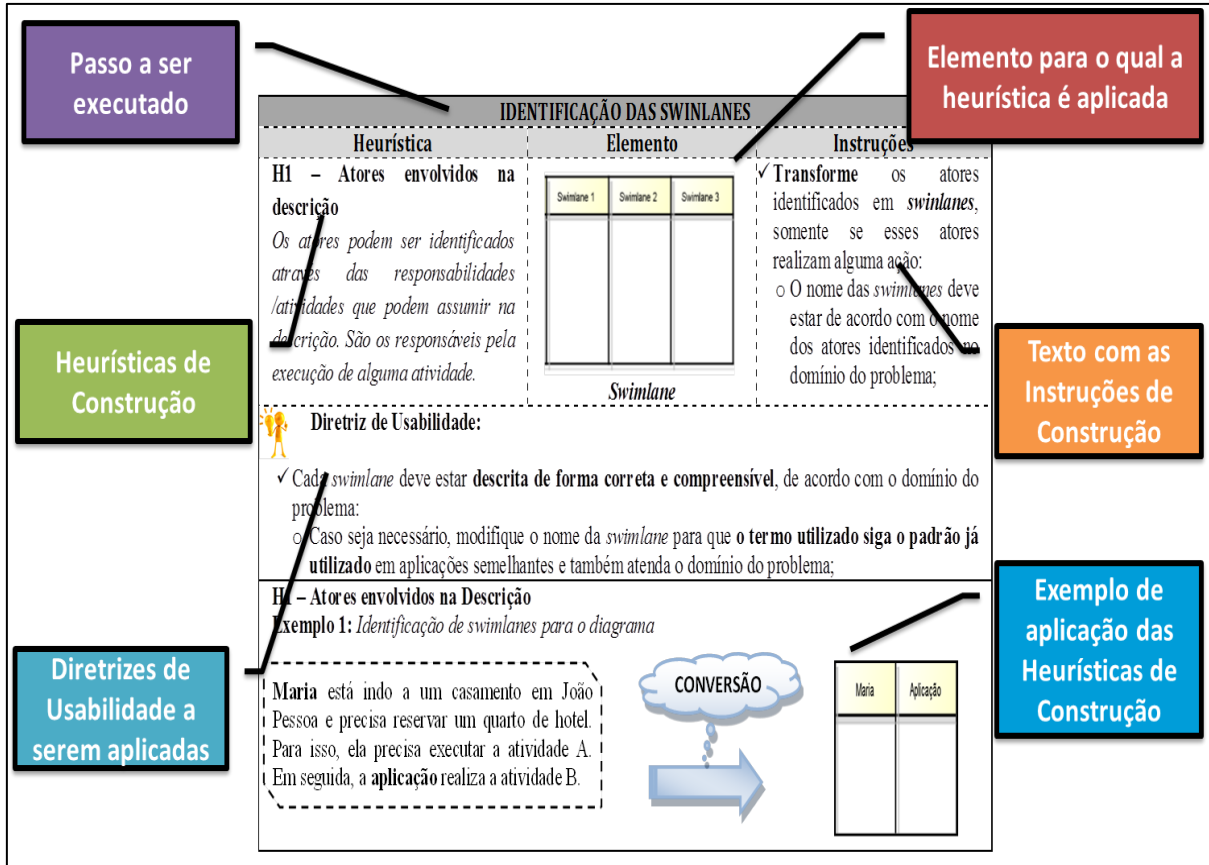




Figura 5.2: Exemplo de um dos elementos da técnica UDRT-AD.

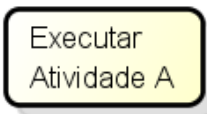
O texto completo da primeira versão da técnica UDRT-AD é apresentado na Tabela 5.1, descrita a seguir.


Tabela 5.1: Primeira versão da técnica UDRT-AD.

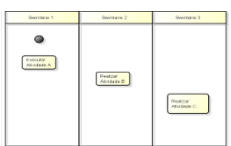
IDENTIFICAÇÃO DAS SWIMLANES								
Heurística	Elemento	Instruções						
<p><b>H1 – Atores envolvidos na Descrição</b></p> <p><i>Os atores podem ser identificados através das responsabilidades/ atividades que podem assumir na descrição. São os responsáveis pela execução de alguma atividade.</i></p>	<table border="1"> <tr> <td>Swimlane 1</td> <td>Swimlane 2</td> <td>Swimlane 3</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><i>Swimlane</i></p>	Swimlane 1	Swimlane 2	Swimlane 3				<p>✓ <b>Identifique os papéis</b> dos atores e os <b>transforme</b> em <b>swimlanes</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ O nome das <i>swimlanes</i> deve estar de acordo com o papel que cada ator irá realizar no sistema;</li> </ul>
Swimlane 1	Swimlane 2	Swimlane 3						
<p> <b>Diretrizes de Usabilidade:</b></p> <p>✓ Cada <i>swimlane</i> deve estar <b>descrita de forma correta e compreensível</b>, de acordo com o domínio do problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caso seja necessário, modifique o nome da <i>swimlane</i> para que <b>o termo utilizado siga o padrão já utilizado</b> em aplicações semelhantes e também atenda o domínio do problema;</li> </ul>								


NÓ DE INÍCIO		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H2 – Nó de Início</b></p> <p><i>Os nós de início podem ser identificados através da primeira ação que um ator realiza para executar uma atividade.</i></p>	 <p><b>Nó de Início</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Insira</b> o nó de início na <i>swimlane</i> responsável pelo início das atividades;</li> <li>✓ O <b>primeiro fluxo</b> sairá do nó de início e irá até a <b>primeira atividade</b> identificada;</li> </ul>


-  **Diretrizes de Usabilidade:**
- ✓ Os fluxos do nó de início devem seguir a ordem lógica apresentada no domínio do problema;


IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H3 – Ações envolvidas na Descrição</b></p> <p><i>São as ações que o ator pode/deve realizar. As ações podem ser identificadas através de: (a) verbos que estão na 3ª pessoa do singular (faz, realiza, executa) ou (b) verbos no infinitivo (fazer, realizar, executar);</i></p>	 <p><b>Atividade</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Transforme</b> cada ação identificada em uma <b>atividade</b>:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Reescreva</b> o verbo das ações identificadas <b>no infinitivo</b>, por exemplo: realiza → realizar;</li> <li>○ <b>Agrupe</b> o verbo ao <b>seu complemento</b>: realizar → “realizar cadastro do aluno”;</li> </ul> </li> </ul>


-  **Diretrizes de Usabilidade:**
- ✓ Cada atividade deve estar **compreensível** e **descrita corretamente**, de acordo com o domínio do problema;
  - ✓ Cada atividade deve ser de **fácil reconhecimento** de qual seu objetivo no diagrama;
  - ✓ O nome das atividades deve estar **de acordo com a descrição textual**.
    - Caso seja necessário, modifique-a para que o termo utilizado siga o padrão já utilizado em aplicações semelhantes e também atenda o domínio do problema;
    - O nome das atividades deve representar funcionalidades diferentes que vão ser realizadas na aplicação, ou seja, não devem existir atividades que possuem nomes diferentes, mas com a mesma funcionalidade;


AGRUPAMENTO DAS ATIVIDADES		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H4 – Alocação das atividades</b></p> <p><i>Cada atividade deve estar alocada a sua swimlane responsável que deve realizá-la no diagrama.</i></p>	 <p><b>Alocação de Atividades</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Insira</b> cada atividade se encontra em seu <i>swimlane</i> responsável.</li> <li>✓ <b>Verifique</b> se cada <i>swimlane</i> possui as suas respectivas atividades pelas quais são responsáveis.</li> </ul>

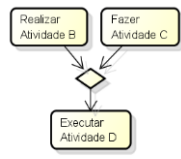
-  **Diretrizes de Usabilidade:**
- ✓ Caso exista alguma atividade em que seja necessário **inserir, alterar ou excluir** deve existir outra **atividade** que permita que o **usuário possa voltar ou cancelar a ação realizada**;
  - ✓ Caso, em alguma atividade, o usuário **estiver numa situação de erro**, deve ser criada **uma atividade que permita que ele consiga sair desta situação**;
  - ✓ Caso o usuário esteja **numa situação de erro** deve **haver atividades que ajudam o usuário a corrigir o erro**;
  - ✓ Caso, em alguma atividade, **exista uma tomada decisão**, deve **haver atividades perguntando para o usuário se o mesmo deseja realizar a ação**;


TRANSIÇÃO DAS ATIVIDADES		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H5 – Fluxo Sequencial</b></p> <p><i>São as atividades realizadas sem seqüência, ou seja, primeiro realiza uma atividade e, em seguida outra.</i></p>	 <p><b>Transição Sequencial</b></p>	<p>✓ <b>Direcione</b> uma seta simples da primeira atividade à segunda atividade;</p>

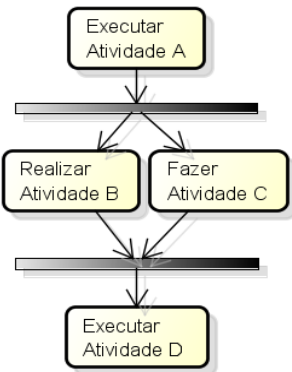
-  **Diretrizes de Usabilidade:**
- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;

Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H6 – Condições de Decisão</b></p> <p><i>São as atividades que permitem o ator escolher entre duas ou mais ações nas quais deseja realizar.</i></p>	 <p><b>Tomada de Decisão</b></p>	<p>✓ <b>Crie</b> uma condição e <b>direcione</b> uma seta simples da decisão as atividades que devem ser escolhidas;</p> <p>✓ <b>Crie</b> Condições de Guarda para cada atividade que resulta da condição de decisão;</p>

-  **Diretrizes de Usabilidade:**
- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;
  - ✓ Os termos utilizados devem ser de fácil compreensão e entendimento;
  - ✓ Os nomes das condições de guarda devem ser de fácil reconhecimento pelos usuários;

Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H7 – Ponto de Merge</b></p> <p><i>Identifique se há atividades nas quais, independente das outras atividades estarem sendo realizadas, em certo momento se agrupam e tem como saída somente uma atividade.</i></p>	 <p><b>Merge</b></p>	<p>✓ <b>Direcione</b> os fluxos que devem se encontrar para o ponto de merge;</p> <p>✓ <b>Direcione</b> o fluxo de saída do ponto de merge para outra atividade ou outro elemento do diagrama;</p>

-  **Diretrizes de Usabilidade:**
- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;

Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H8 – Atividades em Paralelo – Bifurcação e Sincronização</b></p> <p><i>Estas são as ações identificadas na descrição que podem acontecer paralelamente. Ou seja, quando duas ou mais atividades necessitem ser realizadas ao mesmo tempo.</i></p>	 <p><b>Bifurcação e Sincronização</b></p>	<p>✓ Na <b>Bifurcação insira</b> uma linha na horizontal para que esta englobe todas as atividades que devem ser executadas em paralelo;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Direcione um fluxo</b> sequencial da última atividade para esta linha horizontal desenhada;</li> </ul> <p>✓ Na <b>Sincronização insira</b> também uma linha na horizontal abaixo de todas as atividades que foram executadas em paralelo;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Direcione todos os fluxos</b> das atividades em paralelo para esta linha horizontal;</li> <li>○ <b>Direcione um fluxo</b> sequencial da sincronização para a próxima atividade;</li> </ul>

-  **Diretrizes de Usabilidade:**
- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;



NÓ DE FIM		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H9 – Nós de Fim.</b></p> <p>É identificado somente quando o ator realiza a última ação no fluxo das atividades.</p>	 <p><b>Nó de Fim</b></p>	<p>✓ <b>Insira</b> um nó de fim:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caso alguma atividade necessita ser finalizada antes do término do fluxo;</li> <li>○ Caso o fluxo chegou ao ponto final;</li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**

- ✓ Os fluxos do nó de início devem seguir a ordem lógica apresentada no domínio do problema;

Inspeção do Diagrama Projetado	
Descrição	Itens de Verificação
<p>Esta inspeção deve ser realizada no final da construção, de forma a verificar se o diagrama criado com esta técnica está de acordo com a descrição textual utilizada;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verifique se as atividades utilizadas no diagrama estão de acordo com as atividades que estão sendo informadas na descrição textual. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verifique se os nomes das <i>swimlanes</i>/atividades estão de acordo com a descrição e são de fácil reconhecimento e entendimento;</li> <li>○ Verifique se está faltando alguma atividade que está presente na descrição e não está presente no diagrama;</li> <li>○ Verifique se o diagrama apresenta atividades que estão fora do escopo da descrição;</li> </ul> </li> <li>2. Verifique se os fluxos das atividades do diagrama estão de acordo com as atividades do diagrama: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verifique se o fluxo das atividades foi modelado de acordo com o apresentado na descrição;</li> <li>○ Verifique se as decisões estão sendo utilizadas no local correto;</li> <li>○ Verifique se as condições de guarda estão inseridas de maneira correta;</li> <li>○ Verifique se as atividades paralelas estão sendo utilizadas de forma concorrente e não sequencialmente;</li> </ul> </li> </ol>

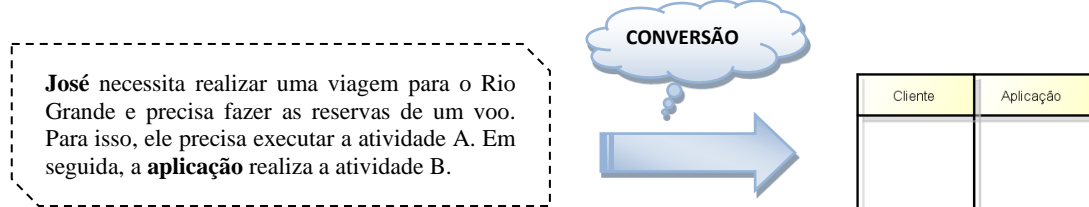
Os exemplos de construção estão apresentados na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2:** Exemplos de construção da técnica UDRT-AD.

**EXEMPLO DE APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS PARA CONSTRUÇÃO DOS DIAGRAMAS DE ATIVIDADES**

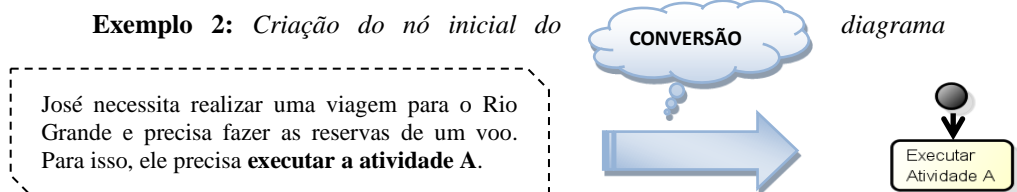
**H1 – Atores envolvidos na Descrição**

**Exemplo 1:** Identificação de swimlanes para o diagrama



**H2 – Nó de Início**

**Exemplo 2:** Criação do nó inicial do diagrama



## EXEMPLO DE APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS PARA CONSTRUÇÃO DOS DIAGRAMAS DE ATIVIDADES

### H3 – Ações envolvidas na Descrição

**Exemplo 3:** Identificação das ações das atividades do diagrama.

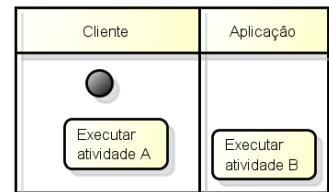
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, a aplicação **realiza a atividade B**.



### H4 – Alocação das atividades

**Exemplo 4:** Alocação de cada atividade em seu swimlane responsável.

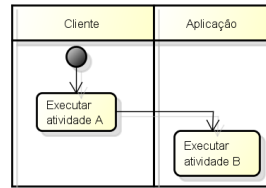
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, a aplicação **realiza a atividade B**.



### H5 – Fluxo Sequencial

**Exemplo 5:** Identificação do fluxo sequencial das atividades do diagrama

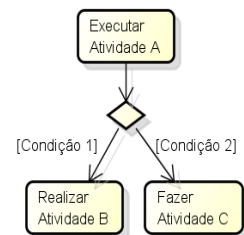
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, a aplicação **realiza a atividade B**.



### H6 – Condições de Decisão

**Exemplo 6:** Exemplo de uma condição do diagrama

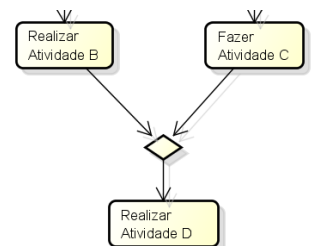
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, José escolhe entre **realizar a atividade B** ou **faz a atividade C**.



### H7 – Ponto de Merge

**Exemplo 7:** Exemplo de um ponto de Merge no diagrama

José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, José escolhe entre **realizar a atividade B** ou **fazer a atividade C**. No entanto, independente do caminho que José seguir, ele sempre **realiza a Atividade D**.

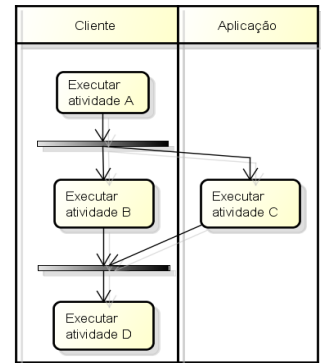


**EXEMPLO DE APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS PARA CONSTRUÇÃO DOS DIAGRAMAS DE ATIVIDADES**

**H8 – Atividades em Paralelo – Bifurcação e Sincronização**

**Exemplo 8:** *Exemplo de atividades paralelas.*

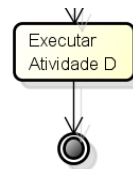
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Enquanto José **realiza a atividade B**, a **atividade C é executada pela aplicação**. Após realizar estas duas atividades, José deve executar a **Atividade D**.



**H9 – Nós de Fim.**

**Exemplo 9:** *Exemplo de criação do nó final.*

José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Enquanto José **realiza a atividade B**, a **atividade C é executada pela aplicação**. Após realizar estas duas atividades, José deve executar a **Atividade D** para finalizar a atividade de realizar reserva.



A versão completa inicial da técnica UDRT-AD também está descrita no APÊNDICE D e no APÊNDICE E. O propósito desta técnica é que seja facilmente adotável pela indústria de desenvolvimento de software. Uma de suas características é que não necessita de apoio ferramental específico.

**5.4 ESTUDO PILOTO**

Um estudo piloto foi realizado para avaliar a viabilidade de aplicação da técnica e verificar possíveis melhorias. A aplicação da técnica tem como premissa que exista uma descrição textual (cenário ou caso de uso) e que somente uma atividade deve ser modelada por vez a partir desta descrição. Para isso, uma Analista de Sistemas com 8 anos de experiência na indústria foi selecionada para participar deste estudo piloto. Apesar de ter vários anos de prática com a área de ES, a analista não possuía nenhum conhecimento prévio em usabilidade. Sendo assim, foi solicitado que a analista modelasse um Diagrama de Atividade, utilizando a técnica UDRT-AD, para o cenário “Reserva de um voo”, descrito na Figura 5.3. Para a realização do estudo piloto foi entregue a versão completa da UDRT-AD com os exemplos da aplicação das Heurísticas e o cenário a ser utilizado na modelagem.

Numa agência de viagens o **processo de reserva de um voo** é realizado pelo funcionário, de acordo com as recomendações do cliente. O funcionário recebe o pedido de propostas de voo, com informação da cidade de partida, destino, e datas desejadas. O funcionário responde com um conjunto de possíveis voos e respectivos custos. O cliente escolhe um dos voos, ou indica que não quer nenhum deles. Se não quiser nenhum deles o processo termina. Se indicar um voo, o funcionário emite uma fatura para o cliente, enviando-a via e-mail e, ao mesmo tempo, faz um pedido de reserva dos bilhetes. Quando o cliente realizar o pagamento, via boleto, o funcionário emite o recibo e, ao mesmo tempo, faz o pedido de emissão dos bilhetes eletrônicos. Assim que a emissão é confirmada, é enviado novamente um e-mail para o cliente com o recibo e os bilhetes.

**Figura 5.3:** Cenário utilizado para o Estudo Piloto.

#### 5.4.1 Análise dos Resultados Encontrados

Durante o processo de modelagem, observou-se que a participante não recorria às instruções de construção disponíveis na técnica, recorria somente aos exemplos, às diretrizes de usabilidade e aos itens de verificação. Quando questionada sobre o porquê de não utilizar as instruções de construção de cada elemento, a mesma afirmou que: “já sabia fazer o diagrama de atividade”. Com isso, percebeu-se que participantes mais experientes podem ignorar as instruções de construção em si, pois já sabem como modelar um DA. Contudo, a mesma enfatizou que as instruções de construção podem ser interessantes para profissionais novatos ou com baixa experiência em modelagem. Profissionais com pouca experiência se beneficiarão do direcionamento das instruções de construção. A participante ainda frisou que utilizando a UDRT-AD é possível que profissionais menos experientes possam realizar a modelagem do diagrama de forma a obter uma melhor usabilidade na aplicação final.

Após a modelagem, foi solicitado que a participante relatasse a sua experiência, como profissional da indústria, em ter utilizado a técnica. E a mesma relatou alguns pontos positivos e negativos importantes para a melhoria da técnica. Os pontos positivos foram:

- As diretrizes de usabilidade, em cada elemento, são muito importantes para o profissional, pois podem tanto auxiliar na construção do diagrama quanto no aprendizado destas diretrizes para projetos futuros;
- As heurísticas de construção são bastante úteis, pois estas direcionam os profissionais a identificar os elementos dos diagramas presentes na descrição textual;
- Um ponto bastante relevante são os exemplos, pois, segundo a participante, eles auxiliaram mais que as instruções de construção no entendimento da modelagem,

já que eles são mais visuais. Ou seja, os exemplos serviram também como instruções de construção dos elementos do diagrama;

- A inspeção que é realizada no final da modelagem do diagrama faz o participante analisar novamente todos os pontos do diagrama e verificar a conformidade do diagrama modelado depois de finalizado.

E os pontos negativos apontados foram:

- A técnica é extensa (cinco páginas, sendo que três descrevem o processo de construção do diagrama e duas mostram os exemplos de utilização das heurísticas);
- Ao utilizar a técnica, os profissionais podem demorar mais no processo de modelagem do que se realizarem a modelagem de modo tradicional. No entanto, para conseguir apoiar a usabilidade da aplicação, o projetista necessita empregar um pouco mais de tempo. O que deve ser analisado é o tempo da modelagem utilizando a UDRT-AD, para que este tempo não seja demasiadamente demorado;

O estudo piloto, utilizando a técnica UDRT-AD, mostrou que os projetistas podem utilizar a técnica na modelagem de diagramas de atividades. No entanto, a técnica necessita ser melhorada de forma que esta venha a ser utilizada com mais êxito pelos profissionais. Como exemplo, conforme já comentado anteriormente, pode-se citar o tamanho da técnica. Além disso, verificar se tempo do processo de modelagem utilizando a técnica é demorado, a ponto de fazer com os profissionais não a utilizem em seus projetos de software. Estes dois pontos podem ser cruciais para a aceitação ou não da técnica, uma vez que isto pode requerer um alto esforço cognitivo dos profissionais para utilizar a UDRT-AD.

## **5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo apresentou a proposta de técnica de leitura que apoia a integração entre as áreas de Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Software (ES). A técnica *Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams* (UDRT-AD) tem como foco principal apoiar os projetistas na construção de Diagramas de Atividades buscando melhorar a usabilidade da aplicação final. Por este motivo, essa técnica foi projetada para ser de fácil uso, de baixo custo e que possa ser utilizada tanto por projetistas com alto grau de experiência em IHC e/ou ES, quanto por projetistas com pouca experiência nestas áreas. Portanto, para verificar a viabilidade de aplicação da UDRT-AD e encontrar possíveis melhorias na técnica realizou-se um estudo piloto.

Com base na análise dos resultados encontrados neste piloto e das sugestões fornecidas pela participante, observou-se que a técnica pode ser utilizada para apoiar os projetistas na modelagem de diagramas de atividades. Os resultados apontaram que a técnica apresenta muitos pontos positivos, tais como: a utilidade das diretrizes de usabilidade e das heurísticas de construção, a facilidade de entendimento dos exemplos de aplicação e os itens de verificação no final que auxilia a avaliar a consistência do diagrama. No entanto, a técnica deve ser melhorada para que se torne efetivamente mais útil. Dentre as sugestões propostas estão: (a) reduzir a técnica, uma vez que a mesma está extensa devido ao fato de possuir seis passos e, em cada passo, há as heurísticas, as instruções, as diretrizes para usabilidade, o que pode causar fadiga nos projetistas; e (b) verificar se o tempo da modelagem utilizando a UDRT-AD, em comparação com a modelagem tradicional, não é tão discrepante a ponto de afetar o custo-benefício do desenvolvimento da aplicação.

## CAPÍTULO 6 – ESTUDO DE VIABILIDADE DA UDRT-AD

*Este capítulo apresenta um estudo realizado com o propósito de verificar se os resultados da técnica proposta são viáveis. Nesse estudo, foi feito um comparativo entre o desempenho da UDRT-AD e uma abordagem tradicional para elaboração de diagramas de atividades, em conjunto com uma técnica que avalia a usabilidade através de diagramas de atividades, a MIT 3. A análise dos resultados quantitativos desse estudo oferece informações sobre a eficácia, o tempo gasto na modelagem, a corretude e prevenção e problemas de usabilidade da UDRT-AD. Além disso, este capítulo apresenta a percepção dos participantes sobre a UDRT-AD através dos indicadores do modelo TAM, assim como dados relevantes sobre o que pode ser modificado para melhorar sua viabilidade.*

### 6.1 INTRODUÇÃO

No capítulo anterior, foi apresentada a técnica UDRT-AD. A técnica tem por objetivo auxiliar projetistas de IHC e engenheiros de software a projetar diagramas de atividades já visando melhorar a usabilidade das aplicações. Pfleeger (1999) afirma que nenhuma tecnologia pode avançar sem experimentação e medição. Shull *et al.* (2001) sugerem que estudos empíricos devem ser realizados e repetidos para provar a veracidade da pesquisa, deixando a outros pesquisadores o conhecimento usado na execução de um experimento e possibilitando um melhor entendimento e análise do estudo realizado.

Neste capítulo será apresentado o estudo de viabilidade que foi executado com o propósito de verificar a viabilidade da técnica que está sendo proposta (UDRT-AD), conforme proposto pela metodologia deste trabalho (Capítulo 1, Subseção 1.4). Este estudo mediu os indicadores de eficácia, tempo de modelagem, corretude e prevenção de problemas de usabilidade e os comparou com os de uma abordagem convencional para modelagem de Diagramas de Atividades em conjunto com uma técnica de inspeção de usabilidade (MIT 3). Além disso, os participantes responderam a um questionário com o objetivo de obter dados qualitativos. Estes resultados qualitativos, em conjunto com os resultados quantitativos, proporcionaram informações relevantes para a identificação de oportunidades de melhoria na técnica UDRT-AD.

Este capítulo está organizado da seguinte maneira: na Seção 6.2 é descrito como o estudo de viabilidade foi conduzido. A Seção 6.3 apresenta a análise dos resultados quantitativos encontrados no estudo, além de apresentarem a percepção dos participantes sobre a técnica UDRT-AD. A Seção 6.4 apresenta as ameaças à validade deste estudo. E, por fim, a Seção 6.5 apresenta as considerações finais deste capítulo.

## **6.2 ESTUDO DE VIABILIDADE**

Segundo Shull *et al.* (2001), o primeiro estudo que se deve realizar para avaliar uma nova tecnologia é um estudo de viabilidade, que tem por objetivo verificar se esta nova tecnologia é viável e se o tempo empregado é bem utilizado. Com base nisso, realizou-se um estudo comparativo entre a UDRT-AD e a abordagem tradicional para elaboração de Diagramas de Atividades em conjunto com uma técnica de inspeção que avalia a usabilidade através dos diagramas de atividades. No contexto deste capítulo, a abordagem tradicional em conjunto com a técnica de inspeção não deve ser interpretada como uma generalização do estado da prática em engenharia de software, mas apenas uma forma para designar uma prática pré-estabelecida para o contexto deste estudo. A prática pré-estabelecida para os participantes deste estudo foi: primeiramente, realizar a modelagem dos diagramas de atividades e, em seguida, com o auxílio de uma técnica de inspeção, verificar a usabilidade da aplicação, através do diagrama projetado. A técnica de inspeção utilizada em conjunto com a Abordagem Tradicional foi *Model Inspection Technique for Usability Evaluation* (MIT 3), uma vez que esta foi utilizada como base para a definição da UDRT-AD. No contexto deste capítulo a abordagem tradicional em conjunto com a técnica de inspeção MIT 3 será chamada de AT & MIT3.

O estudo de viabilidade foi dividido em três etapas: (a) planejamento, (b) execução e (c) análise dos resultados obtidos. Nas próximas subseções será apresentado em mais detalhes como foi realizada cada etapa do estudo.

### **6.2.1 Planejamento do Estudo**

Nesta etapa, realizou-se a definição do escopo do estudo (preparação das técnicas), a preparação dos materiais que foram utilizados (elaboração do cenário e questionários pós-modelagem), a seleção e treinamento dos participantes. Todas as atividades desta fase foram realizadas pelo moderador do estudo e revisadas por dois pesquisadores.

Os participantes deste estudo foram alunos voluntários da disciplina de Análise e Projeto de Sistemas (APS), do 5º período do curso de graduação em Sistema de Informação



da Universidade Federal do Amazonas. Ao todo, 16 participantes concordaram em participar do estudo. Todos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e preencheram um formulário de caracterização.

O formulário de caracterização tinha como objetivo identificar a experiência dos participantes com relação à: (a) experiência em Design de IHC e (b) experiência em processo de desenvolvimento de software como Analista / Projetista. Os dados de caracterização foram analisados e os participantes foram classificados como Nenhuma (N), Baixa (B), Média (M) ou Alta (A) experiência em Design de IHC ou processo de desenvolvimento de software como Analista/Projetista.

Para classificar a experiência dos participantes no que diz respeito à Experiência em Design de IHC, foi considerado: (a) Alta experiência o que participou de mais de 5 projetos/avaliações de IHC na indústria; (b) Média experiência o que participou de 1 a 4 projetos/avaliações de IHC na indústria; (c) Baixa experiência o que participou de pelo menos um projeto/avaliação de IHC em sala de aula; (d) Nenhuma experiência aquele que não possui nenhum conhecimento prévio sobre HCI ou que possui algumas noções de HCI adquiridas através de leituras/palestras, mas sem experiência prática.

Para classificar a experiência dos participantes com relação à Experiência em Processo de Desenvolvimento de Software na indústria atuando como Designer de IHC/Engenheiro de Software, foi considerado: (a) Nenhuma: se o participante não possuía experiência em processo de desenvolvimento; (b) Baixa: se o participante possuía no máximo 1 ano de experiência em desenvolvimento; (c) Média: se o participante possuía entre 1 e 4 anos em experiência em processo de desenvolvimento, e (d) Alta: se o participante possuía mais de 4 anos de experiência em processo de desenvolvimento como Designer de IHC/Engenheiro de Software.

Para diminuir o viés de ter participantes mais experientes que outros trabalhando em favor de uma das técnicas, buscou-se dividir os participantes em dois grupos que tivessem a mesma quantidade de participantes e com experiências equivalentes. Com isso, os outros participantes foram designados para cada grupo de forma aleatória e balanceada, de acordo com o nível de experiência de cada participante. Portanto, cada grupo foi composto por oito participantes. A Tabela 6.1 apresenta as duas equipes e a experiência de cada um dos participantes.

Um treinamento sobre usabilidade foi realizado para todos os participantes do estudo. Além disso, para o grupo que usou a técnica UDRT-AD, foi realizado uma breve apresentação sobre como utilizar a técnica para criar diagramas de atividades.

**Tabela 6.1:** Tabela de Caracterização dos Participantes

		Grupo 1 – UDRT-AD								Grupo 2 – AT & MIT 3								
Classificação	Part.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
		DIHC	B	B	M	N	N	N	N	N	N	N	B	B	M	B	N	N
		PDS	B	B	N	B	B	B	N	B	B	N	B	B	A	N	N	N
<b>Legenda:</b>																		
<b>Part.</b> – Participantes; <b>IHC</b> – Experiência em Design de IHC; <b>PDS</b> – Experiência em Processo de Desenvolvimento como Analista / Projetista; <b>N</b> - Nenhuma; <b>B</b> – Baixa; <b>M</b> – Média; <b>A</b> – Alta;																		

### 6.2.2 Execução do Estudo

Inicialmente nesta etapa, os participantes foram divididos em dois grupos que ficaram em ambientes separados. Em seguida, as instruções do estudo foram entregues individualmente e não era permitida a comunicação entre os participantes. Os participantes do grupo da UDRT-AD receberam os seguintes artefatos: a técnica UDRT-AD, um cenário para construção dos diagramas e um questionário pós-modelagem. Os participantes do grupo da AT & MIT3 receberam os seguintes artefatos: instrução para construção do Diagrama de Atividade, um cenário para construção dos diagramas, a técnica de inspeção (MIT 3), uma planilha para a anotação das discrepâncias encontradas nos diagramas modelados e um questionário pós-modelagem. Os participantes utilizaram os mesmos cenários para modelar os diagramas de atividades.

A Tabela 6.2 mostra o procedimento seguido no estudo. O procedimento do estudo foi executado nos seguintes passos: (a) treinamento; (b) 1ª Parte, e (c) 2ª Parte. Conforme explicado na subseção anterior, antes da realização do estudo foi realizado um treinamento sobre usabilidade. Este treinamento visava explicar sobre os conceitos de usabilidade, exemplos de problemas de usabilidade, e como aplicar um método de inspeção, no caso, fora explicado o método de Avaliação Heurística (Nielsen, 1994).

**Tabela 6.2:** Procedimento do Estudo

	Grupo 1 – UDRT-AD	Grupo 2 – AT & MIT 3
	Treinamento sobre Usabilidade	
1ª Parte	Projetar o diagrama utilizando a UDRT-AD visando a usabilidade	Projetar o Diagrama de atividade utilizando a Abordagem Tradicional
2ª parte	Questionário Pós-Modelagem	Inspeção de Usabilidade
		Questionário Pós-Modelagem

Na 1ª Parte, cada grupo recebeu um cenário e, a partir deste cenário, os mesmos realizaram a modelagem do diagrama de atividade. Além disso, os participantes do Grupo 1 receberam a técnica UDR-AD para auxiliar a modelar um diagrama de atividades visando a melhoria da usabilidade da aplicação. Os participantes do Grupo 2 receberam um documento que continha instruções, baseadas na literatura (Bezerra, 2006; Booch, 2005), onde os participantes poderiam consultar caso surgisse algumas dúvidas nos passos de construção do diagrama de atividades. O cenário utilizado para modelar o DH tratava-se de uma reserva de um quarto de hotel (descrito na Figura 6.1). Neste cenário, o usuário da aplicação realizava desde o *login* na aplicação até a confirmação da reserva.

Maria está indo a um casamento em João Pessoa e precisa realizar o pagamento de uma reserva um quarto de hotel. Ela acessa uma aplicação Web de reservas através do seu *login* (usuário e senha) para escolher o seu quarto. Após inserir o seu login, a aplicação analisa os dados do *login* de Maria e caso os dados estejam corretos, é apresentada uma tela com as opções de quartos disponíveis. Nesta tela, Maria escolhe um quarto e a aplicação solicita a confirmação dos seus dados pessoais, como nome, CPF, RG e e-mail. Após Maria informar e enviar estes dados, a aplicação verifica se os dados informados estão corretos. Caso algum dado esteja errado, a aplicação informa que os dados informados estão incorretos e solicita novamente os dados pessoais. Caso os dados estejam corretos a aplicação abre uma tela de compra em que solicita alguns dados referentes ao pagamento da reserva, tais como: tipo do Cartão de Crédito, Número do Cartão de Crédito, Data de Validade, Código de Segurança. Então, Maria informa e envia estes dados a aplicação. E, novamente a aplicação verifica se os dados informados estão corretos. Se sim, a aplicação envia um e-mail de confirmação do pagamento da reserva do quarto para o e-mail de Maria. Senão Maria terá que informar os dados os dados corretos.

**Figura 6.1:** Cenário utilizado pelos participantes no estudo.

Na 2ª Parte, os participantes do Grupo 1 somente respondiam um Questionário Pós-Modelagem que tinha como objetivo verificar a percepção dos participantes ao modelar os diagramas utilizando a UDRT-AD. Os participantes do Grupo 2, antes de responder este questionário, realizavam uma inspeção de usabilidade no diagrama modelado, utilizando a

técnica de inspeção MIT 3. Na inspeção, após detectar um problema de usabilidade utilizando a MIT 3, o participante anotava o defeito na planilha de discrepância.

Vale ressaltar ainda que durante todo o processo de execução os participantes realizaram suas atividades individualmente e não receberam nenhum auxílio dos pesquisadores envolvidos.

### 6.2.3 Análise dos Resultados Obtidos

Por fim, nesta última etapa, foi realizada a atividade de coleta e análise dos Resultados Obtidos no estudo. Nesta etapa, os diagramas modelados pelos participantes foram analisados pelos pesquisadores. Para a realização deste processo, retirou-se a referência dos participantes e foi inserido um código para representá-los.

A verificação das respostas dos participantes ocorreu em três etapas. Na primeira etapa um pesquisador realizou a verificação da modelagem dos diagramas que os participantes realizaram a partir dos cenários. Na segunda etapa, outro pesquisador revisou a verificação feita, e também, caso houvesse, identificava e apontava outros problemas nos diagramas. Nesta última etapa, estava presente um terceiro especialista, com alto grau de experiência em modelos de projeto e os três pesquisadores debatiam sobre os problemas encontrados nos diagramas dos participantes.

Para a análise dos dados quantitativos obtidos foram utilizados os seguintes indicadores: eficácia, tempo de modelagem, corretude e prevenção de erros de usabilidade.

O indicador **eficácia** pode ser calculado da seguinte forma:

$$\text{Eficácia (Participante X)} = \frac{(NMA - nAnC)}{(NMA - nAnC) + nAO}, \text{ where}$$

onde:

- **Participante X** é a referência ao participante do estudo;
- **NMM** é o número de atividades modeladas pelo Participante X no diagrama de atividades;
- **nAnC** é o número de atividades que não estão no contexto do cenário utilizado pelo Participante X para realizar a modelagem do diagrama de atividades;
- **nAO** é o número de atividades omissas no diagrama modelado pelo participante x, isto é, atividades que estão presentes no cenário, mas não estão presentes no diagrama modelado pelo Participante X.

O indicador **tempo de modelagem** é calculado em horas e representa o tempo total gasto por cada participante para realizar a modelagem do diagrama de atividades.

O indicador **corretude** verifica o grau de quão correto os diagramas modelados estão. Os defeitos encontrados pelos pesquisadores, nos diagramas modelados pelos participantes, eram classificados de acordo com as categorias de defeitos de Travassos *et al.* (1999). Estas categorias têm sido aplicadas em técnicas para inspeção de modelos de projeto, como OORTs (Travassos *et al.*, 1999), ArcCheck (Barcelos e Travassos, 2006) e ActCheck (de Mello *et al.*, 2010). A Tabela 6.3 apresenta as cinco categorias, com a redefinição dos conceitos para cada tipo de defeito.

**Tabela 6.3:** Categorias de Defeitos (adaptado de Travassos *et al.*, 1999).

<b>Categoria</b>	<b>Definição do Defeito</b>
<b>Omissão</b>	Atividades ou elementos necessários foram omitidos no diagrama de atividades.
<b>Fato Incorreto</b>	Algumas atividades ou elementos no diagrama de atividades contradizem informações presentes no cenário utilizado.
<b>Inconsistência</b>	As atividades ou elementos em uma parte do diagrama de atividades estão inconsistentes com outras partes do diagrama de atividades.
<b>Ambiguidade</b>	As atividades ou elementos dos diagramas de atividades são ambíguos, isto é, é possível ao projetista interpretar as atividades ou elementos de diferentes maneiras, podendo não levar a uma interpretação correta.
<b>Informação Estranha</b>	As atividades ou elementos são modelados, mas não são necessárias ou mesmo utilizadas.

Por fim, o indicador **Prevenção de Erros de Usabilidade** auxiliou a verificar se a técnica UDRT-AD ajuda a prevenir problemas de usabilidade através dos diagramas modelados. Para isto, realizou-se uma inspeção utilizando a MIT 3 nos diagramas de atividades modelados pelos participantes do grupo que utilizou a UDRT-AD como auxílio. Escolheu-se a MIT 3 como técnica para realizar a inspeção, pois esta é a técnica base para a UDRT-AD, e, portanto, é razoável verificar se a UDRT-AD auxiliou a projetar a usabilidade através dos diagramas de atividades.

### 6.3 RESULTADOS OBTIDOS

Nesta seção serão apresentados os resultados quantitativos do estudo empírico e a percepção dos estudantes sobre a técnica UDRT-AD. A análise estatística foi realizada por meio do instrumento estatístico SPSS V. 21 e  $\alpha = 0,05$ . A escolha da significância estatística e o teste estatístico não paramétrico de Mann-Whitney (1947) foram motivados pelo pequeno tamanho da amostra usado neste estudo [6], como sugerido por Wohlin *et al.* (2012). Usamos o gráfico boxplot para facilitar a visualização de dados. Os resultados são mostrados abaixo.

### 6.3.1 Resultados Quantitativos

A Tabela 6.4 apresenta uma visão geral dos resultados por participantes e por abordagem. As colunas da Tabela 6.4 são descritas a seguir. A primeira coluna (P) mostra o código de cada participante (P01: Participante 1, P02: Participante 2, etc.). A segunda coluna (DIHC) apresenta a experiência do usuário em Design de IHC (N: Nenhuma, B: Baixa, M: Média, A: Alta). A terceira coluna (PDS) mostra a experiência do usuário em Processo de Desenvolvimento de Software. A quarta coluna (NAM) apresenta a quantidade de atividades modeladas por inspetor participantes. A quinta coluna (nAnC) mostra a quantidade de atividades que não fazem parte do contexto abordado no cenário utilizado, além disso, estas atividades foram classificadas na categoria “informação estranha”. Logo, o número de atividades desta coluna está diretamente relacionado com o número de defeitos encontrados nas atividades da categoria “Informação Estranha” (Tabela 6.5). A sexta coluna (nAO) apresenta o número de atividades consideradas válidas nos diagramas de cada participante (o nAV é o nAnC subtraído pelo nAM). A sétima coluna (nAO) apresenta o número de atividades omissas por participante (atividades que estavam no cenário, porém não foram modeladas no diagrama de atividades). O número de atividades desta coluna está diretamente relacionado com o número de defeitos encontrados nas atividades da categoria Omissão (Tabela 6.5). A oitava coluna (Eficácia) apresenta a eficácia de cada participante no processo de modelagem, conforme a fórmula apresentada na Subseção 6.2.3. E a nona coluna (Tempo (h)) mostra quanto tempo cada participante levou para: (a) realizar a modelagem dos diagramas de atividades utilizando a UDRT-AD (Grupo 1); e (b) realizar a modelagem dos diagramas utilizando a abordagem tradicional mais o tempo da inspeção realizada com a técnica MIT 3 (Grupo 2).

**Tabela 6.4:** Tabela de Resultados, por participantes, da modelagem dos diagramas de atividades.

P	DIHC	PDS	nAM	nAnC	nAV	nAO	Eficácia	Tempo (h)
<b>GRUPO 1 – UDRT-AD</b>								
01	Baixo	Baixo	16	01	15	01	0,94	0,90
02	Baixo	Baixo	16	-	16	-	1,00	1,15
03	Médio	Nenhum	16	-	16	01	0,94	1,03
04	Nenhum	Baixo	15	-	15	02	0,88	0,95
05	Nenhum	Baixo	29	04	25	-	1,00	1,00
06	Nenhum	Nenhum	15	-	15	-	1,00	0,93
07	Nenhum	Nenhum	16	-	16	-	1,00	1,20
08	Nenhum	Baixo	24	-	24	-	1,00	1,15
<b>GRUPO 2 - AT &amp; MIT 3</b>								

P	DIHC	PDS	nAM	nAnC	nAV	nAO	Eficácia	Tempo (h)
<b>GRUPO 1 – UDRT-AD</b>								
09	Nenhum	Baixo	22	02	20	-	1,00	0,83
10	Nenhum	Nenhum	17	-	17	-	1,00	0,60
11	Baixo	Baixo	10	-	10	03	0,77	0,60
12	Baixo	Baixo	11	-	11	01	0,92	0,82
13	Médio	Alto	9	01	08	06	0,57	0,35
14	Baixo	Nenhum	21	-	21	-	1,00	0,82
15	Nenhum	Nenhum	14	-	14	-	1,00	0,83
16	Nenhum	Nenhum	13	-	13	02	0,87	0,63

### 6.3.2 Eficácia

Através da Figura 6.2, pode-se notar que a mediana do grupo da UDRT-AD está mais alta que a mediana do grupo da abordagem ad hoc. Além disso, é possível perceber, através dos *boxplots*, que os resultados dos participantes do grupo da UDRT-AD estão concentrados em torno da mediana. Já os resultados dos participantes da AT & MIT3 possuem uma dispersão maior. Ao comparar as duas amostras usando o teste estatístico de Mann-Whitney, não foi encontrada diferença estatística significativa entre os grupos ( $p= 0,382$ ). Os resultados encontrados sugerem que as abordagens utilizadas (UDRT-AD e AT & MIT3) auxiliaram quase que de forma similar no processo de modelagem de um diagrama de atividades.

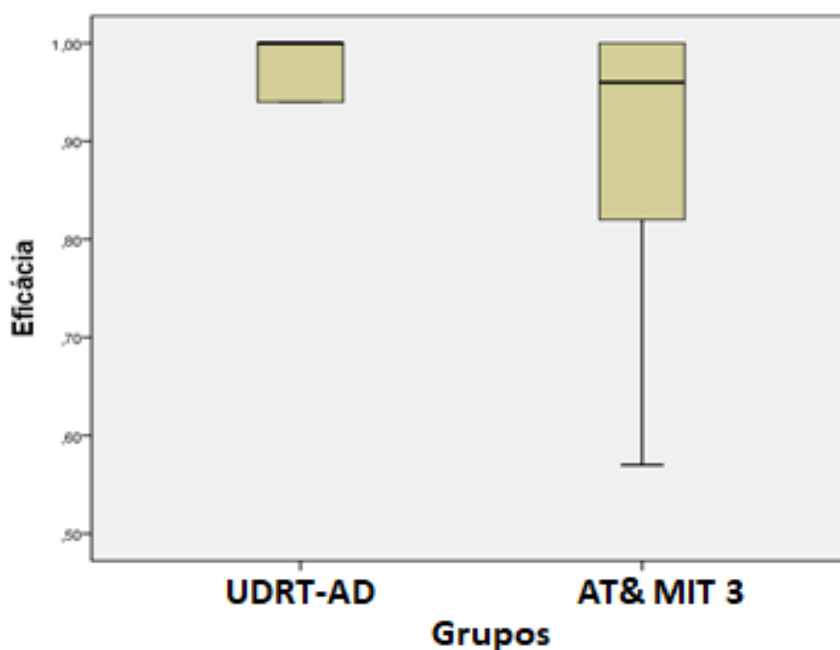


Figura 6.2: Boxplots com o comparativo de eficácia.

### 6.3.3 Tempo de Modelagem

O gráfico de *boxplot* com a distribuição do tempo de modelagem por abordagem (Figura 6.3) sugere que o grupo da UDRT-AD obteve um tempo de modelagem superior ao grupo da AT&MIT 3. Além disso, a mediana do grupo da UDRT-AD está mais alta que a mediana do grupo da AT&MIT 3. Isto foi confirmado pelo teste de Mann-Whitney ( $p = 0,000$ ). Portanto, conclui-se que o tempo para modelar um DA visando à melhoria da usabilidade de aplicações interativas é significativamente maior utilizando a UDRT-AD do que utilizando a abordagem AT&MIT 3.

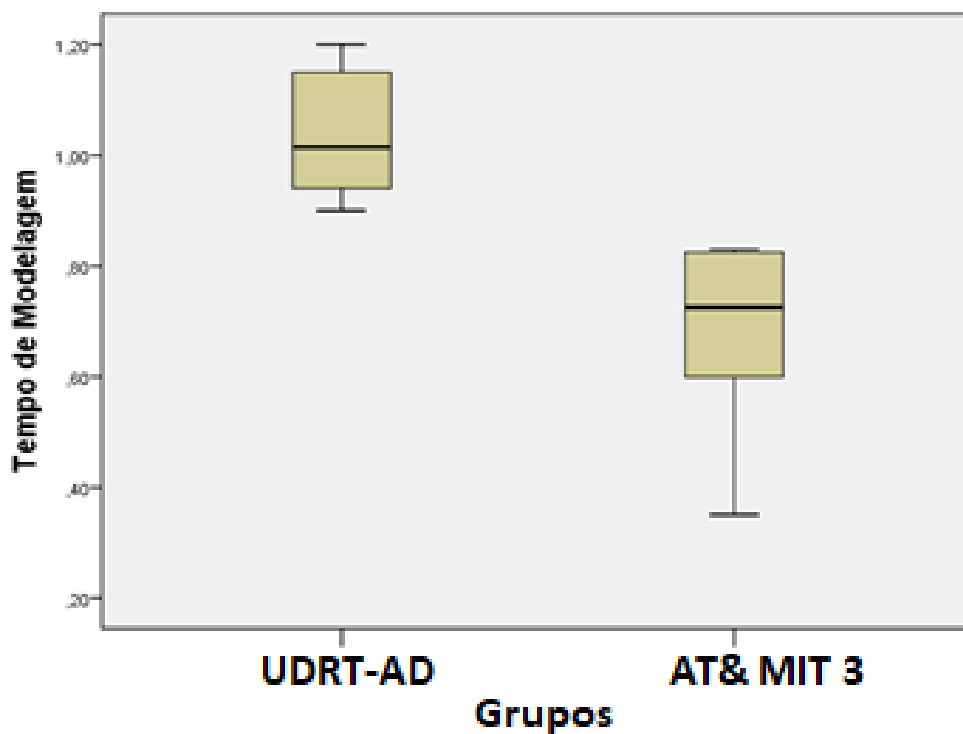


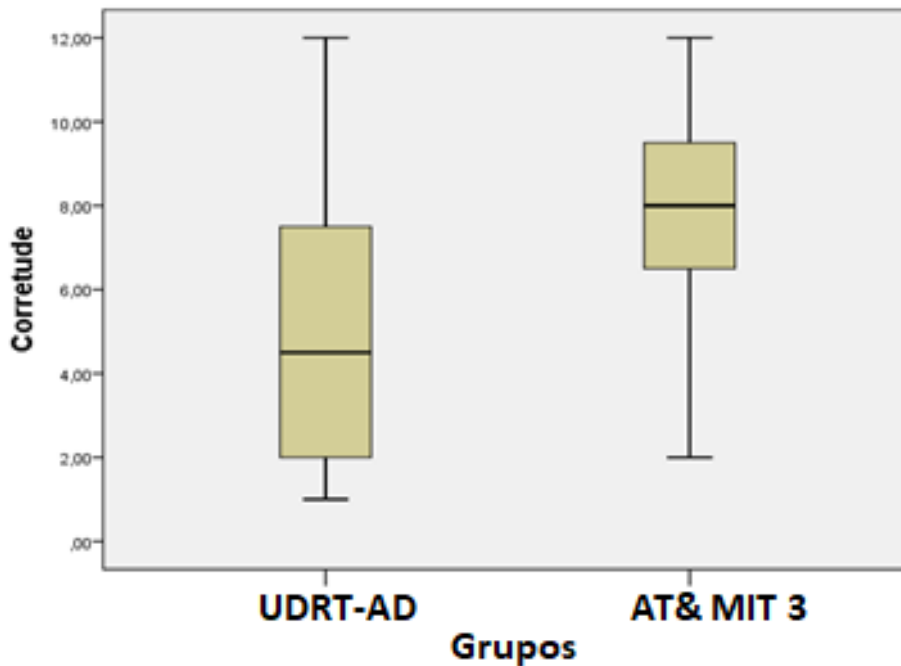
Figura 6.3: Boxplots com o comparativo de tempo de modelagem.

### 6.3.4 Corretude do Diagrama

A Figura 6.4 apresenta o gráfico de *boxplot* comparando o indicador corretude entre os dois grupos (UDRT-AD e AT&MIT 3). Nesta figura é possível perceber que a mediana do grupo da abordagem AT&MIT 3 está mais alta que a mediana do grupo da UDRT-AD. Em outras palavras, foram encontrados menos defeitos nos diagramas dos participantes que utilizaram a UDRT-AD do que os que utilizaram a AT&MIT 3. No entanto, quando se compara as duas amostras usando o teste de Mann-Whitney, não se encontra diferença estatística significativa entre os dois grupos ( $p = 0,161$ ). Portanto, pode-se concluir que não há



uma diferença estatisticamente significativa entre o número de defeitos encontrados nos diagramas modelados utilizando a UDRT-AD e o número de defeitos encontrados nos diagramas modelados utilizando a abordagem AT&MIT 3. No entanto, pode-se argumentar que devido ao tamanho da amostra utilizada neste estudo é difícil obter significância estatística nos resultados encontrados.



**Figura 6.4:** Boxplots com o comparativo da corretude dos diagramas.

A Tabela 6.5 apresenta o número e os tipos de problemas identificados nos diagramas modelados pelos participantes de cada grupo. Estes tipos de problemas foram classificados segundo a classificação de tipos de defeitos sugerida por Travassos *et al.* (1999). Os tipos de defeitos foram divididos em problemas relacionados a atividades (At.) e elementos (El.). Os problemas relacionados às atividades são problemas relacionados a aspectos semânticos dos diagramas. Os problemas relacionados aos elementos estão relacionados a aspectos sintáticos dos diagramas.

**Tabela 6.5:** Classificação geral dos tipos de defeitos encontrados nos diagramas de atividades.

Tipos de Defeitos por participante e por grupos											
#P	Omissão		Fato Incorreto		Inconsistência		Ambiguidade		Informação estranha		Total de Def. Part.
	At.	El.	At.	El.	At.	El.	At.	El.	At.	El.	
GRUPO 1 – UDRT-AD											
01	01	-	-	01	-	-	-	-	01	-	03
02	-	-	-	06	-	-	-	-	-	-	06

<b>Tipos de Defeitos por participante e por grupos</b>											
#P	Omissão		Fato Incorreto		Inconsistência		Ambiguidade		Informação estranha		Total de Def. Part.
	At.	El.	At.	El.	At.	El.	At.	El.	At.	El.	
03	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01
04	02	01	-	-	-	-	-	-	-	-	03
05	-	-	-	-	-	-	-	-	04	02	06
06	-	01	-	08	-	-	-	-	-	-	09
07	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	12
08	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	01
<b>TD</b>	04	03	0	27	0	0	0	0	05	02	<b>Total de defeitos=41</b>
<b>STD</b>	<b>07</b>		<b>27</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>07</b>		
<b>GRUPO 2 - AT &amp; MIT 3</b>											
09	-	-	-	06	-	-	-	-	02	-	8
10	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6
11	03	-	-	03	-	-	-	-	-	-	10
12	01	-	-	07	-	-	-	-	-	-	8
13	06	01	-	01	-	-	-	-	01	-	9
14	-	03	02	07	-	-	-	-	-	-	12
15	-	-	-	07	-	-	-	-	-	-	7
16	02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>TD</b>	12	04	02	41	0	0	0	0	0	0	<b>Total de Defeitos=62</b>
<b>STD</b>	<b>16</b>		<b>43</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>03</b>		
<b>Legenda:</b>											
#P – Participantes; At. – Atividades; El. – Elementos; Total de Def. Part. – Total de Defeitos por participante; STD – Soma por Tipo de Defeito por Grupo.											

Não foram encontrados problemas de Inconsistência e de Ambiguidade em nenhum dos dois grupos. Em relação aos defeitos de Omissão, no Grupo 01 – UDRT-AD – foram encontrados menos defeitos (07 defeitos sendo 04 de atividades e 03 de elementos) que o Grupo 02 – AT & MIT 3 – (16 defeitos sendo 12 de atividades e 04 de elementos). O fato do Grupo 01 (UDRT-AD) não possuir tantos defeitos de omissão, pode estar relacionado ao fato da técnica UDRT-AD utilizar procedimentos que guiaram os participantes na identificação das atividades e elementos que poderão ser utilizados nos diagramas, a partir do cenário utilizado.

No Grupo 01 (UDRT-AD), em relação aos defeitos do tipo Fato Incorreto, foram encontrados menos defeitos (27 – todos os defeitos estavam relacionados a elementos) que no Grupo 02 – AT & MIT 3– (43 defeitos – 02 de atividades e 41 de elementos). É possível observar na Tabela 6.5 que maioria dos defeitos estava relacionada a elementos do diagrama.

Este tipo de defeito foi detectado por que os participantes não adicionavam colchetes nas condições de guarda (expressões que decide qual será a próxima ação a ser executada). No Grupo 02 (ad hoc), por utilizarem apenas um guia contendo instruções sobre a construção do diagrama de atividades, em quase todos os diagramas foram detectados defeitos deste tipo. No entanto, o Grupo 01 tinham a UDRT-AD e a técnica possuía uma heurística que guiavam os participantes a inserir colchetes nas condições de guarda. Esta heurística não foi seguida pelos participantes.

Em relação ao defeito Informação Estranha, no Grupo 02 foram encontrados menos defeitos (03 defeitos – todos relacionados as atividades) que no Grupo 01 (07 defeitos – 05 de atividades e 02 de elementos). Isto pode estar relacionado ao fato de a técnica UDRT-AD possuir a diretriz D9 que sugere o seguinte: “Caso o usuário esteja em uma situação de erro deve haver atividades que ajude o usuário a corrigir o erro”. Na tentativa de sanar uma situação de erro, os participantes tentavam criar novas atividades e que exerciam as mesmas ações de outras atividades (duplicadas). Uma das sugestões de melhoria é alterar esta diretriz, de forma a deixa-la mais clara e não causar confusão nos participantes.

### **6.3.5 Prevenção de Possíveis Problemas de Usabilidade**

Este indicador tinha como objetivo verificar se os diagramas de atividades modelados pelos participantes do grupo da UDRT-AD poderiam apresentar possíveis problemas que poderiam afetar a usabilidade na aplicação final. Como os participantes do Grupo 02 (AT & MIT 3) já haviam realizado a inspeção em seus diagramas utilizando a MIT 3 e desejava-se avaliar a qualidade da UDRT-AD, decidiu-se não realizar a avaliação novamente nestes diagramas.

Para alcançar este objetivo, duas pesquisadoras com alto grau de experiência na indústria como analistas (8 e 10 anos de experiência), foram selecionadas para atuar com inspetoras dos diagramas de atividades criados com o auxílio da técnica UDRT-AD. Para realizar as inspeções, as analistas utilizaram a técnica MIT 3, pois esta foi a técnica base para a UDRT-AD. Visando diminuir o viés da fadiga de realizar o processo de inspeção, esta etapa foi realizada em dois períodos de tempo: no primeiro período as analistas inspecionavam dois diagramas e em outro período inspecionavam mais dois diagramas. Portanto, cada uma inspecionou quatro diagramas. Para a inspeção destes diagramas cada analista levou, em média, 4 horas. A Tabela 6.6 apresenta os resultados das inspeções realizadas pelas pesquisadoras nos diagramas modelados com o auxílio da técnica UDRT-AD.

Ao final da inspeção, realizou-se o processo de discriminação dos problemas de usabilidade, isto é, verificar se os problemas apontados pelas inspetoras eram ou não possíveis problemas de usabilidade. Neste processo, dois especialistas em usabilidade realizaram uma reunião para decidir quais dessas discrepâncias (problemas encontrados pelas inspetoras) eram realmente possíveis problemas de usabilidade para a aplicação ou falsos positivos (não são possíveis problemas de usabilidade).

**Tabela 6.6:** Número de problemas de usabilidade encontrados por grupo.

<b>Participantes do Grupo 1</b>	<b>Problemas de Usabilidade</b>	<b>Falsos Positivos</b>
P01	05	01
P02	05	03
P03	07	-
P04	03	-
P05	05	01
P06	09	04
P07	01	02
P08	02	05
<b>Total</b>	37	16

É possível perceber nesta tabela que, mesmo os participantes utilizando as Diretrizes de Usabilidade presentes na UDRT-AD, os diagramas modelados apresentaram um alto número de potenciais problemas de usabilidade que podem afetar a usabilidade das aplicações. Estes problemas, se não forem tratados, podem causar uma má qualidade de uso para os usuários finais. Com isso, podemos perceber que as diretrizes da UDRT-AD, mesmo auxiliando a prever alguns problemas de usabilidade, estas diretrizes necessitam ser melhoradas, de forma a auxiliar mais os designers a projetarem as aplicações interativas com o mínimo de problemas de usabilidade possíveis, através dos diagramas de atividades modelados, melhorando assim a qualidade final das aplicações interativas.

### **6.3.6 Análise sobre a Percepção dos Participantes em relação à UDRT-AD**

Após a análise quantitativa, foram analisados os questionários sobre a aceitação da tecnologia somente com respeito à UDRT-AD, pois se desejava avaliar a sua aceitabilidade do ponto de vista dos participantes. Estes questionários foram definidos com base nos indicadores do *Technology Acceptance Model* (TAM) (Davis, 1989). Os indicadores definidos foram: (a) **utilidade percebida**, que define o grau que o participante acredita que a tecnologia pode melhorar seu desempenho no trabalho; (b) **facilidade de uso percebida**, que define o

grau que o participante acredita que usar a tecnologia específica seria livre de esforço; e (c) **pretensão de uso da UDRT-AD**, que define o grau que um participante acredita que poderá utilizar uma tecnologia em trabalhos futuros. A razão para focar nestes indicadores é que, de acordo com Davis (1989), estes aspectos são fortemente correlacionados com a aceitação da tecnologia pelo usuário.

Os participantes forneceram suas respostas em uma escala de seis pontos, baseados nos questionários aplicados por Lanubile *et al.* (2003). As possíveis respostas são: Concordo Totalmente, Concordo Amplamente, Concordo Parcialmente, Discordo Parcialmente, Discordo Amplamente e Discordo Totalmente. Não se utilizou uma resposta intermediária entre os pontos (neutra), pois segundo Laitenberger e Dreyer (1998) estas respostas não fornecem informações sobre para qual ponto do questionário os participantes estão mais posicionados (positivo ou negativo). Neste questionário, os participantes respondiam qual o seu grau de aceitação referente à utilidade, facilidade de uso e em relação à pretensão de uso da UDRT-AD. As perguntas realizadas aos participantes, baseadas nos indicadores do modelo TAM, são apresentadas na tabela Tabela 6.7.

**Tabela 6.7:** Perguntas, baseadas nos indicadores do modelo TAM, realizadas aos participante.

<b>Questões relacionadas a percepção Facilidade de Uso</b>	
Questão FU1	Foi fácil aprender a utilizar a UDRT-AD
Questão FU2	Eu consegui utilizar a UDRT-AD para modelar diagrama de atividades visando a usabilidade da aplicação
Questão FU3	A UDRT-AD é clara e compreensível.
Questão FU4	Foi fácil ganhar habilidade no uso da UDRT-AD.
Questão FU5	É fácil de lembrar como executar a modelagem do diagrama de usabilidade visando a usabilidade utilizando a UDRT-AD
Questão FU6	Considero a UDRT-AD fácil de usar
<b>Questões relacionadas a percepção Utilidade</b>	
Questão U1	Utilizando a UDRT-AD acredito que seria capaz de modelar um diagrama de atividades visando a usabilidade da aplicação de forma mais rápida
Questão U2	Utilizando a UDRT-AD acredito que melhorou o meu desempenho na modelagem do diagrama de atividade visando a usabilidade
Questão U3	Utilizando a UDRT-AD para modelar os diagramas de atividades visando a usabilidade acredito que aumenta a minha produtividade
Questão U4	Utilizando a UDRT-AD aumenta a minha eficácia (sucesso) em modelar diagrama de diagramas de atividades visando a usabilidade
Questão U5	Utilizando a UDRT-AD acredito que é fácil para modelar diagramas de atividades visando a usabilidade
Questão U6	Eu considero a UDRT-AD útil para realizar modelagem diagramas de atividades visando usabilidade

Questões relacionadas a percepção Pretensão de Uso	
Questão PU1	Assumindo que a técnica UDRT-AD estaria disponível no seu trabalho, você utilizaria nos projetos.

O eixo X dos gráficos das Figuras 6.3, 6.4 e 6.5 referem-se às possíveis respostas do questionário pós-modelagem e o eixo Y refere-se à quantidade de participantes. Os códigos P01, P02 e os demais representam os participantes apresentados na Tabela 6.1.

A Figura 6.5 apresenta as percepções dos participantes em relação à facilidade de uso da UDRT-AD. Pode-se notar que o participante P01, que possui baixa experiência em processo de desenvolvimento, discordou parcialmente na questão **“Foi fácil utilizar a UDRT-AD”**, mostrando que a UDRT-AD em algum momento não foi de fácil utilização. Este participante (P01) e o participante P05 (que não possui nenhuma experiência em Design de IHC) discordaram parcialmente da questão **“Eu consegui utilizar a UDRT-AD para modelar diagrama de atividades visando a usabilidade da aplicação”** e da questão **“É fácil ganhar habilidade utilizando a UDRT-AD”**. Em relação a estas questões, o participante P01 disse: *“fiquei confuso em aplicar no diagrama”*, apontando que não foi fácil utilizar e ganhar habilidades utilizando a UDRT-AD.

Na questão **“É fácil lembrar como executar a modelagem do diagrama de usabilidade visando a usabilidade utilizando a UDRT-AD”** quatro participantes discordaram: dois parcialmente (P01 e P04), um amplamente (P08 - não possui experiência em Design de IHC) e um totalmente (P05). Isto mostra que 50% (quatro) dos participantes afirmaram possuir dificuldades de lembrar em como utilizar a UDRT-AD para realizar o processo de modelagem. Em relação a isto, o participante P04 comentou que: *“foi difícil identificar como construir o diagrama em conjunto com a técnica”*.

O participante P01 e o participante P04 (que não possui experiência em Design de IHC) discordaram da questão **“Considero a UDRT-AD fácil de usar”**. Com relação a esta questão, o participante P04 disse que para utilizar a UDRT-AD *“é necessário atenção e estar com as diretrizes em mão”*, apontando que a UDRT-AD não é tão fácil de ser utilizada. Todos os participantes concordaram com a questão 3 mostrando que a técnica, apesar das dificuldades encontradas, é clara e compreensível aos participantes.

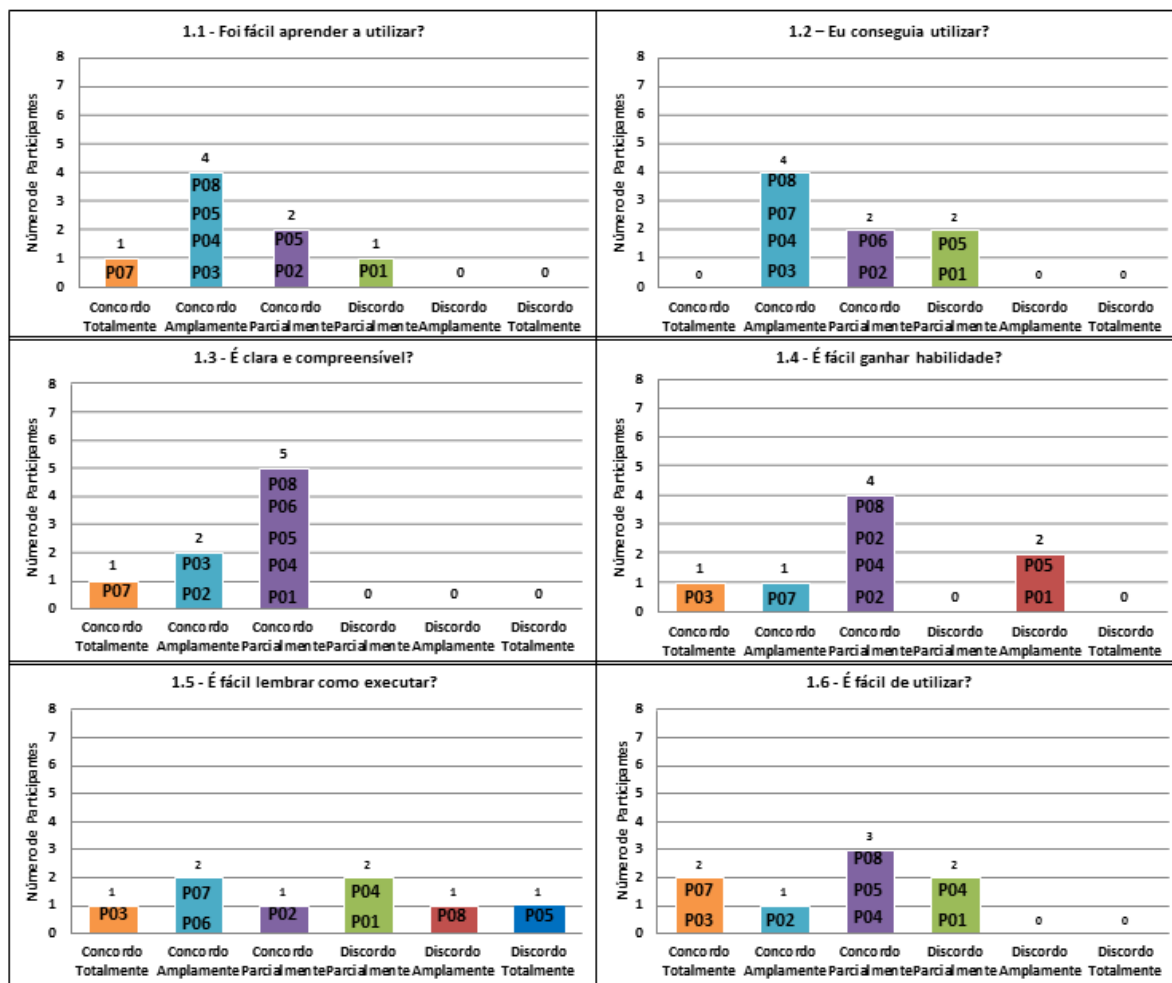


Figura 6.5: Percepção dos participantes sobre a Facilidade de Uso da UDRT-AD.

Com relação à percepção dos participantes sobre a facilidade de uso, é possível perceber na Figura 6.5 que, em cinco das seis questões respondidas, houve discordâncias por parte dos participantes. Os participantes afirmavam que a técnica era confusa de ser aplicada. Talvez esta confusão tenha sido causada pelo excesso de detalhes apresentados na técnica. No entanto, os participantes ainda frisaram que os exemplos de construção apresentados na técnica tornavam mais fáceis o processo de modelagem. Os resultados mostram que a técnica não foi fácil de ser aplicada, indicando que a mesma necessita ser melhorada nesse sentido.

A Figura 6.6 apresenta as percepções dos participantes em relação à utilidade da UDRT-AD. Pode-se notar que os participantes P01 e P05 discordaram parcialmente da questão “Utilizando a UDRT-AD acredito que seria capaz de modelar um diagrama de atividades visando a usabilidade da aplicação de forma mais rápida”, indicando que a UDRT-AD não torna o processo de modelagem mais rápido.

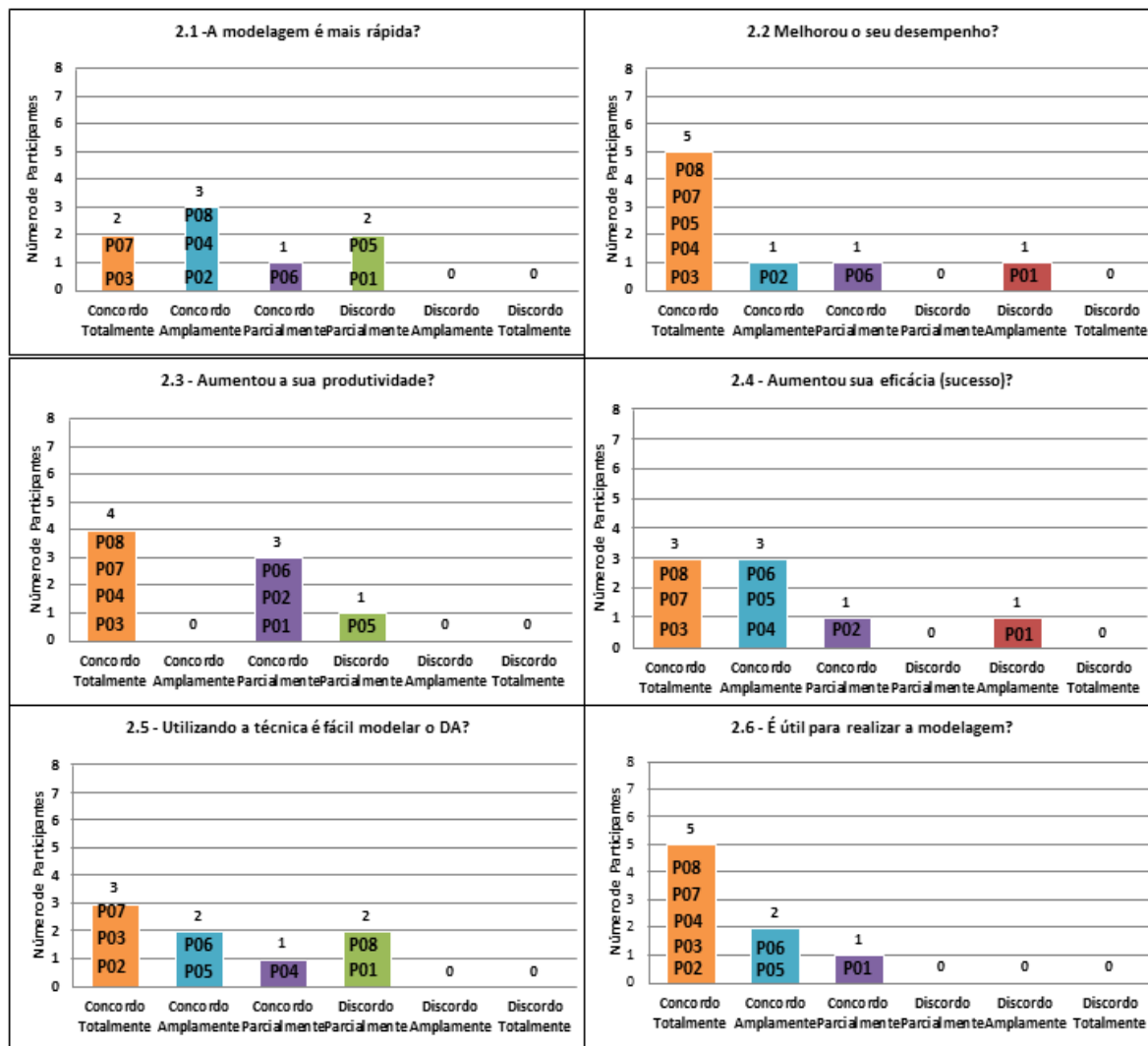


Figura 6.6: Percepção dos participantes sobre a Utilidade da UDRT-AD.

O participante P01 também discordou amplamente da questão **“Utilizando a UDRT-AD acredito que melhorou o meu desempenho na modelagem do diagrama de atividade visando a usabilidade”** e da questão **“Utilizando a UDRT-AD aumenta a minha eficácia (sucesso) em modelar diagrama de diagramas de atividades visando a usabilidade”** mostrando que a técnica não auxiliou este participante no processo de modelagem.

Na questão **“Utilizando a UDRT-AD para modelar os diagramas de atividades visando à usabilidade acredito que aumenta a minha produtividade”**, o participante P05 discordou parcialmente desta questão e ressaltou que *“é preciso pensar em alguns detalhes e tratar possíveis erros que podem ocorrer”*.

Os participantes P01 e P08 discordaram parcialmente na questão **“Utilizando a UDRT-AD acredito que é fácil modelar diagramas de atividades visando a usabilidade”**, indicando que a UDRT-AD não é fácil de ser utilizada no processo de modelagem. Apesar do participante P06 ter concordado com estas duas questões o mesmo argumentou que é



necessária “uma revisão em algumas diretrizes com o intuito de torná-las de mais fácil entendimento para uma melhor construção dos diagramas”. Todos os participantes concordaram com a questão 6, mostrando que a técnica é útil no processo de modelagem de diagramas de atividades e que pode auxiliar a na melhoria da usabilidade de aplicações interativas.

Com relação à percepção dos participantes sobre a facilidade de uso, é possível perceber na Figura 6.6 que em 5 das 6 questões respondidas, houve discordâncias por parte dos participantes. Os participantes afirmaram que apesar do processo de modelagem ser demorado, a técnica permitiu que os participantes pensassem em diversos detalhes da aplicação e possíveis problemas que poderiam ocorrer na aplicação. Além disso, algumas diretrizes da técnica não são de fácil compreensão. Isto significa que algumas diretrizes podem não estar provendo descrições claras do que deve ser feito no diagrama de atividades, ou que as diretrizes são muito subjetivas para que o participante pudesse entender e utilizá-la da maneira correta. Com base nisso, as diretrizes da técnica necessitam ser revistas e melhoradas, com o objetivo de serem mais bem compreendidas.

A Figura 6.7 apresenta as percepções dos participantes em relação à pretensão de uso da UDRT-AD. De acordo com a Figura 6.7, cinco participantes (P01, P02, P04, P05 e P06) afirmaram que utilizariam a técnica somente em algumas ocasiões. O participante P05 afirmou que “essa técnica é boa para o caso em que há bastante tempo disponível” e complementou que: “a UDRT-AD (...) consumiu muito tempo”. O participante P04 ainda frisou que: “não é trivial lembrar (DA UDRT-AD) durante a aplicação”. Três participantes (P03, P07 e P08) afirmaram que utilizariam a UDRT-AD sempre/freqüentemente, pois a técnica auxilia a construir aplicações mais um foco maior nos usuários.

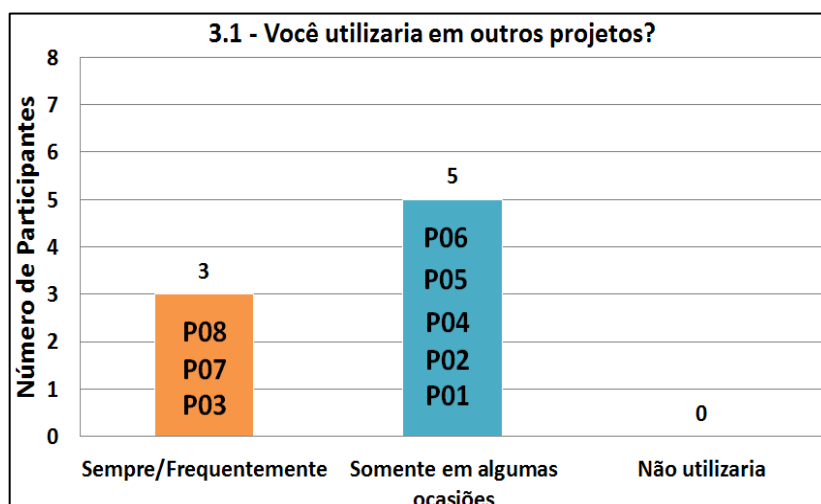


Figura 6.7: Percepção dos participantes sobre a pretensão de uso UDRT-AD.

Apesar das percepções apresentadas anteriormente estarem mais relacionadas aos pontos negativos encontrados pelos participantes em cada diagrama, pode-se observar, de acordo com o gráfico da Figura 4 e da Figura 5, que os dois diagramas obtiveram uma aceitação razoável pela maioria dos participantes. Por exemplo, o participante P04 comentou que as *“as diretrizes em si não são difíceis de entender quando já é sabido utilizar a UDRT-AD para modelagem”*. Os participantes P02, P06 e P08 e dizem, respectivamente, que a UDRT-AD *“é muito boa e bem intuitiva”*, *“(…) de fácil aprendizado”* e *“evita retrabalhos futuros quanto a usabilidade”*. O participante P08 ainda complementou dizendo que *“a técnica mostrou ser bastante útil e eficaz, aumentando a produtividade quando a qualidade do trabalho”*.

## **6.4 AMEAÇAS À VALIDADE**

Em todos os estudos empíricos, existem ameaças que podem afetar a validade dos resultados. Nesta Seção são apresentadas as ameaças relacionadas a este estudo que podem ser classificadas em quatro categorias: validade interna, validade externa, validade de conclusão e validade de constructo (Wöhlin *et al.*, 2000).

### **6.4.1 Validade Interna**

Neste estudo foram consideradas quatro principais ameaças que representam um risco de interpretação inapropriada dos resultados: (1) classificação de experiência; (2) medição do tempo, (3) uso dos cenários. Em relação à primeira ameaça (classificação da experiência dos participantes), esta foi baseada em uma autoclassificação dos participantes. Eles foram classificados de acordo com o número e tipo de experiências anteriores em desenvolvimento de software como Analista/Projetista e em Design em IHC. Com relação à medição de tempo, foi solicitado aos participantes serem tão precisos quanto possível, e o moderador também checkou o tempo anotado por cada participante quando entregava os diagramas modelados ou a planilha de discrepâncias. Em relação ao uso dos cenários, estes poderiam afetar o estudo, caso os participantes não entendessem o cenário. Esta ameaça foi minimizada utilizando cenários escritos em linguagem natural, onde se tentou deixar as atividades deste cenário o mais explícito possível e de fácil entendimento.

### **6.4.2 Validade Externa**

Três questões foram consideradas: (1) os participantes do estudo foram estudantes de graduação ao invés de analistas ou projetistas de software; (2) o estudo foi realizado em

ambiente acadêmico; e, (3) validade do artefato utilizado como um artefato representativo. Sobre a questão (1), poucos participantes possuíam experiência em aplicações na indústria, devido ao fato de serem estudantes de graduação. No entanto, diversos estudos já demonstraram que a diferença entre estudantes e analistas/projetistas não é muito grande (Höst *et al.*, 2000). Além disso, Carver *et al.* (2003) afirmam que estudantes que não possuem experiência em aplicações na indústria podem apresentar habilidades similares a profissionais menos experientes. Em relação à questão (2), o artefato utilizado (cenário) foi um artefato “toy”, isto é, um artefato que não representa um cenário real de desenvolvimento. Esta é uma ameaça não tratada neste estudo. Desta forma, pretende-se conduzir novos estudos utilizando cenários reais. Além disso, não é possível afirmar que o artefato utilizado no estudo representa todos os tipos de cenário (questão 3). Esta também é uma limitação dos resultados deste estudo.

#### **6.4.3 Validade de Conclusão**

Neste estudo, o maior problema é o tamanho e a homogeneidade da amostra, por serem todos estudantes de uma mesma instituição. A quantidade de participantes não é ideal do ponto de vista estatístico. Porém, este é um estudo inicial para verificar a viabilidade da técnica. Futuramente, pretende-se realizar novos estudos com mais participantes e que sejam da indústria. Devido a estes fatos, há limitação nos resultados, sendo estes considerados indícios e não resultados conclusivos.

#### **6.4.4 Validade de Constructo**

Neste tipo de ameaça, considerou-se a definição dos indicadores: (i) eficácia, tempo de modelagem, corretude e prevenção de erros de usabilidade. Estes indicadores foram definidos pelos pesquisadores envolvidos nesta pesquisa. O fato de não terem sido validados antes é uma limitação dos resultados deste estudo.

### **6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo apresentou um estudo empírico que teve como objetivo verificar a viabilidade da UDRT-AD em comparação com a Abordagem Tradicional em conjunto com uma técnica de inspeção (MIT 3), em termos de eficácia, tempo, corretude e prevenção de erros de usabilidade. Além disso, apresentou os resultados de um estudo qualitativo realizado com a finalidade de identificar aspectos que influenciam no processo de modelagem utilizando a técnica de projeto UDRT-AD.

Através da análise dos resultados quantitativos do estudo, observou-se que os participantes que utilizaram a UDRT-AD obtiveram uma eficácia similar aos participantes que utilizaram a Abordagem Tradicional & MIT 3. Com relação ao indicador tempo, o grupo que utilizou a Abordagem Tradicional & MIT 3 obteve resultados melhores que o grupo que utilizou a UDRT-AD. Logo, o tempo para modelar um diagrama de atividades projetando a usabilidade é maior utilizando a UDRT-AD do que utilizando a abordagem tradicional em conjunto com a MIT 3. Em relação ao indicador corretude, observou-se que o grupo da UDRT-AD apresenta um número de defeitos inferior que o do grupo da Abordagem Tradicional & MIT 3. Além disso, no que diz respeito ao indicador prevenção de possíveis problemas de usabilidade, nos diagramas projetados ainda foram identificados possíveis problemas de usabilidade na aplicação que estava sendo projetada através destes diagramas. Com isso, faz-se necessário realizar melhorias no sentido de tentar reduzir o valor deste indicador, uma vez que este é um dos principais objetivos da UDRT-AD. No entanto, conforme mencionado anteriormente, devido ao tamanho pequeno da amostra deste estudo, não se pode considerar estes resultados conclusivos, sendo necessário repetir este estudo com uma amostra maior e mais heterogênea.

Em relação à percepção dos participantes sobre técnica UDRT-AD, pode ser possível observar que, no geral, uma pequena quantidade de participantes discordou das questões de Percepção sobre a Facilidade de Uso, Utilidade e pretensão de uso, mostrando indícios de positivos da técnica UDRT-AD. Apesar disso, os participantes apontaram alguns problemas no processo de modelagem utilizando a UDRT-AD. Os participantes afirmaram que um dos principais problemas ao utilizar a UDRT-AD é o processo de modelagem ser longo, pois estes devem pensar em alguns detalhes visando tratar possíveis problemas de usabilidade. Além disso, os participantes apontaram que as principais vantagens de utilizar a UDRT-AD é que a técnica é bem intuitiva, útil e eficaz no sentido de guiar os no processo de modelagem.

## **CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS**

*Neste capítulo são apresentadas as conclusões desta dissertação, resumindo sua motivação, propostas e apresentando as suas contribuições. As perspectivas futuras fornecem a direção para que seja dada continuidade ao trabalho relacionado a técnica UDRT-AD para apoiar nos Design de artefatos já visando a usabilidade das aplicações interativas durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento.*

### **7.1 CONCLUSÕES**

Esta dissertação de mestrado apresentou uma pesquisa sobre como melhorar um dos principais atributos de qualidade, a usabilidade, nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de aplicações interativas. Com este propósito, foi definida a técnica UDRT-AD - *Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams*, uma técnica que utiliza procedimentos de técnicas de leitura para guiar os profissionais das áreas de IHC (Interação Humano-Computador) e ES (Engenharia de Software), especialista em usabilidade ou não, a projetar um dos modelos (Diagrama de Atividades) gerado nas fases iniciais do processo de desenvolvimento, visando melhorar a usabilidade da aplicação a ser desenvolvida.

Para a proposta e avaliação e evolução da técnica UDRT-AD, esta pesquisa se baseou em uma metodologia baseada em evidências (Mafrá *et al.*, 2006; Shull *et al.*, 2001). A técnica UDRT-AD foi proposta com base no resultado de um estudo secundário (Mapeamento Sistemático da Literatura - MSL) realizado com o objetivo de identificar as tecnologias que promovem a melhoria da usabilidade no processo de desenvolvimento de software. Neste mapeamento, percebeu-se a necessidade de propor tecnologias para as fases iniciais do processo de desenvolvimento, isto é, antes da aplicação ser codificada. Além disso, há a necessidade de tecnologias que auxiliem os profissionais a projetar as aplicações visando a usabilidade. Com isso, foi realizado um estudo comparativo entre dois modelos de tarefas com o objetivo de analisar a facilidade de modelagem e compreensão dos projetistas ao utilizar estes modelos. Os resultados deste estudo auxiliaram, também, no processo de construção da técnica UDRT-AD.

Como base nos resultados do MSL e do estudo comparativo foi proposta a técnica UDRT-AD. Esta técnica foi desenvolvida de forma que pudesse ser utilizada pelos próprios

profissionais envolvidos nos projetos de software, na construção de diagramas de atividades de aplicações interativas. A técnica UDRT-AD guia os profissionais no processo de modelagem através de heurísticas que auxiliam na construção dos diagramas de atividades, extraíndo os elementos deste diagrama a partir de uma descrição textual. Além disso, a UDRT-AD tem como objetivo auxiliar os profissionais a melhorar a usabilidade das aplicações interativas.

Até o presente momento, foi realizado um estudo piloto e avaliou-se a técnica UDRT-AD através de um estudo de viabilidade. O estudo de viabilidade visou responder se a técnica é viável em termos da eficácia, tempo de modelagem, correteude dos diagramas projetados e de prevenção de erros de usabilidade. Os resultados mostram que a técnica UDRT-AD é viável. No entanto, quando esta foi comparada com a abordagem tradicional em conjunto com uma técnica de inspeção de usabilidade, específica para diagramas de atividades (MIT 3), a UDRT-AD não obteve resultados se mostrou melhor em todos os indicadores avaliados. Além disso, os resultados dos questionários respondidos sobre a percepção dos participantes em relação a UDRT-AD mostraram que uma pequena quantidade discordou das questões, mostrando indícios positivos da técnica.

## **7.2 CONTRIBUIÇÕES**

As principais contribuições desta dissertação são:

- Desenvolvimento de uma tecnologia que apoia especialistas na construção de um modelo utilizado no início do processo de desenvolvimento:
  - Definição de uma técnica que auxilia a projetar a usabilidade através de diagramas de atividades, que pode ser empregada pelos próprios envolvidos nos projetos de desenvolvimento de software.
- Definição de pacotes para planejamento, execução e análise de estudos que permitiram:
  - A Avaliação entre dois modelos de tarefas (Análise Hierárquica de Tarefas e Diagramas de Atividades);
  - A avaliação e evolução da técnica UDRT-AD e de recursos de apoio ao projeto de diagramas de atividades;
  - Disseminação do conhecimento sobre realização de estudos empíricos.
- Disseminação dos resultados obtidos nesta pesquisa. Ao longo deste trabalho de mestrado, foram publicados artigos descrevendo os resultados dos estudos

secundários e primários realizados nesta pesquisa. A seguir é apresentada a lista de artigos aceitos descrevendo seu foco:

- O artigo “*Estudo Comparativo entre Diagrama de Atividade e Análise Hierárquica de Tarefas: uma Análise da Facilidade de Modelagem e Compreensão*” (Silva *et al.*, 2014b) foi publicado no XIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2014). Nesse artigo, foi descrito um estudo comparativo entre dois modelos de tarefas com o objetivo de verificar a facilidade de modelagem e a compreensão dos modelos, conforme é apresentado no Capítulo 4;
- O artigo “*Projetando Diagramas de Atividade visando a Usabilidade de Aplicações Interativas*” (Silva *et al.*, 2014d) também foi publicado no XIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2014). Nesse artigo, foi descrito um estudo piloto realizado com a técnica UDRT-AD, conforme é apresentado no Capítulo 5.

### **7.3 PERSPECTIVAS FUTURAS**

A realização desta pesquisa resultou no desenvolvimento de uma técnica de leitura para projetar diagramas de atividades visando a melhoria da usabilidade de aplicações interativas. Estes resultados abrem novas perspectivas de pesquisa que podem ser exploradas em trabalhos futuros.

Com base nos resultados do primeiro estudo de viabilidade, pretende-se realizar melhorias e criar uma nova versão da técnica. Utilizando a nova versão da técnica, pretende-se realizar novos estudos comparando a UDRT-AD com outras técnicas específicas para o projeto de diagramas de atividades que visam a melhoria da usabilidade das aplicações. A divulgação de estudos empíricos, apontando situações específicas nas quais cada técnica poderia ser utilizada, pode contribuir para uma maior utilização por parte da indústria de desenvolvimento de software.

## REFERÊNCIAS

- Abraham, S., Insfrán, E., 2006. Early Usability Evaluation in Model Driven Architecture Environments. In Sixth International Conference on Quality Software (QSIC'06), pp. 287-294.
- Annett, J., 2003. Hierarchical Tasks Analysis. In: Handbook of cognitive task design. Edited by Erik Hollnagel, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 17 – 36.
- Armour, F., Miller, G., 2000. Advanced use case modeling: software systems. Addison-Wesley.EUA, 2000.
- Barbosa, S. D. J., Silva, B. S., 2010. Human Computer Interaction. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Barcelos, R. F., Travassos, G. H. ArqCheck: Uma Abordagem para inspeção de documentos arquiteturais baseada em checklist. In V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS 2006), pp. 174 - 188.
- Basili, V., Green, S., Laitenberger, O., Lanubile, F., Shull, F., Sørungård, S., Zelkowitz, M., 1996. The Empirical Investigation of Perspective-Based Reading. In Empirical Software Engineering: International Journal, v. 1 (2), pp.133-164.
- Basili, V., Rombach, H., 1988. The tame project: towards improvement-oriented software environments. IEEE Transactions on Software Engineering, v. 14, Issue 6, pp. 758-773.
- Benitti, F., Sommariva, L., 2012. Investigando o ensino de IHC no contexto da computação: o que e como é ensinado?. In: Workshop sobre Ensino de IHC, v. 967, pp 33-38.
- Bezerra, E., 2006. Princípio de Análise e Projetos de Sistemas com UML. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Bolchini, D., Garzotto, F., 2007. Quality of Web Usability Evaluation Methods: An Empirical Study on MiLE+. In Workshop on Web Information Systems Engineering, Nancy, v. 4832, pp. 481 - 492.
- Bonifácio, B., Fernandes, P., Santos, F., Oliveira, H. A. B. F., Conte, T., 2012. Usabilidade de Aplicações Web Móvel: Avaliando uma Nova Abordagem de Inspeção através de Estudos Experimentais. In Conference Ibero-American on Software Engineering (CIbSE 2012), pp. 236-249 (iIn portuguese).
- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., 2005. The Unified Modeling Language user Guide (2nd Edition). The Addison-Wesley Object Technology Series.
- Campos, M. B.; Sánchez, J., 2013. HTMaster: uma ferramenta para apoio ao ensino e aprendizagem de Modelos Hierárquicos de Tarefas. In XVIII Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE 2013), pp. 275- 282.
- Cardoso, E. C. S., Almeida, J. P. A., Guizzardi, G., 2009. Requirements Engineering Based on Business Process Models: A Case Study. In 13th Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, EDOCW/IEEE13th, pp. 320-327.
- Carver, J., Jaccheri, L., Morasca, S., Shull, F., 2003. Issues in Using Students in Empirical Studies in Software Engineering Education. In 9th International Symposium on Software Metrics (METRICS'03), Sydney, Australia, pp. 239 – 249.
- Charette, R. N., 2005. Why software fails?. In IEEE Spectrum, v. 42, issue 9, pp. 42.49.
- Conte, T., Massolar, J., Mendes, E., Travassos, G. H., 2009. Web usability inspection technique based on design perspectives. In IET Software, v. 3, issue 2, p. 106 – 123.



- Conte, T., Massollar, J., Mendes, E., Travassos, G.H. 2007. Usability Evaluation Based on Web Design Perspectives. In Proceedings of the International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007), pp. 146–155.
- Conte, T., Vaz, V., Zanetti, D., Santos, G., Rocha, A. R., Travassos, G. H., 2010. Aplicação do Modelo de Aceitação de Tecnologia para uma Técnica de Inspeção de Usabilidade. In Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS 2010), pp. 367-374.
- Costa, G. S., 2011. Apoio à Seleção de Portfólio de Projetos de Software Baseado na Moderna Teoria do Portfólio. Tese de Doutorado – COPPE, Rio de Janeiro: UFRJ.
- Davis, F., 1989. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology”. In MIS Quarterly, v. 13, n. 3, pp. 319 – 339.
- de la Vara, J., Wnuk, K., Berntsson-Svensson, R., Sánchez, J., Regnell, B., 2011. An Empirical Study on the Importance of Quality Requirements in Industry, In XXIII International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2011), pp. 438 - 443.
- De Mello, R. M., Pereira, W. M., Travassos, G. H., 2010. Activity Diagram Inspection on Requirements Specification. In XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2010), pp. 168-177.
- Díscola Junior, S. L., Silva, J. C., 2003. Processes of software reengineering planning supported by usability principles. In Proceedings of the Latin American Conference on Human-Computer interaction (CLIHC '03), vol. 46, pp 223-226.
- Donahue, G., Weinschenk, S., Nowicki, J., 1999. Usability is Good Business. Compuware Corporation Research Report. Disponível em: <[http://interface.free.fr/Archives/Usability\\_Is\\_Good\\_Business.pdf](http://interface.free.fr/Archives/Usability_Is_Good_Business.pdf)>.
- Ellwanger, C; Santos, C.P., 2013. Avaliação de Usabilidade de Sistemas sob a Ótica da Estruturação Conceitual Hierárquica. In: XVIII Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE 2013), pp. 447-450.
- Fabo, P.; Důrikovič, R., 2012. Automated Usability Measurement of Arbitrary Desktop Application with Eyetracking. In 16th International Conference on Information Visualisation (IV), pp. 625 – 629.
- Fernandes, P., Conte, T., Bonifácio, B., 2012. WE-QT: A Web Usability Inspection Technique to Support Novice Inspectors. In XXVI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2010), pp. 11-20.
- Fernandez, A., Abrahão, S., Insfran, E., Matera, M., 2012. Further Analysis on the Validation of a Usability Inspection Method for Model-Driven Web Development. In 6th International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2012), pp. 153–156.
- Fernandez, A., Insfran, E., Abrahão, S., 2011. Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study. In Journal of Information and Software Technology, v. 53, issue 8, p. 789 - 817.
- Ferré, X., Juristo, N., Moreno, A., 2005. Framework for Integrating Usability Practices into the Software Process. In Proceedings of the 6th International Conference Product Focused Software Process Improvement, v. 3574, pp. 202 – 215.
- Fischer, H., 2012. Integrating usability engineering in the software development lifecycle based on international standards. In 4th Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (EICS 2012), pp. 321-324.

- Fons, J., Pelechano, V., Pastor, O., Valderas, P., Torres, V., 2008. Applying the OOWS model-driven approach for developing Web applications: The internet movie database case study. In: Rossi, G., Schwabe, D., Olsina, L., Pastor, O.: *Web Engineering: Modeling and Implementing Web Applications*, Springer, 65-108.
- Hornbæk, K., Høegh, R. T., Pedersen, M. B., Stage, J. 2007. Use Case Evaluation (UCE): A Method for Early Usability Evaluation in Software Development. In *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2007)*, Rio de Janeiro, v. 4662, pp. 578–591.
- Hosseini-Khayat, A., Hellmann, T.D, Maurer, F., 2010. Distributed and Automated Usability Testing of Low-Fidelity Prototypes. In *International Conference on Agile Methods in Software Development*, pp. 59-66.
- Höst, M., Regnell, B. B., Wohlin, C., 2000. Using Students as Subjects - A Comparative Study of Students and Professionals in Lead-Time Impact Assessment. In *Empirical Software Engineering*, vol. 5, n°. 3, pp. 201-214.
- ISO/IEC, 2011. International Organization for Standardization ISO/IEC 25010: Systems and software engineering -- SQuARE - Software product Quality Requirements and Evaluation -- System and Software Quality Models.
- ISO/IEC., 1998. International Organization for Standardization, ISO/IEC 9241-11: Ergonomic Requirements for Office work with Visual Display Terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on Usability, 1998.
- ISO/IEC.: ISO/IEC Standard 12207:1995: International Standard: Information Technology. Software Life Cycle Processes. Amendment 1. Amd.1:2002. ISO, Geneva, Switzerland, 2002.
- Jokela, T., 2001. An Assessment Approach for User-Centred Design Processes. In *Proceedings of PROFES 2002* vol. 2559, pp. 232–246.
- Juristo, N., Moreno, A., Sánchez, M., 2004. Clarifying the Relationship between Software Architecture and Usability. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2004)*, Banff, p. 378 - 383.
- Juristo, N., Moreno, A., Sánchez, M., Baranauskas, M., 2007. A Glass Box Design: Making the Impact of Usability on Software Development Visible. In *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2007)*, Rio de Janeiro, v. 4663, pp. 541 – 554.
- Kalinowski, M., Travassos, G.H., 2004. A Computational Framework for Supporting Software Inspections. In *19th IEEE Int. Conf. on Automated Soft. Engineering (ASE'04)*, pp. 46-55.
- Kitchenham, B., Chartes, S., 2007. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In *EBSE Technical Report EBSE-2007-01*, Software Engineering Group Department of Computer Science Keele University.
- Laitenberger, O., Dreyer, H. M. 1998. Evaluating the usefulness and the ease of use of a web-based section data collection tool. In *5th International Symposium on Software Metrics*, 1998, page 122-132.
- Lanubile, F., Mallardo, T., Calefato, F., 2003. Tool support for Geographically Dispersed Inspection Teams”. In: *Software Process Improvement and Practice*, v. 8, 2003, pp. 217 – 231.

- Liang, L., Deng, X., 2009. A Collaborative Task Modeling Approach Based on Extended GOMS. In International Conference on Electronic Computer Technology, 375 - 378.
- Mafra, S., Barcelos, R., Travassos, G. H., 2006. Aplicando uma Metodologia Baseada em Evidência na Definição de Novas Tecnologias de Software. In Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2006), v.1, pp. 239- 254.
- Mafra, S.N.; Travassos, G.H., 2005. Técnicas de Leitura de Software: Uma Revisão Sistemática. In Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2005), pp. 16-31.
- Mann, H. B., Whitney, D. R., 1947. On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. In Annals of Mathematical Statistics 18, 50 - 60.
- Matera, M., Costabile, M. F., Garzotto, F., Paolini, P., 2002. SUE Inspection: An Effective Method for Systematic Usability Evaluation of Hypermedia. In: IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A, v. 32, n. 1, pp. 93-103.
- Matera, M., Rizzo, F., Carughi, G. T., 2006. Web Usability: Principles and Evaluation Methods. In Journal of Web Engineering, New York, Chapter 5, pp. 143 - 180.
- Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., 2006. The Need for Web Engineering: An Introduction. Web Engineering. In: Mendes, E., Mosley, N.: Web Engineering, Springer.
- Milewski, A., 2004. Software Engineers and HCI Practitioners Learning to Work Together: A Preliminary Look at Expectations. In Proceedings of the 17th Conference on Software Engineering Education and Training CSEET'04 IEEE, pp. 45-49.
- Molina, F., Toval, A., 2009. Integrating usability requirements that can be evaluated in design time into Model Driven Engineering of Web Information Systems. In Journal Advances in Engineering Software – Oxford, v. 40, pp. 1306 – 1317.
- Mueller, C., Tamir, D., Komogortsev, O., Feldman, L., 2009. An Economical Approach to Usability Testing. In 33th Annual IEE Conference International Computer Software and Applications, pp. 124–129.
- Nayebi, F., Desharnais J.-M., Abran A., 2012. The State of the Art of Mobile Application Usability Evaluation. In 25th IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering (CCECE), pp. 1-4.
- Nebe, K., Paelke, V., 2009. Usability-Engineering-Requirements as a Basis for the Integration with Software Engineering. In 13<sup>th</sup> International Conference Human-Computer Interaction, Part I: New Trends, pp. 652-659.
- Neto, A.T., Fortes, R.P.M., Rossi, R., Rezende, S., 2010. MMWA-ae: Boosting knowledge from multimodal interface design, reuse and usability evaluation. In 22nd International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2010), pp 355-360.
- Nielsen, J., 1994. Heuristic evaluation. In: Jakob Nielsen, Mack, R. L. (eds), Usability inspection methods, Heuristic Evaluation, New York, NY, John Wiley & Sons, Inc.
- Offutt, J., 2002. Quality Attributes of Web Software Applications. In: Journal of IEEE Software, v. 19, issue 2, pp. 25 - 32.
- Ormeño, Y.I., Panach, J.I., Condori-Fernández, N., Pastor, O., 2013. Towards a proposal to capture usability requirements through guidelines. In Seventh International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS 2013), pp. 1–12.

- Padovani, S.; Smythe, K. C. A. S., 2012. Investigando a compreensão de representações diagramáticas utilizadas em análise da tarefa: um estudo comparativo entre modelagem hierárquica e sequencial. In: Infodesign (SBDI. Online), v. 08, p. 25-37.
- Panach, J. I., Condori-Fernández, N., Vos, T. E. J., Aquino N., Valverde, F., 2011. Early usability measurement in model-driven development: Definition and empirical evaluation. In *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, vol. 21, n. 3, pp. 339–365.
- Pankratius, V., 2011. Automated usability evaluation of parallel programming constructs. In *33th International Conference on Software Engineering (ICSE'11)*, pp 936–939.
- Paula, M. G., 2007. *ComunIHC-ES: Ferramenta de Apoio à Comunicação entre Profissionais de IHC e Engenheiros de Software*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Informática (PUC-Rio), Rio de Janeiro.
- Paydar, S., Kahani, M., 2014. A semi-automated approach to adapt activity diagrams for new use cases. In *Journal Information and Software Technology*, pp 1-28.
- Pfleeger, S. L., 1999. Albert Einstein and Empirical Software Engineering. *IEEE Computer*, v. 32, n. 10, p. 32-38.
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, E., Benyon, D., Holland, S., Carey, T., 1994. *Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley, Reading.
- Ramli, R.; Jaafar, A., 2010. Design and development of e-RUE as a web-based evaluation tool. In *International Symposium in Information Technology (ITSim)*, 1268 - 1273.
- Rivero, L. ; Conte, T. . Improving Usability Inspection Technologies for Web Mockups through Empirical Studies. In *25th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2013)*, v. 1, pp. 161 – 170.
- Rivero, L. J. E. C.: *Web Due: Uma Técnica de Inspeção de Usabilidade de Mockups de Aplicações Web Guiada por Zonas Próprias de Páginas Web*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Informática, UFAM, Fevereiro 2013.
- Rivero, L., Conte, T., 2012. Using an Empirical Study to Evaluate the Feasibility of a New Usability Inspection Technique for Paper Based Prototypes of Web Applications. In *XXVI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2012)*, pp. 81-90.
- Sangiorgi, U. B., Barbosa, S. D. J., 2010. Estendendo a linguagem MoLIC para o projeto conjunto de interação e interface. In *Anais do IX Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2010)*, pp. 61-70.
- Santos, F.; Conte, T. U., 2011. Evoluindo um Assistente de Apoio à Inspeção de Usabilidade através de Estudos Experimentais. In: *XIV Ibero-American Conference on Software Engineering (CIbSE 2011)*, v. 1. p. 197-210.
- Santos, G., Rocha, A. R., Conte, T., Barcellos, M. P., Prikladnicki, R., 2012. Strategic Alignment between Academy and Industry: A Virtuous Cycle to Promote Innovation in Technology. In *26º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2012)*, v. 1. p. 196-200.
- Schots, N. C. L., 2010. *Uma abordagem para a identificação de causas de problemas utilizando Grounded Theory*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, Rio de Janeiro, Brasil.
- Seffah, A., Djouab, R., Antunes, H., 2001. Comparing and Reconciling Usability-Centered and Use Case-Driven Requirements Engineering Processes. In *Proceedings of the 2nd Australasian conference on User interface*, Los Alamitos, p.132 – 139.

- Seffah, A., Metzker, E., 2004. The Obstacles and Myths of Usability and Software Engineering. In: Communications of the ACM, , vol. 47, no. 12, pp. 71-76.
- Shapiro, S. S., Wilk ,M. B., 1965. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). In: Biometrika, v. 52(3/4), pp. 591–611.
- Shull, F., Carver, J., Travassos, G. H., 2001. An empirical methodology for introducing software processes. In 9th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering Notes, pp. 288 – 296.
- Silva, J. L. M., 2011. Uma abordagem para Especificação de Requisitos Dirigida por Modelos Integrada ao Controle de Qualidade de Aplicações Web. Tese (Doutorado) UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Sistemas e Computação.
- Silva, T. S., Silveira, M. S., 2010. Validação de um Método para Identificação de Problemas de Usabilidade a partir de Diagramas UML. In Proceedings of the IX Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2010), p. 179 - 188.
- Silva, W., Valentim, N. M. C., Conte, T., 2014b. Estudo Comparativo entre Diagrama de Atividade e Análise Hierárquica de Tarefas: uma Análise da Facilidade de Modelagem e Compreensão In: XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2014, Foz do Iguaçu, p.91 – 100.
- Silva, W., Valentim, N. M. C., Conte, T., 2014a. Mapeamento Sistemático para a unificação das Tecnologias de ES e IHC através da Inclusão da Usabilidade no processo de desenvolvimento de software. In USES Technical Report USES TR-USES-2014-0001, Manaus, 2014.
- Silva, W., Valentim, N. M. C., Conte, T., 2014d. Projetando Diagramas de Atividade visando a Usabilidade de Aplicações Interativas. In: XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, v. A, pp. 349-352.
- Silva, W.; Valentim, N. M. C.; Conte, T., 2014c. Estudo Comparativo entre Diagrama de Atividade e Análise Hierárquica de Tarefas. In USES Technical Report Número RT-USES-2014-0008, Manaus.
- Sivaji, A., Abdullah, M.R., Downe, A.G., Ahmad, W., 2013. Hybrid Usability Methodology: Integrating Heuristic Evaluation with Laboratory Testing across the Software Development Lifecycle. In 10th International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG 2013), pp. 375–383.
- Souza, G.S., 2008. Ambientes de engenharia de software Orientados a corporação. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, Rio de Janeiro, Brasil.
- SWEBOK., 2004. Institute of Electrical and Electronics Engineers: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). 2004 Version.
- Theofanos, M., Stanton, B., Bevan, N., 2006. A Practical Guide to the CIF: Usability Measurements. In ACM Interactions, Vol. 8, No. 6, pp. 34-37.
- Thiry, M., Zoucas, A., Gonçalves, R., Salviano, C., 2010. Aplicação de Jogos Educativos para Aprendizagem em Melhoria de Processo e Engenharia de Software, In: Anais do VI Workshop Anual do MPS (WAMPS 2010), pp. 118-127.
- Travassos, G. H., Barros, M., 2003. Contributions of In Virtuo and In Silico Experiments for the Future of Empirical Studies in Software Engineering. In Proceedings of the 2nd Workshop in Workshop Series on Empirical Software Engineering (WSESE 2003), pp. 117-130.

- Travassos, G., Shull, F., Fredericks, M., Basili, V., 1999. Detecting defects in object-oriented designs: using reading techniques to increase software quality. In: Proc. XIV ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming, systems, languages, and applications (OOPSLA), v. 34 (10), pp. 47-56.
- Valentim, N. M. C. 2012. MIT - Um Conjunto de Técnicas de Leitura para Inspeção de Usabilidade em Modelos de Projeto. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Informática, UFAM, Fevereiro 2013.
- Valentim, N. M. C., Conte, T., 2014. Improving a Usability Inspection Technique Based on Quantitative and Qualitative Analysis In: XXVIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2014), pp.171 - 180.
- Valentim, N. M. C., Oliveira, K. M., Conte, T., 2012. Definindo uma Abordagem para Inspeção de Usabilidade em Modelos de Projeto por meio de Experimentação. In XI Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2012), pp. 165 - 174.
- Valentim, N. M. C., Silva, T. S., Silveira, M. S., Conte, T., 2013. Estudo comparativo entre técnicas de inspeção de usabilidade sobre diagramas de atividades. In XII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2013), pp. 92 – 101.
- Vaz, V. T., Travassos, G. H., Conte, T., 2012. Empirical assessment of WDP tool: A tool to support web usability inspections. In Conferencia Latinoamericana en Informática (CLEI 2012), pp. 1-9.
- Wieringa, R., Maiden, N. A. M., Mead, N. R., Rolland, C., 2006. Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: a proposal and a discussion. In: Requirements Engineering, v.11 (1), pp. 102–107.
- Winter, J.; Rankka, K.; Ahlberg, M.; Hotchkiss, J., 2011. Meeting organisational needs and quality assurance through balancing agile and formal usability testing results. In Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), pp.275-289.
- Wöhlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., Wessl, A., 2000. Experimentation in software engineering: an introduction. In Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA.

## APÊNDICE A – LISTA DE ARTIGOS SELECIONADOS NO 2º FILTRO NA IEEEExplore

*Este apêndice apresenta a lista de artigos selecionados no 2º filtro na biblioteca digital IEEEExplore.*

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
<b>I01</b>	<i>“Improving a Web Usability Inspection Technique Using Qualitative and Quantitative Data from an Observational Study”</i>	Conte, T.; Vaz, V.; Massolar, J.; Mendes, E.; Travassos, G.H.
<b>I02</b>	<i>“Empirical assessment of WDP tool: A tool to support web usability inspections”</i>	Vaz, V.T.; Travassos, G.H.; Conte, T.
<b>I03</b>	<i>“Enhancing the Effectiveness of Usability Evaluation by Automated Heuristic Evaluation System”</i>	Sivaji, A.; Shi-Tzuaan Soo; Abdullah, M.R.
<b>I04</b>	<i>“WE-QT: A Web Usability Inspection Technique to Support Novice Inspectors”</i>	Fernandes, P.; Conte, T.; Bonifacio, B..
<b>I05</b>	<i>“Usability Testing Methodology: Effectiveness of Heuristic Evaluation in E-Government Website Development”</i>	Sivaji, A.; Abdullah, A.; Downe, A.G
<b>I06</b>	<i>“Usability Evaluation Driven by Cooperative Software Description Framework”</i>	Lu Liang; Xiaoling Deng; Yong Wang.
<b>I07</b>	<i>“A Collaborative Task Modeling Approach Based on Extended GOMS”</i>	Lu Liang; Xiaoling Deng.
<b>I08</b>	<i>“Structural conformance checking with design tests: An evaluation of usability and scalability”</i>	Brunet, J.; Serey, D.; Figueiredo, J.
<b>I09</b>	<i>“Using an Empirical Study to Evaluate the Feasibility of a New Usability Inspection Technique for Paper Based Prototypes of Web Applications”</i>	Rivero, L.; Conte, T.
<b>I10</b>	<i>“Design and development of e-RUE as a web-based evaluation tool”</i>	Ramli, R.; Jaafar, A.
<b>I11</b>	<i>“Distributed and Automated Usability Testing of Low-Fidelity Prototypes”</i>	Hosseini-Khayat, A.; Hellmann, T.D.; Maurer, F.
<b>I12</b>	<i>“Further analysis on the validation of a usability inspection method for model-driven web development”</i>	Fernandez, A.; Abrahao, S.; Insfran, E.; Matera, M.
<b>I13</b>	<i>“Early Usability Evaluation in Model Driven Architecture Environments”</i>	Abrahão, S.; Insfran, E.
<b>I14</b>	<i>“Component-Specific Usability Testing”</i>	Brinkman, W-P.; Haakma, R.; Bouwhuis, D.G.
<b>I15</b>	<i>“A study of usability of Web-based software repositories”</i>	Clayton, N.; Biddle, R.; Tempero, E.
<b>I16</b>	<i>“Mix and match usability methods: picking the pieces for our project”</i>	Ruthford, M.A.
<b>I17</b>	<i>“Automated Usability Measurement of Arbitrary Desktop Application with Eyetracking”</i>	Fabo, P.; Durikovic, R.
<b>I18</b>	<i>“Usability Evaluation Based on Web Design</i>	Conte, T.; Massolar, J.;

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
	<i>Perspectives”</i>	Mendes, E.; Travassos, Guilherme H.
<b>I19</b>	<i>“A case study: developing a remote, rapid, and automated usability testing methodology for on-line books”</i>	Scholtz, J.
<b>I20</b>	<i>“Automatic support for usability evaluation”</i>	Lecerof, A.; Paternó, F.
<b>I21</b>	<i>“Tabletop AgilePlanner: A tabletop-based project planning tool for agile software development teams”</i>	Xin Wang; Maurer, F.
<b>I22</b>	<i>“A Methodology and Framework to Simplify Usability Analysis of Mobile Applications”</i>	Balagtas-Fernandez, F.; Hussmann, H.
<b>I23</b>	<i>“Automated Usability Testing Using HUI Analyzer”</i>	Baker, S.; Au, F.; Dobbie, G.; Warren, I.
<b>I24</b>	<i>“A systematic review on the effectiveness of web usability evaluation methods”</i>	Fernandez, A.; Abrahao, S.; Insfran, E.
<b>I25</b>	<i>“An Economical Approach to Usability Testing”</i>	Mueller, C.J.; Tamir, D.; Komogortsev, O.V.; Feldman, L.
<b>I26</b>	<i>“Remote Usability Evaluation System (e-RUE) ”</i>	Ramli, R.; Jaafar, A.; Omar, H.M.
<b>I27</b>	<i>“A Preliminary Experiment of Checking Usability Principles with Formal Methods”</i>	Kristoffersen, S.
<b>I28</b>	<i>“Analytical usability evaluation for digital libraries: a case study”</i>	Blandford, A.; Keith, S.; Connell, I.; Edwards, H.,
<b>I29</b>	<i>“Supporting Awareness during Collaborative and Distributed Configuration of Multi Product Lines”</i>	Holl, G.; Grunbacher, P.; Elsner, C.; Klambauer, T.
<b>I30</b>	<i>“Process-oriented evaluation of user interactions in integrated system analysis tools”</i>	Chaiwoo Lee; Grogan, P.T.; de Weck, O.L.
<b>I31</b>	<i>“A hybrid approach in the evaluation of usability for multimedia objects: case study of the media assets management platform for an advertainment production project toward Beijing Olympics 2008”</i>	Pang, N.L.S.; Sanxing, C.; Schauder, D.; Klein, R.R.
<b>I32</b>	<i>“Hybrid Usability Methodology: Integrating Heuristic Evaluation with Laboratory Testing across the Software Development Lifecycle”</i>	Sivaji, A.; Abdullah, M.R.; Downe, A.G.; Ahmad, W.F.W.
<b>I33</b>	<i>“Towards an MDE-based approach for usability evaluation of plastic user interface”</i>	Ben Ammar, L.; Mahfoudhi, A.; Kacem, Y.H.
<b>I34</b>	<i>“Rule based clinical decision support system for hematological disorder”</i>	Chen, Y.Y.; Goh, K.N.; Chong, K..
<b>I35</b>	<i>“Sports event user task modelling for personalised video streaming”</i>	Dejian Meng; Zhenchen Wang; Liwen He.
<b>I36</b>	<i>“Usability evaluation of PS using SUMI (Software Usability Measurement Inventory)”</i>	Kulkarni, R.; Padmanabham, P.; Sagare, V. and Maheshwari, V.



## APÊNDICE B – LISTA DE ARTIGOS SELECIONADOS NO 2º FILTRO NA SCOPUS

*Este apêndice apresenta a lista de artigos selecionados no 2º filtro na biblioteca digital Scopus.*

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
S01	<i>“Towards a proposal to capture usability requirements through guidelines”</i>	Ormeno, Y.I.; Panach, J.I.; Condori-Fernandez, N.; Pastor, O.
S02	<i>“Emotion recognition and its application in software engineering”</i>	Kolakowska, A.; Landowska, A.; Szwoch, M.; Szwoch, W.; Wrobel, M.R.
S03	<i>“The design and usability testing of DACADE - A tool supporting systematic data collection and analysis for design students”</i>	Sheikh Abdul Aziz, M.; Lindgaard, G.; Whitfield, T.W.A.
S04	<i>“Applying usability engineering in InterMod agile development methodology. A case study in a mobile application”</i>	Losada, B.; Urretavizcaya, M.; López-Gil, J.-M.; Fernández-Castro, I.
S05	<i>“A semi-automatic usability evaluation framework”</i>	Muhi, K.; Szőke, G.; Fülöp, L. J.; Ferenc, R., Berger, A.
S06	<i>“Informal Cognitive Walkthrough (ICW): Paring down and pairing up for an agile world”</i>	Grigoreanu, V.; Mohanna, M.
S07	<i>“Usabilidade de Aplicações Web Móvel: Avaliando uma Nova Abordagem de Inspeção através de Estudos Experimentais”</i>	Bonifácio, B.; Fernandes, P.; Santos, F.; de Oliveira, H.A.B.F.; Conte, T.
S08	<i>“Evaluating a usability inspection technique by means of industry case studies”</i>	Gomes, M.; de Oliveira, H.A.B.F.; Conte, T.
S09	<i>“Study on usability engineering of the command and control software design for armored vehicle”</i>	Chen, J.; Xuan, Y.; Jin, C.
S10	<i>“The state of the art of mobile application usability evaluation”</i>	Nayebi, F.; Desharnais, J.-M.; Abran, A.
S11	<i>“Combining InterMod agile methodology with usability engineering in a mobile application development”</i>	Losada, B.; Urretavizcaya, M.; López-Gil, J.-M.; Fernández-Castro, I.
S12	<i>“Integrating usability evaluation into model-driven video game development”</i>	Fernandez, A.; Insfran, E.; Abrahão, S.; Carsí, J. A.; Montero, E.
S13	<i>“Graphical controls based environment for user interface evaluation”</i>	Charfi, S.; Trabelsi, A.; Ezzedine, H.; Kolski, C.
S14	<i>“Validating WCAG versions 1.0 and 2.0 through usability testing with disabled users”</i>	Rømen, D.; Svanæs, D.
S15	<i>“Envisioning distributed usability evaluation through a virtual world platform”</i>	Koehne, B.; Redmiles, D.F.
S16	<i>“Evoluindo um Assistente de Apoio à Inspeção de Usabilidade através de Estudos Experimentais”</i>	Santos, F.; Conte, T.;
S17	<i>“Meeting organisational needs and quality”</i>	Winter, J.; Rönkkö, K.;

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
	<i>assurance through balancing agile and formal usability testing results”</i>	Ahlberg, M.; Hotchkiss, J.
<b>S18</b>	<i>“Heuristic evaluation of GeoWeb: Case study”</i>	Hub, M.; Víšek, O., Sedlák, P.
<b>S19</b>	<i>“A three-fold integration framework to incorporate user-centered design into agile software development”</i>	Humayoun, S.R.; Dubinsky, Y.; C atarci, T.
<b>S20</b>	<i>“Automated usability evaluation of parallel programming constructs (Nier track)”</i>	Pankratius, V.
<b>S21</b>	<i>“Interpretation of a cross-cultural usability evaluation: A case study based on a hypermedia system for rare species management in Namibia”</i>	Paterson, B.; Winschiers-Theophilus, H. Dunne, T.T.; Schinzel, B.; Underhill, L.G.
<b>S22</b>	<i>“Development of online counseling system and usability evaluation”</i>	Kato, C.; Shiono, Y.; Goto, T.; Tsuchida, K.,
<b>S23</b>	<i>“Exploratory inspection-a user-based learning method for improving open source software usability”</i>	Zhao, L.; Deek, F.P.; McHugh, J.A.,
<b>S24</b>	<i>“Usability Management System (usemate): A web-based automated system for managing usability testing systematically”</i>	Ahmad, W.F.W.; Sulaiman, S.; Johari, F.S.,
<b>S25</b>	<i>“Evolving a wizard to support inspection process through qualitative and quantitative analysis”</i>	Santos, F.; Gomes, M.; Oliveira, H.A.B.F.; Conte, T.
<b>S26</b>	<i>“Model-based usability evaluation and analysis of interactive techniques”</i>	Ladry, J.; Palanque, P.; Barboni, E.; Navarre, D.,
<b>S27</b>	<i>“MMWA-ae: Boosting knowledge from multimodal interface design, reuse and usability evaluation”</i>	Neto, A.T.; Fortes, R.P.M.; Rossi, R.; Rezende, S.
<b>S28</b>	<i>“Towards to the validation of a usability evaluation method for model-driven web development”</i>	Fernandez, A. ; Abrahão, S.; Insfran, E.,
<b>S29</b>	<i>“Usability evaluation of multi-device/platform user interfaces generated by model-driven engineering”</i>	Aquino, N.; Vanderdonckt, J.; Condori-Fernández, N.; Dieste, Ó.; Pastor, Ó.
<b>S30</b>	<i>“Work-domain knowledge in usability evaluation: Experiences with Cooperative Usability Testing”</i>	Frøkjær, A.; Hornbæk, K. ,
<b>S31</b>	<i>“Exploring the benefits of the combination of a software architecture analysis and a usability evaluation of a mobile application”</i>	Biel, B.; Grill, T.; Gruhn, V.
<b>S32</b>	<i>“Usability heuristics evaluation for child e-learning applications”</i>	Alsumait, A.; Al-Osaimi, A.,
<b>S33</b>	<i>“Model of usability evaluation of web portals based on the fuzzy logic”</i>	Hub, M.; Zatloukal, M.,
<b>S34</b>	<i>“Cooperative software development and usability evaluation: A web-based work management system for construction sites”</i>	Shiono, Y.; Kuang, Z.; Nakagawa, Y.; Goto, T.; Tsuchida, K.,
<b>S35</b>	<i>“Toward building self-sustaining groups in PCR-based tasks through implicit coordination: The</i>	Lowry, P.B.; Roberts, T.L.; Dean, D.L.; Marakas, G.

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
	<i>case of heuristic evaluation”</i>	
<b>S36</b>	<i>“Integration of usability evaluation and model-based software development”</i>	Propp, S.; Buchholz, G.; Forbrig, P.,
<b>S37</b>	<i>“Developing a dynamic usability evaluation framework using an aspect-oriented approach”</i>	Shekh, S.; Tyerman, S.
<b>S38</b>	<i>“Current state of agile user-centered design: A survey”</i>	Hussain, Z.; Slany, W.; Holzinger, A. 2009
<b>S39</b>	<i>“OJAX: A case study in agile Web 2.0 open source development”</i>	Wusteman, J.
<b>S40</b>	<i>“A multi-method approach to assess usability and acceptability: A case study of the patient-reported outcomes measurement system (PROMIS) workshop”</i>	Jansky, L.J.; Huang, J.C.
<b>S41</b>	<i>“Usability evaluation for Enterprise SOA APIs”</i>	Beaton, J.; Myers, B.A.; Stylos, J.; Jeong, S.Y.; Xie, Y.
<b>S42</b>	<i>“Direct integration: Training software developers and designers to conduct usability evaluations”</i>	Skov, M.B. and Stage, J.
<b>S43</b>	<i>“Methodology of fuzzy usability evaluation of Information systems in Public administration”</i>	Hub, M.;Zatloukal, M.,
<b>S44</b>	<i>“Automated usability evaluation during model-based interactive system development”</i>	Feuerstack, S.; Blumendorf, M.; Kern, M.; Kruppa, M.; Quade, M.;Runge, M.; Albayrak, S.
<b>S45</b>	<i>“Task model-based usability evaluation for smart environments”</i>	Propp, S.; Buchholz, G.; Forbrig, P.,
<b>S46</b>	<i>“Training and deployment as a basis for usability engineering of mobile systems”</i>	Skattør, B.
<b>S47</b>	<i>“Evaluating system utility and conceptual fit using CASSM”</i>	Blandford, A.; Green, T.R.G.; Furniss, D.; Makri, S.
<b>S48</b>	<i>“Enhancing usability testing through datamining techniques: A novel approach to detecting usability problem patterns for a context of use”</i>	González, M.P.; Lorés, J.; Granollers, A.
<b>S49</b>	<i>“Using a task-based approach in evaluating the usability of BoBIs in an E-book environment”</i>	Abdullah, N.; Gibb, F.
<b>S50</b>	<i>“Assumptions considered harmful the need to redefine usability”</i>	Winschiers, H.; Fendler, J.
<b>S51</b>	<i>“Usability evaluation in task orientated collaborative environments”</i>	Urmetzer, F.; Alexandrov, V.
<b>S52</b>	<i>“Use case evaluation (UCE): A method for early usability evaluation in software development”</i>	Hornbæk, K.; Høegh, R.T.; Pedersen, M.B.; Stage, J.
<b>S53</b>	<i>“Human-mediated visual ontology alignment”</i>	Lanzenberger, M.; Sampson, J.
<b>S54</b>	<i>“Towards visual analysis of usability test logs using task models”</i>	Malý, I.; Slavík, P.
<b>S55</b>	<i>“A framework for incorporating usability into model transformations”</i>	Zhao, X.; Zou, Y.

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
<b>S56</b>	<i>“Development and evaluation of new user interface for security scanner with usability in human interface study”</i>	Yoshimoto, M.; Katoh, T.; Bista, B.B.; Takata, T.
<b>S57</b>	<i>“The usability of accessibility evaluation tools”</i>	Petrie, H.; King, N.; Velasco, C.; Gappa, H.; Nordbrock, G.
<b>S58</b>	<i>“An HCI model for usability of sonification applications”</i>	Ibrahim, A.A.A.; Hunt, A.
<b>S59</b>	<i>“What happened to remote usability testing?: An empirical study of three methods”</i>	Andreasen, M.S.; Nielsen, H.V.; Schröder, S.O.; Stage, J.
<b>S60</b>	<i>“Preliminary usability evaluation of PolyMeCo: A visualization based tool for mesh analysis and comparison”</i>	Santos, B.S.; Silva, S.; Teixeira, L.; Ferreira, C.; Dias, P.; Madeira, J.
<b>S61</b>	<i>“Towards an empirical method of efficiency testing of system parts: A methodological study”</i>	Brinkman, W.-P.; Haakma, R.; Bouwhuis, D.G.
<b>S62</b>	<i>“A tool to support usability inspection”</i>	Ardito, C.; Lanzilotti, R.; Buono, P.; Piccinno, A.
<b>S63</b>	<i>“Comprehensive assessment of a software development project for engineering instruction”</i>	Hall, R.H.; Philpot, T.A.; Hubing, N.,
<b>S64</b>	<i>“Usability analysis of mobile phone camera software systems”</i>	(Qiu, Y.F.; Chui, Y.P.; Helander, M.G.,
<b>S65</b>	<i>“Detecting low usability web pages using quantitative data of users' behavior”</i>	Nakamichi, N.; Shima, K.; Sakai, M.; Matsumoto, K.-I.
<b>S66</b>	<i>“What do usability evaluators do in practice? An explorative study of think-aloud testing”</i>	Nørgaard, M.; Hornbæk, K.
<b>S67</b>	<i>“Measuring usability: Use HMM emotion method and parameter optimize”</i>	Lai, X.; Bai, Y.; Qiu, Y.
<b>S68</b>	<i>“Empirical usability testing in a component-based environment: Improving test efficiency with component-specific usability measures”</i>	Brinkman, W.-P.; Haakma, R.; Bouwhuis, D.G.
<b>S69</b>	<i>“Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications”</i>	Zhang, D.; Adipat, B.
<b>S70</b>	<i>“Using Heuristics to Evaluate the Playability of games”</i>	Desurvire, H.; Caplan, M.; Toth, J.A.
<b>S71</b>	<i>“A cost-effective usability evaluation progression for novel interactive systems”</i>	Hix, D.; Swan II, J.E.; Höllerer, T.H.; Baillot, Y.; Gabbard, J.L.; Livingston, M.A.; Julier, S.J.; Brown, D.,
<b>S72</b>	<i>“Processos de planejamento da reengenharia de software apoiados por princípios de usabilidade”</i>	Díscola Jr., S. L.; Silva, J.C.A.
<b>S73</b>	<i>“Global-software development lifecycle: An exploratory study”</i>	Yeo, A.W.
<b>S74</b>	<i>“Virtual prototypes in usability testing”</i>	Kuutti, K.; Battarbee, K.; Säde, S.; Mattelmäki, T.; Keinonen, T.; Teirikko, T.; Tornberg, A.

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
<b>S75</b>	<i>“Achieving usability through software architectural styles”</i>	Bass, L.; John, B.E.
<b>S76</b>	<i>“Tool for creating predictive performance models from user interface demonstrations”</i>	Hudson, S. E.; John, B. E.; Knudsen, K.; Byrne, M. D.
<b>S77</b>	<i>“Perspective-based usability inspection: An empirical validation of efficacy”</i>	Zhang, Z.; Basili, V.; Shneiderman, B.,
<b>S78</b>	<i>“Designing usable Visual Languages: The case of immune system studies”</i>	Bianchi, A.; D'Enza, M.; Matera, M.; Betta, A.
<b>S79</b>	<i>“User interface evaluation in an iterative design process: a comparison of three techniques”</i>	Savage, P.
<b>S80</b>	<i>“GLEAN: a computer-based tool for rapid GOMS model usability evaluation of user interface designs”</i>	Kieras, D; E.; Wood, S. D.; Abotel, K.; Hornof, A.
<b>S81</b>	<i>“StEP (3D): A standardized evaluation plan for three-dimensional interaction techniques”</i>	Grissom, Scott B.; Perlman, Gary
<b>S82</b>	<i>“Comparing telephone-computer interface designs: Are software simulations as good as hardware prototypes?”</i>	Archer, N.P.; Yuan, Y.
<b>S83</b>	<i>“Employing usability engineering in the development of office products”</i>	Tyldesley, D.A.
<b>S84</b>	<i>“Task analysis for groupware usability evaluation: Modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration”</i>	Pinelle, D.; Gutwin, C.; Greenberg, S.
<b>S85</b>	<i>“Usability meanings and interpretations in ISO standards”</i>	Abran, A.; Khelifi, A.; Suryan, W.; Seffah, A.
<b>S86</b>	<i>“WalkMap: Developing an augmented reality map application for wearable computers”</i>	Lehikoinen, J.; Suomela, R.
<b>S87</b>	<i>“Evaluation in the design of health information systems: Application of approaches emerging from usability engineering”</i>	Kushniruk, A.
<b>S88</b>	<i>User action framework: a reliable foundation for usability engineering support tools</i>	Andre, T.S.; Rex Hartson, H.; Belz, S.M.; McCreary, F.A.

## APÊNDICE C – TABELA DE EXTRAÇÃO PARA ESTUDOS SECUNDÁRIOS

*Este apêndice apresenta a tabela de extração elaborada para extrair dados de estudos secundários retornados no Mapeamento Sistemático realizado e a extração de um estudo secundário retornado.*

Nome	Referência (Autor, Ano)
<b>Qual é o tipo de objetivo de pesquisa?</b>	<p>O objetivo de pesquisa de uma RSL ou MS pode ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação de melhores e típicas práticas (analisa um conjunto de estudos empíricos para determinar que técnicas são usadas na prática);</li> <li>• Classificação e taxonomia (cria um framework ou classifica a pesquisa existente)</li> <li>• Ênfase no tópico da categoria (identifica o quanto a pesquisa é publicada em diferentes sub-tópicos no campo de interesse);</li> <li>• Identificação dos fóruns de publicação (identifica os <i>journals</i>, conferências e <i>workshops</i> relevantes na área de foco).</li> </ul>
<b>Qual é o objetivo de pesquisa?</b>	Descreve o objetivo de pesquisa do RSL ou MS.
<b>Quais são os critérios de inclusão?</b>	Descreve os critérios de inclusão de uma RSL ou MS.
<b>Qual o número de artigos incluídos?</b>	<p>Esta categoria investiga:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de artigos retornados</li> <li>• Número de estudos potencialmente relevantes (é a quantidade de artigos encontrados na pesquisa)</li> <li>• Artigos relevantes (quantidade de artigos após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão).</li> </ul>
<b>Quais informações são extraídas dos artigos?</b>	Informar quais os campos da tabela de extração de dados.
<b>Qual o tipo de análise realizada?</b>	<p>Esta categoria investiga se a análise é de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meta estudos (integra muitos estudos através de análise estatística de dados de estudos quantitativos);</li> <li>• Análise comparativa (uso de simplificação lógica e teorias de avaliação de confiança);</li> <li>• Análise temática (conta artigos relacionados a temas específicos ou categorias);</li> <li>• Resumo de narrativa (foca na revisão qualitativa e explicações narrativas).</li> </ul>
<b>Descreva a análise realizada</b>	Descreve qual foi à análise dos resultados
<b>Tecnologias encontradas</b>	Se o autor realizou um MSL, RSL ou um estudo da arte, informar quais as tecnologias que o mesmo encontrou.
<b>Fases Das Tecnologias</b>	Informar se as tecnologias são específicas de alguma fase do processo de desenvolvimento. Se sim, especificar que fase é esta.
<b>Limitações</b>	Algum tipo de limitação foi encontrado na execução do MSL/RLS/Estudo da Arte? Se sim, qual(is)?

Tabela de Extração de dados do artigo de Fernandez *et al.* (2011).

Nome	<b>A Systematic Review on the Effectiveness of Web Usability Evaluation Methods (Fernandez, A.; Abrahão, S.; Insfran, E., 2012)</b>
<b>Qual é o tipo de objetivo de pesquisa?</b>	Esta revisão visa investigar quais os métodos de avaliação de usabilidade têm sido empregados para avaliar os artefatos da Web, e como esses métodos foram utilizados.
<b>Qual é o objetivo de pesquisa?</b>	O objetivo de nosso estudo é examinar a eficácia dos métodos de avaliação de usabilidade no desenvolvimento Web a partir do ponto de vista da seguinte questão de pesquisa: "Quais os métodos de avaliação de usabilidade têm provado ser o mais eficaz no domínio da Web?".
<b>Quais são os critérios de inclusão?</b>	Os critérios de inclusão deste artigo foram dois: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artigos que apresentam pesquisas, estudos de caso ou experimentos relativos à validação empírica de métodos de avaliação de usabilidade. Esses tipos de estudos são as mais representativas para recolher dados empíricos.</li> <li>• Os trabalhos que comparam a eficácia de dois ou mais métodos de avaliação de usabilidade. Selecionou-se este tipo de estudos de comparações entre UEMs, pois permitem a agregação de dados empíricos de diferentes fontes.</li> </ul>
<b>Qual o número de artigos incluídos?</b>	Para esta revisão, reutilizou-se um conjunto de 206 estudos já coletados no mapeamento anterior. Esse raciocínio foi baseado no fato de que a reutilização é possível, pois a questão de pesquisa é uma especialização da questão de pesquisa do mapeamento sistemático realizado anteriormente. Após a aplicação dos critérios de inclusão, foi selecionado um total de 28 estudos.
<b>Quais informações são extraídas dos artigos?</b>	Foram extraídas as seguintes informações de cada artigo: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) O objetivo e tipo de estudo empírico.</li> <li>b) Os métodos de avaliação de usabilidade que foram avaliados e seu tipo de método com base na taxonomia proposta por Ivory e Hearst: testes, inspeções, investigação, modelagem analítica e simulação.</li> <li>c) As medidas que foram empregadas para avaliar a eficácia dos métodos de avaliação de usabilidade.</li> <li>d) Os artefatos da Web que foram avaliados (por exemplo, modelos conceituais, mockups, protótipos e a aplicação final).</li> <li>e) O contexto do estudo empírico (por exemplo, o participante ou perfil dos avaliadores, número de participantes ou avaliadores).</li> </ol>
<b>Descreva a análise realizada</b>	A análise dos dados extraídos forneceu os seguintes resultados para cada uma das informações extraídas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• No que diz respeito ao objetivo e tipo de estudos empíricos (critério (a)), os resultados mostram que 50% dos estudos selecionados foram destinados a validar empiricamente um método de avaliação de usabilidade, que tinha sido especificamente proposto para o domínio da Web. Por outro lado, os outros 50% foram destinados a realizar estudos comparativos entre UEMS bem conhecidos, a fim de orientar os pesquisadores e profissionais. Além disso, as experiências foram o tipo mais comum de estudos empíricos encontrados (cerca de 83%). Isto é devido ao facto de que as experiências proporcionam um elevado nível de controle e são úteis para a comparação de métodos de avaliação de usabilidade, de forma mais rigorosa. Os estudos de caso e pesquisas representam, respectivamente, 12% e 6% dos estudos selecionados.</li> <li>• No que diz respeito aos métodos de avaliação de usabilidade que foram avaliados (critério (b)), os UEMS mais utilizados nas comparações foram Avaliação Heurística (HE), Think-Aloud Protocol, Cognitive Walkthrough (CW), e a Metáfora do homem-Pensamento (MOT). Qualquer UEM definido como uma nova versão modificada do outro tem sido considerado como um UEM separado quando estas modificações prosseguem a melhoria da UEM (por</li> </ul>

	<p>exemplo, avaliação heurística vs Avaliação heurística Plus).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No que diz respeito as medidas que foram empregadas para avaliar a eficácia da UEMS (critério (c)), a medida mais comumente empregada foi à proporção de problemas de usabilidade detectados. Esta medida também é conhecida como nível de detalhe e é definida como a razão entre o número de problemas identificados e o número total dos problemas existentes. Em alguns estudos, esta medida é ponderada pela validade da medida, a fim de fornecer uma medida mais rigorosa da eficácia. A variedade de medidas empregadas para avaliar a eficácia da UEM torna difícil resumir os dados empíricos de diferentes estudos.</li> <li>• No que diz respeito aos produtos manufaturados da Web que foram avaliadas (critério (d)), todos os estudos de seleção utilizaram uma aplicação Web final como o objeto de avaliação. No entanto, alguns estudos também utilizaram outros artefatos da Web para apoiar as avaliações de usabilidade.</li> <li>• No que diz respeito ao contexto dos estudos empíricos (critério (e)), observou-se que a maioria dos estudos utilizavam estudantes de graduação como avaliadores para realizar inspeções de usabilidade (por exemplo, avaliações heurísticas, percurso cognitivo) e participantes em sessões experimentais (por exemplo, protocolo <i>Think Aloud</i>, o teste de usuário remoto). No entanto, repetições de experimentos, que são necessárias para fortalecer os resultados empíricos obtidos e generalizá-las, sob certas condições, são menos comuns do que o esperado.</li> </ul>
<b>Tecnologias encontradas</b>	<p>Os métodos de Avaliação de Usabilidade encontrados foram:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Automated Summative Evaluation</i></li> <li>• <i>Co-discovery Learning</i></li> <li>• <i>Conceptual Tool for Predicting</i></li> <li>• <i>Cognitive Walkthrough</i></li> <li>• <i>Cognitive Walkthrough for the Web</i></li> <li>• <i>Expert Evaluation</i></li> <li>• <i>End-Survey Evaluation</i></li> <li>• <i>Eye-tracking</i></li> <li>• <i>Gerhardt-Powals Principles</i></li> <li>• <i>Heuristic Evaluation</i></li> <li>• <i>Heuristic Evaluation Plus</i></li> <li>• <i>Interviews</i></li> <li>• <i>Lab-Based Testing</i></li> <li>• <i>Logic Scoring Preference</i></li> <li>• <i>Methaphor of Human-Thinking</i></li> <li>• <i>Questionnaire</i></li> <li>• <i>Remote Usability Testing</i></li> <li>• <i>Systematic Usability Evaluation</i></li> <li>• <i>Think-Aloud Protocol</i></li> <li>• <i>Traditional Usability Testing</i></li> <li>• <i>Web Design Perspectives</i></li> </ul>
<b>Fases Das Tecnologias</b>	<p>As tecnologias encontradas podem ser utilizadas na fase de Verificação e Validação (Tanto Inspeção quanto Teste).</p>
<b>Limitações</b>	<p>As principais limitações desta revisão sistemática estão relacionadas com vieses de publicação, vieses de seleção, e imprecisão na extração de dados e síntese. Também foram detectadas outras limitações relacionadas com o próprio procedimento de revisão sistemática que era abordado no trabalho posterior.</p>



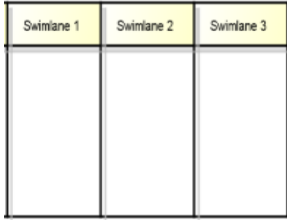
## APÊNDICE D – TÉCNICA DE LEITURA UDRT-AD

*Este apêndice apresenta a Técnica de Construção UDRT-AD.*

### Técnica UDRT-AD (*Usability Design Reading Technique for Activity Diagrams*)

#### PROCEDIMENTOS

- Para aplicação da técnica, primeiramente deve- ser realizada uma leitura completa da descrição textual, de forma a entender o domínio do problema que é apresentado.
- Após a leitura, tente construir o Diagrama de Atividade utilizando os seguintes passos: Identificação dos Atores, Identificação do nó de Início, Identificação das Atividades, Agrupamento das Atividades, Transição das Atividades, Identificação dos Nós de Fim;
- Cada passo possui três itens que auxiliam na construção dos diagramas, que são:
  - a. As **Heurísticas** para identificar os elementos do diagrama de atividade, a partir da descrição textual, e como transformá-lo em um elemento do diagrama;
  - b. As **Instruções** para criar os elementos do diagrama; e,
  - c. As **Diretrizes de Usabilidade** apoiam a incluir a usabilidade em cada parte do processo de construção do diagrama;
- Em seguida, verifique a consistência do diagrama projetado através dos itens de verificação.

IDENTIFICAÇÃO DAS SWIMLANES		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H1 – Atores envolvidos na Descrição</b></p> <p><i>Os atores podem ser identificados através das responsabilidades/ atividades que podem assumir na descrição. São os responsáveis pela execução de alguma atividade.</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Swimlane</i></p>	<p>✓ <b>Identifique os papéis</b> dos atores e os <b>transforme em swimlanes</b>:</p> <p>O nome das <i>swimlanes</i> deve estar de acordo com o papel que cada ator irá realizar no sistema;</p>



#### Diretrizes de Usabilidade:

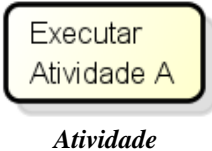
- ✓ Cada *swimlane* deve estar **descrita de forma correta e compreensível**, de acordo com o domínio do problema:
  - Caso seja necessário, modifique o nome da *swimlane* para que **o termo utilizado siga o padrão já utilizado** em aplicações semelhantes e também atenda o domínio do problema;

NÓ DE INÍCIO		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H2 – Nó de Início</b></p> <p><i>Os nós de início podem ser identificados através da primeira ação que um ator realiza para executar uma atividade.</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Nó de Início</i></p>	<p>✓ <b>Insira</b> o nó de início na <i>swimlane</i> responsável pelo início das atividades;</p> <p>✓ O <b>primeiro fluxo</b> sairá do nó de início e irá até a <b>primeira atividade</b> identificada;</p>



#### Diretrizes de Usabilidade:

- ✓ Os fluxos do nó de início devem seguir a ordem lógica apresentada no domínio do problema;

IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H3 – Ações envolvidas na Descrição</b></p> <p><i>São as ações que o ator pode/deve realizar. As ações podem ser identificadas através de: (a) verbos que estão na 3ª pessoa do singular (faz, realiza, executa) ou (b) verbos no infinitivo (fazer, realizar, executar);</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Transforme</b> cada ação identificada em uma <b>atividade</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Reescreva</b> o verbo das ações identificadas <b>no infinitivo</b>, por exemplo: realiza → realizar;</li> <li>○ <b>Agrupe</b> o verbo ao <b>seu complemento</b>: realizar → “realizar cadastro do aluno”;</li> </ul> </li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**


- ✓ Cada atividade deve estar **compreensível** e **descrita corretamente**, de acordo com o domínio do problema;
- ✓ Cada atividade deve ser de **fácil reconhecimento** de qual seu objetivo no diagrama;
- ✓ O nome das atividades deve estar **de acordo com a descrição textual**.
  - Caso seja necessário, modifique-a para que o termo utilizado siga o padrão já utilizado em aplicações semelhantes e também atenda o domínio do problema;
- ✓ O nome das atividades deve representar funcionalidades diferentes que vão ser realizadas na aplicação, ou seja, não deve existir atividade que possuem nomes diferentes, mas com a mesma funcionalidade;

AGRUPAMENTO DAS ATIVIDADES		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H4 – Alocação das atividades</b></p> <p><i>Cada atividade deve estar alocada a sua swimlane responsável que deve realizá-la no diagrama.</i></p>	 <p><i>Alocação de Atividades</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Insira</b> cada atividade se encontra em seu <i>swimlane</i> responsável.</li> <li>✓ <b>Verifique</b> se cada <i>swimlane</i> possui as suas respectivas atividades pelas quais são responsáveis.</li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**

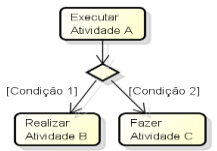
- ✓ Caso exista alguma atividade em que seja necessário inserir, alterar ou excluir deve existir outra atividade que permita que o usuário possa voltar ou cancelar a ação realizada;
- ✓ Caso, em alguma atividade, o usuário estiver numa situação de erro, deve ser criada uma atividade que permita que ele consiga sair desta situação;
- ✓ Caso o usuário esteja numa situação de erro deve haver atividades que ajudam o usuário a corrigir o erro;
- ✓ Caso, em alguma atividade, exista uma tomada decisão, devem existir atividades perguntando para o usuário se o mesmo deseja realizar a ação;

TRANSIÇÃO DAS ATIVIDADES		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H5 – Fluxo Sequencial</b></p> <p><i>São as atividades realizadas sem sequência, ou seja, primeiro realiza uma atividade e, em seguida outra.</i></p>	 <p><i>Transição Sequencial</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Direcione</b> uma seta simples da primeira atividade à segunda atividade;</li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**

- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;

Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H6 – Condições de Decisão</b></p> <p><i>São as atividades que permitem o ator escolher entre duas ou mais ações nas quais deseja realizar.</i></p>	 <p><i>Tomada de Decisão</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Crie</b> uma condição e <b>direcione</b> uma seta simples da decisão as atividades que devem ser escolhidas;</li> <li>✓ <b>Crie</b> Condições de Guarda para cada atividade que resulta da condição de decisão;</li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**

- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;
- ✓ Os termos utilizados devem ser de fácil compreensão e entendimento;
- ✓ Os nomes das condições de guarda devem ser de fácil reconhecimento pelos usuários;

Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H7 – Ponto de Merge</b>  <i>Identifique se há atividades nas quais, independente das outras atividades estarem sendo realizadas, em certo momento se agrupam e tem como saída somente uma atividade.</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>Merge</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Direcione</b> os fluxos que devem se encontrar para o ponto de merge;</li> <li>✓ Direcione o fluxo de saída do ponto de merge para outra atividade ou outro elemento do diagrama;</li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**

- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;

Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H8 – Atividades em Paralelo – Bifurcação e Sincronização</b>  <i>Estas são as ações identificadas na descrição que podem acontecer paralelamente. Ou seja, quando duas ou mais atividades necessitem ser realizadas ao mesmo tempo.</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>Bifurcação e Sincronização</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Na <b>Bifurcação insira</b> uma linha na horizontal para que esta englobe todas as atividades que devem ser executadas em paralelo;             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Direcione um fluxo</b> sequencial da última atividade para esta linha horizontal desenhada;</li> </ul> </li> <li>✓ Na <b>Sincronização insira</b> também uma linha na horizontal abaixo de todas as atividades que foram executadas em paralelo;             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Direcione todos os fluxos</b> das atividades em paralelo para esta linha horizontal;</li> <li>○ <b>Direcione</b> um fluxo sequencial da sincronização para a próxima atividade;</li> </ul> </li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**

- ✓ Os fluxos das atividades devem estar em uma ordem lógica e de acordo com o domínio do problema;

<b>NÓ DE FIM</b>		
Heurística	Elemento	Instruções
<p><b>H9 – Nós de Fim.</b>  <i>É identificado somente quando o ator realiza a última ação no fluxo das atividades.</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>Nó de Fim</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Insira</b> um nó de fim:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caso alguma atividade necessita ser finalizada antes do término do fluxo;</li> <li>○ Caso o fluxo tenha chegado ao ponto final;</li> </ul> </li> </ul>



**Diretrizes de Usabilidade:**

- ✓ Os fluxos do nó de início devem seguir a ordem lógica apresentada no domínio do problema;

<b>Inspeção do Diagrama Projetado</b>	
Descrição	Itens de Verificação
<p>Esta inspeção deve ser realizada no final da construção, de forma a verificar se o diagrama criado</p>	<p>3. Verifique se as atividades utilizadas no diagrama estão de acordo com as atividades que estão sendo informadas na descrição textual.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verifique se os nomes das <i>swimlanes</i>/atividades estão de acordo com a</li> </ul>

<p>com esta técnica está de acordo com a descrição textual utilizada;</p>	<p>descrição e são de fácil reconhecimento e entendimento;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Verifique se está faltando alguma atividade que está presente na descrição e não está presente no diagrama;</li><li>○ Verifique se o diagrama apresenta atividades que estão fora do escopo da descrição;</li></ul> <p>4. Verifique se os fluxos das atividades do diagrama estão de acordo com as atividades do diagrama:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Verifique se o fluxo das atividades foi modelado de acordo com o apresentado na descrição;</li><li>○ Verifique se as decisões estão sendo utilizadas no local correto;</li><li>○ Verifique se as condições de guarda estão inseridas de maneira correta;</li><li>○ Verifique se as atividades paralelas estão sendo utilizadas de forma concorrente e não sequencialmente;</li></ul>
---	--

## APÊNDICE E – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

*Este apêndice apresenta os exemplos de aplicação das heurísticas da técnica de construção UDRT-AD.*

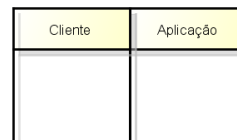
### EXEMPLO DE APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS PARA CONSTRUÇÃO DOS DIAGRAMAS DE ATIVIDADES

### EXEMPLO DE APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS PARA CONSTRUÇÃO DOS DIAGRAMAS DE ATIVIDADES

#### H1 – Atores envolvidos na Descrição

**Exemplo 1:** Identificação de swimlanes para o diagrama

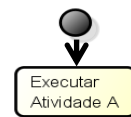
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa executar a atividade A. Em seguida, a **aplicação** realiza a atividade B.



#### H2 – Nó de Início

**Exemplo 2:** Criação do nó inicial do diagrama

José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**.



#### H3 – Ações envolvidas na Descrição

**Exemplo 3:** Identificação das ações das atividades do diagrama.

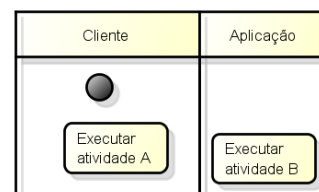
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, a aplicação **realiza a atividade B**.



#### H4 – Alocação das atividades

**Exemplo 4:** Alocação de cada atividade em seu swimlane responsável.

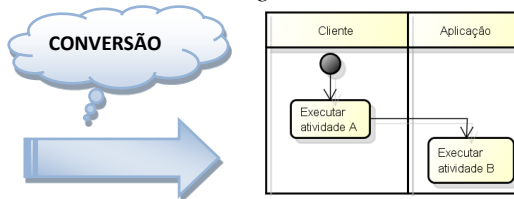
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, a aplicação **realiza a atividade B**.



**H5 – Fluxo Sequencial**

**Exemplo 5:** Identificação do fluxo sequencial das atividades do diagrama

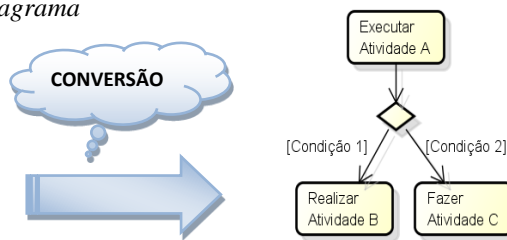
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, a aplicação **realiza a atividade B**.



**H6 – Condições de Decisão**

**Exemplo 6:** Exemplo de uma condição do diagrama

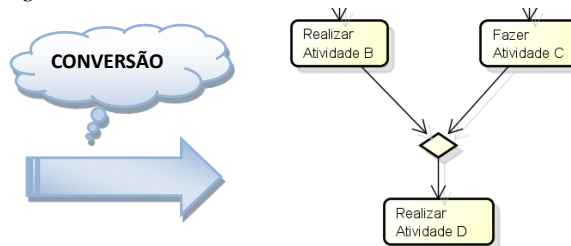
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, José escolhe entre **realizar a atividade B** ou **fazer a atividade C**.



**H7 – Ponto de Merge**

**Exemplo 7:** Exemplo de um ponto de Merge no diagrama

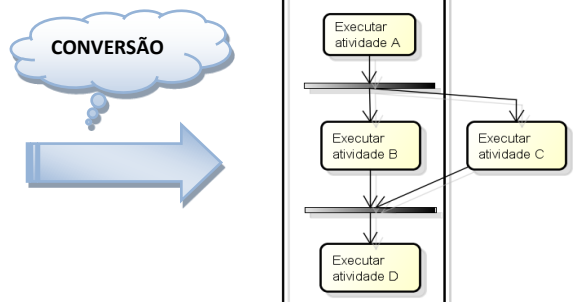
José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Em seguida, José escolhe entre **realizar a atividade B** ou **fazer a atividade C**. No entanto, independente do caminho que José seguir, ele sempre **realiza a Atividade D**.



**H8 – Atividades em Paralelo – Bifurcação e Sincronização**

**Exemplo 8:** Exemplo de atividades paralelas.

José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Enquanto José **realiza a atividade B**, a **atividade C** é executada pela aplicação. Após realizar estas duas atividades, José deve executar a Atividade D.



**H9 – Nós de Fim.**

**Exemplo 9:** Exemplo de criação do nó final.

José necessita realizar uma viagem para o Rio Grande e precisa fazer as reservas de um voo. Para isso, ele precisa **executar a atividade A**. Enquanto José **realiza a atividade B**, a **atividade C** é executada pela aplicação. Após realizar estas duas atividades, José deve executar a Atividade D para finalizar a atividade de realizar reserva.

