



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



# **USINN: UM MODELO DE INTERAÇÃO E NAVEGAÇÃO ORIENTADO À USABILIDADE**

**Anna Beatriz dos Santos Marques**

Manaus  
2017

Anna Beatriz dos Santos Marques

# USINN: UM MODELO DE INTERAÇÃO E NAVEGAÇÃO ORIENTADO À USABILIDADE

Tese de doutorado submetida ao  
corpo docente do Programa de Pós-  
Graduação em Informática da  
Universidade Federal do Amazonas.  
Área de concentração: Interação  
Humano-Computador e Engenharia  
de Software.

Orientadora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Tayana Uchôa Conte

Colaboradora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Simone Diniz Junqueira Barbosa

Manaus

2017

“No mesmo instante em que recebemos pedras em nosso caminho, flores estão sendo plantadas mais longe. Quem desiste não as vê.”  
William Shakespeare

## *Agradecimentos*

A Deus acima de tudo, por ter tornado tudo isso possível. Por ter me dado a sabedoria de enxergar possibilidades e oportunidades na pesquisa. Por ter colocado pessoas maravilhosas em meu caminho e me proporcionar tantos aprendizados.

À minha avó Norma Costa por ser minha mãe, meu pai, minha avó e minha melhor amiga. Por ter investido sempre em meus estudos, por ser minha maior incentivadora, por ser meu ombro amigo, meu alicerce, por me encorajar a seguir sempre. Nunca poderei retribuir todo o bem que a senhora fez e continua fazendo por mim. A minha vitória é sua.

Ao meu marido Rodrigo Araújo por ter se tornado meu grande amigo, meu parceiro, aquele com quem pude contar em todos os momentos, aquele que mais do que ninguém sabe das batalhas que enfrentei e que vibrou comigo a cada vitória alcançada. Eu não poderia ter um marido mais parceiro que você, obrigada por trazer alegria aos meus momentos de aflição e por me fazer enxergar as coisas de maneira mais positiva.

À minha afilhada Fernanda Cristina por ser minha motivação para vencer e por ter paciência em aceitar minha ausência em tantos momentos em que não pude estar presente. Você sempre esteve em meus pensamentos como uma força maior quando achei que não conseguiria!

À toda minha família, que sempre torceu pelas minhas conquistas e comemorou cada vitória alcançada.

À minha orientadora Tayana Conte que me mostrou um mundo de possibilidades que eu nem imaginava que existia, desde a graduação. Aprendi com você muito mais do que ser pesquisadora, aprendi o que é ser profissional, o que é ser professora, o que é ser orientadora, o que é ser sonhadora, o que é ser vencedora! Sou muito grata a todos os aprendizados e oportunidades que você me ofereceu. Agradeço por todas as reuniões de orientação, por renovar minha motivação e entusiasmo com a pesquisa a cada reunião, por me incentivar a investigar métodos de pesquisa diferentes, por me instigar a analisar o USINN sob diferentes perspectivas, por me cobrar mais do que eu imaginava ser capaz de fazer e com isso me fazer descobrir quem eu realmente sou! Espero honrar seu nome como minha orientadora em toda a minha trajetória profissional.

À Simone Barbosa por todo conhecimento compartilhado durante esta pesquisa, pelas reuniões divertidas em Manaus, onde eu pude descobrir cada vez mais sobre o universo de IHC e de uma pesquisadora internacional. Por todos os pontos de vista compartilhados sobre a MoLIC, sobre os estudos experimentais, por questionar os resultados, por me fazer pensar sobre meu papel de pesquisadora e por ter fornecido tantos feedbacks sobre o USINN.

À professora Luciana Zaina que participou da qualificação I e II desta pesquisa e por ter aceito participar desta banca. Agradeço por auxiliar a melhorar a tese, desde a proposta inicial. Agradeço principalmente ao feedback sobre o metamodelo do USINN, que permitiu o refinamento do metamodelo na etapa final da pesquisa.

Ao professor João Marcos Cavalcanti que participou da qualificação II e nos auxiliou a estruturar melhor a tese e a esclarecer os pontos necessários para a melhor compreensão da nossa pesquisa.

À professora Milene Silveira e ao professor Alberto Castro por terem aceito participar desta banca.

Aos meus amigos do USES, que em meio aos prazos e metas da pesquisa de cada um,

encorajam e motivam uns aos outros. Obrigada por compartilhar os aprendizados e experiências na pesquisa, somos um grupo que cresce juntos. Não poderia deixar de destacar os amigos com os quais compartilhei minhas angústias e sempre tive aquele ombro amigo, tornando a trajetória mais leve: Drica, Jacy, Bruninha, Carol, Will, Lucho e Walter. Agradeço especialmente à Drica, que foi minha parceira de pesquisa nos dois primeiros anos do doutorado.

À Universidade Federal do Amazonas, ao Instituto de Computação e ao PPGI-UFAM, pelo seu apoio durante todo o doutorado. À Helen, ao Frank, à professora Eulanda e ao professor Eduardo Feitosa, sempre dispostos a auxiliar nos processos pertinentes à documentação, projetos de pesquisa ou viagens para apresentação de artigos.

À CAPES, pelo apoio financeiro concedido ao longo do doutorado.

Aos meus pais Frank Briglia (*in memoriam*) e Márcia Costa (*in memoriam*) por terem me dado a vida e dos quais herdei o dom de sonhar e a vontade de vencer e lutar pelos meus sonhos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

Resumo da tese apresentada ao PPGI/UFAM como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Informática (D.Sc.)

## **USINN: UM MODELO DE INTERAÇÃO E NAVEGAÇÃO ORIENTADO À USABILIDADE**

Anna Beatriz dos Santos Marques

Dezembro/2017

Orientadora: Tayana Uchôa Conte

Colaboradora: Simone Diniz Junqueira Barbosa

O sucesso de um sistema interativo está fortemente relacionado não somente à qualidade de sua interface de usuário, como também à qualidade de seus mecanismos de interação e navegação. Modelar a interação e a navegação de sistemas interativos pode apoiar os designers na tomada de decisões sobre como os usuários poderão atingir seus objetivos de interação em uma determinada aplicação. Além disso, modelar a perspectiva de navegação de acordo com a maneira segundo a qual o usuário interage com a aplicação ajuda a obter caminhos de navegação com maior usabilidade. Entretanto, existe uma lacuna por soluções para (1) lidar com a interação e a navegação de maneira integrada e (2) considerar aspectos de usabilidade na modelagem de interação e navegação. Nesta tese, é proposta um modelo para interação e navegação orientado à usabilidade para apoiar a melhoria da qualidade de uso de sistemas interativos. O modelo foi avaliado por meio da condução de um conjunto de estudos experimentais com participantes com diferentes níveis de experiência com o uso de modelos na indústria. As principais contribuições desta pesquisa são: (1) base de conhecimento sobre as soluções existentes para o problema de pesquisa, (2) o modelo USINN (Usability-oriented Interaction and Navigation), (3) avaliações experimentais sobre o USINN em relação a sua facilidade de uso, utilidades, seus benefícios e desafios oriundos de sua adoção, (4) a evolução do USINN com base nos resultados dos estudos experimentais e (5) a definição do metamodelo do USINN.

Palavras-chave: modelagem de interação, modelagem de navegação, usabilidade, Design Science, engenharia de software experimental.

Abstract of dissertation presented to PPGI/UFAM as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Informatics (D. Sc.)

## **USINN: A USABILITY-ORIENTED INTERACTION AND NAVIGATION MODEL**

Anna Beatriz dos Santos Marques

December/2017

Advisor: Tayana Uchôa Conte

Colaborator: Simone Diniz Junqueira Barbosa

The success of an interactive system is strongly related not only to the quality of its user interface, but also to the quality of its interaction and navigation mechanisms. Modeling the interaction and navigation of an interactive system can assist designers in making decisions about how the users will be able to achieve their interaction goals. Besides that, modeling the navigational perspective according to how the user interacts with the application helps to obtain navigational paths with greater usability. However, there is lack of proposals to (1) deal with interaction and navigation through an integrated way and (2) deal with usability features in interaction and navigation modeling. In this dissertation, we propose a usability-oriented interaction and navigation model to improve the quality in use of interactive systems. We evaluate the model through a set of empirical studies with subjects with different levels of experience in using models in industry. Our main contributions are: (1) knowledge base about the existing solutions for the problem, (2) the USINN (Usability-oriented Interaction and Navigation) model, (3) empirical evaluations regarding the USINN ease of use, usefulness, benefits and challenges, (4) the evolution of the USINN notation based on the results of the empirical studies, and (5) the definition of the USINN metamodel.

Keywords: interaction modeling, navigation modeling, usability, Design Science, Empirical Software Engineering

## *Lista de Figuras*

Figura 1.1. Exemplo de interação e navegação em um sistema interativo. ....	18
Figura 1.2. Metodologia da pesquisa - adaptado de Shull et al. (2001) e Wieringa (2009). ....	20
Figura 2.1. Exemplo de diagrama IFML (OMG, 2013). ....	28
Figura 2.2. String de busca utilizada no mapeamento sistemático. ....	31
Figura 2.3. Classificação das publicações em relação ao tipo de solução apresentada e avaliação experimental. ....	35
Figura 3.1. Exemplo de diagrama MoLIC. ....	50
Figura 3.2. Etapas do estudo preliminar. ....	53
Figura 3.3. Número de defeitos identificados nos diagramas MoLIC e nos mockups. ....	55
Figura 3.4. Percepção sobre a construção dos mockups com base no modelo MoLIC - Fatores identificados no estudo exploratório. ....	59
Figura 3.5. Percepção sobre a construção do modelo MoLIC com base em mockups - Fatores identificados no estudo exploratório. ....	61
Figura 3.6. Exemplo de modelo de interação CTDM. ....	64
Figura 3.7. Procedimento seguido no estudo comparativo. ....	67
Figura 3.8. Número de defeitos nos modelos de interação. ....	68
Figura 3.9. Percepção dos participantes sobre os modelos de interação. ....	70
Figura 3.10. Preferência dos participantes em relação aos modelos de interação. ....	71
Figura 3.11. Número de defeitos nos protótipos. ....	71
Figura 3.12. Preferência dos participantes em relação aos modelos de interação para a construção de protótipos. ....	74
Figura 3.13. Percepção sobre o uso do modelo MoLIC para modelagem da interação - Fatores identificados no estudo comparativo. ....	75
Figura 3.14. Percepção sobre o uso do modelo MoLIC como base para prototipação - Fatores identificados no estudo comparativo. ....	76
Figura 3.15. Percepção sobre o uso do modelo CTDM para modelagem da interação - Fatores identificados no estudo comparativo. ....	78
Figura 3.16. Percepção sobre o uso do modelo CTDM como base para prototipação - Fatores identificados no estudo comparativo. ....	78
Figura 3.17. Modelo de interação utilizando a abordagem TADEUS. ....	82
Figura 3.18. Modelo de interação utilizando a abordagem LEAN CUISINE +. ....	83
Figura 3.19. Modelo de interação utilizando a abordagem OCD. ....	84
Figura 3.20. Modelo de navegação utilizando a abordagem CRITON. ....	85
Figura 3.21. Modelo de interação utilizando a abordagem ONTOUCP. ....	88
Figura 3.22. Modelo de interação utilizando a abordagem NIM. ....	90
Figura 3.23. Modelo de interação utilizando a abordagem PSDM. ....	91
Figura 3.24. Modelo de interação utilizando a abordagem DSM. ....	92
Figura 3.25. Procedimento seguido na avaliação dos modelos. ....	95
Figura 4.1. Conceitos principais do metamodelo (Adaptado de Panach et al. 2013). ....	108
Figura 5.1. Elementos da quarta versão da notação do USINN. ....	120
Figura 5.2. Exemplo de modelagem com a quarta versão da notação do USINN. ....	121
Figura 5.3. Estrutura básica do metamodelo do USINN. ....	123
Figura 5.4. Detalhamento sobre os elementos de um modelo de interação USINN. ....	123
Figura 5.5. Detalhamento sobre os elementos de interação do modelo de interação. ....	124
Figura 5.6. Detalhamento sobre os fluxos de interação do modelo de interação. ....	125
Figura 5.7. Detalhamento sobre os elementos que representam os dados manipulados e operação sobre dados durante a interação. ....	125
Figura 5.8. Elementos do modelo de navegação USINN. ....	126

Figura 6.1. Processo de construção e evolução da USINN.....	134
Figura 6.2. Elementos da proposta inicial da notação do USINN.....	135
Figura 6.3. Exemplo de modelagem com a proposta inicial da notação USINN.....	136
Figura 6.4. Utilidade percebida do ponto de vista dos participantes.....	142
Figura 6.5. Facilidade de uso percebida do ponto de vista dos participantes.....	142
Figura 6.6. Intenção de uso do ponto de vista dos participantes.....	143
Figura 6.7. Eficácia percebida do ponto de vista dos participantes.....	143
Figura 6.8. Elementos da segunda versão da notação do USINN.....	145
Figura 6.9. Exemplo de modelagem com a segunda versão da notação do USINN.....	145
Figura 6.10. Procedimento seguido no segundo estudo de viabilidade.....	151
Figura 6.11. Corretude e completude dos modelos elaborados.....	152
Figura 6.12. Resultados das métricas objetivas na etapa de prototipação.....	153
Figura 6.13. Percepção sobre utilidade e facilidade de uso do USINN para modelagem.....	155
Figura 6.14. Percepção sobre utilidade do USINN para prototipação.....	156
Figura 6.15. Percepção sobre a eficácia do USINN.....	156
Figura 6.16. Resultados da intenção de uso do USINN.....	157
Figura 6.17. Elementos da terceira versão da notação do USINN.....	158
Figura 6.18. Exemplo de modelagem com a terceira versão da notação do USINN.....	159
Figura 6.19. Procedimento seguido na etapa de modelagem do estudo comparativo.....	161
Figura 6.20. Procedimento seguido na etapa de prototipação do estudo comparativo.....	163
Figura 6.21. Procedimento seguido na etapa de inspeção de usabilidade do estudo comparativo.....	163
Figura 6.22. (a) Gráfico Boxplot para corretude. (b) Gráfico Boxplot para completude.....	165
Figura 6.23. (a) Gráfico da interação entre Notações e Grupo sobre a corretude; (b) Gráfico da interação entre Notação e Grupo sobre a percepção da facilidade de uso.....	166
Figura 6.24. (a) Gráfico Boxplot para percepção sobre utilidade (PU); (b) Gráfico Boxplot para percepção sobre facilidade de uso (PEOU); (c) Gráfico Boxplot para intenção de uso (BI).....	167
Figura 6.25. (a) Boxplot para corretude dos mockups. (b) Boxplot para completude dos mockups.....	168
Figura 6.26. (a) Gráfico da interação entre Notações e Grupo sobre a corretude dos mockups; (b) Gráfico da interação entre Notação e Grupo sobre a completude dos mockups.....	169
Figura 6.27. Gráfico Boxplot da usabilidade dos mockups.....	170
Figura 6.28. (a) Gráfico Boxplot para percepção sobre utilidade (PU); (b) Gráfico Boxplot para percepção sobre facilidade de uso (PEOU); (c) Gráfico Boxplot para intenção de uso (BI).....	170
Figura 6.29. Procedimentos seguidos no estudo de observação.....	173
Figura 6.30. Exemplo de registro de decisões de design por meio de Design Rationale.....	174
Figura 6.31. Quadro orientar a discussão no Focus Group Lovers X Haters.....	174
Figura 6.32. Quadro elaborado para a segunda sessão de Focus Group sobre defeitos comuns de modelagem.....	175
Figura 6.33. Processo da análise qualitativa do Estudo de Observação.....	176
Figura 6.34. Códigos relacionados à percepção das equipes sobre os elementos do USINN – obtidos a partir da análise dos relatórios do trabalho prático.....	177
Figura 6.35. Elementos da quarta versão da notação do USINN.....	184
Figura 6.36. Exemplo de modelagem com a quarta versão da notação do USINN.....	185
Figura 6.37. Etapas do estudo de caso na indústria.....	186
Figura 38. Modelo de interação MoLIC para cadastro de leilão.....	243
Figura 39. Modelo de navegação CRITON para cadastro de leilão.....	243
Figura 40. Modelo de interação e navegação USINN para cadastro de leilão.....	244
Figura 41. Modelo de interação MoLIC para participação em leilão.....	245
Figura 42. Modelo de navegação CRITON para participação em leilão.....	245
Figura 43. Modelo de interação e navegação USINN para participação em leilão.....	246

## *Lista de Tabelas*

Tabela 2.1. Objetivo do Mapeamento Sistemático segundo o paradigma GQM. ....	29
Tabela 2.2. Termos utilizados para instanciar os parâmetros PICOC. ....	30
Tabela 2.3. Critérios para seleção de artigos. ....	31
Tabela 2.4. Itens do formulário de extração de dados. ....	32
Tabela 2.5. Resultados quantitativos da condução do mapeamento sistemático. ....	33
Tabela 2.6. Interpretação dos resultados do Kappa segundo Landis e Koch (1977). ....	34
Tabela 2.7. Resultado do teste de Kappa obtido na ferramenta SPSS para a amostra definida. ....	34
Tabela 2.8. Resultados quantitativos da seleção dos artigos. ....	34
Tabela 2.9. Características dos estudos experimentais descritos em publicações identificadas no mapeamento sistemático. ....	35
Tabela 2.10. Resumo de abordagens de apoio identificadas no mapeamento sistemático. (Objetivo: a – geração automática de interface; b - apoio a decisões no design de interação; c - apoio a decisões no design de interface; d - compreensão da interação do usuário com o sistema). ....	37
Tabela 2.11. Resumo de notações para modelagem de interação e navegação identificadas no mapeamento sistemático. ....	42
Tabela 2.12. Análise da sintaxe das notações para modelagem de interação e navegação identificadas no mapeamento sistemático. ....	44
Tabela 2.13. Resumo das técnicas para avaliação da modelagem de interação e navegação identificadas no mapeamento sistemático. ....	46
Tabela 3.1. Objetivo do estudo preliminar de acordo com o paradigma GQM. ....	50
Tabela 3.2. Questionário pós-estudo baseado no modelo TAM. ....	52
Tabela 3.3. Taxonomia de defeitos para diagramas de interação MoLIC (DI) e mockups (M) elaborados a partir de diagramas MoLIC. ....	54
Tabela 3.4. Mediana dos itens do questionário pós-estudo (Escala ordinal: 1 - 6). ....	57
Tabela 3.5. Operadores usados em CTT. ....	64
Tabela 3.6. Objetivo do estudo comparativo de acordo com o paradigma GQM. ....	65
Tabela 3.7. Questionário pós-estudo baseado no modelo TAM. ....	66
Tabela 3.8. Resumo dos defeitos de modelagem por participante. ....	69
Tabela 3.9. Resumo dos defeitos de prototipação por participante. ....	72
Tabela 3.10. Mediana dos itens do questionário pós-estudo (Escala ordinal: 1 - 6). ....	73
Tabela 3.11. Resumo da notação do modelo TADEUS. ....	81
Tabela 3.12. Resumo da notação do modelo LEAN CUISINE +. ....	82
Tabela 3.13. Resumo da notação do modelo OCD. ....	84
Tabela 3.14. Resumo da notação do modelo CRITON. ....	85
Tabela 3.15. Resumo da notação do modelo ONTOUCP. ....	86
Tabela 3.16. Resumo da notação do modelo NIM. ....	88
Tabela 3.17. Resumo da notação do modelo PSDM. ....	90
Tabela 3.18. Resumo da notação do modelo DSM. ....	92
Tabela 3.19. Objetivo do estudo comparativo de acordo com o paradigma GQM. ....	93
Tabela 3.20. Caracterização dos participantes da avaliação experimental. ....	93
Tabela 3.21. Afirmativas sobre o apoio dos modelos ao design de interação e interface. ....	94
Tabela 3.22. Resultado da avaliação da utilidade dos modelos no design de interação. ....	97
Tabela 3.23. Resumo das citações dos participantes sobre a utilidade dos modelos para o design de interação. ....	98
Tabela 3.24. Resultado da avaliação da aprendizagem dos modelos pelos participantes. ....	100
Tabela 3.25. Resumo das citações dos participantes sobre a utilidade dos modelos para o design de interface. ....	101
Tabela 4.1. Functional usability features e seu impacto médio no design de sistemas (Juristo et al.	

2007a).....	105
Tabela 4.2. Decomposição das Functional Usability Features em Mecanismos de usabilidade (Juristo et al., 2007b).....	106
Tabela 4.3. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo status do sistema.....	108
Tabela 4.4. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo feedback sobre o progresso.....	109
Tabela 4.5. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo alerta. ....	110
Tabela 4.6. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo execução passo-a-passo.....	110
Tabela 4.7. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo entrada de texto estruturada.....	110
Tabela 4.8. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo favoritos. ....	111
Tabela 4.9. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo desfazer. ....	111
Tabela 4.10. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo abortar operação.....	111
Tabela 4.11. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo ajuda multinível.....	112
Tabela 4.12. Modos de uso e propriedade definidas por Panach et al. (2013) para mecanismos de usabilidade não incorporados no metamodelo. ....	112
Tabela 4.13. Mecanismos de usabilidade e suas possíveis representações nos modelos de interação e navegação identificados no mapeamento sistemático.....	114
Tabela 5.1. Requisitos para modelos de interação e navegação.....	119
Tabela 5.2. Mecanismos de usabilidade e suas possíveis representações no USINN e nos modelos de interação e navegação que foram base para o USINN.....	128
Tabela 5.3. Análise sobre a representação das propriedades do metamodelo de usabilidade no metamodelo do USINN.....	129
Tabela 6.1. Caracterização dos participantes. ....	137
Tabela 6.2. Afirmativas sobre percepção sobre utilidade e facilidade de uso e intenção de uso. ....	139
Tabela 6.3. Análise da completude dos modelos elaborados.....	140
Tabela 6.4. Análise da correteude dos modelos elaborados. ....	141
Tabela 6.5. Requisitos funcionais de usabilidade para modelagem no segundo estudo de viabilidade.....	147
Tabela 6.6. Requisitos representados nos modelos de interação e navegação para prototipação no segundo estudo de viabilidade. ....	147
Tabela 6.7. Afirmativas para avaliar a percepção sobre a utilidade no segundo estudo de viabilidade.....	148
Tabela 6.8. Afirmativas para avaliar a percepção sobre a facilidade de uso do USINN no segundo estudo de viabilidade. ....	149
Tabela 6.9. Afirmativas para avaliar a intenção de uso sobre o USINN no segundo estudo de viabilidade.....	150
Tabela 6.10. Classificação de graus de severidade de defeitos.....	152
Tabela 6.11. Resultados dos testes de hipóteses sobre os indicadores da qualidade dos modelos. ....	153
Tabela 6.12. Resultados dos testes de hipóteses sobre os indicadores da qualidade dos protótipos. ....	154
Tabela 6.13. Caracterização dos participantes do estudo comparativo.....	161
Tabela 6.14. Requisitos funcionais de usabilidade para modelagem no estudo comparativo. ....	162

Tabela 6.15. Resultados do teste estatístico GLM sobre a qualidade dos modelos. ....	165
Tabela 6.16. Resultados do teste estatístico GLM sobre a percepção dos participantes em relação ao uso das notações para modelar a interação e a navegação. ....	167
Tabela 6.17. Resultados do teste estatístico GLM sobre a corretude e completude dos mockups .....	169
Tabela 6.18. Resultados do teste estatístico GLM sobre a percepção dos participantes em relação ao uso das notações para modelar a interação e a navegação. ....	171
Tabela 6.19. Distribuição dos participantes nas equipes do trabalho prático e aplicações projetadas. ....	175
Tabela 6.20. Causas e possíveis soluções identificadas na segunda sessão de Focus Group. ....	177
Tabela 6.21. Aspectos positivos sobre o uso do USINN para projetar aplicações. ....	179
Tabela 6.22. Pontos negativos que indicam a necessidade de melhorias no USINN. ....	180
Tabela 6.23. Pontos negativos que indicam a necessidade de adoção de boas práticas na adoção do USINN. ....	181
Tabela 6.24. Pontos negativos que indicam a necessidade de melhorias avaliadas pelos pesquisadores como oportunidades para trabalhos futuros. ....	182
Tabela 6.25. Percepções sobre o USINN na 1ª sprint review. ....	187

## *Sumário*

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....	16
1.1. Definição do problema .....	18
1.2. Justificativa.....	18
1.3. Objetivos da pesquisa.....	19
1.4. Metodologia de pesquisa.....	19
1.5. Contribuições da pesquisa .....	21
1.6. Publicações.....	22
1.7. Organização do texto .....	23
CAPÍTULO 2 - USO DE MODELOS DE INTERAÇÃO E NAVEGAÇÃO NO DESIGN DE INTERAÇÃO .....	25
2.1. Introdução .....	25
2.2. Design de interação .....	25
2.3. Modelos de interação.....	26
2.4. Modelos de navegação.....	26
2.5. Modelagem de interação e navegação na UML .....	27
2.6. Mapeamento sistemático sobre modelos de interação e navegação .....	29
2.6.1. Protocolo do mapeamento sistemático .....	29
2.6.2. Condução do mapeamento sistemático.....	33
2.6.3. Visão Geral dos Resultados.....	34
2.6.4. Abordagens de apoio à modelagem de interação e navegação .....	37
2.6.5. Notações para a modelagem de interação e navegação .....	42
2.6.6. Técnicas para a avaliação da modelagem de interação e navegação .....	45
2.7. Considerações sobre o capítulo .....	46
CAPÍTULO 3 - ESTUDOS EXPLORATÓRIOS SOBRE OS MODELOS DE INTERAÇÃO E NAVEGAÇÃO EXISTENTES .....	48
3.1. Introdução .....	48
3.2. Estudo preliminar sobre o uso de modelos de interação .....	49
3.2.1. Modeling Language for Interaction as Conversation (MoLIC).....	49
3.2.2. Planejamento e Execução do Estudo Preliminar.....	50
3.2.3. Análise quantitativa dos resultados .....	53
3.2.4. Análise qualitativa dos resultados .....	58
3.3. Estudo comparativo entre soluções existentes .....	62
3.3.1. Comprehensive Task and Dialog Modeling (CTDM).....	63
3.3.2. Planejamento e Execução do Estudo Comparativo.....	65
3.3.3. Análise quantitativa dos resultados .....	67
3.3.4. Análise qualitativa dos resultados .....	74
3.4. Comparativo de características das soluções existentes.....	80
3.4.1. Modelos de interação e navegação analisados.....	80
3.4.2. Planejamento e Execução do Comparativo de Características .....	93
3.4.3. Análise dos resultados .....	95

3.5.	Considerações sobre o capítulo .....	102
CAPÍTULO 4 - DESIGN ORIENTADO À USABILIDADE.....		104
4.1.	Introdução .....	104
4.2.	Usabilidade no design de sistemas interativos.....	104
4.3.	Metamodelo para representar aspectos funcionais de usabilidade .....	107
4.4.	Usabilidade nos modelos de interação e navegação.....	113
4.5.	Considerações sobre o capítulo .....	115
CAPÍTULO 5 - USINN: USABILITY-ORIENTED INTERACTION AND NAVIGATION MODEL		117
5.1.	Introdução .....	117
5.2.	Requisitos para um modelo de interação e navegação orientado à usabilidade .....	118
5.3.	Notação do modelo USINN.....	119
5.4.	Metamodelo do USINN .....	122
5.5.	Análise do metamodelo do USINN em comparação com os mecanismos de usabilidade	126
5.6.	Análise do metamodelo do USINN em comparação com o metamodelo de usabilidade	129
5.7.	Considerações sobre o capítulo .....	133
CAPÍTULO 6 - PROCESSO DE CONSTRUÇÃO E EVOLUÇÃO DO USINN POR MEIO DE ESTUDOS EXPERIMENTAIS.....		134
6.1.	Introdução .....	134
6.2.	Proposta inicial da notação do USINN.....	135
6.3.	Primeiro Estudo de Viabilidade do modelo USINN.....	137
6.3.1.	Planejamento e Execução do estudo de viabilidade.....	137
6.3.2.	Resultados do primeiro estudo de viabilidade.....	140
6.3.3.	Conclusões sobre o primeiro estudo de viabilidade .....	144
6.4.	Segunda versão da notação do modelo USINN.....	144
6.5.	Segundo Estudo de Viabilidade do USINN.....	146
6.5.1.	Planejamento e Execução do segundo estudo de viabilidade.....	146
6.5.2.	Resultados do segundo estudo de viabilidade .....	151
6.5.3.	Conclusões sobre o segundo estudo de viabilidade.....	157
6.6.	Terceira versão da notação do modelo USINN .....	158
6.7.	Estudo Comparativo.....	159
6.7.1.	Planejamento e Execução do estudo comparativo .....	160
6.7.2.	Resultados do estudo comparativo .....	164
6.7.3.	Conclusões sobre o estudo comparativo .....	171
6.8.	Estudo de Observação .....	172
6.8.1.	Planejamento e Execução do estudo de observação .....	172
6.8.2.	Resultados do estudo de observação .....	176
6.8.3.	Conclusões sobre o estudo de observação .....	183
6.9.	Quarta versão da notação do modelo USINN .....	183
6.10.	Estudo de Caso na Indústria.....	185
6.10.1.	Planejamento e Execução do estudo de caso na indústria.....	185
6.10.2.	Resultados sobre a percepção inicial sobre o USINN .....	187
6.10.3.	Resultados sobre o apoio do USINN no planejamento de atividades do projeto .....	187

6.10.4.	Conclusões sobre o estudo de caso na indústria.....	188
6.11.	Considerações sobre o capítulo .....	189
	CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	190
7.1.	Conclusões .....	190
7.2.	Perspectivas Futuras .....	191
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	193
	APÊNDICE A – ARTIGOS SELECIONADOS NO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO .....	201
	APÊNDICE B - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO ESTUDO PRELIMINAR.....	205
	APÊNDICE C - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO PRELIMINAR.....	207
	APÊNDICE D - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS NO ESTUDO PRELIMINAR.....	209
	APÊNDICE E - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM .....	211
	APÊNDICE F - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM .....	212
	APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO PÓS-MODELAGEM UTILIZADO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM .....	214
	APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO PÓS-PROTOTIPAÇÃO UTILIZADO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM .....	217
	APÊNDICE I - CENÁRIOS UTILIZADOS NO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS .....	220
	APÊNDICE J - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDOS UTILIZADO NO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS.....	223
	APÊNDICE K - CENÁRIO UTILIZADO NO PRIMEIRO ESTUDO DE VIABILIDADE .....	225
	APÊNDICE L - QUESTIONÁRIO PÓS-ESTUDO UTILIZADO NO PRIMEIRO ESTUDO DE VIABILIDADE .....	226
	APÊNDICE M - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE.....	228
	APÊNDICE N - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA PROTOTIPAÇÃO NO SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE.....	230
	APÊNDICE O - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS NO SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE.....	234
	APÊNDICE P - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON .....	237
	APÊNDICE Q - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS APÓS A MODELAGEM NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON	239
	APÊNDICE R - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA A PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON .....	243
	APÊNDICE S - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS APÓS A PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON .....	247

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Os sistemas interativos vêm sendo amplamente utilizados para apoiar tarefas cotidianas dos usuários (Saffer, 2010). Com isso, as empresas de desenvolvimento de software estão cada vez mais focadas em oferecer aos usuários sistemas interativos com alto grau de qualidade (Lopes *et al.*, 2015).

Desenvolver sistemas interativos que atendam a critérios de qualidade e às necessidades dos usuários requer o uso de tecnologias adequadas (Acuña *et al.*, 2012). Dentre os critérios de qualidade, a usabilidade é um fator estratégico que apresenta diversos benefícios, tal como a melhoria da produtividade da equipe de desenvolvimento, redução de custo com treinamento e documentação, melhoria da produtividade e satisfação do usuário, além da redução de erros dos usuários (Abran *et al.*, 2003).

A condução de avaliações de usabilidade permite medir a usabilidade de um sistema interativo (Panach *et al.*, 2008). Avaliações de usabilidade podem ser conduzidas por usuários ou especialistas em usabilidade e objetivam identificar problemas de usabilidade em artefatos elaborados ao longo do processo de desenvolvimento, especialmente artefatos que representem a interface do sistema interativo, como protótipos ou o próprio sistema desenvolvido (Barbosa & Silva, 2010). Entretanto, identificar problemas de usabilidade acarreta um custo para a equipe e retrabalho para a correção dos problemas de usabilidade identificados (Panach *et al.*, 2008). Ainda assim, a condução de avaliações de usabilidade contribui para a melhoria da qualidade de uso do sistema interativo (Valentim *et al.*, 2015; Rivero *et al.*, 2014).

Uma estratégia para reduzir o retrabalho com a correção de problemas de usabilidade é antecipar a preocupação com a usabilidade para as etapas que antecedem o desenvolvimento da interface do usuário (Silva *et al.*, 2016). Segundo Juristo *et al.* (2007a), a usabilidade deve ser considerada nas decisões de design, assim como ocorre com outros critérios de qualidade. Alguns mecanismos que promovem a usabilidade não impactam somente a interface, mas também a interação do usuário com o sistema, sendo necessário considerá-los como requisitos funcionais, como a possibilidade de prover comandos para o usuário desfazer ações, validar solicitações do usuário e fornecer feedback adequado (Carvajal *et al.*, 2013). Juristo *et al.* (2007a) definiram um conjunto de aspectos funcionais de usabilidade que posteriormente foram detalhados em termos de mecanismos de usabilidade. Caso esses mecanismos de usabilidade não sejam considerados nas etapas iniciais do desenvolvimento de software, existe uma grande probabilidade de haver retrabalho para a correção de problemas de usabilidade relacionados a estes posteriormente (Panach *et al.*, 2014).

Os mecanismos de usabilidade vêm sendo integrados a modelos utilizados na Engenharia de Software, tais como os modelos da UML (*Unified Modeling Language*) (Carvajal *et al.*, 2013). Entretanto, tais modelos são direcionados ao funcionamento do sistema e não à interação do usuário com o sistema (Costa *et al.*, 2006; Panach *et al.*, 2014). Assim, ainda que os mecanismos de usabilidade sejam implementados, a interface do usuário pode não ser adequada para apoiar a interação do usuário com os mecanismos disponíveis, ocasionando dificuldades no uso dos sistemas.

Na área de Interação Humano-Computador (IHC), diferentes técnicas apoiam o design de sistemas interativos, tais como a criação de personas, modelagem de tarefas, modelagem da

interação e construção de *mockups* (Paula *et al.*, 2005). Entretanto, os usuários frequentemente se deparam com problemas ao utilizar sistemas interativos, como a dificuldade para compreender os feedbacks fornecidos pelo sistema, ocorrência de erros de entrada de dados, dificuldade em compreender os mecanismos de interação que o sistema fornece, entre outros (Saffer, 2010). Isto pode estar relacionado ao fato de que ainda existem lacunas no design de sistemas interativos com foco na qualidade de uso.

Artefatos informais tais como cenários, protótipos e *storyboards* ainda são mais utilizados do que modelos para representar as soluções de design com foco no usuário. Por outro lado, o uso de modelos de interação permite representar a interação do usuário com o sistema, com foco nos objetivos do usuário ao utilizar o sistema (Barbosa & Paula, 2003).

Um modelo de interação, ou modelo de diálogos, descreve a comunicação entre o usuário e o sistema, especificando quando o usuário pode realizar tarefas específicas para atingir determinados objetivos, quando o usuário pode selecionar ou especificar algumas entradas de dados e quando o sistema pode processar a informação do usuário e apresentar o conteúdo e feedback adequado (Puerta, 1997). Segundo Beaudouin-Lafon (2004), a modelagem de interação refere-se a um conjunto de princípios, regras e propriedades que guiam o design de interface e podem ser utilizados por designers, desenvolvedores e até mesmo por usuários para criar sistemas interativos.

Protótipos de interface podem ser desenvolvidos com base em modelos de interação (Sangiorgi & Barbosa, 2010). Beaudouin-Lafon (2004) discute que uma das maneiras de melhorar a qualidade das interfaces de usuário é mudar o foco do design de interface para o design de interação, uma vez que a interface é o meio pelo qual a interação entre o usuário e o sistema ocorre. Porém, ao utilizar modelos de interação como base para a construção de protótipos, os designers apresentam dificuldades para identificar aspectos de navegação entre os protótipos (Lopes *et al.*, 2015).

Modelos de navegação compreendem basicamente nós de navegação (um conjunto de informações ou funcionalidades que serão apresentados aos usuários) e fluxos de navegação entre os nós (Panach *et al.*, 2008). Krug (2013) considera a navegação como um aspecto crucial da usabilidade, pois os usuários não utilizarão uma aplicação se não conseguirem navegar por ela. Benyon (2011) afirma que a navegação é um dos princípios de design relacionados à facilidade de uso e consiste em proporcionar suporte para que os usuários possam se movimentar pelo sistema. Assim, é necessário prover ao usuário o senso de direção e deslocamento durante a interação.

A navegação e a interação são aspectos inter-relacionados de design, pois os fluxos de navegação são consequências da interação entre o usuário e o sistema. Por exemplo, em um sistema de e-commerce, quando um usuário está visualizando uma lista de produtos e solicita visualizar os detalhes de um determinado produto (Figura 1.1-a), o sistema deve direcioná-lo para as informações e fornecer feedback sobre o status do sistema (Figura 1.1-b). Por outro lado, nem toda interação ocasiona uma navegação: quando um usuário decide marcar um produto como favorito (Figura 1.1-c), o sistema não precisa direcioná-lo para outro nó de navegação (Figura 1.1-d). Modelar a perspectiva navegacional de acordo com a maneira segundo a qual o usuário explora a aplicação auxilia a obter caminhos navegacionais com maior usabilidade (González *et al.*, 2016).

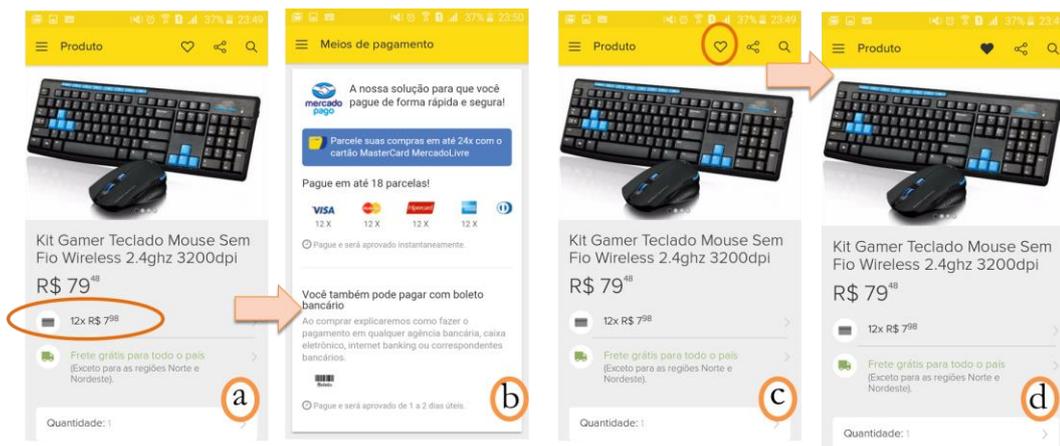


Figura 1.1. Exemplo de interação e navegação em um sistema interativo.

## 1.1. Definição do problema

Embora existam propostas de modelos de interação e navegação (Elwert, 1996; Avgeriou & Retalis, 2005; Paula *et al.*, 2005; López-Jaquero & Montero, 2007; Lu *et al.*, 2007; Tratteberg, 2008), ainda não existe um consenso em relação a qual modelo empregar em diferentes contextos (Bueno & Barbosa, 2007; Marques *et al.*, 2016a). São necessárias evidências sobre a adequação dos modelos de interação e navegação propostos, pois vários modelos são propostos sem o relato de uma avaliação de sua viabilidade (Costa *et al.*, 2006; Lu *et al.*, 2007; López-Jaquero & Montero, 2007).

Os modelos de interação e navegação não são propostos visando o seu uso de forma integrada no design de interação, o que ainda pode ocasionar lacunas e inconsistências na representação da solução projetada. Além disso, os modelos existentes não são focados em representar mecanismos de usabilidade que permitam prover uma boa experiência de uso aos usuários.

Neste sentido, é necessário apoiar a adoção de modelos de interação e navegação de forma integrada durante o design de interação, com o objetivo de obter representações mais completas das soluções projetadas. Por outro lado, dada a necessidade de considerar mecanismos de usabilidade durante o design de interação, os modelos devem apoiar a representação de soluções que incluam esses mecanismos, melhorando a qualidade dos sistemas interativos desenvolvidos.

## 1.2. Justificativa

O design de interação consiste em quatro atividades básicas: definição de requisitos, design de soluções, prototipação de soluções e avaliação de soluções (Rogers *et al.*, 2013). O uso de modelos de interação e navegação se enquadra durante o design de soluções, pois neste ponto os aspectos de interação e navegação anteriormente discutidos devem ser considerados para que possam ser refletidos nos protótipos de interface da solução.

Adotar um modelo que integre os aspectos de interação e navegação pode fornecer soluções de design mais abrangentes e consistentes no que diz respeito a estes aspectos. Considerar a usabilidade como critério de qualidade durante a modelagem de interação e navegação pode auxiliar o designer a refletir sobre o uso dos mecanismos de usabilidade pelos usuários, melhorando a qualidade de uso do sistema.

Os modelos empregados durante a modelagem de interação e navegação devem representar adequadamente as decisões de design e ser útil como insumo para o design de interface. Além disso, como o design de interação é geralmente realizado por equipes multidisciplinares (Silva *et al.*, 2006; Sangiorgi & Barbosa, 2010; Rogers *et al.*, 2013), os modelos empregados devem ser de fácil entendimento por diferentes profissionais, possibilitando um entendimento compartilhado comum sobre a solução a ser desenvolvida.

### **1.3. Objetivos da pesquisa**

O objetivo geral desta pesquisa consiste em apoiar o design de interação e interface de sistemas interativos com foco na qualidade de uso.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Formar uma base de conhecimento sobre modelos de interação e navegação existentes;
- Fornecer evidências experimentais acerca do apoio dos modelos de interação e navegação existentes no design de interação e interface;
- Investigar requisitos para uma notação que integre a modelagem de interação e navegação de sistemas interativos orientada à usabilidade;
- Caracterizar o uso da notação USINN no design de interação e interface de sistemas interativos;
- Aprimorar a notação USINN para a melhoria da usabilidade de soluções de design de interação e interface.

### **1.4. Metodologia de pesquisa**

*Design Science* é uma metodologia para projetar e investigar artefatos em um contexto específico e pode ser empregado para responder questões de pesquisa orientadas à resolução de problemas (Wieringa, 2009). Por outro lado, é importante avaliar e identificar problemas na utilização de novas tecnologias antes de transferi-las para o contexto industrial, onde o problema real foi identificado (Shull *et al.*, 2001). Desta forma, para a condução desta pesquisa de doutorado, uma metodologia baseada no ciclo de *Design Science* (Wieringa, 2009) e Engenharia de Software Experimental (Shull *et al.*, 2001) foi definida.

A metodologia adotada nesta pesquisa é ilustrada na Figura 1.2 e divide-se em três etapas: investigação do problema, design da solução e avaliação e refinamento da solução. As atividades pertinentes a cada etapa são resumidamente descritas a seguir:

**Investigação do problema:** Objetiva compreender o problema de pesquisa, identificando soluções existentes, sem realizar intervenções. Uma investigação orientada à solução foi conduzida, explorando as características de soluções existentes e as características necessárias para uma nova solução para o problema de pesquisa. Esta etapa engloba quatro atividades, conforme descrito abaixo.

▪ Mapeamento sistemático da literatura: um protocolo para condução de mapeamento sistemático sobre modelos de interação e navegação foi elaborado e executado. Os resultados do mapeamento sistemático da literatura permitiram formar uma base de conhecimento sobre o problema de pesquisa e identificar soluções existentes para modelagem de interação e navegação.

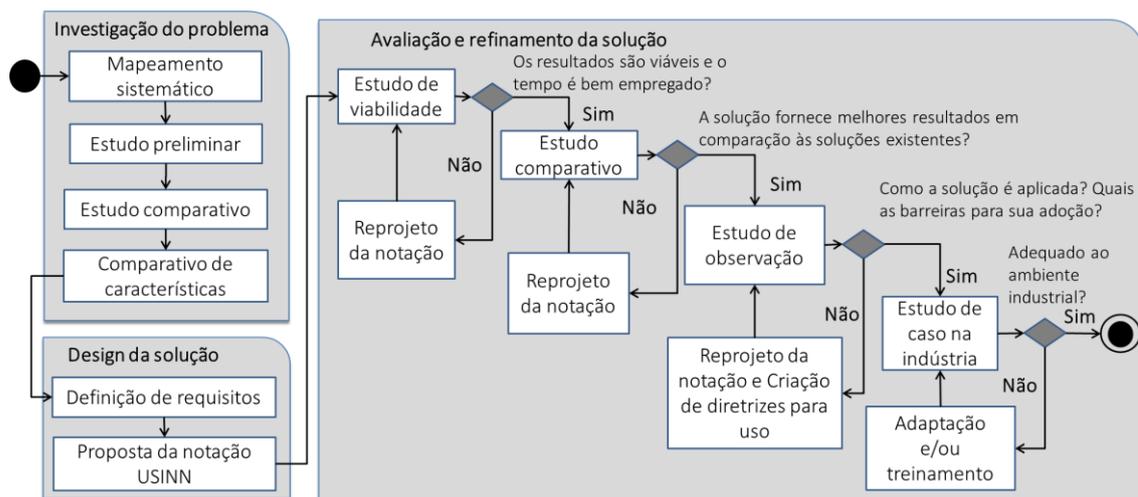


Figura 1.2. Metodologia da pesquisa - adaptado de Shull et al. (2001) e Wieringa (2009).

- Estudo preliminar sobre o uso de modelos de interação: um estudo preliminar sobre o uso de modelos de interação foi realizado para investigar se e de que forma modelos de interação e protótipos de interface podem ser utilizados em conjunto durante o design de interação. O modelo MoLIC (Barbosa & Paula, 2003) foi analisado, devido ao maior número de relatos do uso do modelo e evidências sobre sua utilidade (Sangiorgi & Barbosa, 2009; Silva et al., 2005).
- Estudo comparativo entre soluções existentes: para averiguar os resultados do estudo preliminar em relação às lacunas no modelo de interação, um estudo comparativo entre os modelos MoLIC (Barbosa & Paula, 2003) e CTDM (López-Jaquero & Montero, 2007) foi conduzido. O modelo CTDM foi selecionado devido ao número de elementos considerados em sua notação em comparação aos demais modelos identificados no mapeamento sistemático.
- Comparativo de características das soluções existentes: para caracterizar os modelos identificados no mapeamento sistemático em relação à facilidade de uso, à utilidade e ao apoio ao design de interação e interface.

**Design da solução:** com base nos resultados do mapeamento sistemático e dos estudos experimentais, observou-se a necessidade de um modelo que representasse a interação e navegação de forma integrada e que permitisse representar soluções de design orientado à usabilidade. Assim, os requisitos para uma nova solução foram definidos e uma proposta inicial do modelo USINN foi elaborada.

- Definição de requisitos: a condução de uma análise qualitativa utilizando procedimentos de codificação (Strauss & Corbin, 1998) sobre os dados coletados nos estudos experimentais permitiu identificar um conjunto de requisitos para uma nova notação para modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade.
- Proposta da notação USINN: com base nos requisitos previamente definidos e nos mecanismos de usabilidade, uma nova notação para modelagem da interação e navegação foi elaborada. A notação foi denominada USINN (*USability-oriented INteraction and Navigation model*).

**Avaliação e refinamento da solução:** esta etapa foca em explorar os efeitos da solução proposta no contexto do problema de pesquisa e introduzi-la de forma segura no ambiente real do problema. Para avaliar e refinar a proposta inicial foram conduzidos estudos experimentais, conforme segue:

- Estudo de viabilidade: para verificar a viabilidade de uso do USINN, se ele atende aos

objetivos gerais estabelecidos. O objetivo desse estudo consistiu em obter subsídios para refinar o USINN e gerar hipóteses sobre sua utilização (Shull *et al.*, 2001).

- Estudo comparativo: para analisar se os resultados fornecidos pela solução proposta são melhores em comparação com os resultados fornecidos por soluções existentes. Para tal, foram selecionados o modelo de interação MoLIC e o modelo de navegação CRITON para serem utilizados de forma conjunta e, assim, permitir a comparação com o modelo USINN (que integra ambos os aspectos: interação e navegação). O estudo investigou a qualidade das soluções de design de interação e interface elaboradas com as diferentes notações e a percepção dos participantes sobre as diferentes notações.

- Estudo de observação: para investigar a utilização do USINN no design de interação e interface de sistemas interativos e caracterizar decisões de design influenciadas pelo uso da notação. Um estudo de observação permite investigar o uso de uma solução por meio da coleta de dados durante ou após o uso da solução (Shull *et al.*, 2001). Por meio deste estudo, foi possível identificar quais decisões de design são influenciadas por elementos da notação, relacionamentos entre os elementos e treinamento da notação. A condução de sessões de *Focus Group* permitiu elicitar fatores que influenciam na utilidade, uso e aprendizado da notação.

- Estudo de caso na indústria: para caracterizar a aplicação do USINN no ambiente industrial, onde o problema real foi identificado. Após ter atingido um grau de maturidade através dos estudos anteriores, um estudo de caso na indústria foi conduzido para analisar o impacto do uso da notação na usabilidade de sistemas interativos.

### **1.5. Contribuições da pesquisa**

As contribuições obtidas com esta pesquisa foram:

- Desenvolvimento de uma base de conhecimento sobre modelos de interação e navegação:
  - Definição de um protocolo para condução de um mapeamento sistemático que pode ser empregado em pesquisas futuras.
  - Condução de um mapeamento sistemático para identificar soluções para a modelagem de interação e navegação.
  - Caracterização de soluções existentes para modelagem de interação e navegação.
- Evidências sobre o apoio dos modelos de interação e navegação existentes ao design de interação e interface:
  - Definição de protocolos para a condução de estudos experimentais que avaliem notações para modelagem de interação e navegação.
  - Obtenção de evidências sobre a percepção sobre utilidade, percepção sobre facilidade de uso e qualidade de modelos elaborados com o uso de diferentes notações para modelagem de interação e navegação.
  - Caracterização das notações existentes em relação ao apoio ao design orientado à usabilidade.
  - Disseminação do conhecimento sobre análise qualitativa de estudos, utilizando procedimentos de codificação (Strauss & Corbin, 1998).
- Metodologia para o desenvolvimento e evolução de uma notação para a modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade:

- Integração de Design Science e Engenharia de Software Experimental para a proposta e evolução de uma notação.
- Identificação de requisitos para uma nova notação a partir de resultados qualitativos de estudos experimentais.
- Definição do USINN (USability-oriented INteraction and Navigation model) como notação para modelagem de interação e navegação integrando mecanismos de usabilidade nas soluções de design.
- Construção de um metamodelo para fundamentar teoricamente uma notação para modelagem de interação e navegação.
- Evolução de uma notação a partir de resultados de estudos experimentais.
- Obtenção de evidências sobre a qualidade de soluções de design de interação e interface projetadas com o uso de uma nova notação para modelagem de interação e navegação.
- Obtenção de evidências sobre a usabilidade de sistemas interativos projetados com o uso de uma nova notação para modelagem de interação e navegação.

## 1.6. Publicações

Como contribuições, também foram resultantes publicações em conferências e periódicos relacionadas aos resultados desta tese. As referências são listadas a seguir em ordem cronológica:

- Lopes, A., Marques, A., Barbosa, S. D. J., & Conte, T. (2015). Evaluating HCI Design with Interaction Modeling and *Mockups*: A Case Study. International Conference on Enterprise Information Systems, (pp. 79-87).
- Marques, A. B., Barbosa, S. D. J., & Conte, T. (2016a). A Comparative Evaluation of Interaction Models for the Design of Interactive Systems. ACM SAC 2016, (pp. 173-180).
- Marques, A., Barbosa, S. D. J., & Conte, T. (2016b). Representando a interação e navegação de sistemas interativos através de um modelo orientado à usabilidade: Um estudo de viabilidade. Proceedings of IHC'16, Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems.
- Marques, A., Barbosa, S. D. J., & Conte, T. (2017a). Evaluating the usability expressiveness of a USability-oriented INteraction and Navigation model. Proceedings of IHC'17, Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, (pp. 228-237).
- Marques, A., Barbosa, S. D. J., & Conte, T. (2017b). Defining a notation for usability-oriented interaction and navigation modeling for interactive systems. SBC Journal on Interactive Systems, Vol. 8, No. 2, (pp. 35 – 49).
- Marques, A., Lopes, A., Oran, A.C., Barbosa, S. D. J., & Conte, T. (2017d). A systematic mapping and analytical evaluation of interaction and navigation models of interactive systems. Journal of Universal Computer Science. (Submetido)

Além disso, outros artigos foram publicados em colaboração com outros pesquisadores:

- Marques, A.; Lopes, A.; Conte, T. (2014) Aplicação de Métodos de Avaliação da Experiência do Usuário na utilização de Serious Game em sala de aula. In: Congresso

Brasileiro de Software: Teoria e Prática - VII Fórum de Educação em Engenharia de Software, p. 22-31.

- Ferreira, B., Rivero, L., Lopes, A., Marques, A., Conte, T. (2014) Apoiando o Ensino de Qualidade de Software Um Serious Game para o Ensino de Usabilidade. In: Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática - VII Fórum de Educação em Engenharia de Software, 2014, Maceió, (pp. 12-21).
- Marques, A.; Cavalcante, E.; Rivero, L.; Lopes, A.; Conte, R. (2015) Aplicando Design Thinking para Melhorar a Qualidade de um Aplicativo Web Móvel. In: XIV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, p. 196-203.
- Lopes, A.; Marques, A.; Barbosa, S.D.J ; Conte, T. (2015) MoLVERIC: An Inspection Technique for MoLIC Diagrams. In: International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering, (pp. 13-17).
- Lopes, A.; Marques, A.; Barbosa, S.D.J ; Conte, T. (2015) Estudo de Viabilidade da MoLVERIC Cards: Uma Técnica para a Inspeção de Diagramas MoLIC. In: XIV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, (pp. 203-212).
- Ayres, L.; Marques, A.; Barreto, R.; Conte, T. (2016) Um processo baseado em modelagem de interação para o projeto de jogos educacionais a partir de livros: um estudo de caso no contexto de um jogo para dispositivos móveis. XIV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, (pp. 241-255).
- Martins, R., Reis, R., Marques, A. B. (2016) Inserção da programação no ensino fundamental Uma análise do jogo Labirinto Clássico da Code.org através de um modelo de avaliação de jogos educacionais. In: XXII Workshop de Informática na Escola, (pp. 121 – 130).
- Lopes, A., Marques, A.B., Valentim, N., Conte, T.U. (2017) Práticas da Indústria Aplicadas em Sala de Aula Para Apoiar o Ensino de Modelagem de Interação In: Workshop sobre Educação em IHC, 2017, Joinville. Extended Proceedings of the 16th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, (pp.190 – 195).
- Marques, A. B. (2017) Promovendo o engajamento e aprendizado colaborativo de modelagem de interação por meio de Modeling Dojo In: Workshop sobre Educação em IHC, 2017, Joinville. Extended Proceedings of the 16th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, (pp.184 – 189).

### **1.7. Organização do texto**

Este capítulo introdutório apresentou a contextualização, os objetivos da pesquisa, a metodologia de pesquisa adotada e as contribuições fornecidas nesta tese. O conteúdo será detalhado ao longo dos próximos capítulos. Este trabalho está organizado segundo a estrutura descrita abaixo:

Capítulo 2 – Uso de modelos de interação e navegação no design de interação: Descreve os conceitos relacionados a design de interação, modelos de interação e modelos de navegação. Este capítulo utiliza os resultados de um mapeamento sistemático para descrever soluções existentes para a modelagem de interação e navegação.

Capítulo 3 – Estudos exploratórios sobre os modelos de interação e navegação existentes:

Apresenta os estudos exploratórios realizados para investigar as soluções existentes identificadas através do mapeamento sistemático.

Capítulo 4 – Design orientado à usabilidade: Descreve os conceitos relacionados ao design orientado à usabilidade, apresentando trabalhos relacionados e uma análise sobre a usabilidade nos modelos de interação e navegação existentes.

Capítulo 5 – USability-oriented INteraction and Navigation model (USINN): apresenta a notação USINN (*USability-oriented INteraction and Navigation model*) e o metamodelo proposto para representar a notação do USINN e sua composição em elementos de interação, navegação e usabilidade.

Capítulo 6 – Processo de construção e evolução do USINN por meio de estudos experimentais: apresenta o processo de evolução da notação USINN a partir dos resultados de estudos experimentais para avaliar as versões do USINN.

Capítulo 7 – Conclusões e Perspectivas Futuras: apresenta as conclusões desta tese e as perspectivas sobre a condução de pesquisas futuras.

# CAPÍTULO 2 - USO DE MODELOS DE INTERAÇÃO E NAVEGAÇÃO NO DESIGN DE INTERAÇÃO

*Este capítulo apresenta os conceitos fundamentais de Design de Interação, discutindo sobre o uso de modelos de interação e navegação em suas etapas, além de apresentar a condução e os resultados de um mapeamento sistemático cujo objetivo consistiu em identificar modelos de interação e navegação propostos para o design de sistemas interativos.*

## 2.1. Introdução

O design de interação consiste em projetar sistemas interativos para apoiar a maneira como as pessoas se comunicam e interagem em seus cotidianos (Rogers *et al.*, 2013). De acordo com Saffer (2010), o design de interação trata do comportamento do sistema, através de um conjunto de interações. Uma interação é uma transação entre duas entidades, tipicamente é uma troca de informação, mas também pode ser vista como uma troca de serviços.

De acordo com Silva *et al.* (2006), Sangiorgi & Barbosa (2010) e Rogers *et al.* (2013), o design de interação é em grande parte realizado por equipes multidisciplinares, em que são reunidas as habilidades de engenheiros, designers, programadores e outros. Um dos benefícios de reunir pessoas com diferentes formações e treinamentos é o potencial de gerar muito mais ideias, desenvolver métodos novos e produzir designs mais criativos e originais. No entanto, é necessário usar abordagens e artefatos adequados durante o design de interação, visando estabelecer um entendimento comum entre os envolvidos na equipe (Silva *et al.*, 2006).

Segundo Sangiorgi e Barbosa (2009), durante o design de interação, são utilizados artefatos tais como cenários, protótipos e *storyboards* para representar as soluções de design com foco no usuário, porém através destes artefatos a solução pode ser interpretada de forma ambígua. Neste capítulo, os conceitos fundamentais de design de interação são apresentados e o uso de modelos de interação e navegação no design de interação é discutido, através da apresentação de alguns modelos identificados através de uma revisão inicial da literatura.

## 2.2. Design de interação

O processo de Design de Interação consiste em quatro atividades básicas, conforme descrito abaixo (Rogers *et al.* 2013). Estas atividades devem complementar umas às outras e se repetir, conforme necessário.

1. Estabelecer requisitos: Para projetar soluções que apoiem as pessoas, os designers devem saber quem são seus usuários alvo e que tipo de apoio a solução poderia fornecer de maneira útil. Essas necessidades são definidas como requisitos do produto e devem ser a base de todo o projeto e desenvolvimento subsequente.

2. Criar alternativas de design: Esta é a atividade principal do design de interação e consiste em sugerir ideias para satisfazer os requisitos. Estas ideias podem ser representadas através de modelos que focam no comportamento da solução ou em sua representação física.

3. Prototipar: A técnica de prototipação é útil para representar as soluções criadas e permitir que o usuário interaja com elas. O protótipo é um artefato de comunicação entre os membros da equipe e uma maneira eficaz de designers explorarem ideias de design.

4. Avaliar: A avaliação é necessária para determinar a aceitabilidade de uma solução por parte de seus usuários. Um alto nível de envolvimento dos usuários nesta etapa aumenta as chances de um produto ser aceito.

O contexto deste trabalho está situado na atividade que consiste em criar alternativas de design, pois é durante esta atividade que o designer deve refletir sobre a interação e navegação do usuário com o sistema a ser projetado, com base nos requisitos estabelecidos na atividade anterior. As decisões de design tomadas devem ser refletidas na atividade seguinte, que consiste em prototipar as soluções projetadas.

O uso de modelos de interação e navegação nesta atividade pode gerar soluções mais completas e com maior qualidade, pois os aspectos relacionados à facilidade de uso, troca de informações, senso de orientação e deslocamento do usuário podem ser representadas e discutidas entre os membros da equipe, e posteriormente, servir como base para a representação concreta da interface. Uma interface que não destaca as opções principais de interação, barreiras ou mensagens de status pode ter um impacto negativo na experiência do usuário (Saffer, 2010).

### ***2.3. Modelos de interação***

Um modelo de interação, ou modelo de diálogos, deve representar informações importantes sobre a estrutura estática e dinâmica da conversa entre o usuário e o sistema interativo, representando um artefato relevante no processo de desenvolvimento da interface do usuário (Elwert, 1996). A modelagem de interação pode ser vista como a aplicação de um conjunto de princípios, regras e propriedades para guiar o design de interface do usuário (Beaudouin-Lafon, 2004).

O modelo de interação representa os processos de comunicação entre o usuário e o sistema e não necessariamente o detalhamento dos elementos concretos da interface do produto final (Silva *et al.*, 2005). Estes modelos podem ser desenvolvidos com base em cenários de interação, que descrevem o comportamento interativo de uma aplicação de maneira contextualizada (Barbosa & Paula, 2003). Além disso, o modelo de interação apoia a identificação de problemas no início do processo de design de interação (Lopes *et al.*, 2015). Sendo a interface o meio pelo qual a interação entre o usuário e o sistema ocorre, Beaudouin-Lafon (2004) argumenta que uma das maneiras de melhorar a qualidade das interfaces de usuário é mudar o foco do design de interface para o design de interação.

### ***2.4. Modelos de navegação***

Segundo Benyon (2011), a navegação preocupa-se em descobrir sobre o sistema e movimentar-se por ele. O mesmo autor afirma que a navegação inclui três atividades diferentes, mas relacionadas: (a) identificação de objetos, que consiste em entender e classificar os objetos em um sistema; (b) exploração, que se preocupa em descobrir sobre um ambiente e como esse ambiente se relaciona a outros; (c) descoberta do caminho, que consiste na navegação em direção a um destino conhecido. Modelos de navegação são comumente compostos por nós e links (Molina & Toval, 2009). Um nó é utilizado para representar um conjunto de informações ou funcionalidades que será apresentado aos usuários. Os links são utilizados para conectar os nós, indicando a possibilidade de navegar a partir de um nó para outro.

A modelagem de navegação deve apoiar o designer a projetar uma solução que permita que o usuário realize estas três atividades. O ponto essencial do design de navegação é manter em mente

as diferentes atividades que os usuários realizam em um espaço, identificar objetos, encontrar caminhos e explorar. Desta forma, a modelagem de navegação está estritamente relacionada à modelagem de interação, sendo que a primeira está mais focada no relacionamento entre os diferentes objetivos de interação do usuário. Modelar a perspectiva de navegação do sistema de acordo com a maneira segundo a qual os usuários desejam explorar as funcionalidades e conteúdo do sistema auxilia na obtenção de caminhos navegacionais com maior usabilidade (González *et al.*, 2016).

Krug (2013) reconhece que a navegação é um aspecto crucial da usabilidade, pois segundo o autor, os usuários não utilizarão uma aplicação se não conseguirem navegar por ela. Porém, na literatura é comum identificar mecanismos de ajuda para a navegação, tais como mapa do site, sinalizadores e não métodos que auxiliem a projetar sistemas com uma boa navegação (Pilgrim, 2012; Krug, 2013).

## 2.5. Modelagem de interação e navegação na UML

A UML (*Unified Modeling Language*) tornou-se a linguagem padrão para modelagem de sistemas em diferentes áreas e domínios (Duarte *et al.*, 2012). Entretanto, embora a UML forneça modelos e representações para o processo de desenvolvimento de software, tais modelos são focados no funcionamento interno do sistema e não na interação do usuário (Panach *et al.*, 2014).

O IFML (*Interaction Flow Modeling Language*) é o mais recente padrão do *Object Management Group* (OMG). O IFML foi criado especificamente para complementar a ausência de diagramas específicos para modelagem de interfaces do (OMG, 2013).

O objetivo da linguagem é projetar a interface de uma aplicação. Seu foco está mais relacionado à interface do que à interação. A Figura 2.1 ilustra um exemplo de diagrama IFML para a visualização de uma caixa de e-mails, com a opção de gerenciar os e-mails (apagar, reportar como spam e arquivar) e organizar os e-mails em pastas. Os principais elementos do diagrama são descritos a seguir:

**1. View Container:** Um elemento da interface que compreende outros elementos, inclusive pode conter outros *view containers* e exibe a interação entre os conteúdos da interface. No modelo da Figura 2.1, temos as *view containers* “MailBox” e “Message toolbar”.

**2. XOR View Container:** Uma *view container* que é exibida alternativamente. Na Figura 2.1, a *view container* “Tags” é considerada XOR view container.

**3. View Component:** Um elemento da interface que exibe conteúdo ou aceita entrada. No exemplo, temos duas listas (de mensagens e de *tags*) e um formulário para informar o nome da nova pasta.

**4. Evento:** Uma ocorrência que afeta o estado da aplicação. No modelo da Figura 2.1, temos os eventos “Delete”, “Archive” e “Report” a partir da *view container* “Message Toolbar” e os eventos “Select Tag” e “Create” a partir de *view components*.

**5. Ação:** Pode ser do lado do servidor ou do lado do cliente. No exemplo da Figura 2.1, temos ações do lado do cliente, tais como “Delete”, “Archive”, “Report”, “Associate to Tag / Move to Folder” e “Create Tag and Associate Tag / Move to Folder”.

**6. Fluxo de navegação:** Uma dependência de entrada-saída. Ocorre entre eventos e ações, ou entre eventos.

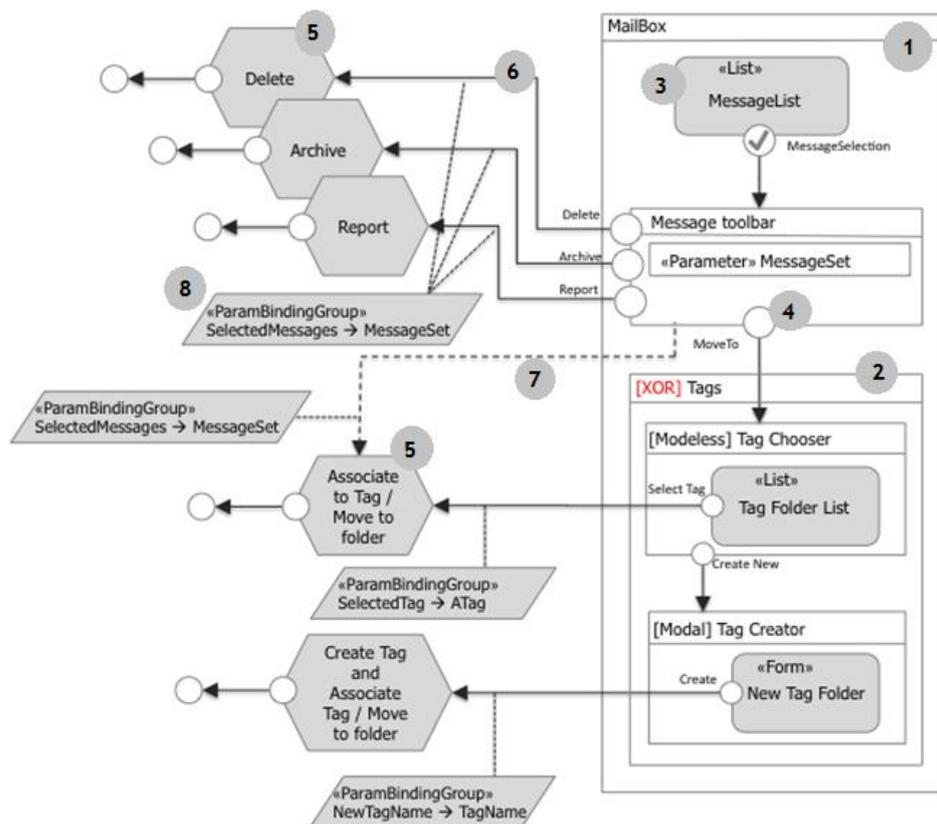


Figura 2.1. Exemplo de diagrama IFML (OMG, 2013).

**7. Fluxo de dados:** Dados passando entre *view components* ou ações como consequência de uma interação com o usuário anterior. No exemplo da Figura 2.1, temos um fluxo de dados entre a *view container* “Message Toolbar” e a ação “Associate to Tag / Move to Folder”, pois as mensagens serão associadas a uma pasta ou tag.

**8. Parameter Binding:** Conjunto de restrições associadas a um fluxo de navegação ou dados. No modelo da Figura 2.1, para que as ações “Delete”, “Archive” ou “Report” sejam executadas, é necessário que um conjunto de mensagens seja definido previamente, através da seleção das mensagens pelo usuário.

A interface é a base para a construção do modelo IFML, visto que seu elemento base é a *view*. Assim, a interação deve ser representada não somente como uma conversa entre o usuário e o sistema, mas também considerando a composição da *view* através da qual a conversa será conduzida. As respostas do sistema e as validações de dados, que são importantes para prever rupturas durante a interação, não são representadas pela IFML. Por sua vez, a navegação é representada no IFML através de fluxo de navegação que representa dependências de entrada e saída entre eventos e ações de uma *view container*. Porém, é necessário ter uma visão global dos fluxos de navegação entre as *view containers* do sistema para que a navegação da interface seja representada de forma completa, pois um modelo detalhado de uma única *view container* não permitiria especificar a navegação da interface. Além disso, não está claro se o fluxo de navegação representa somente a troca de informação entre os elementos ou o deslocamento do usuário pela interface.

Neste sentido, nota-se que é necessário investigar outros modelos que permitam representar a interação e a navegação de forma integrada e que possam ser adaptados ou estendidos para que a navegação possa ser projetada de forma consistente com a interação do sistema.

## 2.6. Mapeamento sistemático sobre modelos de interação e navegação

Para que seja proposta uma nova abordagem que apoie a modelagem de interação e navegação de sistemas interativos, é necessário caracterizar as soluções existentes, identificando suas potencialidades e lacunas, para que o trabalho a ser desenvolvido seja devidamente embasado teoricamente e possa agregar conhecimento à área, e não simplesmente propor soluções similares às que já existem. Com este objetivo, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura.

Segundo Kitchenham e Charters, (2007), uma revisão sistemática da literatura (RSL), ou simplesmente revisão sistemática, é um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis e relevantes a uma questão de pesquisa específica, um tópico de pesquisa, ou um fenômeno de interesse. A revisão sistemática realizada no escopo deste trabalho caracteriza-se como um mapeamento sistemático. Um mapeamento sistemático é um tipo de revisão sistemática e, segundo Kitchenham e Charters (2007), é utilizado para prover uma ampla visão de uma área de pesquisa e estabelecer se existem evidências de pesquisas em um determinado tópico. Os resultados do mapeamento sistemáticos também são descritos em Marques *et al.* (2017d).

### 2.6.1. Protocolo do mapeamento sistemático

Nas próximas seções, o protocolo para a condução do mapeamento sistemático é apresentado, baseado das diretrizes para condução de revisões sistemáticas proposto por Kitchenham e Charters (2007).

#### 2.6.1.1. Definição do objetivo e questões de pesquisa

Primeiramente, o objetivo do mapeamento sistemático foi estruturalmente definido segundo o paradigma GQM (*Goal-Question-Metric*) proposto por Basili & Rombach (1988), conforme ilustra a Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Objetivo do Mapeamento Sistemático segundo o paradigma GQM.

<b>Analisar</b>	<b>Publicações científicas através de um estudo baseado em mapeamento sistemático</b>
<b>Com o propósito de</b>	Identificar notações, abordagens de apoio, técnicas e ferramentas
<b>Em relação a</b>	O apoio à modelagem de interação e navegação
<b>Do ponto de vista dos</b>	Dos pesquisadores
<b>No contexto de</b>	Design de IHC e ES

A questão de pesquisa principal do mapeamento sistemático foi definida como:

RQ. Quais as notações, abordagens de apoio e técnicas para avaliação são utilizadas na modelagem da interação e da navegação de sistemas interativos?

Uma notação é considerada como uma representação visual para o desenvolvimento de soluções de modelagem de interação e navegação (Ferreira et al., 2014). Uma notação pode ser uma linguagem ou um modelo gráfico que permita representar a interação e navegação de sistemas interativos.

Como abordagem de apoio, consideram-se técnicas, métodos, processos, ferramentas ou quaisquer soluções que visem apoiar a definição da interação e navegação de sistemas interativos. Uma abordagem de apoio pode ou não englobar uma representação visual da interação e navegação.

Considerando que os modelos podem ser utilizados como base para o desenvolvimento do sistema e de sua interface de usuário, é importante que a qualidade dos modelos seja avaliada para

evitar a propagação de eventuais defeitos da modelagem. Neste sentido, nosso mapeamento também visou identificar técnicas para avaliação da modelagem de interação e navegação.

Adicionalmente o mapeamento sistemático buscou responder duas questões de pesquisa secundárias, com o intuito de detalhar características das soluções para modelagem de interação e navegação:

SQ1. Quais as notações, abordagens de apoio e/ou técnicas de avaliação possuem evidência experimental de seu apoio à modelagem de interação e navegação de sistemas interativos?

SQ2. Quais elementos de interação e navegação são considerados nas notações identificadas?

### **2.6.1.2. Estratégia para busca de estudos primários**

Escopo da pesquisa: A busca foi realizada nas bibliotecas digitais Scopus e Engineering Village, pois estas bibliotecas permitem o uso de expressões lógicas para as buscas automáticas e permitem localizar as publicações através do título e resumo (abstract) das publicações. Além disso, contém em sua base, publicações de uma gama variada de áreas de conhecimento, disponibilizam a recuperação do texto completo das publicações e Kitchenham e Charters (2007) afirmam que a Scopus é a maior base de dados de indexação de resumos e citações.

Conduzimos um teste na biblioteca IEEE, porém 70% das publicações eram duplicadas em relação aos resultados da Scopus e Engineering Village. Identificamos através da leitura do título e abstract das publicações retornadas, que os demais 30% não continham notações para modelagem de interação e/ou navegação.

Idiomas dos artigos: O idioma escolhido foi o inglês, por este ser adotado pela grande maioria das conferências e periódicos internacionais relacionados ao tema da pesquisa.

Definição da *string* de busca: Para a definição dos termos da *string* de busca, foram determinados os parâmetros PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Output e Context*) e os termos relacionados a cada parâmetro, quando aplicável (Tabela 2.2).

*Tabela 2.2. Termos utilizados para instanciar os parâmetros PICOC.*

Parâmetro	Termos de busca utilizados
(P) Population: Trabalhos publicados em conferências ou periódicos relatando linguagens ou notação, técnicas e abordagens utilizadas na modelagem da interação e navegação.	“user system design” OR “hci design” OR “user interface design” OR “user interface development” OR “system development” OR “system design”
(I) Intervention: Linguagens e/ou notação, técnicas e abordagens de na modelagem da interação e navegação.	“notation” OR “language” OR “model” OR “technique” OR “framework” OR “approach” OR “method” OR “pattern” OR “process” OR “evaluating” OR “evaluation” OR “assessment” OR “assessing” OR “assess” OR “inspection”
(C) Comparison: não se aplica, pois é uma revisão de caracterização.	-
(O) Output: modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.	“interaction modeling” OR “interaction design” OR “modeling interaction” OR “dialogue modeling” OR “interaction flow” OR “navigation modeling” OR “navigation design” OR “navigation flow” OR “navigability modeling” OR

Parâmetro	Termos de busca utilizados
	“navigability design” OR “navigability flow” OR “navigational modeling” OR “navigational design” OR “navigational flow”
(C) Context: Ambiente acadêmico ou indústria.	Não se aplica por ser um mapeamento sistemático

Os termos foram descritos na língua inglesa, por este ser o idioma utilizado pelas máquinas de buscas. Os termos utilizados formam a *string* de busca apresentada na Figura 2.2.

(“language” OR “notation” OR “model” OR “technique” OR “framework” OR “approach” OR “method” OR “pattern” OR “process” OR “evaluation” OR “evaluating” OR “inspection” OR “assessment” OR “assessing” OR “asses”) AND (“user interface design” OR “system design” OR “HCI design” OR “user interface development” OR “system development”) AND (“interaction modeling” OR “interaction design” OR “modeling interaction” OR “dialogue modeling” OR “interaction flow” OR “navigation modeling” OR “navigation design” OR “navigation flow” OR “navigability modeling” OR “navigability design” OR “navigability flow” OR “navigational modeling” OR “navigational design” OR “navigational flow”)

Figura 2.2. String de busca utilizada no mapeamento sistemático.

### 2.6.1.3. Critérios de seleção de artigos

Durante o mapeamento sistemático, somente as publicações relevantes para a questão de pesquisa devem ser selecionadas para posterior análise. Kitchenham e Charters (2007) sugerem a definição de critérios de inclusão e exclusão para os artigos que são retornados pela *string* de busca. Para este mapeamento, foram definidos os critérios descritos na Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Critérios para seleção de artigos.

Tipo	Identificador	Descrição
Critério de inclusão	[Inc1]	O artigo deve descrever linguagem ou notação para modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
	[Inc2]	O artigo deve descrever abordagens de apoio à modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
	[Inc3]	O artigo deve descrever técnicas para a avaliação da modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
	[Inc4]	O artigo deve descrever estudos experimentais que avaliem uma linguagem ou notação para modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
	[Inc5]	O artigo deve descrever estudos experimentais que avaliem uma abordagem de apoio à modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
	[Inc6]	O artigo deve descrever estudos experimentais que avaliem uma técnica para a avaliação da modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
	[Inc7]	O artigo deve comparar linguagens ou notações para modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos
	[Inc8]	O artigo deve comparar abordagens de apoio à modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
	[Inc9]	O artigo deve comparar técnicas para a avaliação da modelagem da interação ou navegação de sistemas interativos.
Critério de exclusão	[Exc1]	Não atender nenhum dos critérios de inclusão.
	[Exc2]	A versão completa do artigo não estar disponível entre as fontes selecionadas.
	[Exc3]	O idioma do artigo não ser português ou inglês.

#### 2.6.1.4. Procedimentos para a seleção de artigos

Para sistematizar o processo de seleção de artigos, foi definido um procedimento com três etapas: (1) execução da busca; (2) primeiro filtro e (3) segundo filtro. Durante a execução da busca, o pesquisador responsável pelo mapeamento sistemático utilizou a *string* de busca nas fontes selecionadas e armazenou o conjunto de referências recuperadas na ferramenta Start<sup>1</sup>. A própria ferramenta indicava as entradas duplicadas, quando houvesse.

No primeiro filtro, os pesquisadores envolvidos no mapeamento sistemático analisaram os artigos retornados na busca quanto aos critérios de inclusão e exclusão, através da leitura dos títulos e *abstracts* dos artigos. A decisão de incluir ou excluir um artigo era registrada por cada pesquisador para posterior verificação entre os pesquisadores.

Durante o segundo filtro, os pesquisadores realizaram a leitura completa dos artigos incluídos no primeiro filtro e analisaram novamente em relação aos critérios de inclusão e exclusão. Os pesquisadores excluíram os artigos cujo conteúdo não atendia aos critérios de seleção, justificando a decisão. Após a verificação dos resultados da seleção do segundo filtro, a extração dos dados dos artigos incluídos foi realizada.

#### 2.6.1.5. Procedimentos para a extração dos dados dos artigos selecionados

Os artigos selecionados no segundo filtro foram submetidos ao processo de extração de dados. Para que a extração fosse realizada de forma sistemática, um formulário de extração foi definido para registrar as informações necessárias relativas a cada artigo, reduzindo a oportunidade de inclusão de viés do pesquisador.

O formulário de extração deve permitir o registro de todas as informações necessárias para responder às questões de pesquisa. Neste sentido, o formulário de extração deste mapeamento sistemático foi definido conforme descrito na Tabela 2.4.

Tabela 2.4. Itens do formulário de extração de dados.

Item de extração	Descrição
Informações Gerais	Nome do revisor, código do artigo na ferramenta Start, título, veículo de publicação, autores e suas respectivas filiações, ano de publicação
Tipo de solução	(a) notação ou linguagem para modelagem de interação ou navegação; (b) abordagem de apoio para modelagem de interação ou navegação; (c) técnica para avaliação da modelagem de interação ou navegação.
Origem da solução	(a) Novo; (b) baseado em modelos existentes em IHC; (c) baseado em modelos existentes em ES.
Objetivo da solução	Descrição do propósito da solução.
Elementos de interação e navegação considerados	No caso de notações, descrever os elementos considerados na notação.
Apoio ferramental	A solução provê apoio ferramental? (a) sim; (b) não.
Avaliação experimental da solução	A solução foi avaliada experimentalmente? (a) sim; (b) não.
Objetivo da avaliação	Caso tenha sido avaliada experimentalmente, qual o objetivo da avaliação experimental?
Metodologia adotada na avaliação experimental	(a) estudo de caso; (b) experimento controlado; (c) <i>survey</i> ; (d) simulação.

<sup>1</sup> StART: ferramenta de apoio ao planejamento e execução de revisões sistemáticas. Disponível em: [http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool)

Item de extração	Descrição
Ambiente da avaliação	(a) academia; (b) indústria.
Número de participantes da avaliação	Número de pessoas que participaram da avaliação da solução.
Vantagens da solução	Quais as vantagens de adotar a solução?
Limitações da solução	Quais as limitações da solução?

### 2.6.2. *Condução do mapeamento sistemático*

O mapeamento sistemático foi conduzido pelos dois primeiros autores deste artigo e todos os resultados de cada etapa foram verificados pelo quarto autor. Inicialmente, executamos o mapeamento sistemático em 2015. Posteriormente, em junho de 2017, executamos uma extensão do mapeamento sistemático para abranger as publicações do ano de 2015 e 2016.

Os resultados quantitativos obtidos durante a execução da busca automática nas bibliotecas selecionadas são resumidos na Tabela 2.5.

*Tabela 2.5. Resultados quantitativos da condução do mapeamento sistemático.*

Biblioteca Digital	Até 2014			Extensão até 2016		
	Total	Dup	Papers analisados	Total	Dup	Papers analisados
Engineering Village	229	10	<b>219</b>	35	26	<b>9</b>
Scopus	292	154	<b>138</b>	63	2	<b>61</b>
Total	521	164	<b>357</b>	98	28	<b>70</b>

Como resultado da busca inicial, foram retornados 521 artigos na busca automática nas bibliotecas digitais selecionadas. Deste total, 229 artigos foram obtidos da Engineering Village e outros 292 foram obtidos da Scopus. Por sua vez, a busca executada na extensão do mapeamento sistemático retornou 70 artigos. O primeiro do filtro foi realizado por dois pesquisadores, que analisaram os artigos retornados na execução da busca de forma individual. Com o intuito de garantir a confiabilidade do processo de seleção, uma amostra de 20 artigos foi utilizada para analisar o grau de concordância entre os pesquisadores durante a seleção dos artigos.

Para quantificar a intensidade da concordância entre dois ou mais pesquisadores, ou entre dois métodos de classificação, foi empregada a medida Kappa (Landis & Koch, 1977) que é baseada no número de respostas concordantes, ou seja, no número de casos cujo resultado é o mesmo entre os pesquisadores. O Kappa é uma medida de concordância interobservador e mede o grau de concordância além do que seria esperado tão somente pelo acaso. Esta medida de concordância tem como valor máximo o 1, onde este valor 1 representa total concordância e os valores próximos e até abaixo de 0, indicam nenhuma concordância, ou a concordância foi exatamente a esperada pelo acaso. Para avaliar se a concordância é razoável, realiza-se um teste estatístico para avaliar a significância do Kappa. A Tabela 2.6 apresenta a interpretação para os resultados do Kappa sugerido por Landis & Koch (1977).

A amostra de 20 artigos foi utilizada para análise do coeficiente de Kappa. A amostra selecionada foi o conjunto dos primeiros 20 artigos retornados pela biblioteca Scopus. Cada pesquisador analisou os artigos individualmente e atribuiu um critério de seleção. Então, os resultados dos pesquisadores foram comparados através do teste de Kappa.

Tabela 2.6. Interpretação dos resultados do Kappa segundo Landis e Koch (1977).

Valores de Kappa	Interpretação
<0	Sem concordância ( <i>no agreement</i> )
0 – 0.19	Concordância fraca ( <i>poor agreement</i> )
0.20 – 0.39	Concordância razoável ( <i>fair agreement</i> )
0.40 – 0.59	Concordância moderada ( <i>moderate agreement</i> )
0.60 – 0.79	Concordância significativa ( <i>substantial agreement</i> )
0.80 – 1	Concordância quase perfeita ( <i>almost perfect agreement</i> )

Para realizar o teste de Kappa, foi utilizada a ferramenta SPSS. Os dados foram tabulados da seguinte forma: para critérios de inclusão foi atribuído o valor 1 e para critérios de exclusão foi atribuído o valor 2. Desta forma, foi analisada a concordância dos pesquisadores na inclusão ou exclusão dos artigos e não no critério específico de inclusão ou exclusão atribuído. O resultado obtido foi um nível de concordância igual a 0.665 (Tabela 2.7), indicando uma concordância significativa entre os pesquisadores.

Tabela 2.7. Resultado do teste de Kappa obtido na ferramenta SPSS para a amostra definida.

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	,665	,144	4,460	,000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

As discordâncias observadas na seleção dos artigos foram resolvidas entre os pesquisadores para obter um consenso em relação ao critério de seleção de todos os artigos da amostra. Após esta análise, cada pesquisador continuou o primeiro filtro individualmente. Como resultado do primeiro filtro, foram selecionados 212 artigos. Ao final do segundo filtro, foram selecionados 65 artigos (Tabela 2.8).

Tabela 2.8. Resultados quantitativos da seleção dos artigos.

Source	Primeiro Filtro			Segundo Filtro		
	Total	Incluídos	Excluídos	Total	Incluídos	Excluídos
Engineering Village	<b>228</b>	212	215	212	<b>65</b>	147
Scopus	<b>199</b>					

Os resultados do mapeamento sistemático serão apresentados nas subseções seguintes. A lista completa dos artigos selecionados está descrita no APÊNDICE A. Primeiramente, será fornecida uma visão geral quantitativa dos resultados, com apresentação de gráficos categorizando as publicações analisadas. Em seguida, serão discutidas as principais soluções identificadas nas categorias de (a) abordagens de apoio, (b) notações ou linguagens e (c) técnicas para avaliação.

### 2.6.3. Visão Geral dos Resultados

Os resultados do mapeamento sistemático serão discutidos conforme as questões de pesquisa definidas previamente. Em relação à questão de pesquisa principal deste mapeamento: “Quais as notações, abordagens de apoio, técnicas e/ou ferramentas são utilizadas na modelagem

da interação e da navegação de sistemas interativos? ”, notou-se que algumas publicações que descreviam abordagens de apoio, tais como, técnicas, processos ou metodologias, também apresentavam notações ou linguagens que faziam parte da abordagem de apoio. O mesmo acontecia para os artigos que descreviam técnicas para avaliação da modelagem de interação e navegação. Desta forma, a categorização das soluções foi adaptada para: (a) abordagem de apoio, (b) abordagem de apoio contendo notação ou linguagem, (c) notação ou linguagem e (d) técnicas para avaliação.

A Figura 2.3 ilustra a distribuição das publicações por tipo de solução e evidência experimental fornecida, respondendo adicionalmente à questão de pesquisa secundária “SQ1. Quais notações, abordagens de apoio, técnicas e/ou ferramentas possuem evidência experimental de seu apoio à modelagem de interação e navegação de sistemas interativos? ”.

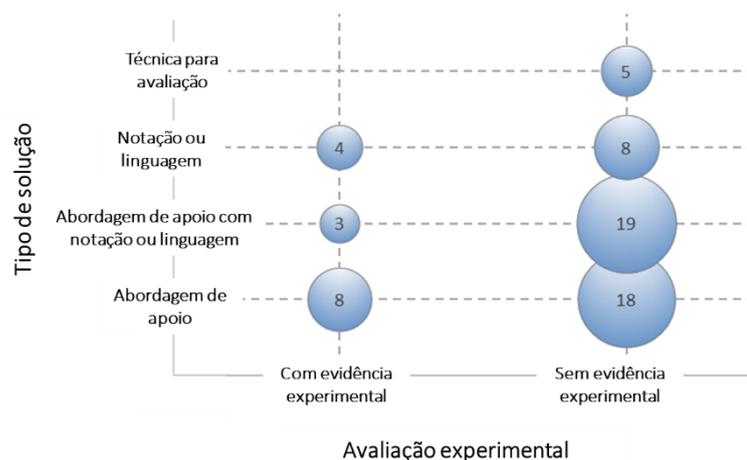


Figura 2.3. Classificação das publicações em relação ao tipo de solução apresentada e avaliação experimental.

Nota-se que 15 artigos descreviam avaliações das soluções propostas, o que representa 23,07% das publicações identificadas. Os estudos experimentais são importantes, pois fornecem indicadores da eficácia de soluções propostas. Porém, os resultados deste mapeamento apontam para a falta de evidências sobre a eficácia da maioria das soluções propostas no contexto do design de interação e navegação.

Somente 44.4% dos artigos sobre abordagens de apoio (a) apresentavam alguma avaliação sobre a eficácia das soluções propostas. E apenas 15.8% dos artigos que descreviam abordagens de apoio que continham notação ou linguagem (b) apresentavam relatos da avaliação experimental destas soluções. Outros 50% dos artigos sobre notações ou linguagens para a modelagem de interação ou navegação (c) também apresentavam evidências experimentais sobre a eficácia das soluções propostas. Por outro lado, não foram encontrados relatos de avaliação experimental nos artigos que descreviam técnicas para avaliar a modelagem de interação ou navegação (d). Este resultado aponta para a necessidade de conduzir estudos experimentais para encorajar a adoção das soluções propostas.

A Tabela 2.9 apresenta um resumo das características dos estudos experimentais relatados nas publicações. Foram analisadas a metodologia adotada para o estudo experimental, o ambiente no qual o estudo foi conduzido, os indicadores coletados durante o estudo e o tamanho de amostra, referente ao número de participantes do estudo experimental.

Tabela 2.9. Características dos estudos experimentais descritos em publicações identificadas no mapeamento

sistemático.

Referências	Tipo de Resultado	Metodologia	Ambiente	Indicadores	Amostra
(Barbosa & Paula, 2003)	Notação	Estudo de Caso	Academia e Indústria	Legibilidade, expressividade, utilidade	6
(Avgeriou & Retalis, 2005)	Abordagem de apoio	Estudo de Caso	Academia	Facilidade de aprendizado, eficiência, facilidade de memorização, prevenção de erros, recuperação de erros, satisfação	-
(Kim & Yoon, 2005)	Abordagem de apoio e Notação	Experimento Controlado	Indústria	Eficácia	12
(Paula <i>et al.</i> , 2005)	Notação	-	Indústria	Utilidade, compreensibilidade	-
(Sutcliffe <i>et al.</i> 2006)	Abordagem de apoio	Estudo de Caso	Academia	Compreensibilidade, utilidade, eficácia	19
(Campos & Nunes, 2007)	Abordagem de apoio	Experimento Controlado	Academia	Usabilidade, apoio à colaboração e comunicação em equipes, apoio à rápida comparação entre alternativas de design	32
(Paula & Barbosa, 2007)	Notação	Estudo de Caso	Indústria	Utilidade, facilidade de uso	3
(McGee-Lennon <i>et al.</i> 2009)	Abordagem de apoio	Estudo de Caso	Academia	Funcionalidades utilizadas, adequação da abordagem ao processo de design	16
(Howard & Melles, 2011)	Abordagem de apoio	Estudo de Caso	Indústria	Papel do designer no processo	12
(Iacob, 2011)	Abordagem de apoio	Experimento Controlado	Academia	Padrões de design para colaboração síncrona	50
(Duarte <i>et al.</i> 2012)	Abordagem de apoio	Estudo de Caso	Indústria	Características de tarefas e modalidades de gestos associados	25
(Tena <i>et al.</i> 2013)	Abordagem de apoio	Experimento Controlado e <i>Survey</i>	Academia e Indústria	Utilidade, acurácia, correteude, completude, eficácia	53
(Diefenbach & Ullrich, 2015)	Abordagem de apoio	<i>Survey</i>	Academia	Entendimento, distância de transferência de domínio	152
(Lopes <i>et al.</i> , 2015)	Abordagem de apoio	Estudo de caso	Academia	Utilidade, facilidade de uso, número de defeitos	13
(Souza <i>et al.</i> , 2015b)	Notação	Estudo de caso	Academia	Utilidade, facilidade de uso	12

No que concerne à metodologia, 54,5% dos estudos experimentais (Barbosa & Paula, 2003; Avgeriou & Retalis, 2005; Sutcliffe *et al.* 2006; McGee-Lennon *et al.* 2009; Howard & Melles, 2011; Duarte *et al.* 2012; Lopes *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2015) adotaram a metodologia de estudo de caso para avaliar as soluções. Outros 27,5% (Kim & Yoon, 2005; Campos & Nunes, 2007; Iacob, 2011) adotaram a metodologia de experimento controlado. Um experimento (Diefenbach & Ullrich, 2015) adotaram a metodologia *survey* e por fim, outro experimento (Tena *et al.* 2013) adotou experimento controlado e *survey* em conjunto. Em relação aos estudos experimentais cujo objeto

de estudo foram notações para modelagem de interação e navegação, os indicadores utilizados foram legibilidade, expressividade, utilidade, facilidade de uso, acurácia, corretude, completude e eficácia. Em relação à avaliação de abordagens de apoio, alguns indicadores comumente utilizados foram usabilidade, eficácia e utilidade.

Estudos experimentais conduzidos em ambiente acadêmico representam 53.3%. Por outro lado, estudos conduzidos na indústria representam 33.3% e por fim, 13.4% dos estudos foram conduzidos tanto na academia quanto na indústria. O tamanho da amostra variou entre 3 e 152 participantes.

#### **2.6.4. Abordagens de apoio à modelagem de interação e navegação**

Foram identificadas 46 publicações sobre abordagens de apoio à modelagem de interação ou navegação. As abordagens de apoio abrangem métodos, técnicas, metodologias, processos, frameworks e ferramentas que visam apoiar a modelagem de interação e navegação. A Tabela 2.10 apresenta resumidamente as abordagens de apoio identificadas. As abordagens foram caracterizadas em relação ao tipo de sistema a qual se destina, o objetivo, a existência de evidência experimental e o modelo utilizado como base. Sobre estes aspectos vale ressaltar que alguns autores não especificam um tipo de sistema específico como domínio para a abordagem. No que concerne aos objetivos, quatro diferentes objetivos foram identificados dentre as abordagens: (a) geração automática de interface; (b) apoio a decisões no design de interação; (c) apoio a decisões no design de interface e (d) compreensão da interação do usuário com o sistema. E em alguns casos os autores das soluções propostas também descreviam um modelo para interação e navegação.

*Tabela 2.10. Resumo de abordagens de apoio identificadas no mapeamento sistemático. (Objetivo: a – geração automática de interface; b - apoio a decisões no design de interação; c - apoio a decisões no design de interface; d - compreensão da interação do usuário com o sistema).*

Referências	Tipo de sistema	Objetivo	Evidência experimental	Modelo de interação e navegação base
Benyon & Murray (1993)	Sistemas adaptativos	(b)	Não	-
Elwert (1996)	Genérico	(c)	Não	TADEUS
Candy & Edmonds (1997)	Genérico	(b)	Não	-
Roberts <i>et al.</i> (1997)	Genérico	(c)	Não	-
Nunes <i>et al.</i> (2000)	Genérico	(b)	Não	-
Silva Filho <i>et al.</i> (2000)	Genérico	(b)	Não	-
Marcos <i>et al.</i> (2002)	Web	(b) e (c)	Não	-
Scogings & Phillips (2001)	Genérico	(b)	Não	Lean Cuisine +
Penner & Steinmetz (2002)	Genérico	(a)	Não	DIGBE
Luyten <i>et al.</i> (2003)	Genérico	(a)	Não	-
Randolph (2004)	Genérico	(b)	Não	-
Avgeriou & Retalis (2005)	Sistemas hipermídias	(b)	Sim	CRITON
Dubois <i>et al.</i> (2005)	Sistemas de realidade aumentada	(b)	Não	-
Kim & Yoon (2005)	Genérico	(b)	Sim	OCD
Costa <i>et al.</i> (2006)	Sistemas web	(a)	Não	PSDM
Montero & López-Jaquero (2006)	Genérico	(a)	Não	-
Cheong & Winikoff (2006)	Sistemas multiagentes	(b)	Não	-
Silva <i>et al.</i> (2006)	Genérico	(b)	Não	MoLIC

Referências	Tipo de sistema	Objetivo	Evidência experimental	Modelo de interação e navegação base
Sutcliffe <i>et al.</i> (2006)	Sistemas hipermídias	(c)	Sim	-
Campos & Nunes (2007)	Genérico	(a)	Sim	-
Kavaldjian (2007); Kavaldjian <i>et al.</i> (2007a); Kavaldjian <i>et al.</i> (2007b)	Genérico	(a)	Não	OntoUCP
Van den Bergh & Coninx (2007)	Genérico	(b)	Não	-
Bueno & Barbosa (2007)	Genérico	(b) e (c)	Não	MoLIC
Lu <i>et al.</i> (2007)	Sistemas web	(b) e (c)	Não	NIM
Babaian <i>et al.</i> (2007)	Genérico	(d)	Não	-
Trøttestad (2008)	Genérico	(b)	Não	Diamodl
Giraldo <i>et al.</i> (2008a); Giraldo <i>et al.</i> (2008b); Molina <i>et al.</i> (2009)	Sistemas colaborativos	(b) e (c)	Não	CIAN
Sangiorgi & Barbosa (2009)	Genérico	(b)	Não	MoLIC
McGee-Lennon <i>et al.</i> (2009)	Sistemas interativos multimodais	(b) e (c)	Sim	-
Robertson & Loke (2009)	Sistemas emergentes	(b) e (c)	Não	-
Saleh <i>et al.</i> (2010)	Sistemas multiplataforma	(a)	Não	DSM
Feuerstack (2010)	Sistemas interativos multimodais	(b)	Não	-
Howard & Melles (2011)	Genérico	(b)	Sim	-
Iacob (2011)	Genérico	(b)	Sim	-
Van den Bergh & Coninx (2011)	Genérico	(c)	Não	-
Fardoun <i>et al.</i> (2012)	Sistemas e-learning	(b)	Não	-
Hess <i>et al.</i> (2012)	Aplicativos móveis	(b)	Não	-
Kuziemyk <i>et al.</i> (2012)	Sistemas colaborativos	(b)	Sim	-
Duarte <i>et al.</i> (2012)	Genérico	(d)	Sim	-
Tena <i>et al.</i> (2013)	Sistemas web	(b)	Sim	Casos de Uso
Diefenbach & Ullrich (2015)	Genérico	(b)	Sim	-
Lopes <i>et al.</i> (2015)	Genérico	(b) e (c)	Sim	MoLIC
Bowen & Dittmar (2016)	Genérico	(b) e (c)	Não	-

As abordagens identificadas visam apoiar diferentes tipos de tecnologias, tais como: sistemas adaptativos (Benyon & Murray, 1993), sistemas hipermídia (Avgeriou & Retalis, 2005; Sutcliffe *et al.* 2006), sistemas de realidade aumentada (Dubois *et al.* 2005), sistemas multiagentes (Cheong & Winikoff, 2006), sistemas web (Costa *et al.* 2006; Lu *et al.* 2007; Marcos *et al.*, 2002), sistemas colaborativos (Giraldo *et al.* 2008a; Giraldo *et al.* 2008b; Molina *et al.* 2009; Kuziemyk *et al.* 2012), sistemas interativos multimodais (McGee-Lennon *et al.* 2009; Feuerstack, 2010), sistemas emergentes (Robertson & Loke, 2009), sistemas multiplataforma (Saleh *et al.* 2010), aplicativos móveis (Hess *et al.* 2012) e sistemas *e-learning* (Fardoun *et al.* 2012). Entretanto, alguns autores não especificam um domínio específico para as abordagens propostas, sendo caracterizadas soluções mais genéricas.

#### **2.6.4.1. Abordagens de apoio à geração automática de interfaces**

No que concerne ao objetivo das abordagens, sete abordagens visam gerar automaticamente a interface de um sistema com base em modelos (Penner & Steinmetz, 2002;

Luyten *et al.* 2003; Costa *et al.* 2006; Montero & López-Jaquero, 2006; Campos & Nunes, 2007; Kavaldjian, 2007; Kavaldjian *et al.* 2007a; Kavaldjian *et al.* 2007b; Saleh *et al.* 2010). Penner & Steinmetz (2002) propuseram a abordagem *Model-based Automation of Interaction Design* (MAID) para gerar automaticamente a interface a partir de modelos de domínio, interação e apresentação.

Para apoiar a geração de diferentes interfaces com base em um modelo de diálogos, Luyten *et al.* (2003) propõem um algoritmo para extrair o modelo de diálogos parcial de um modelo de tarefas. O modelo de tarefas considerado é o CTT e o modelo de diálogos é representado por um diagrama de estados da UML. Costa *et al.* (2006) propõem um modelo de apresentação e um modelo de diálogos (*Platform Specific Dialog Model*) para gerar automaticamente interfaces funcionais para web. Com foco no apoio ferramental, Montero & López-Jaquero (2006) desenvolveram a ferramenta IDEALXML para apoiar a geração de interface baseada em modelos de tarefas e domínio. Campos & Nunes (2007) também desenvolveram a ferramenta *CanonSketch* com o mesmo objetivo, porém com base em modelos de tarefas e modelos abstratos de interface. O modelo OntoUCP foi base para a geração automática de interfaces através da transformação entre modelos e transformação de modelos para código (Kavaldjian, 2007; Kavaldjian *et al.* 2007a; Kavaldjian *et al.* 2007b). Saleh *et al.* (2010) também se basearam na transformação entre modelos para a geração automática de interfaces de sistemas multiplataformas. Neste caso, o modelo utilizado como base foi o *Dialog State Model* (DSM).

#### **2.6.4.2. Abordagens de apoio a decisões no design de interação**

A maioria das abordagens identificadas apresentou o objetivo de apoiar decisões no design de interação (Nunes *et al.*, 2000; Silva Filho *et al.*, 2000; Benyon & Murray, 1993; Candy & Edmonds, 1997; Scogings & Phillips, 2001; Randolph, 2004; Aygeriou & Retalis, 2005; Dubois *et al.* 2005; Kim & Yoon, 2005; Cheong & Winikoff, 2006; Silva *et al.* 2006; Van den Bergh & Coninx, 2007; Trætteberg, 2008; Sangiorgi & Barbosa, 2009; Feuerstack, 2010; Howard & Melles, 2011; Iacob, 2011; Fardoun *et al.* 2012; Hess *et al.* 2012; Kuziemsy *et al.* 2012; Tena *et al.* 2013, Diefenbach & Ullrich, 2015).

Nunes *et al.* (2000) apresentam a ideia inicial de um perfil da UML para complementar a representação de tarefas do usuário, views e seus relacionamentos. Silva Filho *et al.* (2000) apresentam uma abordagem para o design de sistemas interativos que envolve: a identificação de protagonistas que podem ser usuários ou componentes do sistema; o desenvolvimento de cenários de interação descrevendo as tarefas realizadas por cada protagonista e; a representação das tarefas através de um modelo de tarefas.

Benyon & Murray (1993) propuseram um método para o desenvolvimento de sistemas adaptativos que considerava a utilização de modelos de usuário, tarefas e interação. O foco do método estava em criar uma estrutura conceitual comum para estes sistemas. Candy & Edmonds (1997) definiram um conjunto de critérios a serem priorizados pelos designers refletindo diferentes decisões que o usuário poderia tomar durante sua interação com o sistema. Estas decisões não seriam representadas claramente através dos modelos de tarefas e representariam caminhos alternativos de interação. Scogings & Phillips (2001) sugerem a utilização de modelos da UML, especificamente casos de uso e diagramas de classes, em conjunto e um modelo de diálogos denominado *Lean Cuisine* + para o design de sistemas interativos.

Para o design de sistemas interativos de pequeno porte, Randolph (2004) propõe o uso de

personas em conjunto com casos de uso. Avgeriou & Retalis (2005) propõem um método de design orientado a objetos denominado CRITON para sistemas hipermídia. CRITON propõe o uso de um modelo conceitual orientado a objetos como base para o modelo de navegação. No domínio de sistemas de realidade aumentada, Dubois *et al.* (2005) desenvolveram um método para o design de interação que apoia a análise de alternativas de design e antecipação de aspectos de usabilidade. Os autores utilizam a notação ASUR para representar a interação. Kim & Yoon (2005) aplicaram o conceito de design baseado em casos para desenvolver um framework visando o reuso de soluções de design de casos anteriores. Para representar as soluções, os autores utilizam a notação OCD (*Operation and Control Diagram*).

Cheong & Winikoff (2006) criaram a metodologia Hermes para a concepção e implementação de sistemas multiagentes. A metodologia considera as interações entre os agentes durante a concepção dos sistemas. Baseados na ideia da metodologia ágil *Extreme Programming* (XP), Silva *et al.* (2006) propuseram a metodologia *Extreme Designing* para o design de interação através do uso de protótipos e do modelo de interação MoLIC (*Modeling Language for Interaction as Conversation*). O modelo visa unificar a visão fragmentada representada pelos protótipos. Van den Bergh & Coninx (2007) propõem um mapeamento semântico entre o diagrama de estados da UML e o diagrama de tarefas CTT, com o objetivo de mostrar a equivalência entre as notações no que diz respeito à representação de tarefas e relações temporais.

Trættemberg (2008) sugere a utilização da notação de modelagem de processos BPMN (*Business Process Modeling Notation*) em conjunto com o modelo de diálogos Diamodl para o design de interação. Através do Diamodl, a estrutura concreta e comportamento da interface são representados. Sangiorgi & Barbosa (2009) desenvolveram a ferramenta MoLIC *Designer* para apoiar a criação de modelos de interação MoLIC, evitando a inserção de defeitos de sintaxe. Feuerstack (2010) propôs uma metodologia para projetar aplicações multimodais, considerando os quatro modos de interação possíveis neste tipo de aplicação (*CARE – Complementary, Assignment, Redundancy, Equivalence*). Howard & Melles (2011) conduziram um estudo de caso para comparar as abordagens de Design de Interação e Design *Thinking* com foco no papel do designer. Iacob (2011) elaborou um método para identificação de padrões de design de interação.

Fardoun *et al.* (2012) propuseram uma metodologia para o design de interação de aplicações *e-learning* através do uso de modelos de tarefas e modelos de domínio como base para a representação da interface. Os autores sugerem a utilização de padrões de design para este tipo específico de aplicação. Hess *et al.* (2012) desenvolveram o método *mConcAppt* para apoiar o desenvolvimento de aplicativos móveis com foco nos principais aspectos de qualidade, usabilidade e experiência do usuário, porém o método não propõe o uso de modelos em suas atividades. Kuziemyky *et al.* (2012) elaboraram uma abordagem para a utilização de um conjunto de objetivos de colaboração para a modelagem de interação de sistemas colaborativos. Tena *et al.* (2013) elaboraram um vocabulário comum para descrever tarefas de usuários em sistemas web para especificação de casos de uso. O objetivo do vocabulário é reduzir ambiguidades nas descrições de casos de uso e criar modelos de tarefas consistentes para interfaces web. Diefenbach & Ullrich (2015) criaram o framework INTUI para ilustrar os componentes que afetam e devem ser considerados para alcançar uma interação intuitiva entre o usuário e o sistema. Os quatro componentes do framework são pressentimento, verbalização, ausência de esforço e experiência mágica.

Lopes *et al.* (2015) conduziram um estudo de caso para obter evidências sobre o uso

combinado de diagramas MoLIC e *mockups* no design de sistemas interativos. O estudo investigou a aceitação dos participantes sobre diferentes abordagens de uso conjunto: criação de diagramas MoLIC com base em *mockups* e criação de *mockups* com base na MoLIC.

### **2.6.4.3. Abordagens de apoio a decisões no design de interface**

Quatro abordagens com foco em apoiar decisões no design de interface (Elwert, 1996; Roberts *et al.* 1997; Sutcliffe *et al.* 2006; Van den Bergh & Coninx, 2011) foram identificadas. Para o desenvolvimento de interfaces, Elwert (1996) elaborou um método representar a interface em três níveis: léxico (formato de ícones, objetos da interface), sintático (ordem e estrutura de métodos utilizados para alcançar um objetivo) e semântico (efeitos do diálogo no funcionamento do sistema). Para tal, o autor propôs o modelo TADEUS, que consiste em grafo de diálogos.

Roberts *et al.* (1997) elaboraram uma metodologia para o design de interface orientado a objetos denominado OVID (*Object View Interaction Design*). A metodologia consiste em realizar a análise de tarefas, construir o diagrama de objetos, diagrama de classes com foco em *views* e representação das interações entre objetos.

Sutcliffe *et al.* (2006) desenvolveram um método para projetar interfaces multimídia atrativas e com usabilidade. O método engloba atividades de seleção de mídias adequadas, gerenciamento da atenção do usuário e projeto da navegação e interação. Van den Bergh & Coninx (2011) propuseram uma linguagem gráfica para representação de interfaces abstratas (CAP3) com base em padrões de design.

### **2.6.4.4. Abordagens de apoio a decisões no design de interação e interface**

Com o objetivo tanto de apoiar decisões no design de interação como no design de interface, nove abordagens foram identificadas (Marcos *et al.*, 2002; Bueno & Barbosa, 2007; Lu *et al.* 2007; Giraldo *et al.* 2008a; Giraldo *et al.* 2008b; Molina *et al.* 2009; McGee-Lennon *et al.* 2009; Robertson & Loke, 2009; Bowen & Dittmar, 2016). Marcos *et al.* (2001) propõem o framework MIDAS que possui metodologias para o desenvolvimento de *Web Information Systems* seguindo um processo iterativo e incremental em três fases: web hypertext, web *database* e web *functionality*. O objetivo é apoiar o desenvolvimento de sistemas web, tratando especificidades que não são consideradas em metodologias genéricas de Engenharia de Software.

Bueno & Barbosa (2007) propuseram o uso do modelo de interação MoLIC para complementar a representação de soluções de design baseadas em padrões de design de IHC no nível de interação. Lu *et al.* (2007) elaboraram um método para o design de interface de usuário web que consiste na construção de três modelos: *Object Presentation Model* (OPM), *Navigation and Interaction Model* (NIM) e *Page Presentation Model* (PPM).

A metodologia CIAM (*Collaborative Interactive Applications Methodology*) visa apoiar a modelagem e design de interface de usuário que apoiam atividades colaborativas. A abordagem integra diversos modelos para representar aspectos de interação e colaboração (Giraldo *et al.* 2008a; Giraldo *et al.* 2008b; Molina *et al.* 2009). McGee-Lennon *et al.* (2009) desenvolveram o ambiente OIDE (*Open Interface Development Environment*) para o desenvolvimento rápido de protótipos de sistemas interativos multimodais, permitindo o reuso de componentes de interação.

Robertson & Loke (2009) propuseram a aplicação do framework de *Suchman* no design e prototipação de sistemas emergentes. Bowen *et al.* (2016) apresentam um framework para auxiliar o entendimento sobre as decisões tomadas ao longo das etapas de design, nas quais diferentes

representações são empregadas. O framework se baseia na ideia de *design spaces* e na identificação de alternativas de design e variações de design analisando as representações elaboradas.

#### **2.6.4.5. Abordagens de apoio à compreensão da interação do usuário com o sistema**

Com o objetivo de compreender a interação do usuário com o sistema, duas abordagens foram identificadas (Babaian *et al.* 2007; Duarte *et al.* 2012). Babaian *et al.* (2007) propuseram a utilização de um grafo de processo de interação na interface para auxiliar o usuário a compreender o fluxo de sua interação. Duarte *et al.* (2012) elaboraram um método para compreender como os usuários interagem com cenários sem a influência de tecnologia. Com base nestas observações, são desenvolvidas soluções que apoiem a interação dos usuários.

Dentre as abordagens de apoio identificadas, somente dez abordagens possuem evidência empírica de sua eficácia no apoio à modelagem de interação ou navegação de sistemas. Este resultado ressalta a necessidade de conduzir estudos experimentais para preencher esta lacuna por evidências experimentais.

#### **2.6.5. Notações para a modelagem de interação e navegação**

A Tabela 2.11 apresenta resumidamente as notações para modelagem de interação e navegação identificadas através do mapeamento sistemático. Algumas notações fazem parte das abordagens de apoio descritas na Tabela 2.10.

*Tabela 2.11. Resumo de notações para modelagem de interação e navegação identificadas no mapeamento sistemático.*

Referências	Notação	Tipo de sistema	Evidência Experimental
Elwert (1996)	TASK-based DEVELOPMENT of USER interface software (TADEUS)	Genérico	Não
Phillips & Scogings (2000); Scogings & Phillips (2001a); Scogings & Phillips (2001b)	Lean Cuisine +	Genérico	Não
Du & England (2001)	Pattern-based User Action Notation (PUAN)	Genérico	Não
Penner & Steinmetz (2002)	Dynamic Interaction Generation for Building Environments (DIGBE)	Sistemas de controle digital	Não
Barbosa & Paula (2003); Silva <i>et al.</i> (2005); Paula <i>et al.</i> (2005); Silva <i>et al.</i> (2006); Paula & Barbosa (2007); Bueno & Barbosa (2007); Sangiorgi & Barbosa (2009)	Modeling Language for Interaction as Conversation (MoLIC)	Genérico	Sim
Avgeriou & Retalis (2005)	CRITON	Sistemas hipermédia	Sim
Kim & Yoon (2005)	Operation and Control Diagram (OCD)	Genérico	Sim
Costa <i>et al.</i> (2006)	Platform Specific Dialog Model (PSDM)	Sistemas web	Não
López-Jaquero & Montero (2007)	Comprehensive Task and Dialog Modelling (CTDM)	Genérico	Não

Referências	Notação	Tipo de sistema	Evidência Experimental
Kavaldjian (2007); Kavaldjian <i>et al.</i> (2007a); Kavaldjian <i>et al.</i> (2007b)	Unified Communication Platform based on Ontologies (OntoUCP)	Genérico	Não
Lu <i>et al.</i> (2007)	Navigation and Interaction Model (NIM)	Sistemas web	Não
Horacek (2008)	Joint model for designing interfaces	Genérico	Não
Trættemberg (2008)	Diamodl	Genérico	Não
Giraldo <i>et al.</i> (2008a); Giraldo <i>et al.</i> (2008b); Molina <i>et al.</i> (2009)	Collaborative Interactive Application Notation (CIAN)	Sistemas colaborativos	Não
Saleh <i>et al.</i> (2010)	Dialog-State Model (DSM)	Sistemas multiplataforma	Não
Souza & Barbosa (2015a); Souza & Barbosa (2015b)	MoLIC extension for Collaborative Systems (MoLICC)	Sistemas colaborativos	Sim

Elwert (1996) propôs o modelo TADEUS (*TASK-based DEVELOPMENT of USER interface software*), que consiste em um grafo que representa as diferentes unidades de apresentação de um sistema e os objetos manipulados por elas, e também define eventos que ocasionam transições entre as unidades. Scogings & Phillips (2001) desenvolveram o modelo Lean Cuisine+, no qual o comportamento da interface é representado através de uma árvore com itens de interface que estão envolvidos nos diálogos entre o usuário e o sistema. Regras de construção e organização da árvore permitem representar as tarefas do usuário que manipulam os itens da árvore.

Du & England (2001) apresentaram a notação PUAN (*PATTERN-based USER ACTION NOTATION*) para especificar a interação considerando restrições temporais da aplicação com os usuários. A PUAN é uma evolução das notações UAN (*USER ACTION NOTATION*) e XUAN (*EXECUTABLE USER ACTION NOTATION*). Penner & Steinmetz (2002) propuseram o modelo de interação de DIGBE (*DYNAMIC INTERACTION GENERATION FOR BUILDING ENVIRONMENTS*) para representar a interação entre o usuário e um sistema de controle digital, baseado em requisitos e informações de um modelo de domínio previamente definido. A notação MoLIC é proposta para descrever a interação entre o usuário e o sistema seguindo a metáfora de uma conversa. Através de um modelo MoLIC é possível representar os objetivos do usuário, os diálogos e os signos envolvidos (Barbosa & Paula, 2003; Silva *et al.* 2005; Paula *et al.* 2005; Paula & Barbosa, 2007).

Avgeriou & Retalis (2005) apresentaram o modelo de navegação CRITON, que representa como as páginas web estarão relacionadas através de hiperlinks. Kim & Yoon (2005) utilizaram o modelo OCD (*OPERATION AND CONTROL DIAGRAM*) para representar a interação em termos de operações que podem ser realizadas pelo usuário em um sistema, detalhando o fluxo entre as operações. Costa *et al.* (2006) apresentaram uma adaptação da notação CTT (*CONCUR TASK TREES*) para sistemas web, denominada PSDM (*PLATFORM SPECIFIC DIALOG MODEL*).

López-Jaquero & Montero (2007) elaboraram a notação CTDM (*COMPREHENSIVE TASK DIALOG MODELING*) para especificar tarefas, diálogos e informações sobre o domínio do sistema. O modelo é baseado no modelo de tarefas CTT e os elementos de sua notação são baseados no diagrama de estados da UML. O OntoUCP (*UNIFIED COMMUNICATION PLATFORM BASED ON ONTOLOGIES*) é um modelo de diálogos baseado em uma ontologia de comunicação entre usuários e máquinas (Kavaldjian, 2007; Kavaldjian *et al.*, 2007a; Kavaldjian, 2007b). Os principais elementos do modelo são as ações comunicativas do usuário e do sistema e as relações entre as ações comunicativas. Lu *et al.* (2007) propuseram o modelo NIM (*NAVIGATION AND INTERACTION MODEL*), o qual mescla representações de casos

de uso e diagramas de classes para representar a interação e navegação da interface web.

Horacek (2008) propôs o modelo *Joint Model for Designing Interfaces* na tentativa de unificar as vantagens de dois modelos de diálogos que representam a interface com um foco mais semântico. Porém, os autores não apresentaram o modelo, somente a ideia futura de elaborá-lo; o foco de artigo é comparar os dois modelos de diálogos que serão utilizados como base. Trøttemberg (2008) apresentou a notação Diamodl, um modelo de diálogos baseado em fluxo de dados e lógica de estados. Como o modelo de diálogos trata da troca de informação entre usuário e sistema, é importante considerar o modelo de domínio da aplicação, que trata dos dados.

A notação CIAN (*Collaborative Interactive Applications Notation*) foi proposta para representar a interação em sistemas colaborativos, onde diversos papéis interagem. O modelo detalha as tarefas que cada papel pode realizar, definindo as regras de negócio da interação (Giraldo *et al.* 2008a; Giraldo *et al.* 2008b; Molina *et al.* 2009). O modelo DSM (*Dialog-State Model*) foi proposto para representar a interação através de estados (Saleh *et al.*, 2010). Por fim, Souza *et al.* (2015a; 2015b) propõem uma extensão da notação MoLIC para permitir a modelagem da interação de sistemas colaborativos, denominada MoLICC. A notação foi avaliada através de um estudo de caso em ambiente acadêmico.

Para responder à subquestão de pesquisa secundária “SQ2. Quais elementos de interação e navegação são considerados nas notações identificadas?” foi necessário analisar as notações propostas em relação à sua sintaxe. Nesta análise, foram consideradas também as notações descritas nas publicações que apresentavam abordagens de apoio (descritas na subseção anterior).

Entretanto, as publicações que não forneciam detalhes suficientes sobre a notação dos modelos foram desconsideradas, tal como o trabalho de Horacek (2008). Para realizar esta análise, foram definidos os elementos básicos de um modelo de interação e navegação, com base nas definições de modelo de interação (Barbosa & Paula, 2003) e modelo de navegação (Molina & Toval, 2009), conforme ilustrado na Tabela 2.12.

Tabela 2.12. Análise da sintaxe das notações para modelagem de interação e navegação identificadas no mapeamento sistemático.

Referência	Notação	Elementos de interação				Elementos de navegação	
		Ações do usuário	Respostas do sistema	Validação de dados	Fluxos de interação	Unidade de navegação	Fluxos de navegação
Elwert (1996)	TADEUS	X			X	X	X
Du & England (2001)	PUAN	X	X	X			
Phillips (2000); Scogings & Phillips (2001); (Scogings, 2001)	<i>Lean Cuisine</i> +	X	X				
Penner & Steinmetz (2002)	DIGBE	X					
Barbosa & Paula (2003); Silva <i>et al.</i> (2005); Paula <i>et al.</i> (2005); Paula & Barbosa (2007)	MoLIC	X	X	X	X		X
Kim & Yoon (2005)	OCD	X	X	X	X		
Avgeriou & Retalis (2005)	CRITON					X	X
Costa <i>et al.</i> (2006)	PSDM	X			X		

Referência	Notação	Elementos de interação				Elementos de navegação	
		Ações do usuário	Respostas do sistema	Validação de dados	Fluxos de interação	Unidade de navegação	Fluxos de navegação
López-Jaquero & Montero (2007)	CTDM	X	X	X	X		X
Kavaldjian (2007); Kavaldjian <i>et al.</i> (2007a); Kavaldjian <i>et al.</i> (2007b)	OntoUCP	X	X		X		
Lu <i>et al.</i> (2007)	NIM	X			X	X	X
Trættemberg (2008)	Diamodl	X	X		X		
Giraldo <i>et al.</i> (2008a); Giraldo <i>et al.</i> (2008b); Molina <i>et al.</i> (2009)	CIAN	X			X		X
Saleh <i>et al.</i> (2010)	DSM	X			X		X
Souza & Barbosa (2015a); Souza & Barbosa (2015b)	MoLICC	X	X	X	X		X

Os modelos identificados consideram diferentes elementos como base para sua construção. Os modelos TADEUS (Elwert, 1996) e CRITON (Avgeriou & Retalis, 2005) utilizam como base elementos que representam as unidades de apresentação de interface. Por outro lado, os modelos OCD (Kim & Yoon, 2005), CTDM (López-Jaquero & Montero, 2007), PSDM (Costa *et al.* 2006) e CIAN (Giraldo *et al.* 2008a; Giraldo *et al.* 2008b; Molina *et al.* 2009) são orientados a tarefas. Os modelos PUAN (Du & England, 2001) e OntoUCP (Kavaldjian, 2007; Kavaldjian *et al.* 2007a; Kavaldjian *et al.* 2007b) são orientados a ações do usuário e do sistema. Por sua vez, os modelos Lean Cuisine + (Scogings & Phillips, 2001), DIGBE (Penner & Steinmetz, 2002) e Diamodl (Trættemberg, 2008) consideram os elementos da interface como base para a modelagem da interação.

O modelo MoLIC (Barbosa & Paula, 2003; Silva *et al.* 2005; Paula *et al.* 2005; Paula & Barbosa, 2007) é baseado em cenas, que descrevem os objetivos do usuário durante a interação. Sua extensão para sistemas colaborativos, MoLICC (Souza & Barbosa, 2015a; Souza & Barbosa, 2015b), também se baseia em objetivos do usuário. O modelo DSM (Saleh *et al.* 2010) baseia-se em estados, que agrupam tarefas relacionadas durante a interação. Por fim, o modelo NIM (Lu *et al.* 2007) tem como elemento principal os casos de uso, que são a base para o vocabulário de tarefas proposto por Tena *et al.* (2013).

A maioria dos modelos não representa a validação de dados (Tabela 2.12), que é um mecanismo importante para apresentar o conteúdo adequado ao usuário e prevenir erros. Somente o modelo CRITON (Avgeriou & Retalis, 2005) não representa as ações do usuário, pois é específico para a modelagem de navegação. Nota-se que todos os modelos apresentam lacunas na representação de elementos de interação ou de navegação, sendo necessária a proposta ou adaptação de notações mais completas e efetivas.

### ***2.6.6. Técnicas para a avaliação da modelagem de interação e navegação***

Três técnicas para avaliação da modelagem de interação e navegação foram identificadas; entretanto, elas não visam avaliar os modelos, e sim a qualidade da interação e navegação. A Tabela 2.13 apresenta as principais características das soluções identificadas. Observou-se que as técnicas

utilizam modelos, mas não especificamente modelos de interação e navegação, como apoio para a avaliação da qualidade da interface.

*Tabela 2.13. Resumo das técnicas para avaliação da modelagem de interação e navegação identificadas no mapeamento sistemático.*

Referências	Tipo de sistema	Objetivo	Evidência experimental
Engelbrecht <i>et al.</i> (2008)	Genérico	Automatizar as avaliações de usabilidade.	Não
Xiangwei <i>et al.</i> (2009)	Genérico	Avaliar a consistência entre o modelo do usuário e o modelo do sistema.	Não
Hinze <i>et al.</i> (2010)	Aplicações móveis	Apoiar a avaliação da interface através da simulação da interação do usuário com aplicações móveis.	Não
Patterson <i>et al.</i> , (2016)	Genérico	Apoiar o desenvolvimento e avaliação de soluções de design com base em uma ferramenta de auditoria baseada em checklist.	Não
Brajnik & Harper, (2016)	Genérico	Transformar modelos de diálogos em grafos que representam diferentes cenários de interação e aplicar métricas de usabilidade sobre os grafos.	Não

Engelbrecht *et al.* (2008) desenvolveram a ferramenta MeMo *Workbench* com o intuito de automatizar a avaliação de usabilidade através de modelos de usuário e do sistema. Através da ferramenta é possível desenvolver os modelos, simular a interação do usuário e avaliar os resultados com foco na usabilidade. Xiangwei *et al.* (2009) elaboraram um método para avaliar a consistência entre o modelo cognitivo do usuário e o modelo conceitual do sistema. O modelo conceitual é representado através da notação da UML e o modelo cognitivo é representado através de redes Petri.

Por sua vez, Hinze *et al.* (2010) propuseram uma técnica para simular a interação de usuários com aplicações móveis para smartphones. O comportamento do sistema é representado através de um autômato finito, que permite a simulação da interação, apoiando o desenvolvimento e avaliação da interface.

Patterson *et al.* (2016) propõem uma ferramenta de auditoria baseada em checklist para avaliar soluções de design. O checklist foi organização em categorias: acessibilidade, aspectos cognitivos, Gestalt, usabilidade e erros. Brajnik e Harper (2016) apresentam a ferramenta MIGTool, que transforma modelos de diálogos em um grafo a partir do qual cenários de uso podem ser especificados e caminhos de interação podem ser medidos. As métricas baseiam-se em caminhos possíveis, número de passos necessários e erros de navegação do usuário.

Um aspecto importante observado é que as técnicas identificadas não estão relacionadas aos modelos identificados no nosso mapeamento sistemático. Além disso, as técnicas não apresentam evidência empírica de sua eficácia.

## **2.7. Considerações sobre o capítulo**

Este capítulo teve como objetivo apresentar os principais conceitos relacionados ao design de interação, além de apresentar o protocolo, a condução e os resultados de um mapeamento sistemático sobre soluções existentes para a modelagem de interação e navegação de sistemas

interativos. Os resultados deste mapeamento foram discutidos em relação a três tipos principais de resultados: (1) abordagens de apoio à modelagem de interação e navegação, (2) modelos de interação ou navegação e (3) técnicas de avaliação da interação e navegação.

Tais resultados permitiram direcionar os esforços nesta pesquisa, pois foi possível identificar que, entre as soluções analisadas, não existe uma abordagem para integrar a interação e a navegação no design de sistemas interativos. Existem modelos propostos que consideram aspectos de navegação, mas não possuem evidência empírica de sua eficácia.

Considerando que existe uma lacuna por evidências experimentais apontada pelos resultados do mapeamento sistemático, decidiu-se conduzir estudos experimentais exploratórios para investigar na prática o uso de modelos de interação e navegação. Os estudos podem fornecer subsídios para a caracterização do problema de pesquisa abordado nesta tese.

Assim, o próximo capítulo apresenta os estudos experimentais conduzidos para investigar o uso de modelos de interação e navegação identificados através do mapeamento sistemático descrito neste capítulo.

## CAPÍTULO 3 - ESTUDOS EXPLORATÓRIOS SOBRE OS MODELOS DE INTERAÇÃO E NAVEGAÇÃO EXISTENTES

*Este capítulo apresenta os estudos experimentais conduzidos para avaliar os diferentes modelos identificados no mapeamento sistemático.*

### **3.1. Introdução**

A importância do uso de modelos de interação é discutida em diversos trabalhos (Trætteberg, 2008; Kavaldjian, 2007; López-Jaquero & Montero, 2007), que abordam a necessidade de um modelo que forneça uma visão geral da comunicação entre o usuário e o sistema. Esta visão é considerada importante para que os designers possam compreender as consequências de suas decisões de design para a experiência do usuário durante o uso do sistema (Paula *et al.*, 2005). Entretanto, os modelos de interação propostos em sua maioria não foram avaliados experimentalmente.

Durante o mapeamento sistemático, observou-se a falta de evidências empíricas sobre as soluções existentes para modelagem de interação e navegação. Somente 15 das 65 publicações descreviam estudos experimentais. Somente 2 das 12 notações existentes foram avaliadas experimentalmente: MoLIC (Barbosa & Paula, 2003) e OCD (Kim & Yoon, 2005). Como o foco desta pesquisa está em notações para a modelagem de interação e navegação, decidiu-se conduzir estudos experimentais para avaliar as soluções identificadas. Este capítulo apresenta, então, o planejamento, execução e resultados de três estudos exploratórios conduzidos com o objetivo de reduzir a lacuna por evidências associadas ao problema de pesquisa, conforme introduzidos abaixo:

Estudo preliminar sobre o uso de modelos interação: para investigar se e de que forma modelos de interação e protótipos de interface podem ser utilizados em conjunto durante o design de sistemas. O modelo MoLIC (Barbosa & Paula, 2003) foi analisado, devido ao maior número de relatos do uso do modelo e evidências sobre sua utilidade (Sangiorgi & Barbosa, 2009; Silva *et al.*, 2005). Nesse estudo, foram analisadas duas abordagens de uso conjunto: (i) construção do modelo de interação com base em protótipos e (ii) construção de protótipos com base no modelo de interação. Os resultados do estudo também podem ser lidos em Lopes *et al.* (2015)

Estudo comparativo entre soluções existentes: para averiguar os resultados do estudo preliminar em relação às lacunas no modelo de interação. Um estudo comparativo entre os modelos MoLIC (Barbosa & Paula, 2003) e CTDM (López-Jaquero & Montero, 2007) foi conduzido. O modelo CTDM foi selecionado devido à grande variedade de aspectos de interação considerados em sua notação, conforme identificado no mapeamento sistemático (Tabela 2.12). A qualidade dos modelos e protótipos, a facilidade de uso, a utilidade e a compreensibilidade dos modelos foram analisadas conforme descrito em Marques *et al.* (2016a).

Comparativo de características das soluções existentes: para caracterizar os modelos identificados no mapeamento sistemático em relação à facilidade de uso, à utilidade e ao apoio ao design de interação e interface. Três pesquisadores da área de IHC utilizaram os modelos para o design de interação e interface e, posteriormente, avaliaram cada modelo através de um questionário.

### 3.2. *Estudo preliminar sobre o uso de modelos de interação*

Para identificar o melhor processo para a utilização de modelos de interação e *mockups*, duas abordagens foram analisadas: (1) construção do modelo de interação MoLIC com base em *mockups* e (2) construção de *mockups* com base em modelo de interação MoLIC. Em relação às duas abordagens, algumas questões de pesquisa foram definidas: (i) Qual a qualidade dos artefatos produzidos seguindo cada abordagem? (ii) Qual a percepção dos participantes sobre utilidade de cada abordagem? e (iii) Qual a percepção dos participantes sobre facilidade de uso de cada abordagem? Os resultados do estudo em relação à questão de pesquisa (i) são descritos em Lopes *et al.* (2015) e Marques *et al.* (2017c).

O estudo preliminar caracterizou-se como um experimento controlado, com um fator (abordagem de uso conjunto) e dois tratamentos (construção do modelo de interação com base em protótipos e construção de protótipos com base no modelo de interação). Os participantes foram divididos em dois grupos e cada grupo aplicou os dois tratamentos em ordens diferentes (Wohlin *et al.*, 2012).

#### 3.2.1. *Modeling Language for Interaction as Conversation (MoLIC)*

Fundamentada na Engenharia Semiótica (Souza, 2005), a MoLIC foi proposta inicialmente por Barbosa e Paula (2003), para incentivar os designers a lidar com possíveis rupturas de comunicação e explorar conversas alternativas para os usuários alcançarem seus objetivos (Sangiorgi e Barbosa, 2010). Na Engenharia Semiótica, a interação é vista como o conjunto de conversas que os usuários realizam com o preposto do designer. Nessas conversas, o preposto do designer deve comunicar adequadamente ao usuário o que o sistema faz, o que está fazendo, o que permite ou proíbe os usuários de realizar (Barbosa e Silva, 2010). Um diagrama MoLIC representa todas as conversas que os usuários poderão realizar com o preposto do designer e pode ser elaborado a partir de perfis de usuários ou personas, objetivos do usuário e cenários de interação. A Figura 3.1 ilustra um diagrama MoLIC para um sistema de pedidos de pizzas online. Os principais elementos do diagrama são descritos a seguir:

**1. Ponto de Abertura (a) e ponto de encerramento (b):** Indicam, respectivamente, o início e o término da interação do usuário com a aplicação.

**2. Cena:** Representa o assunto e conteúdo da conversa. No primeiro compartimento é indicado o tópico da conversa, que indica o objetivo do usuário naquele momento da interação. No segundo compartimento, diálogos e signos detalham como o objetivo poderá ser atingido.

**a) Signos:** Representam a informação envolvida durante a interação. Na Figura 3.1, observa-se os seguintes signos na cena “Selecionar pizzaria”: CEP e pizzaria. Cada signo possui um emissor, podendo ser o usuário (u:), o preposto do designer (d:), ou ambos (d+u:).

**b) Diálogos:** Representam os subtópicos da conversa e são compostos por signos. Na Figura 3.1, a cena “Selecionar pizzaria” possui os diálogos: “informar CEP” e “selecionar pizzaria”. Os diálogos podem ser organizados através das estruturas SEQ, XOR, OR ou AND. A estrutura SEQ representa os diálogos que devem ser realizados em sequência. A estrutura XOR representa que apenas um de seus diálogos deve ser realizado. A estrutura OR representa a realização de um ou mais diálogos, em qualquer ordem. A estrutura AND representa a realização de todos os diálogos, também em qualquer ordem.

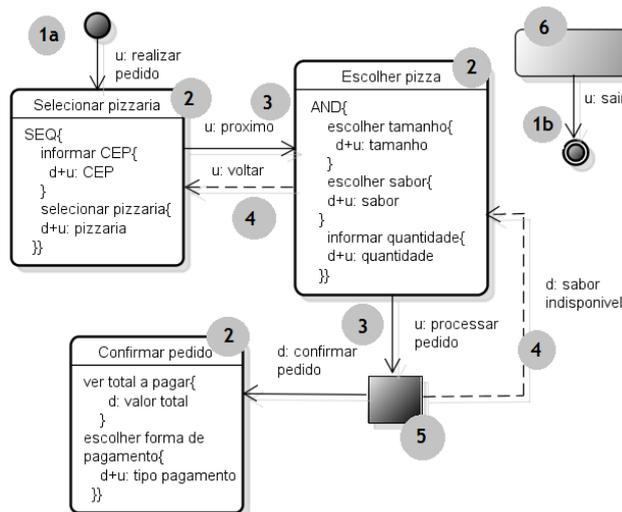


Figura 3.1. Exemplo de diagrama MoLIC.

**3. Fala de Transição:** Define o prosseguimento ou mudança de tópico da conversa e é representada por uma seta contínua. Falas que saem de uma cena são emitidas pelo usuário (u:), e falas que saem de um processo do sistema são emitidas pelo preposto do designer (d:).

**4. Fala de Recuperação da Ruptura:** Quando há uma ruptura na conversa, ou seja, não é possível ou desejável prosseguir na direção do objetivo atual, utiliza-se uma fala de recuperação de ruptura, representada por uma seta tracejada, para permitir ao usuário se recuperar de uma ruptura (fala emitida pelo preposto a partir de um processo do sistema – d:) ou abandonar aquele objetivo (fala emitida pelo usuário a partir de uma cena – u:).

**5. Processo do sistema:** Representa o processamento interno de uma solicitação do usuário, quando mais de um resultado é possível e precisa ser comunicado ao usuário.

**6. Acesso ubíquo:** Através deste elemento o usuário pode mudar o tópico da conversa, a partir de qualquer outra cena, para atingir um objetivo diferente do atual.

Através da MoLIC é possível representar o comportamento de uma aplicação, tal como deve ser comunicado pelo designer (Sangiorgi e Barbosa, 2010). À medida que o design da interação avança, torna-se útil utilizar *mockups* para representar os componentes da interface e também os mecanismos de navegação da aplicação, refinando a solução projetada (Barbosa e Silva, 2010).

### 3.2.2. Planejamento e Execução do Estudo Preliminar

#### 3.2.2.1. Objetivo do Estudo

Durante o planejamento, o objetivo do estudo foi definido de acordo com o paradigma *Goal-Question-Metric* (GQM) proposto por Basili & Rombach (1988), conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Objetivo do estudo preliminar de acordo com o paradigma GQM.

Analisar	Abordagens de design baseadas no uso conjunto de modelos de interação e <i>mockups</i>
Com o propósito de	Caracterizar
Em relação a	Percepção sobre a facilidade de uso Percepção sobre a utilidade Qualidade dos artefatos gerados
Do ponto de vista de	Pesquisadores de IHC
No contexto de	Design de interação com modelos de interação e protótipos

### 3.2.2.2. Participantes

O estudo preliminar foi conduzido em ambiente acadêmico, na disciplina de Tópicos Avançados em IHC, oferecida para alunos de graduação em Ciência da Computação e pós-graduação em Informática. Os participantes do estudo foram 13 alunos, de graduação e pós-graduação. Nenhum dos participantes possuía experiência no uso de modelos de interação MoLIC antes da disciplina. Experimentos com alunos são adequados para investigar questões que não requerem um alto nível de experiência na indústria (Basili *et al.*, 1999) e estudos apontam apenas diferenças mínimas na capacidade de alunos e profissionais em realizar tarefas de julgamento relativamente pequenas (Höst *et al.*, 2000).

Neste estudo, a fundamentação teórica e prática necessária para realizar as atividades do estudo foram fornecidas ao longo da disciplina. O estudo foi conduzido durante duas aulas da disciplina, com duração média de duas horas cada uma. Os participantes utilizaram apoio ferramental: (a) MoLIC *Designer* (Sangiorgi & Barbosa, 2009) para construir o diagrama MoLIC e (b) Balsamiq *Mockups*<sup>2</sup> para elaborar os *mockups*.

### 3.2.2.3. Artefatos

Os artefatos utilizados no estudo são descritos abaixo:

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), onde concordavam em disponibilizar seus resultados para análise.

Cenários de interação: Os cenários de interação descreviam uma narrativa de uso do sistema por um determinado usuário, com o detalhamento das respostas do sistema e ações do usuário. Dois cenários diferentes foram elaborados, referentes a um sistema de busca e reserva de hotéis. O primeiro cenário descrevia a interação do usuário para realizar um cadastro e realizar login no sistema de busca e reserva de hotéis. O segundo cenário descrevia a interação do usuário para realizar uma busca por hotéis e visualizar os detalhes de um hotel. Os cenários continham um resumo sobre como o usuário poderia interagir com o sistema, sendo complementando por um diagrama MoLIC ou *mockups*, dependendo da tarefa a ser realizada pelo participante. Os cenários completos são apresentados no Apêndice B e no Apêndice C.

Diagramas MoLIC: Os diagramas MoLIC foram utilizados pelos participantes juntamente com os cenários para construir os *mockups*. Os diagramas MoLIC eram referentes aos dois cenários de interação descritos acima. Os diagramas foram elaborados por um pesquisador e revisado por dois pesquisadores.

Mockups: Semelhante aos diagramas MoLIC, os *mockups* foram utilizados pelos participantes juntamente com os cenários de interação para a partir deles os participantes construírem os modelos de interação. Os *mockups* eram referentes aos dois cenários de interação descritos. Os *mockups* também foram revisados por dois pesquisadores.

Questionários pós-estudo: Para coletar os dados sobre a percepção dos participantes em relação à utilidade e facilidade de uso das abordagens, foram elaborados questionários pós-estudo com base nas afirmativas do modelo TAM (*Technology Acceptance Model*), amplamente utilizado para avaliar novas tecnologias (Venkatesh *et al.*, 2003). Os questionários podem ser consultados no Apêndice D.

---

<sup>2</sup> Balsamiq Mockups disponível em <https://balsamiq.com/products/mockups/>

O modelo TAM visa avaliar a percepção do usuário sobre a utilidade e facilidade de uso de uma tecnologia de apoio (Davis, 1989). A percepção sobre utilidade é definida como o grau no qual uma pessoa considera que utilizar uma tecnologia específica melhoraria seu desempenho em determinadas tarefas, enquanto a percepção sobre facilidade de uso é o grau no qual uma pessoa considera que utilizar uma tecnologia específica seria livre de esforço.

O questionário do modelo TAM foi adaptado para avaliar as abordagens de uso conjunto de *mockups* e modelos de interação (Tabela 3.2) Uma escala ordinal com seis pontos, variando de 1 - concordo totalmente a 6 - discordo totalmente foi utilizada para medir a percepção dos participantes. Assim como Ali Babar *et al.* (2007) não foi utilizado um ponto neutro na escala, para que os participantes fornecessem uma avaliação negativa ou positiva das abordagens avaliadas.

Tabela 3.2. Questionário pós-estudo baseado no modelo TAM.

Questões sobre a facilidade de uso		
E1	Foi fácil aprender a elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC na modelagem de interação.	Foi fácil aprender a elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> na modelagem de interação.
E2	Consegui elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC da forma como gostaria na modelagem de interação.	Consegui elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> da forma como gostaria na modelagem de interação.
E3	Foi fácil ganhar habilidade na elaboração dos <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC na modelagem de interação.	Foi fácil ganhar habilidade na elaboração do diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> na modelagem de interação.
E4	É fácil lembrar de como elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC na modelagem de interação.	É fácil lembrar de como elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> na modelagem de interação.
E5	Considero fácil elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC na modelagem de interação.	Considero fácil elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> na modelagem de interação.
Questões sobre a utilidade		
U1	Elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC facilitou a modelagem de interação.	Elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> facilitou a modelagem de interação.
U2	Eu considero a elaboração dos <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC útil para modelagem de interação.	Eu considero a elaboração do diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> útil para modelagem de interação.
U3	Elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC me ajudou a compreender o processo de modelagem da interação de forma mais rápida.	Elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> me ajudou a compreender o processo de modelagem da interação de forma mais rápida.
U4	Elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC melhorou o meu desempenho na modelagem de interação.	Elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> melhorou o meu desempenho na modelagem de interação.
U5	Elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC aumentou minha produtividade na modelagem de interação (acredito ter identificado mais aspectos da interface - unidades de apresentação, botões, links e opções de menu em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).	Elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> aumentou minha produtividade na modelagem de interação (acredito ter identificado mais aspectos da interação - cenas, diálogos, falas de transição e signos em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).
U6	Elaborar os <i>mockups</i> com base no diagrama MoLIC aumentou minha eficácia na modelagem de interação (acredito ter elaborado um esboço da interface de forma mais completa do que elaboraria sem usar esta abordagem).	Elaborar o diagrama MoLIC com base em <i>mockups</i> aumentou minha eficácia na modelagem de interação (acredito ter elaborado a modelagem de interação de forma mais completa do que elaboraria sem usar esta abordagem).

Para cada questão, também foi disponibilizado um espaço para comentários sobre as respostas. Além disso, o questionário continha perguntas abertas para explorar aspectos práticos do uso dos artefatos.

### 3.2.2.4. Procedimentos

Para realizar o estudo, os participantes realizaram um treinamento sobre design de interação com MoLIC e *mockups* com duração de aproximadamente 4 horas (duas aulas), com aplicação de atividades práticas. Para permitir a avaliação de todos os indicadores definidos, o estudo foi conduzido em duas etapas (Figura 3.2). Os participantes foram organizados em dois grupos (Grupo A e Grupo B) e cada grupo realizou o estudo em laboratórios diferentes, devido ao apoio ferramental necessário. Durante o estudo, a comunicação entre os participantes não era permitida.

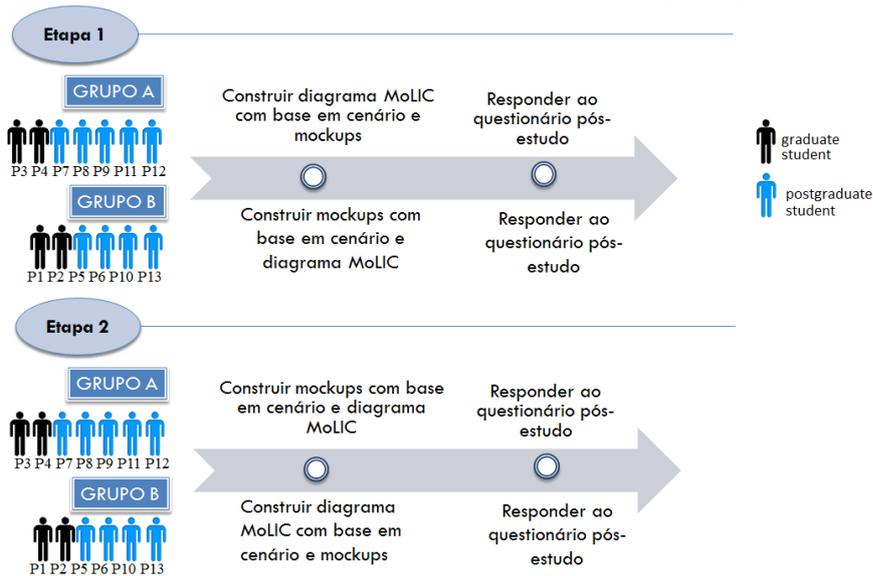


Figura 3.2. Etapas do estudo preliminar.

Na 1ª etapa, a tarefa do Grupo A consistiu em elaborar um diagrama MoLIC com base em um cenário de interação e *mockups*, ao passo que os participantes do Grupo B elaboraram *mockups* com base em um cenário de interação e em um diagrama MoLIC. Após finalizarem suas tarefas, os participantes responderam um questionário pós-estudo.

Na 2ª etapa, os grupos realizaram as tarefas em ordem inversa: participantes do Grupo A elaboraram os *mockups* e os participantes do Grupo B elaboraram um diagrama MoLIC. O cenário e os *mockups* utilizados para a modelagem com a MoLIC foram os mesmos para os grupos, bem como o cenário e diagrama MoLIC utilizado para a elaboração dos *mockups*.

Em ambas as etapas, foram analisadas as percepções dos participantes sobre a facilidade de uso e utilidade das diferentes abordagens. Após a execução do estudo, foi realizada a análise dos dados coletados.

### 3.2.3. Análise quantitativa dos resultados

Esta seção apresenta os resultados quantitativos relacionados à qualidade dos artefatos produzidos e à percepção sobre facilidade de uso e utilidade das abordagens. Deste modo, será possível realizar a triangulação destes resultados com os resultados da análise qualitativa.

### 3.2.3.1. Análise sobre a qualidade dos artefatos produzidos

A qualidade dos artefatos produzidos pelos participantes do estudo de caso foi analisada conforme descrita abaixo:

- (i) Um pesquisador inspecionou os artefatos produzidos na 1º etapa e um segundo pesquisador inspecionou os artefatos produzidos na 2º etapa em busca de defeitos;
- (ii) Cada pesquisador verificou os defeitos identificados pelo outro pesquisador;
- (iii) Os pesquisadores discutiram sobre a categorização dos defeitos identificados de acordo com a taxonomia de defeitos descrita em (Travassos *et al.*, 2001). Com o objetivo de descrever de forma mais adequada os defeitos nos diagramas MoLIC e nos *mockups*, foram realizadas adaptações na taxonomia.

A taxonomia objetiva categorizar os defeitos identificados em diagramas MoLIC e *mockups*, considerando o contexto do uso conjunto destes artefatos, ou seja, o mapeamento entre os diagramas MoLIC e os *mockups* durante o design da interação. A Tabela 3.3 descreve a taxonomia adaptada.

Tabela 3.3. Taxonomia de defeitos para diagramas de interação MoLIC (DI) e *mockups* (M) elaborados a partir de diagramas MoLIC.

Tipo de defeito	Artefato	Descrição
Omissão	DI	Omissão ou falta de alguma informação necessária para representar a solução do problema no modelo de interação.
	M	Omissão ou falta de alguma informação necessária nos <i>mockups</i> .
Ambiguidade	DI	Ocorre quando determinada informação não é bem definida no diagrama de interação, permitindo uma interpretação subjetiva que pode ocasionar múltiplas interpretações.
	M	Ocorre quando determinada informação não é bem definida no mockup, podendo ocasionar múltiplas interpretações.
Fato Incorreto	DI	Uso incorreto de elementos da notação do diagrama de interação.
	M	Uso incorreto de elementos da interface durante a elaboração do mockup, podendo ocasionar uma interpretação incorreta dos elementos da interface.
Inconsistência	DI	Ocorre quando existem informações conflitantes entre os elementos do diagrama de interação e a descrição do problema.
	M	Ocorre quando existem informações conflitantes entre os elementos do mockup e a solução representada pelo modelo de interação ou a descrição do problema.
Informação estranha	DI	Informação desnecessária para a solução do problema incluída no diagrama de interação.
	M	Informação desnecessária para a solução do problema incluída nos <i>mockups</i> .

Com base na taxonomia descrita na Tabela 3.3, os defeitos identificados nos diagramas MoLIC e nos *mockups* foram classificados, conforme ilustrado pelo gráfico da Figura 3.3. Nas próximas subseções são descritos os principais defeitos encontrados em cada categoria da taxonomia proposta.

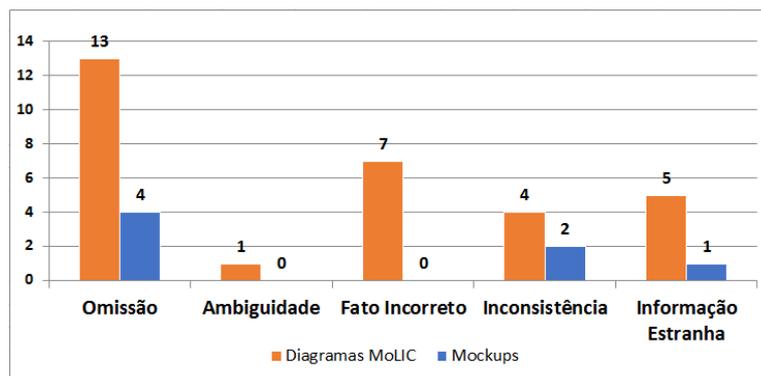


Figura 3.3. Número de defeitos identificados nos diagramas MoLIC e nos mockups.

### 3.2.3.2. Defeitos identificados nos diagramas MoLIC

Na categoria de *Omissão*, treze defeitos diferentes foram identificados nos diagramas MoLIC. Em relação ao elemento **cena**, o principal defeito encontrado foi a falta de especificação de um tópico da cena para um ou mais objetivos do usuário que estavam detalhados no cenário. Em relação ao detalhamento das cenas, foram identificados defeitos de omissão relacionados à falta de especificação de **diálogos** que poderiam ter sido identificados com base nos *mockups*. Além disso, as **estruturas de diálogos** (XOR, AND, SEQ e OR) necessárias para organizar os diálogos das cenas, não foram descritas em alguns casos; a notação do emissor do **signo** (“d+u:” ou “d:”) não foi utilizada; e alguns requisitos do cenário de interação que deveriam ser representados como signos não foram detalhados.

O elemento de **transição** foi o elemento com o maior número de defeitos de omissão, com quatro diferentes defeitos, tais como a falta da fala de transição entre cenas, ou ainda, a falta do emissor da transição (“d:” ou “u:”). Em algumas transições, foi notada a falta de um processo do sistema quando era necessário um processamento interno de uma requisição do usuário. A omissão de **recuperação de rupturas** após um processamento do sistema também foi identificada.

O **acesso ubíquo** e o **ponto de abertura** não foram detalhados em alguns diagramas MoLIC. Quando os acessos ubíquos não são definidos, as cenas que poderiam ser acessadas a qualquer momento da interação não são representadas, limitando a interação do usuário no sistema. Outro defeito relacionado ao acesso ubíquo foi a falta da fala de transição a partir de um acesso ubíquo para uma cena, não descrevendo assim o fluxo da interação.

Na categoria de *Fato Incorreto*, sete defeitos diferentes foram encontrados nos diagramas MoLIC. No que concerne ao elemento **cena**, o uso de verbos que objetivos do sistema, e não do usuário foi o principal defeito. Novamente, a maioria dos defeitos estavam relacionados ao elemento de **transição** do diagrama MoLIC. Um exemplo de defeito foi a representação incorreta do emissor da fala de transição após um processo do sistema (foi utilizado “u:” em vez de “d:”), ou seja, era como se o usuário fornecesse um feedback após um processo do sistema, quando na verdade, o sistema realiza esta ação.

Em algumas falas de transição, o emissor não estava correto. Nas transições de **recuperação de rupturas**, as setas tracejadas não foram utilizadas, e sim, setas contínuas, que representam transições. Em relação ao **processo de sistema**, as decisões de sistema não foram detalhadas para representar alternativas do sistema, mas apenas para possíveis feedbacks, sem considerar que o sistema deve prover recuperação para possíveis rupturas de comunicação. O **acesso ubíquo** foi utilizado em alguns casos no início da interação do usuário, sendo que o ideal

é que seja utilizado o ponto de abertura. O acesso ubíquo representa o momento em que o usuário muda o tópico da conversa para outra cena.

Sobre a categoria de *Informação Estranha*, cinco defeitos diferentes foram encontrados. Algumas **cen**as que não estavam descritas no cenário de interação, foram representadas no modelo de interação. Além disso, nos diálogos das cenas, foram identificados defeitos tais como o uso do emissor de **signos** para **diálogos**, em vez de signos. Algumas falas de **transição** que não estavam descritas no cenário de interação foram representadas nos diagramas MoLIC. Um defeito de informação estranha no **ponto de encerramento** foi identificado: mais de um ponto de encerramento foi representado no diagrama.

Na categoria *Ambiguidade*, o único defeito encontrado foi relacionado ao uso de duas falas de **transição** para um mesmo objetivo, o que poderia ocasionar múltiplas interpretações sobre a transição do usuário.

Por fim, na categoria de *Inconsistência*, quatro defeitos diferentes foram identificados nos diagramas MoLIC. Em relação às **cen**as, as **estruturas de diálogos** não foram utilizadas de maneira consistente com o cenário de interação, em alguns diagramas. Foram identificados defeitos nas **transições** e seus direcionamentos no diagrama: a sequência das cenas em relação ao cenário de interação estava inconsistente em alguns diagramas.

### **3.2.3.3. Defeitos identificados nos mockups**

De acordo com a Figura 3.3, nota-se que apenas em três categorias de defeitos foram encontrados defeitos nos *mockups*: Omissão, Inconsistência e Informação Estranha. Os principais defeitos são descritos a seguir.

Primeiramente, na categoria de *Omissão*, quatro defeitos diferentes foram encontrados nos *mockups*. Alguns participantes não elaboraram um mockup que representasse a página inicial descrita no cenário de interação. Os elementos relacionados à **recuperação de rupturas** não foram representados nos *mockups*, o que pode afetar a comunicabilidade do sistema.

Além disso, nem todos os **signos** representados no diagrama de interação foram representados nos *mockups*, o que tornou alguns *mockups* incompletos. Determinados objetivos do usuário que poderiam ser acessados por um **acesso ubíquo** não foram representados desta forma nos *mockups* (por exemplo, barras de navegação e itens de menu).

No que concerne à categoria de *Inconsistência*, dois defeitos diferentes foram encontrados nos *mockups*. Sobre os **diálogos** detalhados nas **cen**as, determinadas ações foram representadas nos *mockups* de forma inconsistente com os diálogos descritos nos diagramas de interação, o que poderia ocasionar uma interação inconsistente com o cenário descrito. Algumas **recuperações de ruptura** foram representadas nos *mockups*, porém de forma inconsistente com as falas de transição descritas no diagrama de interação. Na categoria de *Informação Estranha*, o defeito encontrado foi relacionado à representação de informações que estavam fora do contexto descrito no cenário de interação e no diagrama MoLIC, ou seja, informação desnecessária para representar a solução do problema.

Por fim, com a análise dos defeitos encontrados nos artefatos produzidos, foi possível observar que houve um maior número de defeitos nos diagramas MoLIC em comparação com os *mockups*. Isto pode ser explicado pelo fato de que a notação da MoLIC não era familiar aos participantes e por outro lado, os *mockups* possuem componentes familiares para usuários de sistemas em geral. Observou-se ainda, que os participantes apresentaram mais dificuldades para

criar os diagramas MoLIC. Para melhor compreender a percepção dos participantes sobre as abordagens utilizadas, os questionários pós-estudo foram analisados.

### 3.2.3.4. Análise sobre a facilidade de uso e utilidade das abordagens

Os questionários pós-estudo baseado no modelo TAM permitiram medir a percepção dos participantes sobre a facilidade de uso e utilidade das abordagens. A Tabela 3.4 mostra uma visão geral dos resultados obtidos para os itens do questionário. Para analisar de forma quantitativa as respostas dos participantes, foram atribuídos valores à escala ordinal, variando de 1 (concordo totalmente) a 6 (discordo totalmente). Para agregar os resultados fornecidos com base na escala ordinal, a mediana e o intervalo de variação de cada item foram calculados (Wohlin *et al.*, 2012).

Tabela 3.4. Mediana dos itens do questionário pós-estudo (Escala ordinal: 1 - 6).

Itens do questionário	MoLIC com base em <i>mockups</i>		<i>Mockups</i> com base em MoLIC	
	Mediana	Intervalo de variação	Mediana	Intervalo de variação
E1 – Fácil de aprender	3.0	1.0 – 5.0	2.0	1.0 – 3.0
E2 – Fácil de realizar	3.0	1.0 – 4.0	3.0	1.0 – 6.0
E3 – Fácil de ganhar habilidade	3.0	1.0 – 4.0	2.0	1.0 – 3.0
E4 – Fácil de lembrar	3.0	1.0 – 6.0	2.0	1.0 – 3.0
E5 – Fácil de usar	3.0	1.0 – 5.0	2.0	1.0 – 6.0
<b>Facilidade de uso</b>	<b>3.0</b>	<b>1.0 – 5.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.0 – 3.0</b>
U1 – Torna o trabalho mais fácil	3.0	1.0 – 5.0	3.0	1.0 – 6.0
U2 – Útil	3.0	1.0 – 5.0	2.0	1.0 – 5.0
U3 – Entender mais rapidamente	3.0	1.0 – 6.0	2.0	1.0 – 5.0
U4 – Melhora o desempenho	2.0	1.0 – 6.0	3.0	1.0 – 6.0
U5 – Aumenta a produtividade	3.0	2.0 – 5.0	3.0	1.0 – 6.0
U6 – Eficácia	2.0	1.0 – 5.0	3.0	1.0 – 6.0
<b>Utilidade</b>	<b>3.0</b>	<b>1.0 – 5.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.0 – 4.0</b>

Considerando que uma mediana igual a 1.0 seria o melhor resultado possível, ambas as abordagens obtiveram bons resultados, pois obtiveram medianas entre 2.0 – 3.0. Somente em relação à facilidade de uso, houve diferença na mediana obtida para as abordagens, indicando um melhor resultado para a abordagem de construção de *mockups* com base no diagrama MoLIC. O intervalo de variação indica que não houve discordância para as afirmativas E1, E3 e E4 em relação à abordagem de construção de *mockups* com base no diagrama MoLIC. Para todas as outras afirmativas, o intervalo de variação indica que houve tanto concordância como discordância em relação às afirmativas.

Para analisar se houve diferença significativa entre a percepção dos participantes sobre a facilidade de uso e utilidade das abordagens, foram realizados testes de hipóteses sobre a amostra. Para isso, as seguintes hipóteses foram definidas:

H<sub>01</sub>: Não há diferença significativa entre a percepção sobre a facilidade de uso das abordagens.

H<sub>11</sub>: Há diferença significativa entre a percepção sobre a facilidade de uso das abordagens.

H<sub>02</sub>: Não há diferença significativa entre a percepção sobre a utilidade das abordagens

H<sub>12</sub>: Há diferença significativa entre a percepção sobre a utilidade das abordagens

Para a condução dos testes de hipóteses, primeiramente foi realizado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade das amostras (Wohlin *et al.*, 2012). A amostra de facilidade de uso apresentou uma distribuição não-normal. E a amostra de utilidade apresentou uma distribuição normal. Desta forma, para testar as hipóteses  $H_{01}$  e  $H_{11}$  foi utilizado o teste não-paramétrico de *Wilcoxon* para amostras pareadas (Siegel & Castellan, 1988), pois para cada participante foram obtidos os valores de percepção para ambas as abordagens. Para testar as hipóteses  $H_{02}$  e  $H_{12}$  foi utilizado o teste paramétrico t-test pareado (Marascuilo & Serlin, 1988).

Através do teste de hipóteses de Wilcoxon para a percepção sobre a facilidade de uso, foi obtido um *p-value* igual a 0.031, rejeitando a hipótese nula  $H_{01}$  (*p-value* < 0.05). Considerando que a mediana referente à facilidade de uso da construção dos *mockups* com base no diagrama MoLIC foi superior (Tabela 3.4), é possível afirmar que a facilidade de uso de construir o *mockups* com base no diagrama MoLIC foi significativamente maior que a facilidade de uso de construir o diagrama MoLIC com base em *mockups*.

Em relação à percepção sobre a utilidade, foi obtido um *p-value* igual a 0.522 através do t-test pareado. Este valor não permite rejeitar a hipótese nula  $H_{02}$ . Assim, não é possível afirmar que houve diferença significativa entre a utilidade das abordagens avaliadas.

### **3.2.4. Análise qualitativa dos resultados**

Para melhor compreender os resultados obtidos, as respostas dos participantes às questões abertas foram analisadas através de procedimentos de codificação (Strauss & Corbin, 1988). Foram utilizados procedimentos de codificação aberta e axial, conforme resumidamente descritos abaixo.

Codificação aberta: envolve a conceituação de fenômenos identificados nos dados. À medida que os dados são lidos, o pesquisador identifica segmentos de dados, como citações, objetos e eventos, e atribui um código a cada segmento. Como exemplos de códigos identificados durante nossa codificação aberta, é possível citar: “O modelo MoLIC detalha a interação do usuário com o sistema”, “A navegação entre os *mockups* não é identificada diretamente do modelo MoLIC”.

Codificação axial: consiste em organizar os códigos através de relacionamentos. Os relacionamentos podem ser condições causais, contradições e estratégias de ações ou interação. As relações entre os códigos podem ser definidas pelo próprio pesquisador.

Os procedimentos de codificação foram utilizados para analisar a transcrição dos comentários dos participantes sobre as afirmativas e das respostas dos participantes às questões abertas do questionário pós-estudo. As questões abertas eram: (1) Quais as dificuldades encontradas durante a utilização desta abordagem? (2) Quais itens necessários para a construção do artefato você identificou diretamente do artefato utilizado como base? (3) Quais itens necessários para a construção do artefato você não identificou diretamente do artefato utilizado como base? (4) Houve itens que você considerou na elaboração do artefato, mas que não estavam representados no artefato utilizado como base? A análise qualitativa foi conduzida com o apoio ferramental do software Atlas.ti<sup>3</sup>.

Com o auxílio do software, dois pesquisadores realizaram a etapa de codificação aberta, durante a qual o conteúdo foi analisado e foram criados códigos. O objetivo da codificação aberta era identificar os fatores que influenciaram a percepção dos participantes sobre as abordagens analisadas. Desta forma, foram identificados fatores que apresentaram influência positiva e fatores

---

<sup>3</sup> Atlas.ti Qualitative Data Analysis: <http://atlasti.com/>.

que apresentaram influência negativa na percepção dos participantes sobre a abordagem avaliada. Os fatores indicam opiniões sobre as abordagens ou características dos artefatos que justificam as percepções dos participantes.

A codificação foi revisada por um terceiro pesquisador, para reduzir o viés da análise. Para melhor representar os resultados da análise qualitativa, esquemas gráficos foram elaborados com o objetivo de sintetizar os códigos e seus relacionamentos sobre cada abordagem analisada. A análise qualitativa será descrita nesta subseção com base nos esquemas gráficos obtidos, utilizando as citações dos participantes e discutindo alguns principais resultados.

Em relação à percepção sobre a construção dos *mockups* com base no modelo MoLIC, foram identificados nove fatores influenciadores. Três dos fatores apresentaram influência positiva e seis apresentaram influência negativa. A Figura 3.4 ilustra essa percepção e os fatores influenciadores associados. A seguir, são apresentadas algumas citações sobre cada fator identificado.

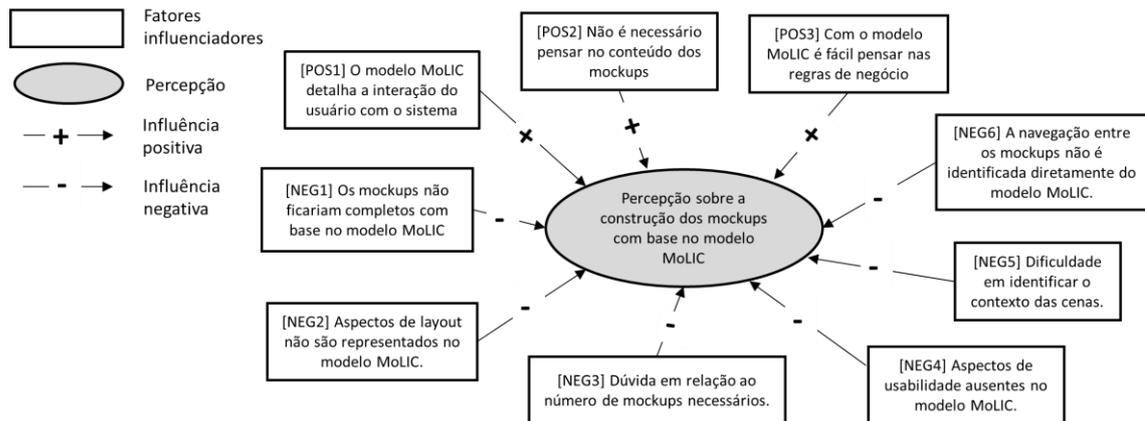


Figura 3.4. Percepção sobre a construção dos *mockups* com base no modelo MoLIC - Fatores identificados no estudo exploratório.

**[POS1] O modelo MoLIC detalha a interação do usuário com o sistema:** “Ao utilizar o modelo MoLIC é descrito o processo de interação com maiores detalhes, incluindo as falas de transição e processos de sistema”. – P8

O modelo MoLIC utiliza a metáfora de uma conversa para representar a interação entre o usuário e o sistema. Desta forma, a interação é detalhada através das cenas, diálogos e falas de transição, fornecendo uma descrição do fluxo de interação do sistema. Este aspecto positivo do modelo foi apontado pelo participante P8.

**[POS2] Não é necessário pensar no conteúdo dos *mockups*:** “Utilizar o modelo MoLIC como base para a construção dos *mockups* facilitou, porque os elementos da tela estavam descritos no modelo, e não era preciso pensar muito nas telas”. – P4

“O bom de utilizar o modelo MoLIC como base para a construção dos *mockups* é que já tínhamos os campos presentes no modelo. Então só era utilizá-los, não era necessário pensar neles”. – P10

A notação da MoLIC possui elementos para detalhar as ações do usuário para atingir os objetivos. Estes elementos são os diálogos e os signos. Os participantes P4 e P10 indicaram que como no diagrama MoLIC os diálogos e signos estavam descritos, não era necessário definir o conteúdo dos *mockups*, pois ele já estava definido no diagrama MoLIC.

**[POS3] Com o modelo MoLIC é fácil pensar nas regras de negócio:** “Com o modelo MoLIC parece ser mais fácil pensar nas interações quando referentes a regras de negócio e dependências entre telas”. – P2

Os elementos da MoLIC que auxiliam a representar as regras de negócio são as estruturas de diálogos (AND, XOR, OR e SEQ), que indicam como um conjunto de diálogos está estruturado e o elemento *precond*, que pode ser associado às falas de transições, definindo uma pré-condição para que a transição ocorra.

**[NEG1] Os *mockups* não ficariam completos com base no modelo MoLIC:** “Se houvesse somente o diagrama MoLIC acho que não montaria o mockup com melhores detalhes sobre o site”. – P1

**[NEG2] Aspectos de layout não são representados no modelo MoLIC:** “Ao construir os *mockups* com base no modelo MoLIC, é necessário um conhecimento quanto ao posicionamento de menus, links de fácil acesso”. – P8

“É difícil você ficar tentando imaginar como vai ser a tela e como ela conterà os elementos da melhor forma possível [...]”. – P10

Os participantes apontaram que os aspectos do layout dos *mockups*, ou seja, os aspectos da apresentação da interface concreta não são identificados diretamente do modelo MoLIC. De fato, a MoLIC não representa os elementos concretos da interface, somente os diálogos do usuário com o sistema. Esta característica do modelo pode ter ocasionado a ocorrência deste fator.

**[NEG3] Dúvida em relação ao número de *mockups* necessários:** “Ao construir os *mockups*, não identifiquei diretamente do diagrama MoLIC o número de páginas necessárias para a pesquisa”. – P5

“Não tive certeza se a quantidade de *mockups* criadas era mesmo necessária, ou se daria para representar os fluxos de exceção na mesma tela de mockup”. – P7

Uma cena no modelo MoLIC não representa necessariamente um único mockup. Este mapeamento entre as cenas e os *mockups* ocasionou dificuldades durante a elaboração dos *mockups*, conforme indicado pelos participantes P5 e P7.

**[NEG4] Aspectos de usabilidade ausentes no modelo MoLIC:** “Como eu posso avaliar a dificuldade de realizar uma busca avançada no modelo MoLIC? Ou se quisesse reduzir a quantidade de cliques para realizar alguma ação?”. – P2

“Ao construir os *mockups*, considerei dicas e aspectos de usabilidade e facilidade de uso que não estavam descritos nem no cenário de interação, nem no modelo MoLIC”. – P9

“É difícil você ficar tentando imaginar como vai ser a tela [...] para que ela tenha uma boa usabilidade para o usuário”. – P10

Este código indica que o diagrama MoLIC não apoia diretamente a construção de *mockups* com uma boa usabilidade e a escolha de componentes de interface que facilitem a interação. O participante P9 indicou que no diagrama MoLIC não são fornecidos direcionamentos para elaborar os *mockups* com usabilidade. Esta é uma questão importante, pois o design de interação deve considerar a usabilidade dos sistemas a serem projetados. Desta forma, são necessários mecanismos que permitam que o modelo de interação, sendo base para a construção da interface, forneça diretrizes para que a interface construída tenha uma boa usabilidade.

**[NEG5] Dificuldade em identificar o contexto das cenas:** “O lado bom do uso do MoLIC é que lembra o que tem que ter nos *mockups*. Mas é tão específico, que esquece do resto. O que está fora da tela de login? Tive de imaginar”. – P9

“Apesar de todos os itens do modelo também estarem nos *mockups*, fiquei perdido em saber como agrupar isto no mockup - "Consultar detalhes do hotel": eu não sabia se nesta cena os diálogos tinham que estar juntos, separados ou em qualquer lugar do mockup”. – P13

Apesar de o modelo MoLIC utilizar o elemento de fala de transição para representar as transições entre cenas, os participantes indicaram dificuldades em compreender o relacionamento entre cenas ao construir os *mockups*. O participante P9 indicou que não soube se a cena de efetuar login deveria estar associada a outras cenas nos *mockups*. Esta informação sobre o contexto em que as cenas deveriam estar, foi um fator que influenciou negativamente na construção dos *mockups* com base no modelo MoLIC.

**[NEG6] A navegação entre os *mockups* não é identificada diretamente do modelo MoLIC:** “Ao elaborar os *mockups*, senti a necessidade de incluir ligações entre eles”. – P3

“Não identifiquei diretamente do modelo MoLIC [...] o nome dos botões, links entre as telas, [...]”. – P9

Os participantes apontaram que não foi possível identificar no modelo MoLIC todas as transições necessárias entre os *mockups*. Este fator está relacionado ao fato de que não existe um mapeamento direto entre as cenas e os *mockups*. Assim, ao construir novos *mockups* referentes a uma cena, novas transições podem ser necessárias. É necessário que este aspecto de navegação esteja mais claro para fornecer um maior direcionamento durante a construção dos *mockups*.

Analisando qualitativamente os comentários dos participantes sobre a construção do modelo MoLIC com base em *mockups*, foram identificados sete fatores influenciadores, sendo dois fatores de influência positiva e cinco fatores de influência negativa. A Figura 3.5 apresenta essa percepção e os fatores influenciadores associados.

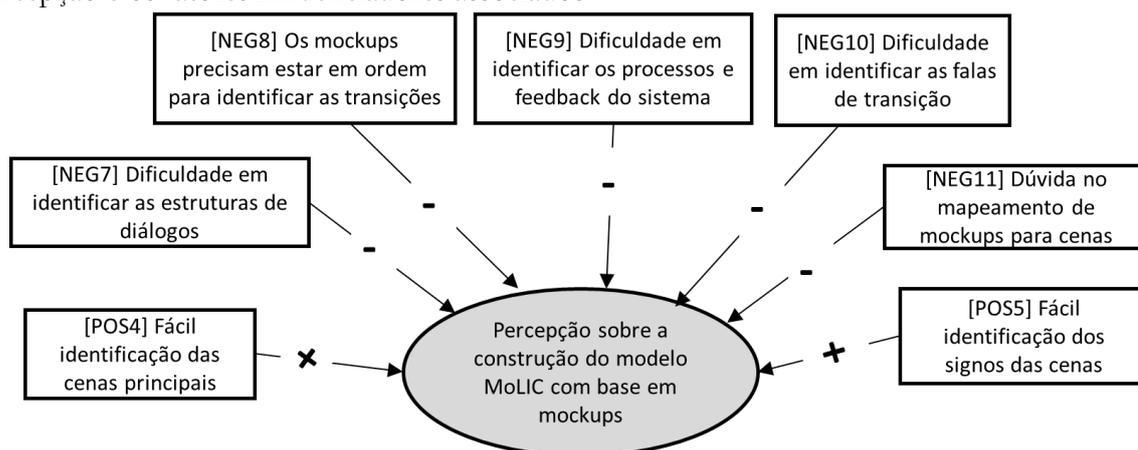


Figura 3.5. Percepção sobre a construção do modelo MoLIC com base em *mockups* - Fatores identificados no estudo exploratório.

**[POS4] Fácil identificação das cenas principais:** “Foi fácil identificar as cenas do contexto do problema: tela principal, realizar login e cadastrar usuário”. – P1

**[POS5] Fácil identificação dos signos das cenas:** “Identifiquei facilmente dos *mockups* os campos que deveriam estar presentes nos formulários”. – P5

Como fatores de influência positiva, observou-se que os *mockups* auxiliaram a identificar as cenas principais do cenário de interação e os signos das cenas, que podem ser obtidas analisando o conteúdo dos *mockups*.

**[NEG7] Dificuldade em identificar as estruturas de diálogos:** “Ao construir o modelo MoLIC, não identifiquei diretamente dos *mockups* as regras de negócio, que seriam representadas no modelo como as estruturas de diálogos”. – P2

“Não consegui lembrar a notação das estruturas de diálogos”. – P4

As estruturas de diálogos no modelo MoLIC indicam as regras de negócio no preenchimento de dados e ações do usuário. Através dos *mockups*, estas regras de ações opcionais, sequenciais, ou obrigatórias podem não estar claras, pois não foram utilizadas anotações nos *mockups*, somente os elementos gráficos.

**[NEG8] Os *mockups* precisam estar em ordem para identificar as transições:** “Os *mockups* precisam estar em ordem para facilitar a construção do modelo MoLIC”. – P2

“Os *mockups* fora de ordem me deixaram confuso. Pois fui modelando da forma que estava sendo apresentado e depois percebi que havia um mockup no final que devia vir antes dos outros”. – P13

**[NEG9] Dificuldade em identificar os processos e feedbacks do sistema:** “Os processos de sistema quanto a decisões e validações do sistema são difíceis de serem identificados com base nos *mockups*”. – P8

Os *mockups* não deixam claras as validações do sistema ao longo da interação. Este fator dificultou a identificação dos processos do sistema durante a elaboração do modelo MoLIC.

**[NEG10] Dificuldade em identificar as falas de transição:** “Tive dificuldade em saber quais ações o usuário executaria para acessar as telas, os diálogos e as falas de transição”. – P8

“Não identifiquei diretamente dos *mockups* a interação (o caminho) de uma cena para outra, essas eu tinha que pensar no que colocar, me refiro ao nome na transição”. – P10

As falas de transição descrevem os objetivos do usuário ao navegar de uma cena para outra. Como esta informação não é representada nos *mockups*, os participantes tinham de pensar com base nos *mockups* em uma fala de transição que melhor descrevesse o objetivo do usuário, conforme os participantes P8 e P10 apontaram.

**[NEG11] Dúvida no mapeamento de *mockups* para cenas:** “Ao construir o modelo MoLIC, não fiquei com plena certeza sobre as cenas que identifiquei”. – P3

“Acho um pouco difícil definir os objetivos do usuário, as cenas, porque nem sempre é a tela em si, o que dá a impressão quando baseia-se no mockup”. – P7

Este último fator está relacionado ao fato de não existir o mapeamento direto entre as cenas e os *mockups*, conforme discutido sobre o fator **Dúvida em relação ao número de *mockups* necessários**. A mesma dificuldade foi apontada ao construir o modelo MoLIC com base nos *mockups*, conforme indicado pelos participantes P3 e P7.

### **3.3. Estudo comparativo entre soluções existentes**

Durante o estudo preliminar, alguns resultados principais sobre o uso de modelos de interação foram: (a) os modelos de interação são úteis e facilitam a construção de *mockups* de interface; (b) apesar do detalhamento fornecido pelos modelos de interação, aspectos da apresentação, usabilidade e navegação dos *mockups* não são diretamente identificados dos modelos de interação. Todavia, o estudo preliminar considerou um único modelo de interação. Para investigar os resultados obtidos no estudo preliminar, decidiu-se conduzir um estudo comparativo sobre o uso do modelo MoLIC (Barbosa e Paula, 2003) e do modelo CTDM (López-Jaquero & Montero, 2007). O modelo CTDM foi selecionado devido ao número de elementos considerados

em sua notação em comparação aos outros modelos identificados durante o mapeamento sistemático.

Neste estudo comparativo, os modelos de interação foram utilizados como base para a construção dos *mockups*, pois foi a abordagem que apresentou o melhor resultado no estudo preliminar. Para melhor investigar o uso dos modelos de interação, tanto a construção dos modelos de interação, como a construção dos *mockups* com base nos modelos de interação foram analisadas, elaborando as seguintes questões de pesquisa: (i) Qual a qualidade dos modelos de interação produzidos? (ii) Qual a qualidade dos *mockups* produzidos com base nos modelos de interação? (iii) Qual a percepção dos participantes sobre facilidade de uso, utilidade, compreensibilidade dos modelos de interação? Os resultados quantitativos do estudo em relação às questões de pesquisa (i) e (ii) são descritos em Marques *et al.* (2016a).

O estudo comparativo caracterizou-se como um experimento controlado, com um fator (modelo de interação) e dois tratamentos (MoLIC e CTDM). Os participantes foram divididos em dois grupos e cada grupo aplicou os dois tratamentos em ordens diferentes (Wohlin *et al.*, 2012).

### ***3.3.1. Comprehensive Task and Dialog Modeling (CTDM)***

López-Jaquero e Montero (2007) criaram uma abordagem de modelagem de tarefas e diálogos (CTDM), onde o modelo de tarefas foi inspirado da notação *ConcurTaskTrees* (CTT), diagrama de estados da linguagem de modelagem unificada (UML) e protótipos abstratos canônicos. Esta abordagem foi proposta para complementar a visão fornecida pelo modelo de domínio e de tarefas para a geração de interfaces.

Assim, a proposta do CTDM é enriquecer a representação do diálogo entre o sistema e o usuário e as possibilidades de ações disponíveis que o usuário tem ao utilizar o sistema. A notação utilizada pode ser visualizada na Figura 3.6, que representa uma aplicação de busca de informação sobre cafés regionais, com os elementos básicos da notação similares ao utilizado no diagrama de estado, e de acordo com López-Jaquero & Montero (2007).

Na Figura 3.6 o diagrama representa uma visão geral das tarefas do sistema “Acessar aplicativo”, “Buscar café regional”, “Consultar produtos de café regional” e “Sair do aplicativo” e o diagrama “Acessar aplicativo” representa o refinamento da tarefa “Acessar aplicativo” em suas ações, tais como “Informar e-mail e senha pré-cadastrado”, “Iniciar novo cadastro” e “ Solicitar login”.

**1. Estado inicial:** representado por um círculo com cor de fundo preto.

**2. Estado final:** representado por um círculo com fundo de cor preta e rodeado por outro círculo.

**3. Estados:** cada estado do modelo pode ser uma tarefa ou uma ação, são representados um retângulo de bordas arredondadas. Uma tarefa pode ser refinada em ações e uma ação é uma tarefa essencial que não pode ser refinada. Para representar uma ação é necessário indicar com o estereótipo <<action>>.

**4. Transição:** representado por uma linha dirigida, relacionam estado inicial, tarefas, ações, e estado final.

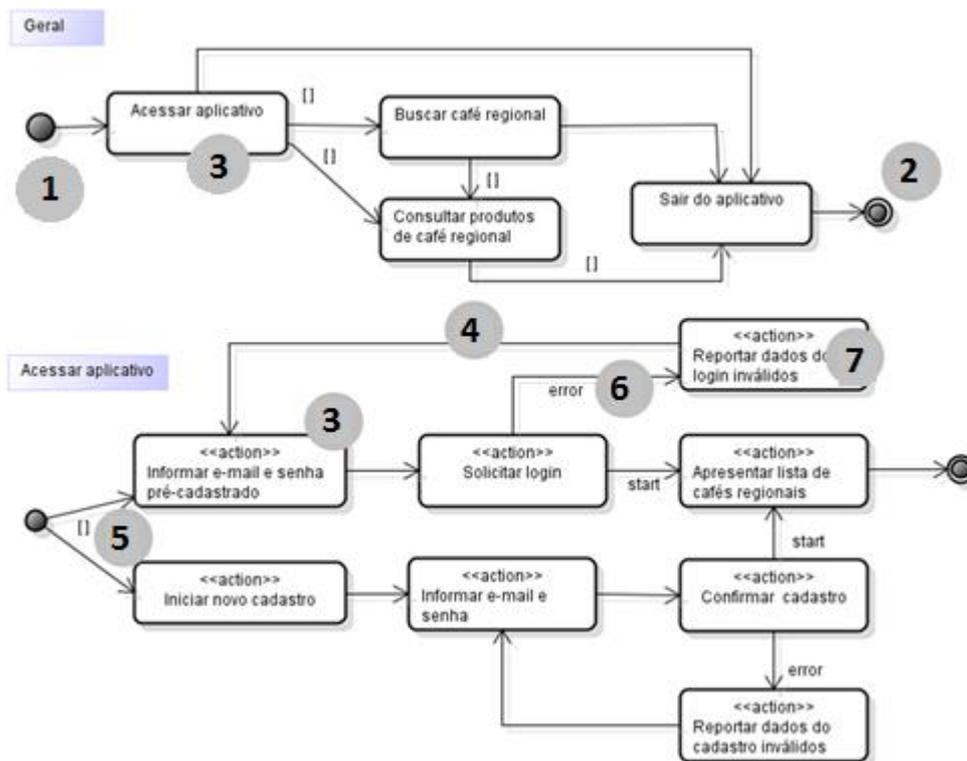


Figura 3.6. Exemplo de modelo de interação CTDM.

**5. Transições – relações temporais:** transições com operadores utilizados em CTT:

Tabela 3.5. Operadores usados em CTT.

Operador	Símbolo
Ativação	>>
Ativação com Passagem de Informação	[] >>
Concorrência	
Concorrência e Comunicação	[]
Escolha	[]
Independência	=
Desativação	[>
Suspensão/ Retomada	>

Na Figura 3.6 é possível observar a relação temporal entre as tarefas “Acessar aplicativo”, “Buscar café regional”, “Consultar produtos de café regional” e “Sair do aplicativo”, demonstrando que após acessar o aplicativo, o usuário tem a opção de escolher entre “Buscar café regional” ou “Consultar produtos de café regional” ou ainda “Sair do aplicativo”.

**6. Transições – rótulos:** Uma transição pode conter rótulos, quando um diálogo possui mais de uma transição possível:

- Start: para indicar o próximo estado em caso de sucesso, por exemplo entre as ações “Confirmar cadastro” e “Apresentar lista de cafés regionais”.
- Error: para indicar o próximo estado em caso de erro, por exemplo entre as ações “Confirmar cadastro” e “Reportar dados do cadastro inválidos”.

**7. Diálogos:** são descritos dentro do retângulo de cada estado, que representam quais ações

do usuário ou do sistema são necessárias para que uma mudança de estado ocorra. Na Figura 3.6 podem ser visualizados os diálogos “Acessar aplicativo”, “Buscar café regional”, “Consultar produtos de café regional”, “Sair do aplicativo”, “Informar e-mail e senha pré-cadastrados”, “Iniciar novo cadastro”, “Solicitar login”, “Informar e-mail e senha”, “Reportar dados de login inválido”, “Apresentar lista de cafés regionais”, “Confirmar cadastro” e “Reportar dados do cadastro inválido”.

### 3.3.2. Planejamento e Execução do Estudo Comparativo

#### 3.3.2.1. Objetivo do Estudo

Para orientar o projeto do estudo comparativo, o objetivo do estudo foi definido segundo o paradigma GQM (*Goal-Question-Metric*), conforme descrito na Tabela 3.6.

Tabela 3.6. Objetivo do estudo comparativo de acordo com o paradigma GQM.

Analisar	O uso dos modelos de interação MoLIC e CTDM
Com o propósito de	Comparar
Em relação a	Compreensibilidade dos modelos Percepção sobre facilidade de uso Percepção sobre utilidade
Do ponto de vista de	Designers de interação
No contexto de	Design de interação com o uso de modelos de interação como base para a construção de protótipos

#### 3.3.2.2. Participantes

O estudo comparativo foi conduzido em ambiente acadêmico, em um curso de graduação em Ciência da Computação. Os participantes do estudo foram 47 alunos, cursando a disciplina de IHC, no 4º período do curso de Ciência da Computação. Todos os participantes foram caracterizados como designers novatos, pois tinham apenas experiência acadêmica com design de interação. Através de estudos com alunos, é possível avaliar aspectos relacionados a dificuldades de aprendizado com tecnologias (Basili *et al.*, 1999). Devido a isso, os alunos constituem uma população válida para o estudo conduzido.

#### 3.3.2.3. Artefatos

Os materiais utilizados durante o estudo foram cenários de interação, modelos de diálogos e questionários pós-estudo. Os diferentes cenários e modelos possuíam complexidade equivalente. Os cenários de interação foram utilizados para realizar as tarefas de modelagem de interação. Por sua vez, os modelos de interação foram utilizados para as tarefas de prototipação.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), onde concordavam em disponibilizar seus resultados para análise.

Cenários de interação: Os cenários de interação descreviam uma narrativa de uso do sistema por um determinado usuário, com o detalhamento das respostas do sistema e ações do usuário. Dois cenários de interação foram elaborados, para construção do modelo MoLIC e para construção do modelo CTDM. O primeiro cenário descrevia a interação de um usuário com um sistema de cafés regionais, no qual o usuário poderia realizar buscas por cafés regionais e simular o preço de um pedido incluindo diversos itens disponíveis nos cafés regionais. O segundo cenário descrevia a

interação de um usuário com um sistema de informações sobre praias próximas a sua cidade e pousadas próximas às praias. No sistema, o usuário poderia efetuar uma reserva de pousada. Os cenários utilizados para modelagem e prototipação são descritos no Apêndice E e no Apêndice F.

**Modelos de interação:** Modelos de interação MoLIC e CTDM foram elaborados para serem utilizados como base para a construção dos *mockups*. Um pesquisador elaborou os diagramas e outros dois pesquisadores os revisaram.

**Questionários pós-estudo:** Para coletar os dados sobre a percepção dos participantes em relação à utilidade, facilidade de uso, compreensibilidade, foram elaborados questionários pós-estudo contendo afirmativas sobre os indicadores citados (Tabela 3.7). Detalhes sobre os questionários elaborados no estudo comparativo podem ser consultados no Apêndice G e no Apêndice H. Assim como no estudo exploratório, uma escala ordinal com seis pontos foi empregada, variando de 1 (concordo totalmente) a 2 (discordo totalmente), para medir a percepção dos participantes.

*Tabela 3.7. Questionário pós-estudo baseado no modelo TAM.*

Questões sobre a facilidade de uso		
F1	Foi fácil aprender a notação da MoLIC.	Foi fácil aprender a notação do CTDM.
F2	Foi fácil construir o diagrama MoLIC.	Foi fácil construir o diagrama CTDM.
Questões sobre a utilidade		
U1	Utilizar a MoLIC me ajudou a refletir sobre a interação durante a modelagem.	Utilizar o CTDM me ajudou a refletir sobre a interação durante a modelagem.
U2	A MoLIC foi útil para modelar a interação.	O CTDM foi útil para modelar a interação.
U3	Utilizar a MoLIC aumentou minha eficácia na prototipação (acredito ter identificado mais elementos da interface do que identificaria sem o modelo)	Utilizar o CTDM aumentou minha eficácia na prototipação (acredito ter identificado mais elementos da interface do que identificaria sem o modelo)
U4	A MoLIC foi útil para a construção dos protótipos.	O CTDM foi útil para a construção dos protótipos.
Questões sobre a compreensibilidade		
C1	Foi fácil compreender o diagrama MoLIC.	Foi fácil compreender o diagrama CTDM.
C2	Foi fácil construir os protótipos com base no diagrama MoLIC.	Foi fácil construir os protótipos com base no diagrama CTDM.

Para cada questão, também foi disponibilizado um espaço para comentários sobre as respostas. Além disso, o questionário continha perguntas abertas para explorar aspectos práticos do uso dos artefatos.

### **3.3.2.4. Procedimentos**

Como preparação para o estudo comparativo, um treinamento sobre modelagem de interação com MoLIC e CTDM foi fornecido aos participantes. O treinamento sobre cada modelo teve duração de aproximadamente 4 horas, com aplicação de atividades práticas de modelagem e prototipação. Para alcançar o objetivo do estudo e permitir a avaliação de todos os fatores definidos, o estudo foi conduzido em duas etapas em dois dias diferentes, conforme ilustra a Figura 3.7. Os participantes foram organizados em dois grupos (Grupo A e Grupo B), para evitar que o viés de aprendizado em um determinado modelo pudesse influenciar o resultado final.

Durante o 1º dia, todos os participantes realizaram a modelagem de um modelo MoLIC e um modelo CTDM, mas em ordem diferente. Os participantes do Grupo A receberam primeiramente um cenário para elaborar o modelo MoLIC. Já os participantes do Grupo B receberam primeiramente um cenário para elaborar o modelo CTDM.

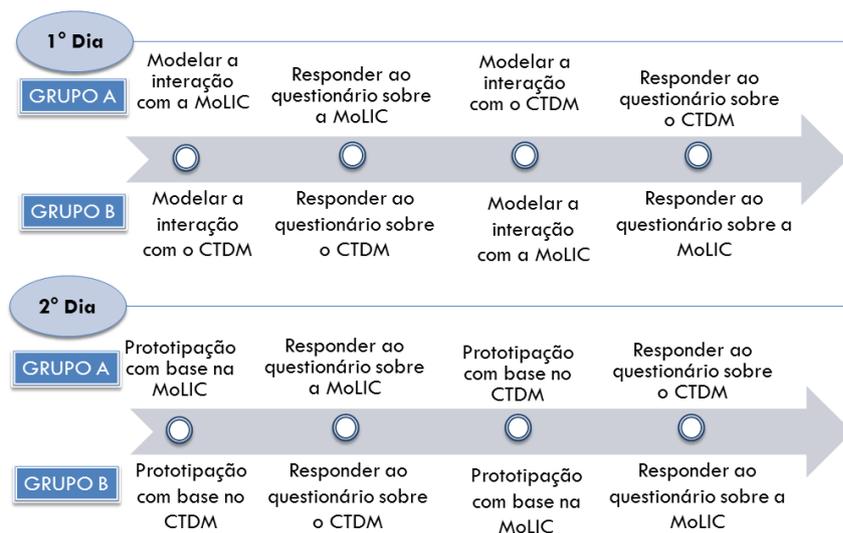


Figura 3.7. Procedimento seguido no estudo comparativo.

Após finalizarem a construção do primeiro modelo, os participantes receberam um questionário pós-estudo. Após responder a esse questionário, cada participante recebeu um segundo cenário para elaborar o outro modelo (MoLIC ou CTDM), dependendo do grupo em que estavam. E ao término desta segunda modelagem, os participantes receberam um segundo questionário pós-estudo. O cenário utilizado para a modelagem com a MoLIC foi o mesmo para os dois grupos, bem como o cenário utilizado para a modelagem com o CTDM.

No 2º dia, o funcionamento foi similar ao 1º dia: todos realizaram a prototipação com base em ambos os modelos, mas em ordem diferente. O Grupo A recebeu primeiramente um modelo MoLIC para elaborar os *mockups* equivalentes ao modelo. E o Grupo B recebeu primeiramente um modelo CTDM para realizar a mesma atividade. O modelo MoLIC foi o mesmo para os dois grupos, bem como modelo CTDM.

Em ambas as etapas, a percepção dos participantes sobre os modelos foi analisada, porém com diferentes focos. No 1º dia, o foco da análise foi a facilidade de uso e utilidade dos modelos para projetar a interação. No 2º dia, o foco da análise foi a compreensibilidade dos modelos para projetar a interface. Estes dados foram obtidos através dos questionários pós-estudo. Além disso, ao final de cada etapa, os participantes indicaram sua preferência pelo modelo MoLIC ou pelo modelo CTDM.

### 3.3.3. Análise quantitativa dos resultados

Após a execução do estudo, foi realizada a análise dos dados coletados através dos questionários pós-estudo e os artefatos produzidos (modelos de interação e protótipos). Inicialmente, os modelos de interação e os protótipos foram submetidos a uma inspeção em pares para identificar, classificar e descrever os defeitos encontrados. Os questionários pós-estudo foram analisados para identificar o grau de concordância e discordância dos participantes em relação à facilidade de uso, utilidade e compreensibilidade dos modelos de interação.

#### 3.3.3.1. Análise dos modelos de interação produzidos

Para comparar a qualidade dos modelos de interação produzidos pelos participantes, foi

conduzida uma inspeção. Os defeitos identificados foram categorizados de acordo com a taxonomia de tipos de defeitos (Lopes *et al.*, 2015), que apoia a categorização do tipo de defeito inserido em modelos de interação e protótipos (Tabela 3.3).

A Figura 3.8 ilustra a quantidade de diferentes defeitos identificados em cada modelo de interação, classificados de acordo com a taxonomia (Tabela 3.3). Foram identificados 39 diferentes defeitos nos modelos MoLIC e 33 diferentes defeitos nos modelos CTDM. Nos modelos CTDM, a maior quantidade de defeitos ocorreu na categoria *omissão*, ou seja, estão relacionados à falta de informações necessárias no modelo. Já nos modelos MoLIC, a categoria *fato incorreto* apresentou o maior número de defeitos, indicando que os defeitos estavam relacionados ao uso incorreto dos elementos da notação da MoLIC.

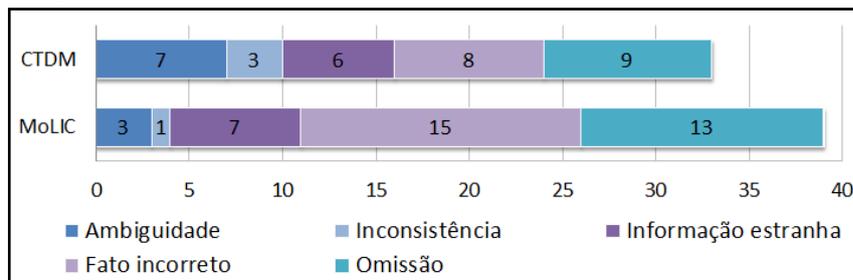


Figura 3.8. Número de defeitos nos modelos de interação.

A diferença no número de diferentes defeitos identificados nos modelos de interação pode estar relacionada com o número de elementos em cada modelo. O diagrama MoLIC possui mais elementos a serem representados, o que pode ocasionar uma maior quantidade de defeitos de utilização incorreta dos elementos e omissão de alguns elementos previstos na notação.

Como defeitos do tipo *fato incorreto* é possível destacar a definição dos tópicos das cenas e dos diálogos das cenas fora do formato "verbo mais objeto", o uso da seta incorreta para representar rupturas de comunicação, uso do enunciador incorreto para um ou mais signos e uso de "d+u" como emissor da fala de transição, mas o emissor deve ser "d" ou "u". Os defeitos de *omissão* com maior ocorrência estão relacionados à omissão de elementos da notação MoLIC, como os diálogos e as falas de transição. Em geral, as cenas eram detalhadas, mas os participantes acabavam não descrevendo os diálogos, apenas os signos das cenas. As transições eram representadas, indicando a sequência lógica da interação, mas em alguns casos, o objetivo associado à transição não era descrito e o processo do sistema quando necessário, também não era representado.

O diagrama CTDM possui poucos elementos a serem representados o que pode ocasionar um maior número de defeitos de omissão, no qual aspectos importantes do cenário acabam não sendo representados. Os defeitos de *fato incorreto* com maior ocorrência foram o uso da relação temporal incorreta entre ações ou tarefas, o uso de nome inadequado para representar ações e a representação de ações como tarefas. Entre os defeitos de *omissão*, é possível destacar a não representação de um estereótipo que diferencia tarefas e ações no modelo, a não representação de tarefas ou ações descritas no cenário e caminhos alternativos de interação. Neste caso, aspectos importantes do cenário não foram representados no modelo, o que mais compromete a qualidade do modelo, pois ao construir protótipos com base nestes modelos, elementos e conteúdos importantes da interação poderiam deixar de ser considerados. Os participantes representavam no modelo apenas o caminho descrito no cenário, sem considerar que o usuário poderia estar acessando a aplicação com diferentes objetivos e seguindo diferentes caminhos, conforme

necessário durante a modelagem de interação. Isto afeta negativamente a interação da aplicação. E pode ainda ser um indicador de que o modelo não auxilia na reflexão sobre interações alternativas ou frustradas que podem ocorrer entre o usuário e o sistema.

A Tabela 3.8 apresenta um resumo dos resultados da tarefa de modelagem por participante. Para analisar se existe diferença significativa entre o número de defeitos cometidos por cada participante nos diferentes modelos, foi aplicado um teste de hipóteses. Para isso, as seguintes hipóteses foram definidas:

$H_0$ : não existe diferença significativa no número de defeitos nos diagramas MoLIC e CTDM.

$H_1$ : existe diferença significativa no número de defeitos nos diagramas MoLIC e CTDM.

O teste de hipóteses não paramétrico Wilcoxon foi aplicado para comparar as duas amostras relacionadas (Grupo A e Grupo B), considerando  $\alpha = 0.05$ . O método de Wilcoxon foi selecionado com base nos resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, o qual indicou que as variáveis (número de defeitos) não eram normalmente distribuídas.

*Tabela 3.8. Resumo dos defeitos de modelagem por participante.*

GRUPO A			GRUPO B		
Partic.	#MoLIC	#CTDM	Partic.	#MoLIC	#CTDM
P01	3	4	P23	6	6
P02	4	2	P24	8	3
P03	4	5	P25	0	5
P04	4	6	P26	5	7
P05	5	5	P27	6	3
P06	5	5	P28	0	6
P07	6	5	P29	5	6
P08	0	4	P30	5	5
P09	6	5	P31	6	5
P10	5	7	P32	7	5
P11	8	6	P33	7	6
P12	6	4	P34	6	4
P13	5	4	P35	5	2
P14	5	2	P36	6	4
P15	2	7	P37	5	6
P16	6	3	P38	7	2
P17	5	1	P39	2	4
P18	3	2	P40	3	3
P19	5	3	P41	5	5
P20	4	4	P42	5	2
P21	6	6	P43	6	1
P22	3	2			

Legenda: Partic. – Participante; #MoLIC – Número de defeitos no diagrama MoLIC; #CTDM – Número de defeitos no diagrama CTDM.

A análise estatística foi realizada com o apoio ferramental do SPSS V.20<sup>4</sup>. Como resultado do teste de Wilcoxon, foi obtido um valor de  $p = 0.115$ , ou seja, a hipótese nula não foi rejeitada. Neste caso, nada pode ser concluído a respeito dos efeitos dos modelos de interação sobre o número de defeitos identificados em nossa amostra.

<sup>4</sup> IBM SPSS Software – <http://www-01.ibm.com/software/br/analytics/spss/>

### 3.3.3.2. Análise sobre a facilidade de uso e utilidade dos modelos de interação

Os questionários pós-modelagem foram utilizados para capturar a percepção dos participantes sobre os modelos de interação. Nestes questionários, os participantes assinalavam em uma escala de seis pontos (variando de 1 - concordo totalmente a 6 - discordo totalmente), o seu grau de concordância em relação a afirmativas sobre os modelos de diálogos. Como sugerido por Laitenberger e Dreyer (1998), não foi utilizado o ponto neutro na escala, pois este ponto não provê informação em relação à percepção dos participantes (positiva ou negativa).

Para cada modelo, os participantes analisaram as seguintes afirmativas: (A1) Foi fácil aprender a notação do modelo; (A2) Foi fácil construir o modelo; (A3) Utilizar o modelo me ajudou a refletir sobre a interação durante a modelagem e (A4) O modelo foi útil para modelar a interação. O gráfico da Figura 3.9 apresenta a análise comparativa da percepção dos participantes sobre estas afirmativas.

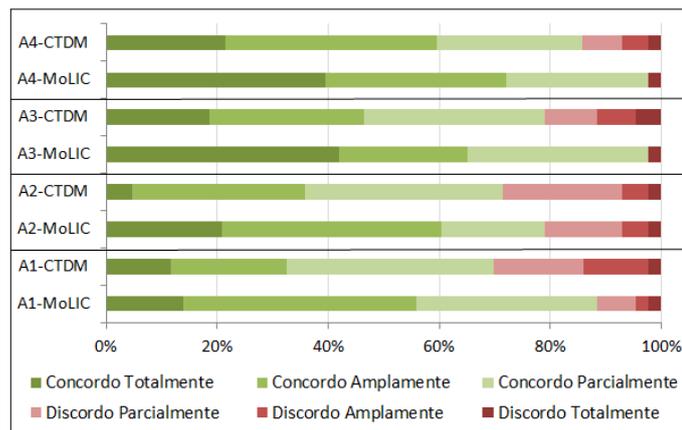


Figura 3.9. Percepção dos participantes sobre os modelos de interação.

Conforme ilustrado no gráfico, houve maior concordância em relação à utilidade do modelo MoLIC e ao apoio da MoLIC na reflexão sobre a interação. É possível destacar que houve um maior índice de discordância em relação à facilidade de aprendizado e construção do modelo CTDM. Em relação à afirmativa A1, sobre a facilidade no aprendizado da notação do modelo, houve 12% de discordância em relação à MoLIC, enquanto em relação ao CTDM houve 30% de discordância.

Sobre a afirmativa A3, que analisa o apoio do modelo na reflexão sobre a interação, apenas 2% discordaram desta afirmativa em relação à MoLIC, enquanto 21% discordaram em relação ao CTDM. Em relação à utilidade dos modelos (A4), 2% discordaram desta afirmativa quanto à MoLIC. Por outro lado, 14% discordaram quanto ao CTDM.

No que diz respeito à facilidade de construção dos modelos (A2), 21% discordaram desta afirmativa em relação à MoLIC e 29% discordaram em relação ao CTDM. Estes resultados contrastam com o quantitativo de defeitos, que poderia indicar maior dificuldade durante a modelagem com a MoLIC.

Após a modelagem dos dois cenários, os participantes respondiam a perguntas sobre a preferência por um dos modelos de interação utilizados. A Figura 3.10 apresenta os resultados. A maioria representada por 26 participantes indicou a MoLIC como abordagem mais útil e mais fácil para modelar a interação. Em relação à segunda questão, dois participantes assinalaram mais de uma resposta. Não obstante, 24 participantes indicaram a MoLIC como a abordagem mais

completa. Os participantes que assinalaram a opção “Outro diagrama” como sua preferência, indicaram os casos de uso. Os resultados indicam que, apesar da maior dificuldade em utilizar o modelo MoLIC, a maioria dos participantes ainda optaria em utilizá-la para o design de interação. Para estas variáveis não foi realizado o teste de correlação em relação ao número de defeitos, pois havia a possibilidade de escolher mais de uma opção como resposta.

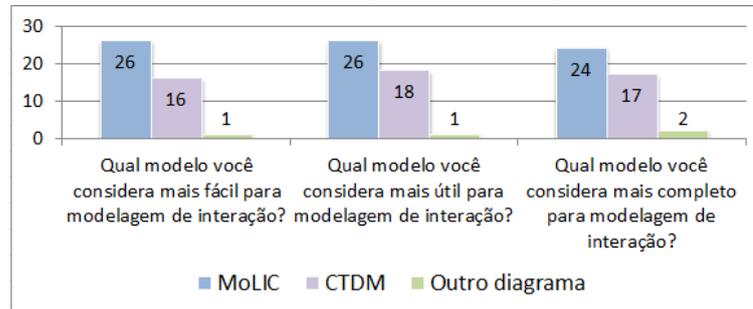


Figura 3.10. Preferência dos participantes em relação aos modelos de interação.

### 3.3.3.3. Análise dos protótipos produzidos

Os protótipos elaborados pelos participantes foram submetidos ao mesmo processo de inspeção que os modelos de interação. Os defeitos encontrados foram categorizados segundo a taxonomia descrita na Tabela 3.3. O gráfico ilustrado pela Figura 3.11 ilustra a quantidade de diferentes defeitos encontrados nos protótipos. Foram encontrados 7 diferentes defeitos nos protótipos com base em MoLIC. Por outro lado, 9 diferentes defeitos nos protótipos com base em CTDM. A maior parte dos defeitos em ambos os modelos foi de *omissão*.

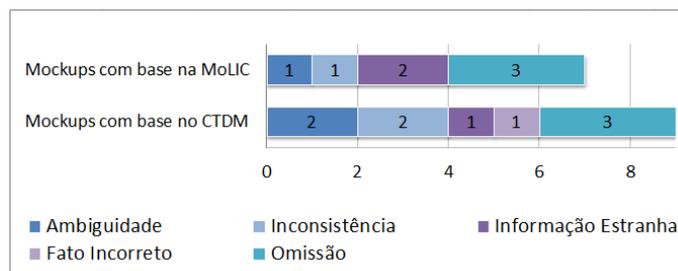


Figura 3.11. Número de defeitos nos protótipos.

Os defeitos com maior ocorrência nos protótipos baseados em MoLIC consistiram na omissão de elementos (links ou opções de menu) que indicassem os acessos ubíquos, ou seja, opções que devem estar disponíveis durante toda a interação e na omissão de elementos de conteúdo, tais como campos. O fato de a MoLIC definir o emissor dos signos (“d:” ou “d+u:”) e as estruturas de diálogos (AND, XOR, OR, SEQ) ocasionou alguns defeitos de omissão nos casos em que o participante não se atentava a estes detalhes.

O defeito com maior ocorrência nos protótipos baseados em CTDM foi a omissão de transições descritas no modelo. O participante poderia não se atentar à transição entre as ações ou tarefas e desta forma, não representou nos protótipos, um botão ou link que possibilitasse a transição entre os protótipos. Observou-se também a ocorrência da não representação de validação de dados que estavam descritas no modelo.

A Tabela 3.9 apresenta o número de defeitos cometidos por participante durante a atividade de prototipação com base nos modelos de interação. Alguns participantes que participaram do

experimento no 1º dia, não estavam presentes no 2º dia (P07, P14, P20, P23, P28). Entretanto, quatro participantes que não estavam presentes no 1º dia, participaram no 2º dia (P44, P45, P46, P47). É importante notar que alguns defeitos foram identificados mais de uma vez nos artefatos produzidos por participante.

*Tabela 3.9. Resumo dos defeitos de prototipação por participante.*

GRUPO A			GRUPO B		
Partic.	#MoLIC	#CTDM	Partic.	#MoLIC	#CTDM
P01	4	2	P24	6	2
P02	0	1	P25	6	1
P03	9	2	P26	6	3
P04	1	1	P27	5	1
P05	4	3	P29	3	2
P06	3	1	P30	9	3
P08	6	2	P31	8	3
P09	4	4	P32	4	1
P10	3	2	P33	5	4
P11	7	4	P34	3	2
P12	3	0	P35	8	1
P13	1	6	P36	3	3
P15	7	5	P37	4	3
P16	8	0	P38	4	2
P17	2	2	P39	3	3
P18	4	1	P40	4	2
P19	7	0	P41	3	1
P21	3	1	P42	3	2
P22	0	0	P43	3	2
P46	4	2	P44	4	3
P47	6	4	P45	11	2

Legenda: Partic. – Participante; #MoLIC – Número de defeitos nos protótipos baseados no diagrama MoLIC; #CTDM – Número de defeitos nos protótipos baseados no diagrama CTDM.

Para analisar se os modelos de interação influenciaram o número de defeitos identificados nos protótipos, as seguintes hipóteses foram testadas:

H<sub>0</sub>: não existe diferença significativa entre o número de defeitos nos protótipos elaborados com base nos diagramas MoLIC e CTDM.

H<sub>1</sub>: existe diferença significativa entre o número de defeitos nos protótipos elaborados com base nos diagramas MoLIC e CTDM.

Novamente, o teste de hipóteses de Wilcoxon foi aplicado utilizando o nível de confiança  $\alpha=0.05$ . Como resultado foi obtido um  $p<0.001$ , assim rejeitando a hipótese nula (H<sub>0</sub>). Desta forma, é possível assumir que a diferença no número de defeitos nos protótipos é um efeito do uso dos modelos de interação.

#### ***3.3.3.4. Análise sobre a facilidade de uso e utilidade dos modelos de interação para elaborar protótipos***

Ao final da prototipação, os participantes também responderam a um questionário pós-estudo sobre cada um dos modelos, porém as afirmativas possuíam foco na compreensibilidade dos modelos e na utilidade dos modelos como base para prototipação: (A1) Foi fácil compreender

o modelo; (A2) Foi fácil construir os protótipos com base no modelo; (A3) Utilizar o modelo aumentou minha eficácia na prototipação (acredito ter identificado mais elementos da interface do que identificaria sem o modelo) e (A4) O modelo foi útil para a construção de protótipos.

Os questionários pós-estudo baseado no modelo TAM permitiram medir a percepção dos participantes sobre a facilidade de uso e utilidade das abordagens. A Tabela 3.4 mostra uma visão geral dos resultados obtidos para os itens do questionário. Para analisar de forma quantitativa as respostas dos participantes, foram atribuídos valores à escala ordinal, variando de 1 (concordo totalmente) a 6 (discordo totalmente). Para agregar os resultados fornecidos com base na escala ordinal, a mediana e o intervalo de variação de cada item foram calculados (Wohlin *et al.*, 2012).

Tabela 3.10. Mediana dos itens do questionário pós-estudo (Escala ordinal: 1 - 6).

Itens do questionário	MoLIC		CTDM	
	Mediana	Intervalo de variação	Mediana	Intervalo de variação
E1 – Fácil de aprender	2.0	1.0 – 6.0	3.0	1.0 – 6.0
E2 – Fácil de criar	2.0	1.0 – 6.0	3.0	1.0 – 6.0
<b>Facilidade de uso</b>	<b>2.0</b>	<b>1.0 – 6.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.0 – 5.0</b>
US1 – Auxilia a refletir sobre a interação	2.0	1.0 – 6.0	2.0	1.0 – 6.0
US2 – Útil para modelagem de interação	2.0	1.0 – 6.0	2.0	1.0 – 6.0
US3 – Eficácia	2.0	1.0 – 5.0	2.0	1.0 – 6.0
US4 – Útil para criação de <i>mockups</i>	1.0	1.0 – 3.0	2.0	1.0 – 5.0
<b>Utilidade</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0 – 5.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.0 – 5.0</b>
UN1 – Fácil de compreender	1.0	1.0 – 5.0	2.0	1.0 – 6.0
UN2 – Fácil para criar <i>mokups</i>	1.0	1.0 – 5.0	2.0	1.0 – 5.0
<b>Compreensibilidade</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0 – 5.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.0 – 5.0</b>

Considerando que uma mediana igual a 1.0 seria o melhor resultado possível, a MoLIC apresentou melhores resultados gerais do que o modelo CTDM para facilidade de uso, utilidade e compreensibilidade. O intervalo de variação indica que houve indicação de discordância (intervalo 4.0 – 6.0) para as afirmativas.

Para analisar se houve diferença significativa entre a percepção dos participantes sobre a facilidade de uso, utilidade e compreensibilidade dos modelos, nós realizamos testes de hipóteses sobre a amostra. Para isso, nós definimos as seguintes hipóteses:

H<sub>01</sub>: Não há diferença significativa entre a percepção sobre a facilidade de uso dos modelos MoLIC e CTDM.

H<sub>11</sub>: Há diferença significativa entre a percepção sobre a facilidade de uso dos modelos MoLIC e CTDM.

H<sub>02</sub>: Não há diferença significativa entre a percepção sobre a utilidade dos modelos MoLIC e CTDM.

H<sub>12</sub>: Há diferença significativa entre a percepção sobre a utilidade dos modelos MoLIC e CTDM.

H<sub>03</sub>: Não há diferença significativa entre a percepção sobre a compreensibilidade dos modelos MoLIC e CTDM.

H<sub>13</sub>: Há diferença significativa entre a percepção sobre a compreensibilidade dos modelos MoLIC e CTDM.

Para a condução dos testes de hipóteses, primeiramente nós realizamos o teste de Shapiro-

Wilk para verificar a normalidade das amostras (Wohlin *et al.*, 2012). As amostras para todos os indicadores (facilidade de uso, utilidade e compreensibilidade) apresentam distribuição não normal ( $p\text{-value} > 0.05$ ). Desta forma, para testar as hipóteses foi utilizado o teste não-paramétrico de Wilcoxon para amostras pareadas (Siegel & Castellan, 1988), pois para cada participante foram obtidos os valores de percepção para ambas as abordagens.

Analisando as hipóteses  $H_{01}$  e  $H_{11}$  sobre a facilidade de uso dos modelos, foi obtido um  $p\text{-value}$  igual a 0.056. Este valor não é suficiente para rejeitar a hipótese nula  $H_{01}$  ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Desta forma, não podemos afirmar que houve diferença significativa entre a facilidade de uso dos modelos.

Por outro lado, analisando as hipóteses  $H_{02}$  e  $H_{12}$  sobre a utilidade dos modelos, obtivemos um  $p\text{-value}$  igual a 0.006, rejeitando a hipótese nula  $H_{02}$  ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Considerando que o modelo MoLIC apresentou resultados melhores que o modelo CTDM em relação à utilidade, podemos afirmar que a percepção sobre a utilidade do modelo MoLIC foi significativamente melhor que a percepção sobre a utilidade do modelo CTDM (Tabela 3.10).

Para analisar as hipóteses  $H_{03}$  e  $H_{13}$  sobre a compreensibilidade, nós também realizamos o teste de Wilcoxon. O valor  $p\text{-value}$  obtido foi igual a 0.019, rejeitando a hipótese nula  $H_{03}$  ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Assim, podemos afirmar que a compreensibilidade do modelo MoLIC foi superior à percepção sobre a compreensibilidade do modelo CTDM, visto que o modelo MoLIC apresentou melhores resultados em relação à compreensibilidade (Tabela 3.10).

Nesta etapa, os participantes também foram questionados sobre a sua preferência por uma abordagem para a prototipação. A Figura 3.12 ilustra o resultado obtido.

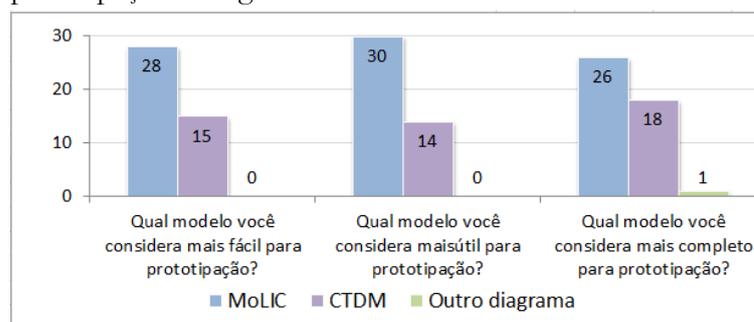


Figura 3.12. Preferência dos participantes em relação aos modelos de interação para a construção de protótipos.

A maioria dos participantes indicou a MoLIC como o modelo mais fácil, útil e completo para ser utilizado como base para a prototipação. Note que um participante assinalou mais de uma resposta para a primeira questão e para as duas outras questões, dois participantes assinalaram mais de uma resposta.

### 3.3.4. Análise qualitativa dos resultados

Assim como no estudo exploratório, foi realizada a codificação com o intuito de identificar códigos que descrevessem fatores que influenciaram a percepção dos participantes sobre os modelos de interação. A codificação foi realizada por um pesquisador e revisada por dois outros pesquisadores. Como o estudo comparativo avaliou o uso dos modelos para modelagem de interação e para a prototipação, foram identificados códigos relacionados a duas percepções sobre cada modelo: percepção sobre o uso do modelo para modelagem da interação e percepção do uso do modelo como base para prototipação. Para ilustrar os resultados da codificação, foram

elaborados esquemas gráficos. A Figura 3.13 ilustra os resultados para a percepção sobre o uso do modelo MoLIC para a modelagem da interação. Três fatores de influência positiva e um fator de influência negativa foram identificados.

Os fatores que influenciaram de forma positiva foram a capacidade de o modelo MoLIC prover uma visão ampla da aplicação, ajudar a identificar os fluxos alternativos de interação e rupturas de comunicação. Por outro lado, a dificuldade em utilizar os emissores de falas de transição e a falta de detalhamento de cada ação, influenciaram de forma negativa essa percepção.

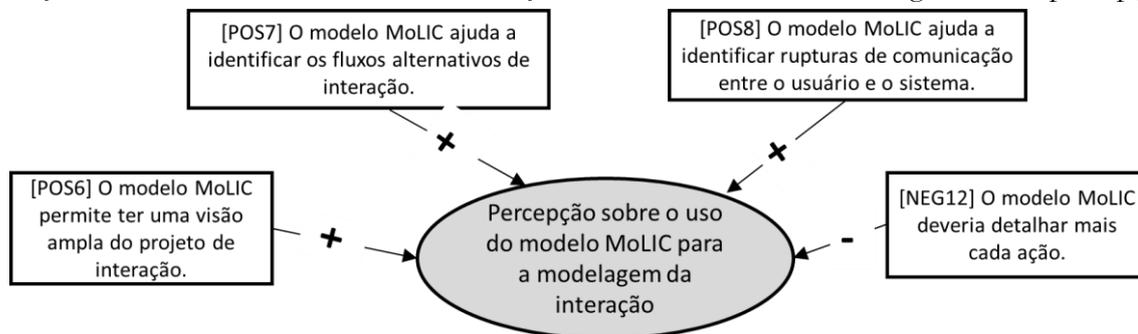


Figura 3.13. Percepção sobre o uso do modelo MoLIC para modelagem da interação - Fatores identificados no estudo comparativo.

**[POS6] O modelo permite ter uma visão ampla do projeto de interação:** Os participantes indicaram que o modelo MoLIC fornece uma visão ampla da aplicação.

“MoLIC ajuda a ter uma visão ampla de todo o projeto de interação de um sistema, facilitando a identificação principalmente de inconsistências e diferenças entre as experiências de interação de parcelas distintas do sistema”. – P18

“Você acaba tendo uma visão geral do que o aplicativo faz de uma forma mais resumida”. – P32

**[POS7] O modelo MoLIC ajuda a identificar os fluxos alternativos de interação:** “A descrição dos campos de tela e dos botões já dá a ideia do que o desenvolvedor deve programar, além do que a MoLIC também já permite o programador codificar os fluxos alternativos e de erro do sistema”. – P14

“Ajuda o refletir no caminho percorrido durante o uso de uma aplicação, tendo o encontro de outros caminhos, fazendo até uso mais eficaz”. – P23

**[POS8] O modelo MoLIC ajuda a identificar rupturas de comunicação entre o usuário e o sistema:** No modelo MoLIC, as rupturas de comunicação descrevem possíveis problemas que podem ocorrer durante a interação e devem ser devidamente tratadas pelo sistema, fornecendo feedback adequado ao usuário.

“Ela me permitiu ver com mais clareza a interação entre usuário e preposto do designer e facilitar encontrar onde podem haver rupturas de comunicação”. – P22

**[NEG12] O modelo MoLIC deveria detalhar mais cada ação:** “Senti a necessidade de detalhar mais cada ação, apenas u: ou d: não achei suficiente”. – P1

A Figura 3.14 ilustra os fatores influenciadores identificados em relação à percepção sobre o uso do modelo MoLIC como base para prototipação. Oito fatores de influência positiva e dois fatores de influência negativa foram identificados.

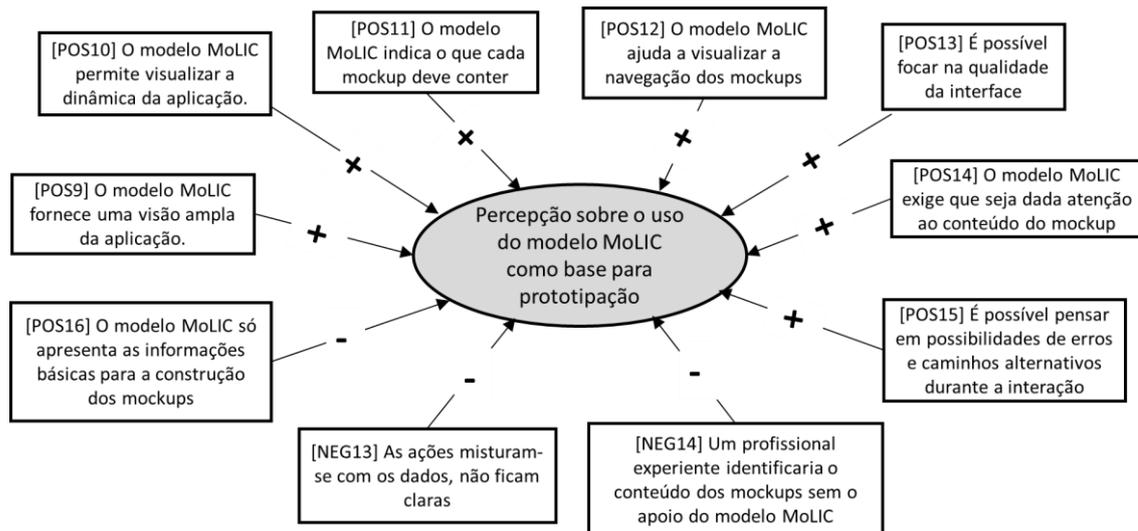


Figura 3.14. Percepção sobre o uso do modelo MoLIC como base para prototipação - Fatores identificados no estudo comparativo.

**[POS9] O modelo MoLIC fornece uma visão ampla da aplicação:** A notação da MoLIC permite a elaboração de um modelo geral, que pode ser refinado conforme as informações disponíveis sobre a interação. Desta forma, os participantes apontaram que o modelo fornece uma visão ampla da aplicação.

“[...] porque pelo modelo MoLIC é possível obter uma visão ampla do sistema”. – P8

“O modelo MoLIC oferece uma visão de interação mais geral. Com isso, a construção do mockup foi mais rápida”. – P21

**[POS10] O modelo MoLIC permite visualizar a dinâmica da aplicação:** Os participantes reconheceram que o modelo MoLIC descreve o comportamento da aplicação, o que auxilia na construção do mockup.

“O modelo MoLIC é intuitivo, olhando para o modelo é possível imaginar a dinâmica do aplicativo”. – P1

“O modelo MoLIC foi útil para a construção dos *mockups* porque sem a descrição das ações fornecida pelo modelo não seria possível ter ideia de como o sistema se comportaria”. – P19

**[POS11] O modelo MoLIC indica o que cada mockup deve conter:** Os participantes indicaram que o modelo MoLIC descreve o conteúdo de cada mockup. O detalhamento da troca de informação entre o usuário e o sistema é descrita pelo modelo MoLIC através dos diálogos e dos signos, que compõem as cenas.

“O diagrama descreve bem os elementos presentes na interface até mesmo os que costumam ser omitidos (botão voltar, por exemplo) ” – P18

“Foi fácil construir os *mockups* com base no modelo MoLIC, pois o que era necessário já era apresentado em cada cena”. – P32

**[POS12] O modelo MoLIC ajuda a visualizar a navegação dos *mockups*:** A navegação entre os *mockups* foi identificada através do modelo MoLIC, segundo os participantes. As transições e falas de transições fornecem esta informação sobre a troca de cenas por parte do usuário.

“Foi fácil identificar as transições a cada interação”. – P13

“É fácil perceber o fluxo entre as telas através das transições”. – P9

**[POS13] É possível focar na qualidade da interface:** O participante P18 apontou que, como o conteúdo do mockup já está definido no modelo MoLIC, o designer pode focar na qualidade do mockup durante a construção.

“A MoLIC foi útil para a construção dos *mockups* pois prototipar com base no diagrama exige muito menos reflexão sobre que elementos são essenciais de uma interface e permite focar na qualidade da interface logo na primeira prototipação”. – P18

**[POS14] O modelo MoLIC exige que seja dada atenção ao conteúdo do mockup:** Os participantes apontaram que devido ao detalhamento fornecido pelo modelo MoLIC, o designer acaba ficando mais atento ao conteúdo do mockup durante a construção. Detalhes poderiam passar despercebidos sem o uso do modelo MoLIC.

“O modelo MoLIC exige que dê mais atenção aos elementos do mockup”. – P4

“Se fosse fazer os *mockups* sem o diagrama MoLIC provavelmente esqueceria de elementos ou interações”. – P34

**[POS15] É possível pensar em possibilidades de erros e caminhos alternativos durante a interação:** O modelo MoLIC descreve as rupturas de comunicação que podem ser recuperadas através do apoio do sistema e também caminhos de interação alternativos através, por exemplo, do elemento acesso ubíquo. Desta forma, os participantes P8 e P9 apontaram este fator como influenciador na facilidade de construção dos *mockups* com base no modelo MoLIC.

“Com o diagrama MoLIC é possível pensar em mais casos de erros ou mais possibilidades de interação”. -P8

“A MoLIC auxilia a identificar os locais que precisam da mensagem do sistema”. – P9

**[POS16] O modelo MoLIC apresenta as informações básicas para a construção dos *mockups*:** os participantes apontaram que as informações básicas são fornecidas para construir os protótipos.

“O diagrama MoLIC dá informações suficientes para que se construa *mockups* iniciais”. – P3

“O modelo MoLIC ajuda a ter uma breve noção de como vai ser cada tela”. – P16

**[NEG13] As ações misturam-se com os dados, não ficam claras:** O participante 15 apontou que foi difícil compreender o modelo MoLIC, devido ao uso conjunto dos diálogos (ações) e signos (conteúdo).

“Não foi tão fácil compreender o modelo MoLIC, pois as interações misturam-se com dados, algumas ações não são tão claras”. – P15

**[NEG14] Um profissional experiente identificaria o conteúdo dos *mockups* sem o apoio do modelo MoLIC:** “A utilização da MoLIC auxilia muito na identificação de elementos, mas alguém com experiência veria os mesmos elementos de qualquer forma”. – P38

Em relação à percepção sobre o uso do modelo CTDM para a modelagem da interação, três fatores de influência positiva e um fator de influência negativa foram identificados. A Figura 3.15 ilustra o esquema gráfico obtido.

**[POS17] O modelo CTDM ajuda a pensar sobre diferentes possibilidades de interação:** “É possível prever todas as possíveis interações”. – P42

“Sim, pois esse método é muito detalhado então nos faz pensar em muitas possibilidades”. – P36

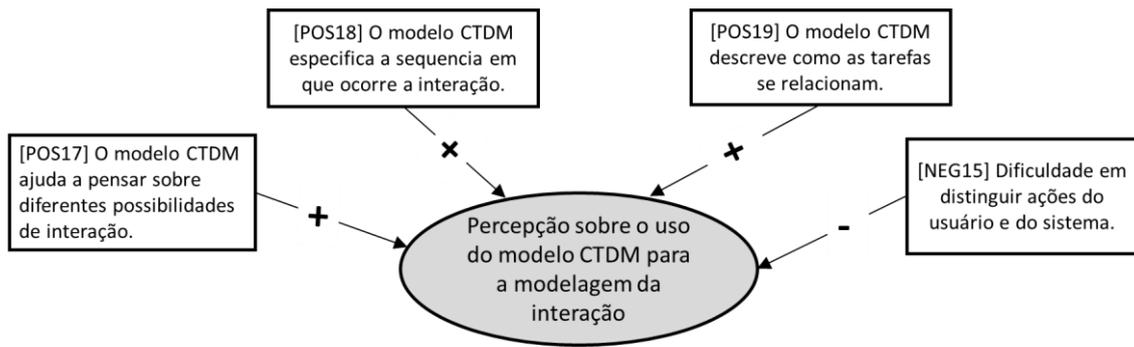


Figura 3.15. Percepção sobre o uso do modelo CTDM para modelagem da interação - Fatores identificados no estudo comparativo.

**[POS18] O modelo CTDM especifica a sequência em que ocorre a interação:** “Dá para seguir a linha temporal de acontecimentos de um caso sem precisar se atentar para tantos detalhes”. – P6

“O modelo CTDM mostra o decorrer de todo o processo”. – P41

**[POS19] O modelo CTDM descreve como as tarefas se relacionam:** “Os elementos auxiliam na visualização de como as tarefas se comunicam e como cada ação pode ser representada pelos elementos temporais”. – P19

**[NEG15] Dificuldade em distinguir ações do usuário e do sistema:** “Quando modelamos ações, pode ficar confuso de quem é aquela ação. Se do usuário ou do computador”. – P22

De acordo com os participantes, as tarefas e ações do modelo CTDM auxiliam na reflexão sobre a interação, detalhando cada passo da interação e a sequência na qual a interação ocorre. Entretanto, os participantes apontaram dificuldades em distinguir ações do usuário e do sistema e em utilizar as ações com as relações temporais. A Figura 3.16 apresenta os fatores influenciadores relacionados ao uso do modelo CTDM como base para prototipação. Em relação à percepção sobre o uso do modelo CTDM como base para prototipação, onze fatores influenciadores foram identificados, sendo quatro fatores de influência positiva e sete fatores de influência negativa.

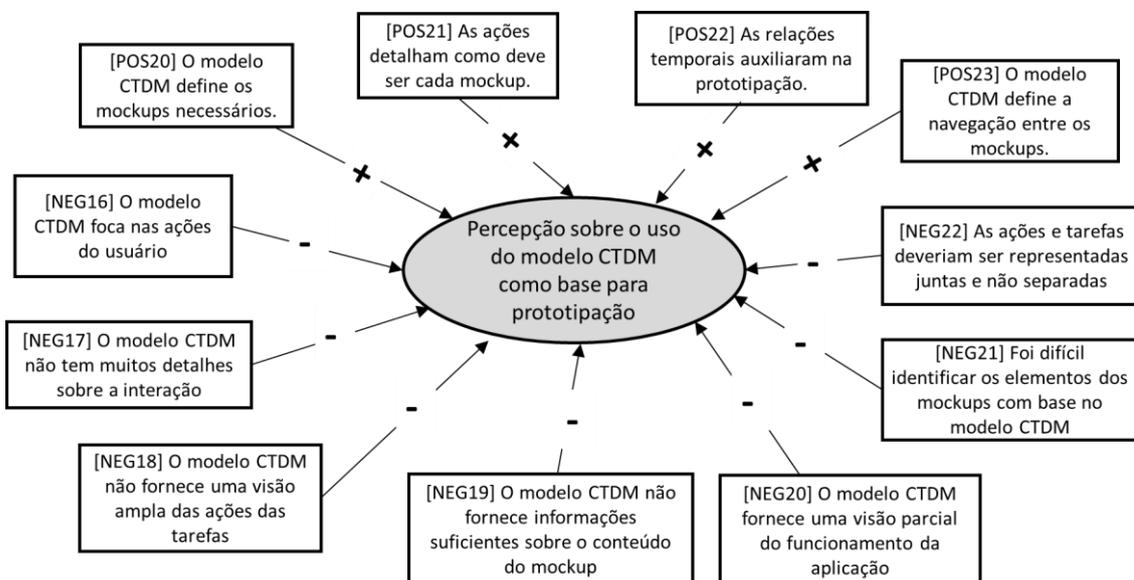


Figura 3.16. Percepção sobre o uso do modelo CTDM como base para prototipação - Fatores identificados no estudo comparativo.

*estudo comparativo.*

**[POS20] O modelo CTDM define os *mockups* necessários:** Segundo o participante P3, o modelo CTDM permite identificar os *mockups* necessários durante a prototipação. Isto facilita a construção dos *mockups*. O modelo CTDM representa tarefas e ações, o participante pode ter considerado cada tarefa como um *mockup*, porém este relacionamento nem sempre é direto, de forma semelhante ao modelo MoLIC.

“Foi fácil construir os *mockups* com base no modelo CTDM porque o CTDM detalha bem quais telas e quais fluxos o *mockup* tem que ter”. – P3

**[POS21] As ações detalham como deve ser cada *mockup*:** “O modelo CTDM foi útil para a construção dos *mockups* porque cada tarefa já tinha os componentes necessários para o *mockup*”. – P17

“O diagrama CTDM mostrava cada passo da interação. A partir disso, os *mockups* saiam mais completos”. – P21

“Achei mais fácil utilizar o modelo CTDM como base para a prototipação pois com o detalhamento das tarefas, me ajudou ainda mais a saber o que eu poderia colocar nos *mockups* do sistema e o que eu não poderia”. – P36

**[POS22] As relações temporais auxiliaram na prototipação:** Os participantes apontaram que as relações temporais, elementos que descrevem dependências entre tarefas e ações, auxiliaram na construção dos *mockups*.

“[...]as figuras ([ ], | | |) fornecem maior precisão na prototipação”. – P1

“Utilizar o modelo CTDM aumento minha eficácia na prototipação porque os elementos temporais ajudaram bastante”. – P19

**[POS23] O modelo CTDM define a navegação entre os *mockups*:** Os participantes apontaram que o modelo CTDM detalha o relacionamento entre os possíveis *mockups*, auxiliando na definição da navegação entre eles.

“O modelo CTDM detalha bem quais telas e quais fluxos o *mockup* tem que ter”. – P3

“O modelo CTDM foi útil para a construção dos *mockups*, pois é visível as dependências de cada tela”. – P9

**[NEG16] O modelo CTDM foca nas ações do usuário:** As ações descritas no modelo CTDM de fato são as ações do usuário. As ações do sistema são apresentadas somente no caso de transições *error* e *start*, para indicar caminhos alternativos de interação após uma validação do sistema.

“O modelo CTDM deixa claro o que o usuário pode fazer na interface, mas não facilita se eu não tiver boas ideias”. – P22

**[NEG17] O modelo CTDM não tem muitos detalhes sobre a interação:** Os participantes apontaram que o nível de detalhamento do modelo CTDM deixa a desejar.

“Apesar de ser mais simples que a MoLIC, o modelo CTDM não tem tantos detalhes”. – P10

“Dá para construir os *mockups* com base no modelo CTDM, mas sem tantos detalhes quanto na MoLIC”. – P29

**[NEG18] O modelo CTDM não fornece uma visão ampla das ações das tarefas:** “Não foi fácil construir os *mockups* com base no modelo CTDM, pois não dá para ter uma visão ampla das ações junto as tarefas visto que as duas são definidas de forma separada”. – P7

**[NEG19] O modelo CTDM não fornece informações suficientes sobre o conteúdo do mockup:** O nível de detalhamento do conteúdo no modelo CTDM depende de nível de granularidade das ações. Por exemplo, em um cadastro de usuário, uma ação pode ser simplesmente “informar dados cadastrais” ou pode ser descrita detalhadamente através da ação “informar nome, endereço, data de nascimento, sexo”. Ainda assim, é uma única ação que resume a informação que será fornecida pelo usuário.

“O modelo CTDM detalha bem quais telas e quais fluxos o mockup tem que ter, porém sobre os conteúdos das telas não tem muitas informações”. – P3

“Apesar de dizer a ação do usuário, o modelo CTDM fornece menos detalhe da interface da tela, do que contém”. – P10

“Foram poucas as informações sobre o que seria apresentado nas telas [...] Não mostrou as informações que eu deveria exibir”. – P33

**[NEG20] O modelo CTDM fornece uma visão parcial do funcionamento da aplicação:** “Discordo que utilizar o modelo CTDM tenha aumentando minha eficácia na prototipação porque é possível ter uma visão parcial das funcionalidades do sistema”. – P7

**[NEG21] Foi difícil identificar os elementos dos *mockups* com base no modelo CTDM:** “Por não descrever diretamente os elementos da interface como a MoLIC, foi mais difícil identificá-los com base no modelo CTDM na prototipação”. – P18

**[NEG22] As ações e tarefas deveriam ser representadas juntas e não separadas:** “As ações e as tarefas deveriam ficar juntas e serem uma só ao invés de subdividir em duas partes”. – P7

O modelo CTDM foi considerado útil para a construção dos *mockups*, pois auxiliou a identificar os *mockups* necessários, as ações que deveriam ser representadas em cada mockup e como os *mockups* estariam relacionados. Todavia, o modelo CTDM foca somente as ações do usuário e não fornece muitos detalhes sobre a interação, de acordo com os participantes. Além disso, embora os elementos do modelo CTDM tenham sido considerados simples, alguns detalhes do modelo tais como as relações temporais, foram apontados como difíceis de lembrar, ocasionando dificuldades durante a modelagem de interação.

### **3.4. Comparativo de características das soluções existentes**

Durante o mapeamento sistemático, foram identificados quinze modelos de interação e navegação: TADEUS, Lean Cuisine+, PUAN, DIGBE, MoLIC, CRITON, OCD, PSDM, CTDM, OntoUCP, NIM, Diamodl, CIAN, DSM e MoLICC. Considerando o número de diferentes modelos identificados, tornou-se inviável conduzir experimentos controlados para avaliar cada modelo. Desta forma, decidiu-se conduzir uma análise mais abrangente sobre o uso dos modelos identificados com outros dois pesquisadores com experiência em modelagem de interação, de tal forma que a caracterização dos modelos não fosse resultante somente do ponto de vista do pesquisador responsável por esta pesquisa.

Assim, para compreender o quanto os modelos apoiam a modelagem de interação e navegação, os aspectos do uso dos modelos, tais como a facilidade de aprendizado, facilidade de uso, compreensibilidade e utilidade foram analisados pelos pesquisadores.

#### **3.4.1. Modelos de interação e navegação analisados**

Os objetos da avaliação foram onze dos modelos de interação e navegação identificados

durante o mapeamento sistemático. Três modelos não puderam ser considerados devido à falta de material completo sobre sua notação: PUAN (Du & England, 2001), DIGBE (Penner & Steinmetz, 2002; Penner & Steinmetz, 2003) e Diamodl (Trætterberg, 2008). Os modelos CIAN (Giraldo *et al.* 2008a; Giraldo *et al.* 2008b; Molina *et al.* 2009) e MoLICC (Souza & Barbosa, 2015a; Souza & Barbosa, 2015b) não foram considerados na análise por serem modelos específicos para sistemas colaborativos.

Nas subseções seguintes os modelos analisados serão apresentados, exceto os modelos MoLIC (Paula & Barbosa, 2007) e CTDM (López-Jaquero & Montero, 2007), pois foram previamente apresentados nas subseções anteriores (MoLIC é apresentada na subseção 3.2.1 e CTDM é apresentado na subseção 3.3.1). Para simplificar a apresentação dos elementos de cada notação, será apresentado um exemplo de modelagem utilizando cada modelo considerando um mesmo cenário de interação apresentado por Barbosa e Silva (2014) e descrito a seguir:

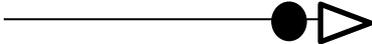
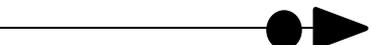
“Dia 10 chegou, e Marta lembra que precisa transferir o dinheiro do aluguel para Ana. Como está longe de uma agência bancária e não sabe se daria tempo de pegar uma agência aberta, Marta decide efetuar a transferência pela Internet. Ela entra no site do seu banco, acessa sua conta e inicia o processo de transferência, indica a conta de Ana de uma lista de contas pré-cadastradas, informa a quantia a ser transferida e confirma a operação com sua senha. Ao conferir que a transferência foi efetuada, ela salva o comprovante de transferência, verifica o seu saldo para confirmar o quanto ainda resta de dinheiro na conta e sai do sistema.”

Este cenário trata de quatro diferentes objetivos de interação: acessar conta, realizar transferência, consultar saldo e salvar comprovante de transferência. Os modelos analisados representam de formas diversificadas o mesmo cenário de interação, conforme descritos nas subseções seguintes.

### 3.4.1.1. TADEUS (TAsk-based DEvelopment of USer interface software)

TADEUS é uma abordagem orientada a tarefas para o desenvolvimento de interfaces (Elwert, 1996). A abordagem possui um modelo de diálogos elaborado com base em tarefas e informações sobre os objetos de domínio da aplicação. Um resumo dos elementos do modelo TADEUS é apresentado na Tabela 3.11:

Tabela 3.11. Resumo da notação do modelo TADEUS.

Elemento	Notação	Descrição
View		Representa como os objetos serão apresentados na interface.
Objeto de Domínio		Objetos relacionados aos métodos ou serviços descritos no modelo.
Transição Concorrente		Métodos ou serviços realizados pelo usuário de forma concorrente a outros.
Transição Sequencial		Métodos ou serviços realizados pelo usuário após a realização de transições anteriores.

A notação possui quatro elementos, dois relacionados a transições, que representam serviços associados a um objeto de domínio. Os objetos de domínio estão contidos nas *views*, que

representam as unidades de apresentação da interface. A Figura 3.17 ilustra a modelagem da interação do cenário descrito anteriormente:

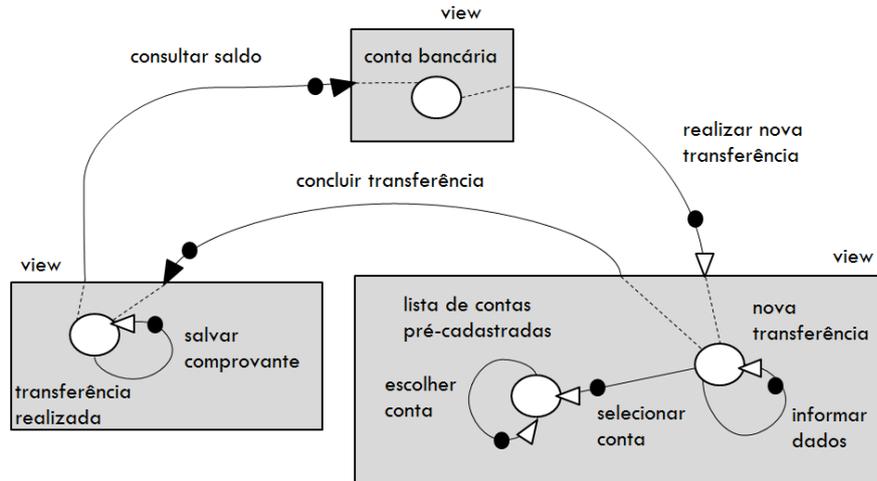


Figura 3.17. Modelo de interação utilizando a abordagem TADEUS.

O modelo de interação elaborado possui três *views*, ou seja, três unidades de apresentação. Os objetos de domínio identificados no cenário de interação considerado foram “conta bancária”, “nova transferência”, “lista de contas pré-cadastradas” e “transferência realizada”. Os objetos devem estar contidos nas *views* onde serão manipulados, ou seja, nas *views* em que os usuários poderão solicitar os serviços sobre aquele objeto. As transições indicam os serviços realizados sobre os objetos de domínio, ou seja, as operações descritas no cenário, tal como a realização de transferência.

### 3.4.1.2. LEAN CUISINE +

Lean Cuisine+ (Scogings & Phillips, 2001) é uma notação gráfica semiformal para descrever o comportamento de interfaces de manipulação direta através de eventos. Além disso, é uma extensão da Lean Cuisine (Apperley & Spence, 1989), uma notação gráfica baseada no uso de diagramas de árvores para descrever menus de sistemas. Na especificação Lean Cuisine+, a interface é representada primeiramente como uma árvore de diálogos. O comportamento da interface é representado através de restrições e dependências entre os nós da árvore, denominados *menemes*. Os eventos que ocorrem na interface são associados aos *menemes*. Um resumo dos elementos do modelo *Lean Cuisine +* é apresentado na Tabela 3.12:

Tabela 3.12. Resumo da notação do modelo LEAN CUISINE +.

Elemento	Notação	Descrição
Menemes	<b>NOME_MENEME</b>	Representação de um objeto, ação, estado, ou valor na interface.
Subdialogue Mutually Compatible	<pre> graph TD     A[MENEME_VIEW] --- B[MENEME1]     A --- C[MENEME2]     A --- D[MENEME3]         </pre>	Um grupo de menemes da árvore de diálogos que podem ser selecionados em conjunto.

Elemento	Notação	Descrição
Subdialogue Mutually Exclusive		Um grupo de menemes da árvore de diálogo, no qual apenas um pode ser selecionado.
Floating Meneme		Meneme necessário para a realização de uma tarefa, mas que não estava definido anteriormente.
Selected Meneme		Meneme necessário para a realização de uma tarefa.
Selection Trigger		Relação entre menemes, indicando que o meneme foi selecionado. Uma transição tracejada indica uma resposta do sistema para a ação do usuário.

A Figura 3.18 ilustra a modelagem da interação para a tarefa “Acessar conta” do cenário descrito anteriormente.

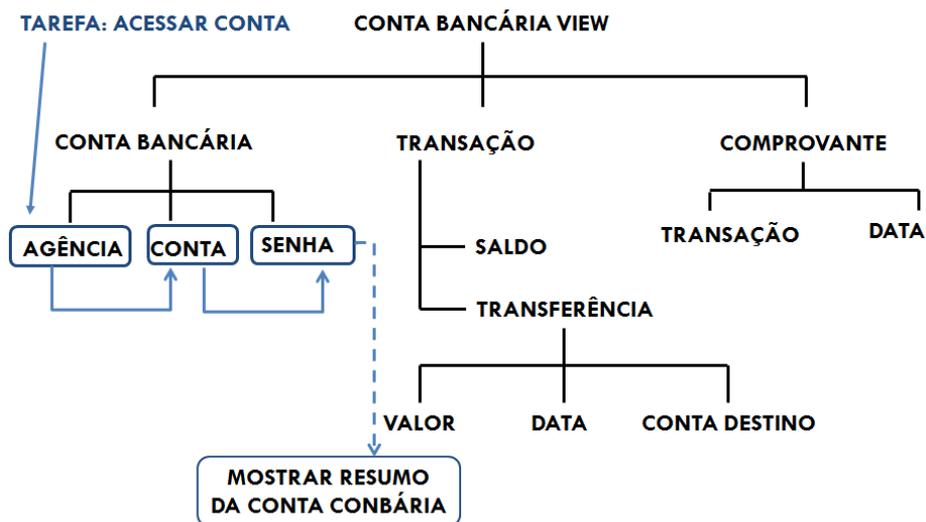


Figura 3.18. Modelo de interação utilizando a abordagem LEAN CUISINE +.

Primeiramente, a árvore de *menemes* deve ser definida, indicando todos os objetos envolvidos na interface. Assim, foi definido o *meneme* principal “Conta Bancária View” que contém os subdiálogos “Conta bancária”, “Transação” e “Comprovante”. Para representar como ocorre a interação sobre os objetos da interface, são definidos fluxos entre os *menemes*, podendo ser inseridos novos *menemes*.

Neste caso, para representar a interação ao longo da tarefa “Acessar conta”, foi definido o fluxo através dos *menemes* “Agência”, “Conta” e “Senha”, que são os dados necessários para acessar

a conta e em seguida um novo *meneme* surge: “Mostrar resumo da conta bancária”.

### 3.4.1.3. Operation and Control Diagram (OCD)

O modelo OCD (*Operation and Control Diagram*) está inserido em um framework para o design baseado em casos, que objetiva encorajar o reuso de casos de design anteriores de maneira compatível com as estratégias práticas dos designers (Kim & Yoon, 2005). A notação OCD é proposta para representar de forma abstrata e detalhar operações, descrevendo a interação entre o usuário e a interface de um sistema. O modelo é utilizado no contexto do framework como instrumento de visualização de casos de design. Um resumo dos elementos do modelo OCD é apresentado na Tabela 3.13:

Tabela 3.13. Resumo da notação do modelo OCD.

Elemento	Notação	Descrição
Operação		Representa as interações do usuário para realizar uma tarefa.
Operação Abstrata		Representa uma operação, sem o detalhamento das ações que a compõem.
Estados / Respostas Do Sistema		Indicam a disponibilidade e efeitos das operações subsequentes. As respostas do sistema são descritas nas setas.
State Header		Utilizados para separar estados quando necessário.
Memory Header		Utilizados quando o sistema decide o próximo estado.

A Figura 3.19 ilustra a modelagem da interação para a tarefa “Realizar transferência” do cenário descrito anteriormente:

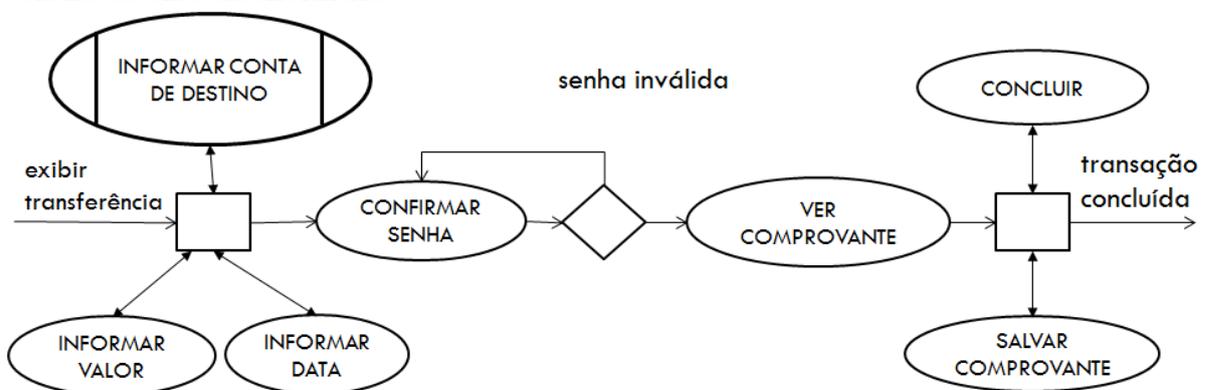


Figura 3.19. Modelo de interação utilizando a abordagem OCD.

Para realizar a transferência, inicialmente as operações “Informar conta de destino”, “Informar valor”, “Informar data” e “Confirmar senha” devem ser realizadas. A operação “Informar conta de destino” foi representada como uma operação abstrata devido ao detalhamento

necessário na tarefa, pois de acordo com o cenário de interação, a conta de destino pode ser informada manualmente ou selecionada de uma lista de contas pré-cadastradas. O sistema, então, verifica a senha informada e o usuário pode ser direcionado para a operação “Ver comprovante” ou retornar para “Confirmar senha”. Após visualizar o comprovante, o usuário poderá “Concluir” e “Salvar comprovante”.

#### 3.4.1.4. Modelo de navegação CRITON

CRITON é um método de design orientado a objetos especificamente criado para o design de interface hipermídia (Avgeriou & Retalis, 2005). CRITON consiste em um método que engloba o design conceitual como base para o design de navegação, que por sua vez é considerado para o design de interface. Nesta pesquisa, somente o modelo de navegação proposto no método foi considerado para análise dado o contexto da pesquisa. O modelo de navegação CRITON consiste em representar como as páginas de uma aplicação web estão interconectadas através de links. Um resumo dos elementos do modelo CRITON é apresentado na Tabela 3.14:

Tabela 3.14. Resumo da notação do modelo CRITON.

Elemento	Notação	Descrição
Páginas	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">             PÁGINA 1           </div>	Representam cada página do site, deve seguir uma sequência de índices: 1, 1.1, 1.2, 2, 2.1, 2.2, e assim por diante.
Transições		Transições entre os nós, indicando como ocorre a navegação, como os nós podem ser acessados.

A Figura 3.20 ilustra a modelagem da navegação do cenário descrito anteriormente.

Para elaborar o modelo de navegação, é necessário identificar as páginas que serão utilizadas e de que foram estarão relacionadas. As páginas são numeradas de acordo com a sequência segundo a qual podem ser acessadas. Por exemplo, para consultar o saldo, o usuário deverá acessar as páginas 1, 1.1, e 1.1.2.

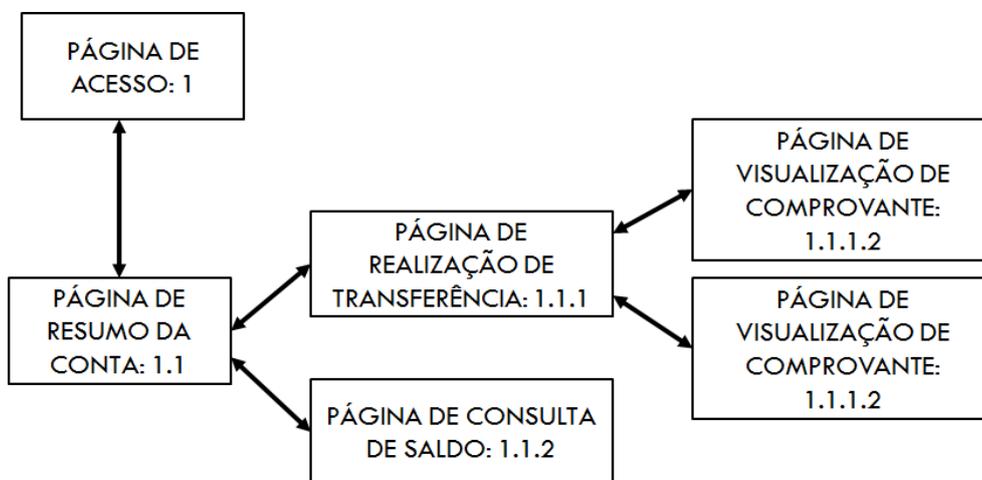


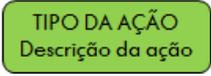
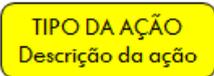
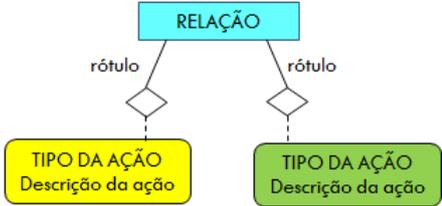
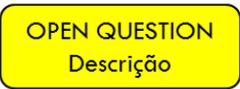
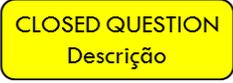
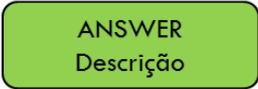
Figura 3.20. Modelo de navegação utilizando a abordagem CRITON.

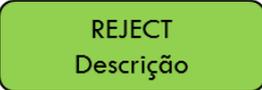
#### 3.4.1.5. ONTOUCP discourse model

OntoUCP é um modelo de diálogos baseado em resultados de várias teorias sobre comunicação humana, a partir dos quais foi elaborada uma ontologia, que representa os elementos

do modelo e seus relacionamentos (Kavaldjian *et al.*, 2007; Kavaldjian, 2007). Os principais elementos do modelo são as ações comunicativas, que representam o objetivo de uma interação, e as relações entre as ações comunicativas que as relaciona de maneira hierárquica. Um resumo dos elementos do modelo OntoUCP é apresentado na Tabela 3.15:

Tabela 3.15. Resumo da notação do modelo ONTOUCP.

Elemento	Notação	Descrição
Ações Comunicativas do Usuário		Abstrações das falas do usuário que compõem o discurso entre o usuário e o sistema.
Ações Comunicativas do Sistema		Abstrações das falas do sistema que compõem o discurso entre o usuário e o sistema.
Pares Adjacentes		Relaciona um ato comunicativo com o seu posterior ou relaciona dois atos comunicativos alternativos.
Relações RST (Rhetorical Structure Theory)		Descrevem a relação retórica existente entre atos comunicativos. O rótulo pode ser: - Nucleus: A parte principal da comunicação. - Satellite: A parte auxiliar da comunicação.
Tipos de Ações Comunicativas		
	Questões abertas permitem solicitar um tipo de informação, sem restringir a resposta.	
	Questões fechadas restringem a resposta a uma lista de opções fornecidas pelo sistema.	
	Utilizada para fornecer a resposta de uma pergunta (OPEN QUESTION ou CLOSED QUESTION).	

	<p>Utilizada para fornecer informações pelo usuário ou pelo sistema.</p>
	<p>Utilizada para solicitar uma ação do parceiro do discurso. Deve ser seguida por uma ação do usuário ou do sistema.</p>
	<p>Utilizada para oferecer possíveis ações ao usuário.</p>
	<p>Utilizada para aceitar um REQUEST ou OFFER do sistema.</p>
	<p>Utilizada para rejeitar um REQUEST ou OFFER do sistema.</p>
<p>Tipos de Relações RST</p>	
	<p>Relaciona atos comunicativos do mesmo tipo. O relacionamento não especifica a ordem dos atos. (Rótulos: NÚCLEO – NÚCLEO)</p>
	<p>Relaciona atos comunicativos semelhantes e os compara em relação às suas diferenças. (Rótulos: NÚCLEO – NÚCLEO)</p>
	<p>Relaciona o núcleo a informações gerais que possam ajudar a compreendê-lo. (Rótulos: NÚCLEO – SATÉLITE)</p>
	<p>Nesta relação, o satélite contém detalhes sobre um elemento do tema que é apresentado no núcleo, seguindo o seguinte padrão (NÚCLEO – SATÉLITE): Conjunto – Membro; Abstração – Instância; Todo – Parte; Processo – Etapa; Objeto – Atributo.</p>
	<p>É um tipo de Elaboração, <i>restringindo</i> o detalhe adicional a uma breve descrição, como um título ou subtítulo. (Rótulos: NÚCLEO – SATÉLITE).</p>
	<p>É um tipo de Elaboração, <i>restringindo</i> o detalhe adicional a informações gerais. (Rótulos: NÚCLEO – SATÉLITE)</p>

<b>SEQUENCE</b>	Ordem definida para a realização dos atos comunicativos. (Rótulos: NÚCLEO – NÚCLEO)
<b>CONDITION</b>	Nesta relação, os atos comunicativos do núcleo são realizados de acordo com o resultado dos atos comunicativos do satélite. (Rótulos: NÚCLEO – SATÉLITE)

A Figura 3.21 ilustra a modelagem da interação da tarefa “Acessar a conta” do cenário descrito anteriormente:

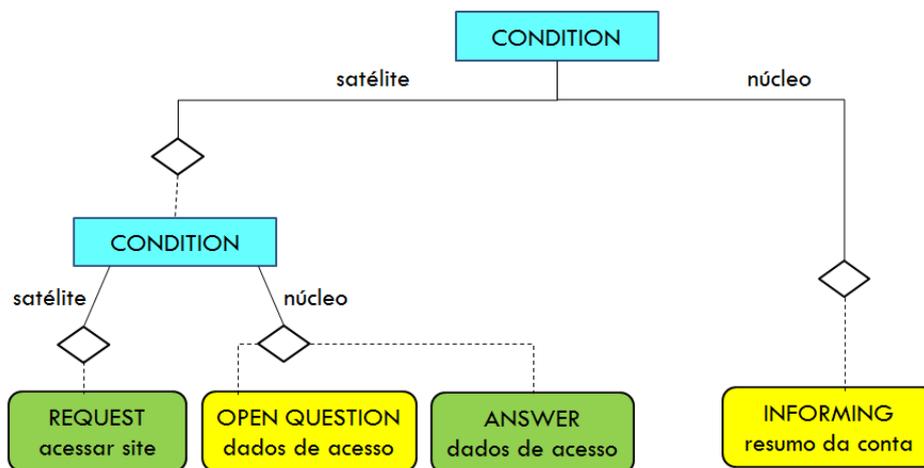


Figura 3.21. Modelo de interação utilizando a abordagem ONTOUCP.

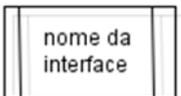
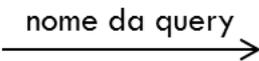
Como a interação inicia com uma solicitação do usuário, o modelo de interação inicia com a ação comunicativa do tipo “Request”, na qual o usuário solicita acessar o site. Em seguida, o sistema solicita do usuário os dados de acesso do usuário, através da ação do tipo “Open Question”, pois o sistema não fornece opções pré-definidas ao usuário. O usuário então responde informando os dados de acesso. Por fim, o sistema apresenta um resumo da conta, através da ação do tipo “Informing”. As ações são associadas através da relação “Condition”, pois as ações do núcleo só serão realizadas se as ações do satélite forem realizadas com sucesso.

### 3.4.1.6. Navigation and Interaction Model (NIM)

O modelo de interação e navegação (NIM) faz parte de um método para o design de interface web (Lu *et al.*, 2007). O método se propõe a apoiar a captura de informações relevantes da interface web através de um modelo de apresentação e após isto, representar a operação e navegação entre as páginas através do modelo de interação e navegação (NIM). Somente o modelo de interação e navegação foi considerado durante a avaliação. Um resumo dos elementos do modelo NIM é apresentado na Tabela 3.16:

Tabela 3.16. Resumo da notação do modelo NIM.

Elemento	Notação	Descrição
Ator		Representa um usuário que irá interagir com a interface.

Elemento	Notação	Descrição
Caso de Uso		Representa uma funcionalidade do sistema disponível para o usuário na interface.
Interface do Usuário		Representa uma interface de usuário necessária para a realização das operações do usuário.
Coleção de Dados		Um tipo de objeto da interface que contém os dados apresentados ao usuário, pode ser atualizado durante as operações do usuário na interface.
Associação		Relaciona os casos de uso com atores e coleções de dados.
Navegação		Relaciona os casos de uso com as interfaces de usuário.
Query		Representa uma operação na interface que age sobre as coleções de dados. Portanto, deve estar especificada nas associações.

A Figura 3.22 ilustra a modelagem da interação do cenário descrito anteriormente:

O modelo inicia como um diagrama de casos de uso tradicional, contendo os casos e atores e os relacionamentos entre eles. O ator do diagrama é o usuário e os casos de uso identificados foram “Acessar conta”, “Consultar saldo”, “Realizar transferência” e “Salvar comprovante”. Além disso, cada caso de uso deve ser relacionado a um elemento de interface do usuário, indicando a interface na qual o caso de uso será realizado, o relacionamento entre os casos de uso e interfaces do usuário é denominado de navegação. No que concerne ao caso de uso “Acessar conta”, foi definida a “interface de login”. Devem ser definidas também as coleções de dados que são manipuladas durante o caso de uso. Para acessar a conta, a coleção “Coleção\_Usuários” é utilizada, contendo os do usuário necessários para validar seu acesso.

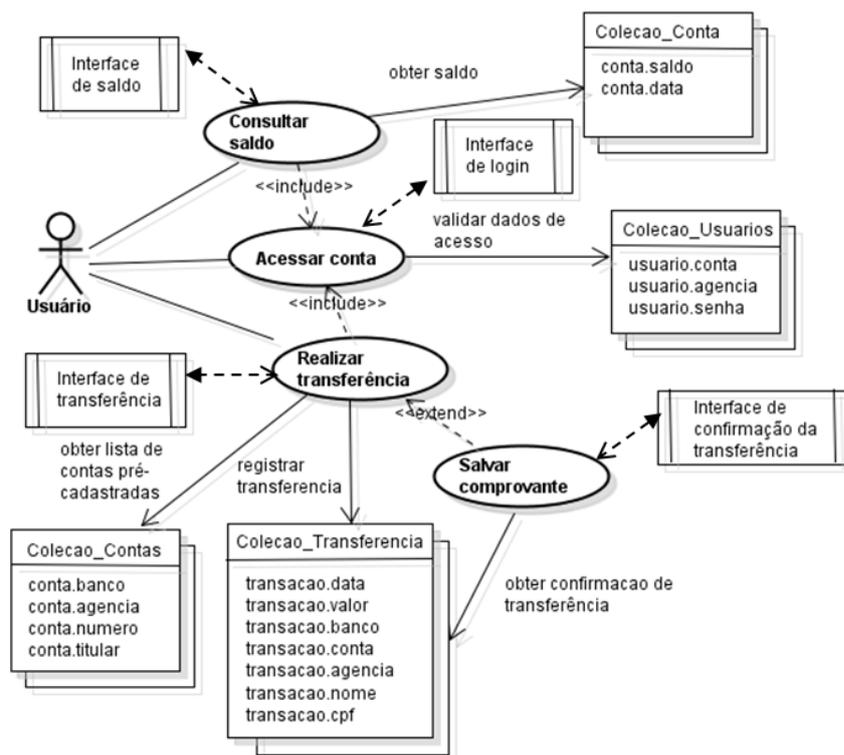


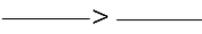
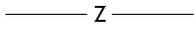
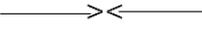
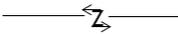
Figura 3.22. Modelo de interação utilizando a abordagem NIM.

### 3.4.1.7. Platform Specific Dialog Model (PSDM)

O modelo de diálogos PSDM é proposto por Costa *et al.* (2006) como modelo intermediário entre o design e a implementação da interface. A proposta está inserida no contexto de *Model Driven Architecture* (MDA) e a notação é específica para a plataforma web. A notação é baseada nas relações do modelo de tarefas CTT (ConcurTaskTrees), proposto por Paternò *et al.* (1997). Um resumo dos elementos do modelo PSDM é apresentado na Tabela 3.17:

Tabela 3.17. Resumo da notação do modelo PSDM.

Elemento	Notação	Descrição
Web Task Tree	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">           &lt;&lt;WebTaskTree&gt;&gt;            Nome da tarefa         </div>	Representa a raiz do modelo de diálogos.
Web Task Node	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">           &lt;&lt;WebTaskNode&gt;&gt;            Nome da tarefa         </div>	Representa uma tarefa ou ação que será realizada na interface.
Web Task Edge		ChoiceEdge: Uma das tarefas disponíveis deve ser escolhida para ser realizada.
		IndependentConcurrencyEdge: As tarefas podem ser realizadas em qualquer ordem.

Elemento	Notação	Descrição
		DeactivationEdge: Quando a segunda tarefa inicia, a primeira tarefa é desativada.
		EnablingEdge: Uma tarefa habilita a segunda tarefa quando é concluída.
		OrderIndependeEdge: Ambas as tarefas têm de ser realizadas, sendo que quando uma é iniciada, a outra só pode ser iniciada após o término da primeira.
		SuspendEdge: Quando a segunda tarefa inicia, pode interromper a primeira tarefa.

A Figura 3.23 ilustra a modelagem da interação da tarefa “Acessar conta” do cenário descrito anteriormente:

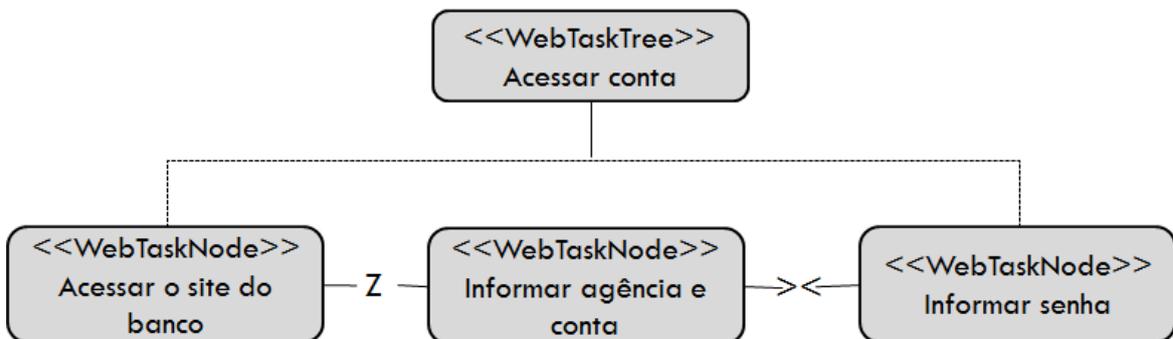


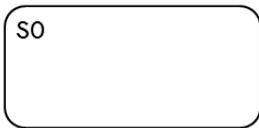
Figura 3.23. Modelo de interação utilizando a abordagem PSDM.

Para acessar conta, o usuário deve realizar três tarefas. A tarefa “Acessar o site do banco” habilita a tarefa “Informar agência e conta”, que pode ser realizada independente de ordem com a tarefa “Informar senha”.

### 3.4.1.8. Dialog-States Model (DSM)

O modelo DSM (Saleh *et al.*, 2010) é o principal modelo de uma abordagem de design para desenvolver interfaces de usuário multiplataforma seguindo a Engenharia Dirigida a Modelos (*Model Driven Engineering*). Segundo os autores do modelo, a ideia principal ao propor a notação era representar um modelo de tarefas através de modelo de diálogos baseado em estados. Desta forma, os autores criaram um algoritmo de transformação de modelos de tarefas CTT (Paternò *et al.*, 1997) em modelos de diálogos DSM. Um resumo dos elementos do modelo DSM é apresentado na Tabela 3.18:

Tabela 3.18. Resumo da notação do modelo DSM.

Elemento	Notação	Descrição
Estado		Representa um conjunto de tarefas que são logicamente habilitadas para serem realizadas no mesmo período de tempo. Contém uma numeração, iniciando do S0.
Tarefa		Representa uma tarefa do usuário a ser realizada na interface.
Transição		Relaciona os estados do modelo, indicando o fluxo da navegação.
Descrição da Transição		Descreve as tarefas que devem ser realizadas para que ocorra a navegação.
Estado Inicial		Representa o início do modelo.
Estado Final		Representa o final do modelo.

A Figura 3.24 ilustra a modelagem da interação do cenário descrito anteriormente.

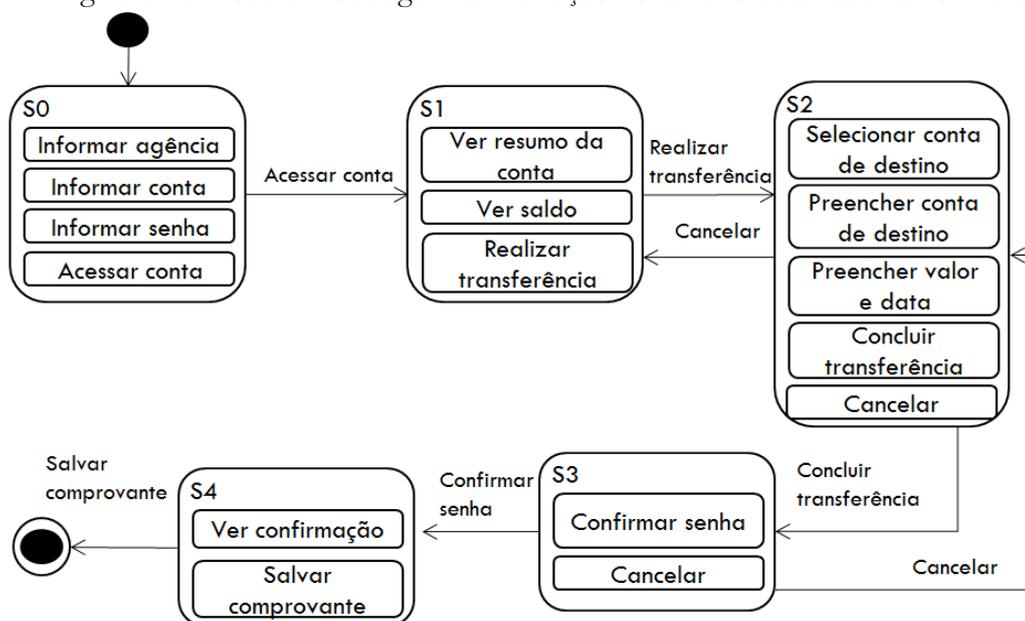


Figura 3.24. Modelo de interação utilizando a abordagem DSM.

As tarefas relacionadas são agrupadas em estado. Assim, as tarefas relacionadas, por

exemplo, ao acesso da conta, foram agrupadas no estado S0. As transições entre os estados indicam o fluxo que o usuário pode seguir entre os estados, e o rótulo da transição indica o objetivo do usuário ao se direcionar para o próximo estado.

### 3.4.2. Planejamento e Execução do Comparativo de Características

#### 3.4.2.1. Objetivo do Estudo

Durante o planejamento, o objetivo do estudo exploratório foi definido de acordo com o paradigma *Goal-Question-Metric* (GQM), conforme apresenta a Tabela 3.19.

Tabela 3.19. Objetivo do estudo comparativo de acordo com o paradigma GQM.

Analisar	Os modelos de interação e navegação identificados no mapeamento sistemático
Com o propósito de	Caracterizar
Em relação a	Percepção sobre a utilidade para modelagem de interação e para o design de interface
Do ponto de vista de	Pesquisadores de IHC
No contexto de	Design de interação com o uso de modelos de interação e navegação

#### 3.4.2.2. Participantes

A avaliação foi conduzida em ambiente acadêmico, no laboratório do grupo de pesquisa em Usabilidade e Engenharia de Software (UsES). Os participantes do estudo foram três alunos de doutorado, incluindo a pesquisadora responsável por esta pesquisa (Tabela 3.20).

Tabela 3.20. Caracterização dos participantes da avaliação experimental.

Participante	Nível de escolaridade	Experiência com o uso de modelos na indústria	Experiência com condução de pesquisa acadêmica relacionada a modelos	Experiência com ensino de modelos
P1	Aluna de doutorado	M	A	B
P2	Aluna de doutorado	A	B	B
P3	Aluna de doutorado	M	A	A

Os participantes foram caracterizados em relação à experiência com o uso de modelos na indústria, experiência com condução de pesquisa acadêmica sobre modelos e experiência com o ensino de modelos na academia. Cada item poderia ser classificado como baixo (B), médio (M) ou alto (A): B – menos de um ano; M – entre 1 e 2 anos; A – mais de 2 anos.

#### 3.4.2.3. Artefatos

Como artefatos do estudo, foram utilizados:

Material de apoio sobre os modelos de interação e navegação: Os objetos da avaliação foram onze dos modelos de interação e navegação identificados no mapeamento sistemático (Capítulo 2). O material de apoio continha um resumo dos elementos da notação do modelo e um exemplo de modelagem utilizando a sua notação para um cenário de interação pré-definido.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), onde concordavam em disponibilizar seus resultados para análise.

Cenários de interação: Os cenários de interação descreviam uma narrativa de uso do sistema por um determinado usuário, com o detalhamento das respostas do sistema e ações do usuário. Doze diferentes cenários de interação foram elaborados para serem utilizados como base para os

participantes elaborarem os modelos. Cada cenário descrevia quatro diferentes objetivos de interação do usuário, tornando a complexidade dos cenários equivalente. Os cenários utilizados no comparativo de características são apresentados no Apêndice I.

Questionários pós-estudo: Para coletar os dados sobre a percepção dos participantes em relação à utilidade e facilidade de uso das abordagens, foram elaborados questionários pós-estudo com base nas afirmativas do modelo TAM (*Technology Acceptance Model*), amplamente utilizado para avaliar novas tecnologias (Venkatesh, Morris & Davis, 2003). O questionário pós-estudo elaborado é apresentado no Apêndice J.

Tabela 3.21. *Afirmativas sobre o apoio dos modelos ao design de interação e interface.*

Aspecto	Afirmativa
Utilidade para o design de interação	1. O modelo considera as ações do usuário e do sistema.
	2. O modelo auxilia a identificar as regras de negócio.
	3. O modelo é útil para a modelagem de interação.
	4. O modelo facilita o aprendizado sobre os elementos da interação (ações do usuário, respostas do sistema, fluxos de interação, interações alternativas, validações de dados).
	5. O custo de construção do modelo é baixo mesmo em projetos grandes.
Utilidade para o design de interface	6. É fácil compreender o modelo mesmo quando a interação é complexa (tem muitos fluxos).
	7. É fácil identificar o número de <i>mockups</i> necessários a partir do modelo.
	8. O modelo facilita a construção dos <i>mockups</i> .
	9. O modelo representa os aspectos da apresentação (conteúdo, aspectos de layout) da interface.
	10. O modelo representa os aspectos da navegação da interface (status do sistema, transição entre telas).
	11. O modelo ajuda a projetar a interação considerando a usabilidade.

Para avaliar cada afirmativa, os participantes utilizaram uma escala ordinal de seis pontos, variando de 1 - concordo totalmente a 6 - discordo totalmente. Cada participante respondeu a um questionário referente a cada modelo, assinalando seu grau de concordância em relação a cada afirmativa.

Treinamento: Para orientar os participantes sobre como realizar as tarefas, houve um treinamento. Durante o treinamento o pesquisador responsável pela análise explicou cada artefato (questionários, material de apoio, cenários de interação) a ser utilizado e as tarefas a serem realizadas.

#### 3.4.2.4. *Procedimentos*

A avaliação foi conduzida ao longo de duas semanas. Primeiramente, a pesquisadora responsável pela avaliação apresentou em uma reunião, o objetivo da avaliação e explicou aos outros dois participantes as tarefas a serem realizadas.

Cada participante deveria realizar uma atividade de design exploratório utilizando cada modelo de interação e navegação. A atividade de design exploratório consistia em (i) elaborar um modelo de interação e navegação com base no cenário de interação fornecido; e (ii) elaborar protótipos de interface com base no modelo criado e no cenário de interação fornecido. Para realizar essas tarefas, os participantes utilizaram um material de apoio contendo o resumo de cada notação e um cenário de interação como base para a modelagem. Após a realização de ambas as tarefas, os participantes deveriam responder ao questionário de avaliação dos modelos. A Figura

3.25 ilustra o procedimento que os participantes deveriam seguir para avaliar cada modelo de interação e navegação.



Figura 3.25. Procedimento seguido na avaliação dos modelos.

Para cada modelo foi disponibilizado um cenário de interação diferente como base para a atividade de design exploratório, para reduzir o viés de aprendizado dos cenários pelos participantes. Caso o mesmo cenário de interação fosse utilizado, quando um participante utilizasse o mesmo cenário para modelagem com uma nova notação, o resultado poderia ser melhor devido ao aprendizado que o participante já havia adquirido sobre o cenário de interação.

Além do cenário de interação, os participantes deveriam consultar o material de apoio sobre os modelos, onde poderiam consultar a notação do modelo e um exemplo de modelagem. Os participantes elaboraram os modelos manualmente; não foi utilizado apoio ferramental, pois nem todos os modelos avaliados possuíam apoio ferramental. Assim, optou-se por utilizar papel e lápis para a construção dos modelos.

Os materiais de apoio e os questionários de avaliação foram disponibilizados como mídia digital, através da ferramenta Dropbox<sup>5</sup>. Somente os cenários de interação foram entregues impressos aos participantes, visto que as tarefas seriam realizadas de forma manual.

Desta forma, para cada modelo de interação e navegação analisado, foi obtido uma avaliação do ponto de vista de três pesquisadores, em relação à facilidade de aprendizado, utilidade e usabilidade de cada notação. A análise dos questionários respondidos pelos participantes é apresentada na seção seguinte.

### ***3.4.3. Análise dos resultados***

Após a execução da avaliação, foi realizada a análise dos dados coletados através dos questionários. Os questionários foram analisados para identificar o grau de concordância e discordância dos participantes em relação à utilidade dos modelos de interação e navegação.

Os modelos foram analisados através de um questionário. Neste questionário, os participantes poderiam fornecer comentários para justificar suas respostas em relação à concordância ou discordância sobre as afirmativas. Nesta seção serão apresentados os resultados quantitativos sobre cada aspecto avaliado no questionário.

#### ***3.4.3.1. Utilidade para o projeto da interação***

A utilidade dos modelos para o projeto da interação foi avaliada através de seis afirmativas, cujos resultados estão resumidos na Tabela 3.22. Foram identificadas diversas fragilidades nos modelos analisados em relação a essa dimensão, principalmente no que diz respeito à identificação de regras de negócio e representação das ações do usuário e do sistema, fundamentais para modelar

<sup>5</sup> Dropbox: disponível em <http://www.dropbox.com>

a interação do usuário com o sistema.

A primeira afirmativa “1. O modelo considera as ações do usuário e do sistema”, apesar de representar uma característica fundamental esperada nas notações, não foi identificada em todos os modelos analisados segundo os participantes. Os modelos TADEUS, CRITON e PSDM obtiveram mediana  $\leq 3.0$  indicando avaliação negativa pelos três participantes. De fato, tais modelos representam somente as ações do usuário no sistema.

Outro aspecto a ser considerado sobre a utilidade dos modelos é o apoio na identificação de regras de negócio que irão impactar na interação do usuário com o sistema. A segunda afirmativa “2. O modelo auxilia a identificar as regras de negócio” foi utilizada para avaliar esse aspecto. Somente quatro modelos obtiveram uma avaliação positiva em relação a esta afirmativa: MoLIC, CTDM e ONTOUCP obtiveram mediana  $\geq 4.0$ . Os demais modelos obtiveram resultado negativo sobre este aspecto. Isto mostra que poucos modelos se propõem a auxiliar na identificação de regras de negócio.

A terceira afirmativa “3. O modelo é útil para a modelagem de interação” apresentou resultados positivos para todos os modelos, exceto para o modelo TADEUS (mediana  $\leq 3.0$ ). Os modelos que se destacaram neste aspecto, obtendo avaliação totalmente positiva foram MoLIC, OCD, CTDM e NIM.

Os modelos podem apoiar o aprendizado sobre os elementos da interação, se possuir em sua notação os elementos básicos que devem ser considerados na interação entre o usuário e o sistema. Este aspecto foi avaliado através da quarta afirmativa “4. O modelo facilita o aprendizado sobre os elementos da interação”. O resultado foi positivo (mediana  $\geq 4.0$ ) para os modelos LEAN CUISINE, MoLIC, OCD, CTDM e ONTOUCP. Por outro lado, o resultado foi negativo (mediana  $\leq 3.0$ ) para os modelos TADEUS, CRITON, NIM, PSDM e DSM. Este resultado é particularmente importante para profissionais do ensino ao adotarem um modelo em sala de aula, para o ensino da modelagem de interação.

A construção de modelos de interação pode ter um custo alto em termos de tempo para desenvolvê-lo e o tamanho da solução representada através do modelo. Este aspecto foi analisado através da quinta afirmativa “5. O custo de construção do modelo é baixo mesmo em projetos grandes”. A maioria dos modelos foi avaliada de forma positiva em relação a esta afirmativa (mediana  $\geq 4.0$ ). Entretanto, os modelos OCD, CTDM e ONTOUCP obtiveram avaliação negativa (mediana  $\leq 3.0$ ).

Tabela 3.22. Resultado da avaliação da utilidade dos modelos no design de interação.

Modelo/ Dimensão	TADEUS		LEAN CUISINE		MoLIC		OCD		CRITON		CTDM		ONTOUCP		NIM		PSDM		DSM		
	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	
Mediana (Med) / Intervalo de Variação (Var)																					
1. Considera as ações do usuário e do sistema.	3.0	2.0-4.0	5.0	5.0-6.0	6.0	5.0-6.0	4.0	4.0-6.0	1.0	1.0-3.0	4.0	3.0-6.0	5.0	5.0-6.0	4.0	4.0-5.0	2.0	1.0-3.0	4.0	2.0-4.0	
2. Auxilia a identificar as regras de negócio	1.0	1.0-2.0	2.0	1.0-4.0	6.0	3.0-6.0	2.0	1.0-4.0	1.0	1.0-3.0	4.0	3.0-6.0	4.0	1.0-4.0	3.0	1.0-4.0	2.0	1.0-4.0	1.0	1.0-4.0	
3. É útil para modelagem de interação	3.0	2.0-4.0	4.0	1.0-5.0	6.0	5.0-6.0	4.0	4.0-4.0	5.0	1.0-5.0	4.0	4.0-5.0	4.0	2.0-4.0	4.0	4.0-5.0	4.0	2.0-4.0	4.0	2.0-5.0	
4. Facilita o aprendizado dos elementos da interação	1.0	1.0-3.0	5.0	2.0-5.0	6.0	6.0-6.0	4.0	3.0-4.0	1.0	1.0-3.0	5.0	4.0-6.0	4.0	4.0-4.0	3.0	3.0-3.0	2.0	1.0-2.0	3.0	2.0-6.0	
5. Custo de construção baixo.	4.0	2.0-4.0	4.0	1.0-4.0	4.0	1.0-5.0	3.0	1.0-5.0	4.0	4.0-6.0	3.0	2.0-3.0	1.0	1.0-2.0	4.0	4.0-5.0	5.0	2.0-5.0	5.0	1.0-6.0	
6. Fácil de compreender uma interação complexa	3.0	1.0-4.0	5.0	1.0-6.0	4.0	2.0-5.0	4.0	3.0-5.0	5.0	5.0-6.0	4.0	3.0-5.0	1.0	1.0-1.0	4.0	3.0-5.0	5.0	4.0-5.0	6.0	2.0-6.0	

A leitura da solução obtida através do modelo também é um aspecto importante no aprendizado dos modelos e está relacionada a compreender a solução que está sendo elaborada. A sexta afirmativa foi utilizada para avaliar os modelos neste sentido “6. *É fácil compreender o modelo mesmo quando a interação é complexa*”. Os modelos TADEUS e ONTOUCP obtiveram a mediana de respostas  $\leq 3.0$ .

Os comentários escritos pelos participantes também foram analisados através de procedimentos de codificação (Strauss & Corbin, 1998), sendo identificados os fatores positivos e negativos sobre a utilidade dos modelos para o design de interação, conforme resume a Tabela 3.23.

Tabela 3.23. Resumo das citações dos participantes sobre a utilidade dos modelos para o design de interação.

Participants		P1	P2	P3
Percepção				
[POS24] O custo é baixo em comparação com os benefícios do modelo.		“Eu acredito que o custo seja baixo em comparação com o benefício que o projeto pode ganhar, pois os diagramas MoLIC demonstram como a interação do usuário vai ocorrer, e isso pode fornecer aos usuários uma experiência positiva”.		
[POS25] O modelo facilita o aprendizado sobre interação.		“O modelo (CTDM) facilita o aprendizado sobre os elementos de interação através de vários elementos que este possui”.		“É possível compreender todos os elementos de interação através do modelo (CTDM)”.
[POS26] O modelo permite representar as regras de negócio.				“As relações temporais (no modelo CTDM) auxiliam a representar as regras de negócio”.
[POS27] O modelo representa o relacionamento entre as tarefas do usuário.		“Considero esse modelo (DSM) útil para a modelagem de interação, porque é possível representar os fluxos para cada estado e é possível verificar as tarefas relacionadas”.		
[POS28] O modelo permite representar validações de dados e atalhos para algumas ações				“O modelo (MoLIC) permite que sejam representadas validações de dados e até mesmo atalhos para acessar algumas opções”.
[POS29] O modelo auxilia o designer a refletir sobre alternativas de interação.		“O modelo (MoLIC) auxilia o designer a refletir sobre possíveis alternativas de interação”.		

Participants		P1	P2	P3
Fatores Negativos	Percepção			
	[NEG23] O modelo não representa explicitamente as ações do usuário e do sistema.	“No modelo (LEAN CUISINE) não é possível descrever o nome da ação do usuário, o que tornaria o modelo mais claro”.	“As ações do sistema não são representadas explicitamente (no modelo NIM)”.	“As ações do sistema não ficaram bem claras para mim (no modelo OCD), apenas quando é necessária uma validação”.
	[NEG24] Dificuldade em compreender o modelo.		“Acredito que quanto mais fluxos existirem torna-se mais difícil a compreensão (do modelo PSDM)”.	“Se houverem muitos fluxos alternativos entre os elementos, é difícil compreender como a interação ocorre (no modelo CTDM)”.
	[NEG25] O modelo não permite identificar as regras de negócio.	“Não consegui identificar regras de negócio com o modelo (OCD)”.	“O modelo (DSM) não tem elemento para descrever as regras de negócio”.	
	[NEG26] O custo de construção do modelo é alto	Em projetos grandes, a construção do modelo (LEAN CUISINE) deve ser por módulo, ou ficará muito grande e difícil de ler.		“A necessidade de repetir partes do modelo (MoLIC) muito similares aumenta o custo”.
[NEG27] O modelo não possui elementos de validação de dados.		“O modelo (DSM) não tem elementos de resposta do sistema e validações de dados”. “Não existem elementos (no modelo NIM) que representam a resposta do sistema ou interações alternativas”.	“(O modelo DSM) é útil apenas para mostrar a sequência de ações do usuário, mas não considera validações de dados, nem regras de negócio, nem quando podem ocorrer interações alternativas”.	

Como fatores que afetaram de forma positiva a percepção sobre a utilidade dos modelos para o design de interação foram o custo de modelos que possuem elementos simples e fornecem benefícios para o design de interação, a compreensão dos elementos de interação através do modelo, o apoio à representação de regras de negócio, interações alternativas e validações de dados. Em contrapartida, como fatores negativos foi citada a ausência de alguns elementos específicos na notação dos modelos, tais como elementos para descrever ações de usuário e do sistema de forma explícita, regras de negócio, validação de dados e fluxos alternativos. Além disso, o custo alto para construir o modelo e compreendê-lo em cenários mais complexos.

### 3.4.3.2. Utilidade para o projeto da interface

A utilidade dos modelos para o design de interface também foi um aspecto avaliado em relação aos modelos. Isto porque o modelo de interação geralmente é utilizado como base para o design de interface, ou até mesmo, em conjunto com o design de interface, de forma iterativa e incremental. Foram utilizadas cinco afirmativas para avaliar esse aspecto.

Os resultados relacionados a esse aspecto estão resumidos na Tabela 3.24. Diversas fragilidades foram identificadas em relação ao apoio dos modelos no design de interface, indicando possíveis melhorias a serem realizadas nos modelos ou ainda, a necessidade de uma solução que apoie de forma efetiva o design de interface.

A primeira afirmativa “1. É fácil identificar o número de *mockups* necessários a partir do modelo” avaliava se o modelo ajuda a identificar o número de *mockups* necessários para o projeto da interface. A mediana das respostas dos participantes foi  $\geq 4.0$  para os modelos TADEUS, CRITON, CTDM, ONTOUCP, NIM, DSM. Por outro lado, a mediana foi  $\leq 3.0$  em relação aos modelos LEAN

Tabela 3.24. Resultado da avaliação da aprendizagem dos modelos pelos participantes.

Modelo/ Dimensão	TADEUS		LEAN CUISINE		MoLIC		OCD		CRITON		CTDM		ONTOUCP		NIM		PSDM		DSM		
	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	Med	Var	
Mediana (Med) / Intervalo de Variação (Var)																					
1. Auxilia a identificar o número de <i>mockups</i> necessário	6.0	5.0-6.0	3.0	1.0-6.0	3.0	2.0-6.0	1.0	1.0-6.0	5.0	5.0-6.0	4.0	4.0-5.0	4.0	1.0-4.0	6.0	4.0-6.0	2.0	2.0-4.0	6.0	6.0-6.0	
2. Facilita a construção dos <i>mockups</i>	4.0	1.0-5.0	4.0	3.0-4.0	6.0	6.0-6.0	5.0	1.0-5.0	4.0	1.0-4.0	5.0	4.0-6.0	2.0	1.0-4.0	5.0	4.0-5.0	4.0	2.0-5.0	6.0	4.0-6.0	
3. Representa aspectos de apresentação	1.0	1.0-1.0	4.0	1.0-4.0	5.0	4.0-5.0	4.0	1.0-5.0	1.0	1.0-3.0	4.0	1.0-6.0	1.0	1.0-1.0	3.0	3.0-4.0	3.0	2.0-4.0	4.0	3.0-5.0	
4. Representa aspectos de navegação	6.0	4.0-6.0	4.0	4.0-6.0	4.0	2.0-5.0	4.0	1.0-6.0	6.0	4.0-6.0	4.0	3.0-5.0	1.0	1.0-2.0	4.0	1.0-5.0	2.0	1.0-2.0	5.0	5.0-6.0	
5. Ajuda a projetar a interação considerando a usabilidade	1.0	1.0-1.0	1.0	1.0-1.0	3.0	1.0-4.0	1.0	1.0-1.0	1.0	1.0-1.0	1.0	1.0-4.0	1.0	1.0-1.0	1.0	1.0-1.0	1.0	1.0-4.0	2.0	1.0-3.0	

CUISINE, MoLIC, OCD e PSDM.

O principal motivo para o resultado observado pode estar relacionado ao fato de que os modelos não possuem elementos que possam ser diretamente relacionados aos *mockups*, ou não deixam clara a regra para a construção dos *mockups*. No caso da MoLIC, uma cena pode ser um ou mais *mockups*, assim como no PSDM, uma tarefa pode ser mais de um *mockup*.

Em relação à segunda afirmativa “2. O modelo facilita a construção dos *mockups*”, na qual foi avaliada se os modelos auxiliam na construção dos *mockups*, somente o modelo ONTOUCP não foi avaliado de forma positiva (mediana  $\leq 3.0$ ).

A terceira afirmativa analisou se os modelos representam aspectos da apresentação da interface, tais como o conteúdo da interface, os elementos e o layout. Como resultado, observou-se que os modelos TADEUS, CRITON, ONTOUCP e PSDM obtiveram avaliação negativa (mediana  $\leq 3.0$ ).

Considerando a interação entre o usuário e o sistema através da interface, um aspecto importante é a navegação, pois irá definir o fluxo da interação entre os *mockups*. A quarta afirmativa foi utilizada para analisar este aspecto. Somente três modelos não representam aspectos de navegação: ONTOUCP e PSDM. Os modelos TADEUS, LEAN CUISINE, CRITON e DSM foram avaliados de forma positiva (mediana  $\geq 4.0$ ) em relação a esta afirmativa.

O último aspecto avaliado foi em relação ao apoio do modelo no design de interface considerando a usabilidade. Todos os modelos obtiveram mediana  $\leq 3.0$  em relação a este aspecto. Este resultado é preocupante no que concerne à qualidade da interação.

Para melhor compreender esses resultados, os comentários dos participantes também foram analisados através de procedimentos de codificação (Strauss & Corbin, 1998) sendo identificados os fatores positivos e negativos sobre a utilidade dos modelos para o design de interface, conforme resume a Tabela 3.25.

Tabela 3.25. Resumo das citações dos participantes sobre a utilidade dos modelos para o design de interface.

Participantes		P1	P2	P3
		Percepção		
Fatores positivos	[POS30] O modelo possui elementos que equivalem a unidades de apresentação da interface.	“Cada view (no modelo TADEUS), eu considerei como um mockup”. “O projetista tem uma ideia do número de <i>mockups</i> através do elemento interface do usuário (no modelo NIM)”.		“Podemos considerar cada estado (no modelo DSM) como um mockup”.
	[POS31] O modelo representa a navegação.	“Através deste modelo (DSM) consegui representar todas as transições entre as telas, então é possível representar a navegação entre as interfaces”.	“(O modelo TADEUS) ajuda na definição de transição de telas”.	“As transições entre as páginas são representadas (no modelo CRITON)”.
	[POS32] O modelo permite projetar mecanismos de prevenção e recuperação de erros.			“(O modelo CTDM) auxiliar a projetar a prevenção de erros, se forem utilizadas as relações temporais”. “(O modelo MoLIC) ajuda na prevenção de erros, pois podemos deixar clara as regras de preenchimento dos dados e também na recuperação de erros”.

		Participantes		
Percepção		P1	P2	P3
Fatores Negativos	[NEG28] O modelo não permite representar aspectos de apresentação.	“O modelo (LEAN CUISINE) não representa nada que seja possível construir os detalhes da interface”.	“O modelo (TADEUS) não apresenta os detalhes que devem ser incorporados aos <i>mockups</i> ”.	“O modelo (ONTOUCP) não representa aspectos de apresentação da interface”.
	[NEG29] O modelo não representa mecanismos de usabilidade.	“Não é possível projetar a interação considerando a usabilidade com este modelo (CTDM)”.	“O modelo (DSM) não ajuda a pensar na usabilidade, ficando dependente do conhecimento do projetista”. “No modelo (CTDM) não existe nem um elemento ou regra que ajude o projetista a modelar já considerando a usabilidade”.	“Não identifiquei nenhum elemento no modelo (OCD) que me auxiliasse a pensar na usabilidade”. “Não há nenhum elemento no modelo (TADEUS) que me ajude a pensar na usabilidade”.
	[NEG30] O modelo não permite identificar o status do sistema.	“O modelo (TADEUS) representa as transições do fluxo principal do sistema, porém não é possível entender o status do sistema para a transição do usuário”.	“O modelo (NIM) não possui elementos que representem o status do sistema e nem a transição entre as telas”.	“Não fica claro onde ocorre navegação entre telas no modelo (ONTOUCP)”.

Os fatores que afetaram de forma positiva a percepção sobre a utilidade dos modelos para o design de interface foram os modelos possuírem elementos equivalentes às unidades de apresentação de interface, os modelos representarem os fluxos do sistema e apoiarem o projeto de alguns mecanismos de usabilidade como a prevenção e recuperação de erros. Por outro lado, foram citados fatores negativos como o modelo não representar detalhes sobre o conteúdo da interface, não representar detalhes sobre regras de negócio, não indicar o status do sistema e não auxiliar o designer a pensar sobre a usabilidade na interação.

### 3.5. Considerações sobre o capítulo

No estudo exploratório sobre o uso do modelo de interação MoLIC, através dos testes de hipóteses, observou-se que houve diferença significativa em relação à facilidade de uso das abordagens analisadas ( $p\text{-value}=0.031$ ). Construir os *mockups* com base no modelo MoLIC foi mais fácil do que construir o modelo MoLIC com base nos *mockups*. Este resultado foi reforçado ao analisar os resultados de cada item do questionário, sobre facilidade de uso e utilidade. Com isso, notou-se que a melhor abordagem para o uso desses artefatos é utilizar o modelo de interação como base para a construção dos *mockups*, e não a abordagem inversa. Isto pode estar relacionado ao fato de que o modelo auxilia na identificação dos objetivos do usuário, das transições entre os objetivos, das recuperações em caso de erros durante a interação e no detalhamento da troca de informação entre o usuário e o sistema.

Ainda no estudo exploratório, identificou-se que o modelo MoLIC facilita a construção dos *mockups* devido ao detalhamento fornecido em relação à interação e ao auxílio na identificação do conteúdo a ser representado no mockup. O modelo MoLIC apoia também a representação de regras de negócio, que são essenciais para o funcionamento correto de uma aplicação. Entretanto, os participantes indicaram limitações no uso do modelo MoLIC como base para a construção dos *mockups*. As principais limitações foram a ausência de aspectos de usabilidade a serem consideradas na interface concreta e ausência de orientações sobre o layout dos *mockups*. Além disso, o modelo

MoLIC não apoiou a definição da navegação entre os *mockups*.

Durante a análise dos resultados do estudo comparativo entre os modelos de interação MoLIC e CTDM, através dos testes de hipóteses, identificou-se que houve diferença significativa entre a utilidade e compreensibilidade dos modelos. Como o modelo MoLIC apresentou um melhor resultado analisando a mediana sobre utilidade e compreensibilidade, concluiu-se que o modelo MoLIC foi percebido como mais útil e mais compreensível para os participantes, embora os modelos MoLIC tenham apresentado um maior número de defeitos em comparação com os modelos CTDM.

Algumas percepções sobre o modelo MoLIC foram recorrentes: os participantes também apontaram que o modelo MoLIC não fornece todas as informações necessárias para a construção dos *mockups*, somente as informações básicas que permitem criar os *mockups* iniciais. Os participantes não detalharam quais lacunas precisam ser preenchidas pelo modelo, apenas apontaram a percepção de que “algo faltava”. Os aspectos de usabilidade e layout apontados no estudo exploratório não foram citados pelos participantes do estudo comparativo. Isto pode estar relacionado ao menor nível de experiência dos participantes do segundo estudo.

Ao utilizar o modelo CTDM, a navegação entre os *mockups* ficou mais clara para os participantes. Entretanto, o detalhamento fornecido pelo modelo não foi satisfatório, pois o conteúdo do mockup é dependente do nível de detalhamento das ações. As ações representadas são focadas no usuário, sem descrever o feedback do sistema durante a interação, somente nos casos de validação de dados.

Com o intuito de analisar os modelos de interação e navegação identificados no mapeamento sistemático de forma mais detalhada, um comparativo de características foi conduzido. Esta análise foi necessária para investigar o apoio fornecido pelos modelos no design de interação e interface, do ponto de vista de participantes que realizaram atividades práticas utilizando os modelos. Desta forma, todos os resultados foram obtidos após a utilização dos modelos pelos participantes. A avaliação permitiu analisar a facilidade de aprendizado e utilidade dos modelos para o design de interação e para o design de interface.

Em relação à facilidade de aprendizado, os participantes indicaram a simplicidade dos elementos como fator positivo e elementos difíceis de compreender e utilizar como fator negativo. Sobre a utilidade dos modelos para o design de interação, foram apontados fatores negativos como não distinguir as ações do usuário e do sistema, ausência de elementos para representar a validação de dados e custo para construção do modelo. Por fim, sobre a utilidade dos modelos para o design de interface, os participantes indicaram que os modelos auxiliam a representar mecanismos de usabilidade como prevenção e recuperação de erros somente, a ausência de elementos que permitam que o designer pense em aspectos de usabilidade foi apontada como fator negativo.

Os estudos experimentais conduzidos forneceram indícios da viabilidade do uso de modelos de interação como base para a construção da interface, embora tenha sido observado que existem lacunas a serem tratadas em alguns aspectos dos modelos. Dentre as lacunas, destaca-se a ausência de modelos de interação e navegação orientados à usabilidade, que possuam elementos que direcionem o designer a projetar a interação considerando mecanismos de usabilidade. O próximo capítulo apresenta detalhes sobre a abordagem de modelagem orientada à usabilidade.

# CAPÍTULO 4 - DESIGN ORIENTADO À USABILIDADE

*Este capítulo discute o design orientado à usabilidade, apresentando trabalhos relacionados que visam integrar a usabilidade nas etapas iniciais do desenvolvimento de software, com foco na integração de aspectos funcionais de usabilidade em modelos.*

## **4.1. Introdução**

Dentre os critérios de qualidade, a usabilidade é um fator estratégico que apresenta diversos benefícios, tal como a melhoria da produtividade da equipe de desenvolvimento, redução de custo com treinamento e documentação, melhoria da produtividade e satisfação do usuário, além da redução de erros dos usuários (Abran *et al.*, 2003). A ISO 25010 (2011) define que a usabilidade está relacionada à capacidade de um sistema ser entendido, aprendido, operacionalizado, atrativo ao usuário e aderente aos padrões e diretrizes estabelecidos quando utilizado sob condições específicas. Por sua vez, a norma ISO 9241-11 (1998) define que a usabilidade está relacionada ao quanto um produto pode ser utilizado por usuários específicos para atingir seus objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, em um contexto de uso específico.

Embora existam diferentes definições para usabilidade, existe um consenso de que a usabilidade é um aspecto crítico na qualidade de sistemas interativos. Diversos estudos apontam que a usabilidade é um fator estratégico que apresenta diversos benefícios, tal como a redução de custo com treinamento e documentação, melhoria da produtividade da equipe de desenvolvimento e do usuário, bem como a melhoria da satisfação e redução de erros do usuário (Abran *et al.*, 2003).

Apesar da relevância da usabilidade no desenvolvimento de software, o foco dado à usabilidade ainda é insuficiente na maioria dos sistemas interativos (Seffah e Metzker, 2004). A visão mais comum em Engenharia de Software é de que a usabilidade está estritamente relacionada à interface do usuário, podendo ser tratada como um requisito não-funcional (Folmer *et al.*, 2004). No entanto, tratar a usabilidade como um requisito não-funcional não fornece informações suficientes para desenvolver funcionalidades adequadas que atendam aos requisitos de usabilidade (Bass & John, 2003), ou seja, a abordagem de separar a interface do usuário das funcionalidades do sistema não é suficiente para desenvolver sistemas com usabilidade. Assim, a usabilidade deve ser considerada nas decisões de design, assim como ocorre com outros critérios de qualidade, como o desempenho e a confiabilidade (Bass & John, 2003; Carvajal *et al.*, 2013; Juristo *et al.*, 2007a).

Neste capítulo, serão apresentados trabalhos relacionados à incorporação da usabilidade nas fases iniciais do desenvolvimento de sistemas interativos, com foco na integração da usabilidade em modelos. Um metamodelo para representar a usabilidade, proposto por Panach *et al.* (2013) será detalhadamente apresentado, visando destacar os conceitos que representam aspectos de usabilidade relacionados às funcionalidades do sistema.

## **4.2. Usabilidade no design de sistemas interativos**

Bass & John (2003) demonstraram informalmente uma possível relação entre a usabilidade e o design de sistemas interativos. Os autores apontaram 26 aspectos de usabilidade que, para serem implementados, requeriam apoio da arquitetura de software, ou seja, a separação entre a interface do usuário e as funcionalidades do sistema não seria eficaz nesses casos.

No intuito de investigar e quantificar esta relação, Juristo *et al.* (2007a) analisaram diferentes tipos de heurísticas de usabilidade, selecionando aquelas que poderiam impactar o design de sistemas, que foram denominadas *Functional Usability Features* (FUFs). Um estudo foi conduzido em diversos sistemas reais orientados a objetos nos quais as FUFs foram incorporadas, analisando o impacto da inclusão das FUFs nos artefatos de design em termos de novas classes, métodos e relacionamentos derivados da inclusão das FUFs.

As métricas analisadas no estudo de Juristo *et al.* (2007a) foram: (i) *FUF-Functionality* – número de funcionalidades (em termos de casos de uso expandidos) afetados pela FUF em questão; (ii) *FUF-Classes* – número de classes criadas durante o design devido a aspectos de uma FUF; (iii) *FUF-Methods Complexity* – refere-se ao quão complexos são os métodos criados decorrentes de uma FUF; (iv) *FUF-Interaction* – representa o quão acopladas são as classes derivadas de uma FUF com as outras classes de domínio. Um resumo das FUFs e dos resultados obtidos por Juristo *et al.* (2007) são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. *Functional usability features e seu impacto médio no design de sistemas (Juristo et al. 2007a).*

Functional usability feature	Descrição	FUF-Functionality	FUF-Classes	FUF-Methods Complexity	FUF-Interaction
Feedback	Informar os usuários sobre o que está acontecendo no sistema.	Alto 90%	Baixo 27%	Médio	Médio / Alto 66%
Desfazer	Desfazer ações do sistema em diversos níveis.	Médio 40%	Baixo 10%	Alto	Médio / Alto 66%
Cancelar	Cancelar a execução de comandos ou da aplicação.	Alto 95%	Baixo 8%	Alto	Médio / Alto 66%
Prevenção e correção de erros de entrada de dados	Melhorar a entrada de dados do usuário e a correção de erros.	Médio 36%	Baixo 11%	Médio	Baixo 6%
Wizard	Auxiliar os usuários a realizar tarefas que requerem diferentes passos com entrada de dados.	Baixo 7%	Baixo 10%	Baixo	Alto 70%
Perfil do usuário	Permitir que o usuário personalize o sistema às suas preferências.	Baixo 8%	Médio 37%	Médio	Baixo 10%
Ajuda	Fornecer diferentes níveis de ajuda para diferentes usuários.	Baixo 7%	Baixo 6%	Baixo	Alto 68%
Uso de diferentes idiomas	Permitir que os usuários trabalhem com seu próprio idioma, formato de endereço, formato de data, etc.	Médio 51%	Baixo 10%	Médio	Alto 70%
Alerta	Alertar os usuários sobre ações com consequência importantes.	Baixo 27%	Baixo 7%	Baixo	Médio / Alto 66%

Embora o impacto das FUFs esteja diretamente relacionado às funcionalidades de cada sistema, a Tabela 4.1 pode servir como base para determinar o esforço para incluir cada FUF, podendo ser utilizada ao definir juntamente com os *stakeholders* quais FUFs incluir em um determinado sistema. As FUFs com maior impacto no design devem ser incorporadas o quanto antes no processo de desenvolvimento, considerando que o retrabalho será maior para incluí-las posteriormente. Além disso, as FUFs com maior impacto nas funcionalidades tendem a ser mais visíveis ao usuário, e sua inclusão pode tornar a melhoria da usabilidade mais direta (Juristo *et al.*, 2007a).

Este estudo conduzido por Juristo *et al.* (2007a) forneceu evidências quantitativas de que (i) a usabilidade pode ser descrita em termos de aspectos funcionais que não impactam somente a interface, mas também a interação do usuário com o sistema e (ii) os artefatos de design devem

representar aspectos de usabilidade, refutando a visão de que a usabilidade afeta somente a interface do usuário. Desde então, esforços vêm sendo empregados para apoiar a especificação, design e implementação de requisitos de usabilidade, visando a melhoria da qualidade de uso (Juristo *et al.*, 2007b; Carvajal *et al.*, 2013; Panach *et al.*, 2014).

Juristo *et al.* (2007b) decidiram direcionar a inclusão de requisitos de usabilidade na etapa de levantamento de requisitos. Para tal, as autoras elaboraram *guidelines* para elicitare requisitos de usabilidade, explorando quais FUFs devem ser considerados em um sistema. Como cada FUF pode possuir uma variedade de funcionalidades, as autoras definiram os subtipos de cada FUF, denominados mecanismos de usabilidade. A Tabela 4.2 resume os mecanismos de usabilidade de cada FUF.

Tabela 4.2. Decomposição das Functional Usability Features em Mecanismos de usabilidade (Juristo *et al.*, 2007b).

Functional Usability Features	Mecanismo de usabilidade	Descrição adaptada de Juristo <i>et al.</i> (2003)
Feedback	Status do sistema	Informar os usuários sobre o estado interno do sistema.
	Interação	Informar os usuários que o sistema registrou uma interação do usuário.
	Alerta	Informar os usuários sobre qualquer ação com consequências importantes.
	Feedback sobre o progresso	Informar os usuários quando o sistema estiver processando uma ação que poderá levar algum tempo para completar.
Desfazer / Cancelar	Desfazer ação global	Desfazer ações do sistema em vários níveis.
	Desfazer ações em um objeto específico	Desfazer várias ações em um objeto.
	Abortar operação	Cancelar a execução de uma ação ou de toda a aplicação.
	Voltar	Retornar a um determinado estado em uma sequência de execução de comandos.
Entrada de dados e Prevenção/ Correção de erros	Entrada de texto estruturada	Prevenir que os usuários cometam erros de entrada de dados.
Wizard	Execução passo-a-passo	Auxiliar os usuários em tarefas que requerem diferentes passos com entrada de dados correta.
Perfil do usuário	Preferências	Registrar as opções do usuário no uso das funções do sistema.
	Áreas de objetos pessoais	Registrar as opções do usuário no uso da interface do sistema.
	Favoritos	Registrar partes do sistema e do conteúdo que são de interesse do usuário.
Ajuda	Ajuda multinível	Prover diferentes níveis de ajuda para diferentes usuários.
Agregação de comandos	Agregação de comando	Expressar possíveis ações do usuário através de comandos obtidos a partir da agregação de partes menores.

Para cada mecanismo de usabilidade, Juristo *et al.* (2007b) elaboraram *guidelines* para elicitare e especificar requisitos funcionais de usabilidade. Os *guidelines* são compostos de perguntas para auxiliar o profissional a realizar a elicitação de requisitos com os stakeholders, mesmo não sendo especialista em usabilidade. Um experimento apontou que o uso dos *guidelines* melhorou a usabilidade dos produtos finais (Juristo *et al.*, 2007b).

Carvajal *et al.* (2013) elaboraram *guidelines* para a inclusão de aspectos funcionais de usabilidade ao longo do processo de desenvolvimento de sistemas, através do uso de padrões de usabilidade em diagramas de casos de uso, classes e sequência. Um experimento indicou redução

no tempo de desenvolvimento, considerando as etapas de análise, design, implementação e testes, ao empregar os *guidelines*.

Panach *et al.* (2013) propuseram uma abordagem para inclusão dos mecanismos de usabilidade de Juristo *et al.* (2007b) em abordagens Model-Driven-Development (MDD). Como cada abordagem MDD possui um modelo conceitual específico, é necessário adaptar o modelo conceitual para representar os conceitos de cada mecanismo de usabilidade, além de adaptar o compilador do modelo. Para incluir os mecanismos de usabilidade no modelo conceitual da abordagem MDD, Panach *et al.* (2013) elaboraram um metamodelo para representar os mecanismos de usabilidade. Uma avaliação experimental forneceu evidências de que a inclusão de mecanismos de usabilidade melhorou a satisfação dos usuários finais com a aplicação. O metamodelo definido por Panach *et al.* (2013) pode ser um ponto de partida para a inclusão de mecanismos de usabilidade em outros modelos.

Rodríguez *et al.* (2015) estenderam a inclusão de aspectos funcionais de usabilidade para as atividades finais de desenvolvimento, definindo padrões de design e programação para dois mecanismos de usabilidade definidos por Juristo *et al.* (2007b): abortar operação e feedback sobre o progresso. Porém, os padrões propostos são específicos para aplicações web. Um estudo de caso forneceu evidências sobre a utilidade dos padrões e a necessidade de melhorias em sua documentação.

### **4.3. Metamodelo para representar aspectos funcionais de usabilidade**

Panach *et al.* (2013) propuseram representar a usabilidade através de um modelo conceitual, abstraindo os mecanismos de usabilidade através de conceitos. O modelo conceitual foi elaborado para ser integrado a abordagens de *Model-Driven Development* (MDD), nas quais o código é automaticamente ou semi-automaticamente gerado a partir de um modelo conceitual. No entanto, uma vez elaborado o modelo conceitual de usabilidade, este pode ser reutilizado em diferentes contextos, pois trata-se da abstração de conceitos que podem ser incorporados a outros modelos.

Com o intuito de identificar os conceitos necessários para representar os mecanismos de usabilidade, Panach *et al.* (2013) definiram modos de uso para cada mecanismo, ou seja, as diferentes maneiras de alcançar os objetivos estabelecidos pelos mecanismos de usabilidade. Os modos de uso possuem ainda propriedades, que são possibilidades de adaptações nos modos de uso. Para permitir o reuso dos conceitos definidos, Panach *et al.* (2013) construíram um metamodelo para representar os modos de uso e propriedades definidas para os mecanismos de usabilidade. Metamodelos são utilizados em Engenharia de Software para definir novas linguagens ou notações, através de classes, atributos e relacionamentos entre classes. O metamodelo em questão será apresentado nesta seção e, para possibilitar um melhor entendimento do leitor, o metamodelo será apresentado em fragmentos, cada fragmento relacionado a um mecanismo de usabilidade.

Antes de apresentar o metamodelo, é importante apresentar os conceitos básicos que estão relacionados às classes que representam os modos de uso. A Figura 4.1 ilustra os conceitos básicos e seus relacionamentos.

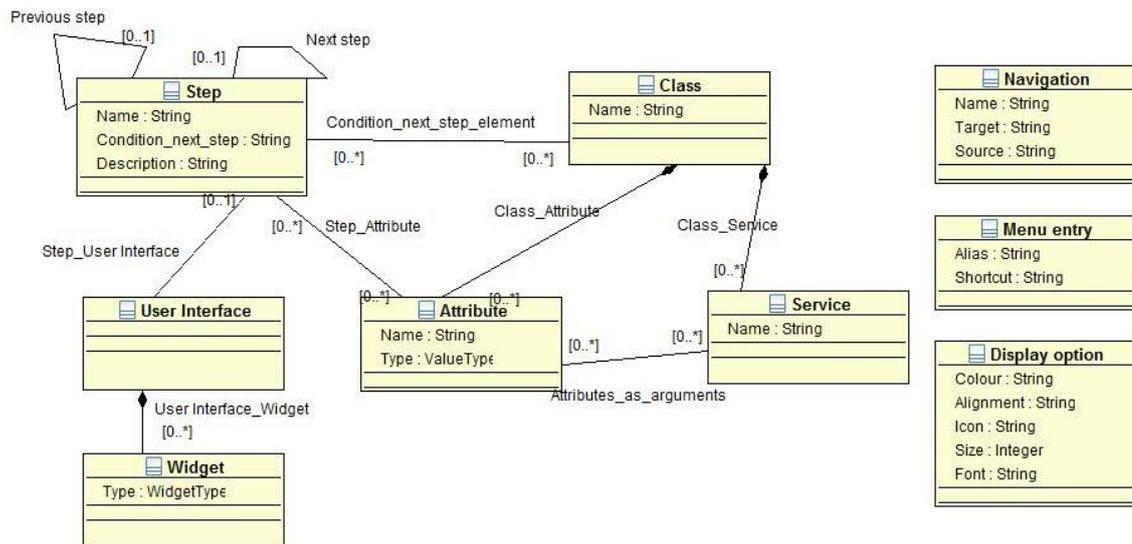


Figura 4.1. Conceitos principais do metamodelo (Adaptado de Panach et al. 2013).

Os passos da interação do usuário são representados pela classe *step*. Os passos ocorrem sobre uma interface e cada passo possui um passo anterior e um próximo passo, exceto o primeiro e o último passo. Uma interface é representada pela classe *user interface* e é composta de widgets, representado pela classe *widget*. A classe *navigation* representa a navegação entre duas interfaces. A classe *display option* representa de que forma um elemento da interface pode ter sua aparência customizada. A classe *menu entry* representa as opções do menu do sistema, que permitem que o usuário acesse as funcionalidades do sistema.

Por sua vez, a classe *service* representa as funcionalidades/serviços fornecidos pelo sistema e a classe *class* representa as informações do banco de dados do sistema. Um atributo é um elemento utilizado para solicitar dados do usuário ou obter dados armazenados pelo sistema e é representado pela classe *attribute*.

O metamodelo foi construído com base na definição de modos de uso para os mecanismos de usabilidade e propriedades que permitem representar os diferentes modos de uso. Assim, nesta seção serão apresentados os modos de uso e propriedades definidos por Panach et al. (2013).

A Tabela 4.3 resume os modos de uso e propriedades definidas para o mecanismo status do sistema. Este mecanismo possui a função de informar o usuário sobre mudanças importantes no estado do sistema ou quando ocorrem erros no sistema.

Tabela 4.3. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo status do sistema.

Modos de uso	Propriedades
Informar sobre o sucesso ou falha de uma execução (MoU_SSF1)	Seleção do serviço
	Visualização da mensagem
Apresentar o estado de informações armazenadas (MoU_SSF2)	Informação dinâmica a ser apresentada
	Informação estática a ser apresentada
	Visualização da mensagem
Apresentar o estado de ações visíveis (MoU_SSF3)	Seleção de ações
	Condição para desabilitar

O modo de uso MoU\_SSF1 tem o objetivo de informar se um serviço foi executado com sucesso ou não, por exemplo: após o usuário realizar uma transferência bancária, o sistema informar se a transferência foi realizada com sucesso ou não. As propriedades deste modo de uso visam especificar quais serviços devem fornecer esse feedback (propriedade *seleção do serviço*) e de que forma o feedback deve ser apresentado ao usuário (propriedade *visualização da mensagem*). Por sua vez, o modo de uso MoU\_SSF2 visa apresentar informações sobre o estado do sistema que são úteis para o usuário antes de executar ações no sistema, por exemplo: antes de realizar uma transferência bancária, o sistema pode apresentar o saldo da conta para o usuário. As propriedades deste modo de uso definem as informações estáticas (propriedade *informação estática a ser apresentada*) e dinâmicas (propriedade *informação dinâmica a ser apresentada*) que devem ser apresentadas e de que forma a informação será apresentada ao usuário (propriedade *visualização da mensagem*).

De acordo com o estado do sistema, algumas ações visíveis podem ser executadas ou não pelo usuário, por exemplo: durante a transferência bancária, enquanto o usuário informar o código de segurança, o sistema pode desabilitar o botão confirmar transferência. Para apresentar o estado de ações visíveis, foi definido o modo de uso MoU\_SSF3. As propriedades deste modo de uso estabelecem as ações que podem estar desabilitadas em determinados estados do sistema (propriedade *seleção de ações*), as condições para desabilitar as ações (propriedade *condição para desabilitar*). Os dois últimos modos de uso MoU\_SSF4 e MoU\_SSF5 visam informar o usuário sobre erros externos e possuem propriedades similares ao MoU\_SSF1. No entanto, esses dois modos de uso não foram considerados no metamodelo proposto por Panach *et al.* (2013).

Em relação ao mecanismo feedback sobre o progresso, que visa manter o usuário informado sobre o andamento de requisições solicitadas ao sistema, Panach *et al.* (2013) definiram um único modo de uso: *apresentar o progresso de uma execução* (MoU\_PF). A Tabela 4.4 resume as propriedades definidas para o mecanismo.

Tabela 4.4. Modos de uso e propriedades definidas por Panach *et al.* (2013) para o mecanismo feedback sobre o progresso.

Modos de uso	Propriedades
Apresentar o progresso de uma execução (MoU_PF)	Seleção do serviço
	Abortar a execução
	Visualização do progresso

As propriedades do modo de uso *MoU\_PF* visam especificar para quais serviços o sistema deve exibir o progresso da execução (propriedade *Seleção do serviço*), disponibilizar a opção de abortar a execução do serviço a qualquer momento durante sua execução (propriedade *abortar a operação*) e de que forma as informações sobre o progresso devem ser apresentadas ao usuário (propriedade *visualização do progresso*).

No que concerne ao mecanismo alerta, Panach *et al.* (2013) definiram um modo de uso denominado *mensagem de alerta* (MoU\_W). Esse mecanismo tem o intuito de informar os usuários sobre qualquer ação com consequências importantes durante a interação. A Tabela 4.5 apresenta as propriedades do modo de uso, que permitem especificar os serviços para os quais um alerta pode ser exibido (propriedade *seleção do serviço*), a condição segundo a qual o alerta deve ser exibido (propriedade *condição*) e a forma como o alerta será exibido (propriedade *visualização da mensagem*).

Tabela 4.5. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo alerta.

Modos de uso	Propriedades
Mensagem de alerta (MoU_W)	Seleção do serviço
	Condição
	Visualização da mensagem

Para o mecanismo execução passo-a-passo, que visa auxiliar os usuários em tarefas complexas decompondo-as em passos, Panach et al. (2013) definiram o modo de uso *definir wizard* (MoU\_WD). A Tabela 4.6 apresenta as propriedades estabelecidas para o modo de uso.

Tabela 4.6. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo execução passo-a-passo.

Modos de uso	Propriedades
Definir um <i>wizard</i> (MoU_WD)	Seleção de serviço
	Divisão em passos
	Descrição dos passos
	Fluxo de execução dos passos
	Disposição dos campos dos passos
	Informar sobre os passos restantes

As propriedades permitem especificar o serviço que será decomposto em passos (propriedade *seleção de serviço*), os passos que serão necessários para que o usuário informe os dados necessários para a execução do serviço (propriedade *divisão em passos* e *descrição dos passos*), a sequência dos passos (propriedade *fluxo de execução dos passos*), a maneira como os campos de cada passo serão exibidos (propriedade *disposição dos campos dos passos*) e o andamento da execução do serviço, ou seja, quantos passos foram concluídos e quantos passos estão pendentes (propriedade *informar sobre passos restantes*).

O mecanismo entrada de texto estruturada objetiva prevenir que os usuários cometam erros de entrada de dados e possui os modos de uso e propriedades descritas na Tabela 4.7. O modo de uso MoU\_STE1 permite especificar valores restritos para entrada de dados do usuário, auxiliando o usuário a informar dados válidos. Para tal, é necessário definir o campo de entrada de dados para o qual serão definidos valores restritos (propriedade *seleção de campo de entrada de dados*) e o *widget* a ser utilizado para entrada de dados (propriedade *tipo de widget de entrada de dados*), tal como um *ComboBox*, *ListBox* ou *RadioButton*.

Tabela 4.7. Modos de uso e propriedades definidas por Panach et al. (2013) para o mecanismo entrada de texto estruturada.

Modos de uso	Propriedades
Especificar o tipo de visualização da entrada de dados (MoU_STE1)	Seleção de campo de entrada de dados
	Tipo de widget de entrada de dados
Definição de máscara (MoU_STE2)	Seleção de campo de entrada de dados
	Expressão regular
Valores <i>default</i> (MoU_STE3)	Seleção de campo de entrada de dados
	Definição de valor <i>default</i>

O modo de uso MoU\_STE2 visa definir um formato para entrada de dados do usuário, por exemplo, para campos de CPF, CNPJ ou datas. As propriedades definidas permitem especificar o campo de entrada de dados que irá conter a máscara (propriedade *seleção de campo de entrada de*

*dados*) e a expressão regular que define a máscara (propriedade *expressão regular*). Por fim, o modo de uso MoU\_ST3 permite reduzir o esforço do usuário para inserir dados, estabelecendo um valor *default* que pode ou não ser alterado pelo usuário durante a interação. As propriedades deste modo de uso especificam o campo de entrada de dados que conterà um valor *default* (propriedade *seleção de campo de entrada de dados*) e o valor *default* propriamente dito (propriedade *definição de valor default*).

Em relação ao mecanismo favoritos, que tem o objetivo de registrar partes do sistema que são de interesse do usuário, Panach *et al.* (2013) especificaram o modo de uso *definição de favoritos* (MoU\_F), conforme resume a Tabela 4.8. As propriedades estabelecidas permitem definir funcionalidades do sistema como favoritos (propriedade *habilitar favoritos*) e definir uma maneira de acesso rápido ao item favorito pelo usuário (propriedade *como acessar*).

Tabela 4.8. Modos de uso e propriedades definidas por Panach *et al.* (2013) para o mecanismo favoritos.

Modos de uso	Propriedades
Definição de favoritos (MoU_F)	Habilitar favoritos
	Como acessar

O mecanismo desfazer ações (global ou específicas) permite que o usuário desfça ações durante a interação com o sistema. Para tal mecanismo, Panach *et al.* (2013) definiram os modos de uso que visam desfazer mudanças (MoU\_GU1) e refazer mudanças (MoU\_GU2). As propriedades estabelecidas para estes modos de uso são descritas na Tabela 4.9.

Tabela 4.9. Modos de uso e propriedades definidas por Panach *et al.* (2013) para o mecanismo desfazer.

Modos de uso	Propriedades
Desfazer mudanças (MoU_GU1)	Seleção do serviço
	Seleção de elementos da interface
	Número máximo de níveis para desfazer
	Como acessar
Refazer mudanças (MoU_GU2)	Seleção do serviço
	Seleção de elementos da interface
	Número máximo de níveis para refazer
	Como acessar

Para o modo de uso MoU\_GU1 que visa desfazer mudanças no sistema, as propriedades permitem definir o serviço sobre o qual a operação de desfazer pode ser realizada (propriedade *seleção do serviço*), as ações que podem ser desfeitas e serão exibidas como opções no menu do sistema (propriedade *seleção de elementos da interface* e *como acessar*) e o número máximo de ações que podem ser desfeitas (propriedade *número máximo de níveis para desfazer*). O modo de uso MoU\_GU2 possui propriedades similares ao modo de uso MoU\_GU1, sendo que o objetivo é refazer ações.

Em relação ao mecanismo abortar operação, que permite cancelar a execução de uma ação ou de toda a aplicação, Panach *et al.* (2013) definiram os modos de uso cancelar durante a execução (MoU\_AO1) e sair de uma cena (MoU\_AO2). A Tabela 4.10 apresenta as propriedades relacionadas aos modos de uso citados.

Tabela 4.10. Modos de uso e propriedades definidas por Panach *et al.* (2013) para o mecanismo abortar operação.

Modos de uso	Propriedades
Cancelar durante a execução (MoU_AO1)	Seleção do serviço
	Especificação da aparência visual

Modos de uso	Propriedades
Sair de uma cena (MoU_AO2)	Seleção da interface
	Especificação da aparência visual

O modo de uso MoU\_AO1 permite que o usuário cancele ações que estão sendo executadas, por exemplo, a atualização de dados ou o upload de arquivos. As propriedades deste modo de uso definem o serviço que poderá ser cancelado durante a execução (propriedade *seleção do serviço*) e de que forma a opção de cancelamento será disponibilizada ao usuário (propriedade *especificação da aparência visual*). O modo de uso MoU\_AO2 possibilita que o usuário saia de determinadas interfaces. Suas propriedades definem a interface da qual o usuário pode sair durante a interação (propriedade *seleção da interface*) e a maneira pela qual a opção de sair será disponibilizada ao usuário (propriedade *especificação da aparência visual*).

O mecanismo ajuda multinível visa prover diferentes níveis de ajuda para diferentes usuários. Para tal mecanismo, Panach *et al.* (2013) definiram os modos de uso ajuda dinâmica (MoU\_MH1), que consiste em mecanismos de ajuda exibidos ao longo da interação e ajuda estática (MoU\_MH2), que compreende o conteúdo de ajuda disponibilizado em uma opção de menu do sistema. A Tabela 4.11 resume as propriedades definidas para os modos de uso descritos.

Tabela 4.11. Modos de uso e propriedades definidas por Panach *et al.* (2013) para o mecanismo ajuda multinível.

Modos de uso	Propriedades
Ajuda dinâmica (MoU_MH1)	Habilitar ajuda dinâmica
	Elementos de interface
	Conteúdo da ajuda
	Visualização da ajuda
Ajuda estática (MoU_MH2)	Acesso à ajuda

Para fornecer ajuda dinâmica ao usuário, é necessário definir em que situações é necessário exibir a ajuda dinâmica ao usuário (propriedade *habilitar ajuda dinâmica*), qual elemento de interface exibirá a ajuda (propriedade *elementos da interface*), o conteúdo a ser exibido como ajuda (propriedade *conteúdo da ajuda*) e de que forma o conteúdo da ajuda será exibido (propriedade *visualização da ajuda*). Por outro lado, para fornecer ajuda estática ao usuário, é necessário definir o acesso à ajuda (propriedade *acesso à ajuda*), ou seja, qual funcionalidade do sistema disponibilizará o conteúdo de ajuda ao usuário.

A Tabela 4.12 apresenta os modos de uso e propriedades referentes aos mecanismos de usabilidade que não foram incorporados por Panach *et al.* no metamodelo construído por serem estritamente relacionados a aspectos visuais da interface (mecanismo *interação*), por estarem fora do contexto da aplicação em si (modos de uso *MoU\_SSF4* e *MoU\_SSF5* do mecanismo *status do sistema*), ou por serem mecanismos que podem ser tratados como os demais requisitos funcionais do sistema (mecanismos *preferências* e *área de objetos pessoais*).

Tabela 4.12. Modos de uso e propriedade definidas por Panach *et al.* (2013) para mecanismos de usabilidade não incorporados no metamodelo.

Mecanismo de usabilidade	Modos de uso	Propriedades
Status do sistema	Informar sobre a falta de recursos (MoU_SSF4)	Seleção do serviço
		Visualização da mensagem
		Seleção do serviço

Mecanismo de usabilidade	Modos de uso	Propriedades
	Informar sobre erros em dispositivos externos (MoU_SSF5)	Visualização da mensagem
Interação	Informar que a interação está sendo processada (MoU_IF1)	Destacar um botão
		Desabilitar componentes de interface
		Alterar o ponteiro do mouse
Preferências	Preferências visuais (MoU_P1)	Seleção do formato de texto
		Seleção de ícones
		Seleção de elementos visíveis
		Seleção de cores
		Uso de som
	Preferências de idiomas (MoU_P2)	Preferências de idiomas
Áreas de objetos pessoais	Distribuição de elementos (MoU_POS1)	Elementos móveis
		Elementos agrupados
		Disposição dos elementos
		Alinhamento dos elementos
		Tamanho dos elementos

O metamodelo elaborado por Panach *et al.* (2013) detalha aspectos dos mecanismos de usabilidade que podem ser incorporados em outros modelos, dependendo da perspectiva do modelo, como interação, navegação, apresentação ou domínio. No contexto desta pesquisa de doutorado, o metamodelo pode ser utilizado como passo inicial para incluir a usabilidade em modelos de interação e navegação. No entanto, é necessário primeiramente analisar quais modos de uso são relacionados à interação e navegação especificamente, pois o metamodelo possui classes relacionadas estritamente a aspectos visuais da interface, que não são representados em modelos de interação e navegação.

#### **4.4. Usabilidade nos modelos de interação e navegação**

Os aspectos funcionais de usabilidade vêm sendo integrados a modelos utilizados na Engenharia de Software, tais como os modelos da UML (*Unified Modeling Language*) (Carvajal *et al.*, 2013; Panach *et al.*, 2014). Entretanto, tais modelos são direcionados ao funcionamento do sistema e não à interação do usuário com o sistema (Costa *et al.*, 2006; Panach *et al.*, 2014). Assim, ainda que os mecanismos de usabilidade sejam implementados, a interface pode não ser adequada para apoiar a interação do usuário com os mecanismos disponíveis, ocasionando dificuldades no uso dos sistemas.

Caso esses aspectos não sejam considerados nas etapas iniciais do desenvolvimento de software, existe uma grande probabilidade de retrabalho para incluí-los posteriormente (Panach *et al.*, 2014). Agregar aspectos funcionais de usabilidade em modelos que auxiliem o designer a refletir sobre a interação do usuário, pode potencializar os benefícios alcançados na qualidade do produto final. Entretanto, dentre os modelos de interação e navegação identificados através do mapeamento sistemático conduzido (Capítulo 2), nenhum dos modelos é focado em representar aspectos funcionais de usabilidade. Com o objetivo de analisar se e de que forma os modelos de interação e navegação permitem a representação de mecanismos de usabilidade, foi conduzida uma análise sobre os elementos da notação dos modelos identificados no mapeamento sistemático e os mecanismos de usabilidade. A Tabela 4.13 apresenta os elementos de cada modelo que podem ser utilizados para representar os mecanismos de usabilidade.

Tabela 4.13. Mecanismos de usabilidade e suas possíveis representações nos modelos de interação e navegação identificados no mapeamento sistemático.

Mecanismo de usabilidade	Modelos de interação e navegação										
	TADEUS	Lean Cuisine +	MoLIC	OCD	CRITON	CTDM	OntoUCP	NIM	PSDM	CIAN	DSM
Status do sistema	View	Subdialogue	Tópicos das cenas e signos	-	Páginas	Tarefas	-	Interface do usuário	WebTaskTree	Nome da Tarefa	Estados
Interação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alerta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feedback sobre o progresso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desfazer ação global	Transição	-	Transição de recuperação de ruptura	-	-	-	-	-	WebTaskNode e Deactivation Edge	-	Transição
Desfazer ações em um objeto específico	Transição	-	Transição de recuperação de ruptura	-	-	-	-	-	WebTaskNode e Deactivation Edge	-	Transição
Abortar operação	-	-	Transição de recuperação de ruptura e Acesso ubíquo e Ponto de encerramento	-	-	-	-	-	-	-	-
Voltar	Transição	-	Transição de recuperação de ruptura	-	Transições	-	-	-	-	-	Transição
Entrada de texto estruturada	-	-	Estrutura de diálogos e Processo do sistema	Memory header	-	Relações temporais	Relações RST	-	WebTaskNode e Enabling Edge	-	-
Execução passo-a-passo	View e Transição	-	Cena e Transição do usuário e de recuperação	-	Páginas e Transições	Tarefas	-	-	-	-	Estados e Transições
Preferências	View e Objetos	Menemes	Cenas, diálogos e signos	Operações	Páginas	Tarefas e ações	Ações do sistema (Offer)	Caso de uso e Coleção de dados	WebTaskTree	-	Estado e Tarefas
Área de objetos pessoais	View e Objetos	Menemes	Cenas, diálogos e signos	Operações	Páginas	Tarefas e ações	Ações do sistema (Offer)	Caso de uso e Coleção de dados	WebTaskTree	-	Estado e Tarefas
Favoritos	-	-	-	-	-	-	-	Coleção de Dados	-	-	-
Ajuda multinível	View e Objetos	Menemes	Cenas, diálogos e signos	Operações	Páginas	Tarefas e ações	Ações do sistema (Offer)	Caso de uso	WebTaskTree	-	Estado e Tarefas
Agregação de comando	View e Objetos	Menemes	Cenas, diálogos e signos	Operações	Páginas	Tarefas e ações	Ações do sistema (Offer)	Caso de uso	WebTaskTree	-	Estado e Tarefas

De maneira geral, observa-se que diversos mecanismos de usabilidade não podem ser representados pela maioria dos modelos, tais como os mecanismos de interação, alerta, abortar operação, execução passo-a-passo, áreas de objetos pessoais e favoritos. Os mecanismos que são apoiados pela maioria dos modelos são os mecanismos de status do sistema e ajuda multinível.

Ao realizar esta análise, é importante discutir quais mecanismos de usabilidade podem impactar mais fortemente o design de interação e navegação, visto que alguns mecanismos podem não ser relevantes ao projetar esta perspectiva de design. No que concerne à interação, é possível associar os objetivos de interação do usuário com as funcionalidades do sistema, pois as funcionalidades do sistema devem atender aos objetivos de interação do usuário. Por sua vez, a navegação também é definida pelas funcionalidades disponíveis no sistema, já que o usuário poderá navegar ou direcionar-se para as opções de funcionalidades disponíveis em um dado momento da interação.

Neste sentido, os resultados de Juristo *et al.* (2007a) sobre o impacto das FUFs em termos de funcionalidades do sistema torna-se relevante. Em sua análise, Juristo *et al.* (2007a) apontaram as FUFs cancelar e feedback como aspectos com alto impacto nas funcionalidades do sistema, pois afetaram mais de 90% dos casos de uso projetados. Analisando a decomposição das FUFs em mecanismos de usabilidade (Juristo *et al.*, 2007b), nota-se que os mecanismos de usabilidade associados a estas FUFs são: status do sistema, interação, alerta, feedback sobre o progresso, desfazer ação global, desfazer ações em um objeto específico, abortar operação e voltar. Dentre estes mecanismos, somente os mecanismos de status do sistema, desfazer (ação global e ações em um objeto) e voltar são apoiados por quatro ou mais modelos.

Alguns mecanismos de usabilidade não requerem elementos específicos para serem representados, pois são como novas funcionalidades do sistema, tal como um novo objetivo de interação do usuário: definir as preferências de configuração, consultar conteúdo de ajuda, criar macro de comandos do sistema. Os mecanismos de preferências, área de objetos pessoais, ajuda multinível e agregação de comandos enquadram-se neste caso, para representar tais mecanismos os elementos que permitem representar os objetivos de interação do usuário, com as ações do usuário e do sistema e o fluxo de interação podem ser empregados. O modelo NIM se diferencia dos demais modelos no apoio aos mecanismos de preferências e área de objetos pessoais, pois possui o elemento *coleção de dados*, que permite armazenar os dados das preferências do usuário.

Observa-se que apesar de o foco dos modelos identificados no mapeamento sistemático não consistir explicitamente em apoiar o design orientado à usabilidade, os modelos apoiam ainda que de forma parcial a representação dos mecanismos de usabilidade. Ainda assim, são necessárias melhorias para que eles possam apoiar de forma efetiva a modelagem de interação e navegação considerando os mecanismos de usabilidade.

#### **4.5. Considerações sobre o capítulo**

O objetivo deste capítulo consistiu em apresentar conceitos relacionados ao design orientado à usabilidade, bem como trabalhos relacionados neste contexto. O metamodelo de usabilidade proposto por Panach *et al.* (2013) foi detalhadamente descrito para possibilitar uma melhor compreensão sobre os aspectos de usabilidade que podem ser representados em um modelo conceitual. Como os metamodelos dos modelos de interação e navegação identificados no mapeamento sistemático em geral não são descritos em suas respectivas publicações, os elementos

da notação de cada modelo foram analisados no que concerne à possibilidade de representar os mecanismos de usabilidade definidos por Juristo *et al.* (2007b).

Os resultados obtidos indicaram que os modelos identificados no mapeamento sistemático apoiam, embora de forma parcial, a representação dos mecanismos de usabilidade, o que fortalece os resultados apresentados no comparativo de características descrito no Capítulo 3. Além disso, alguns mecanismos podem ser representados como objetivos de interação do usuário comuns, tais como preferências, agregação de comandos e ajuda multinível. As lacunas identificadas nos modelos apontam para a necessidade de melhorias nas notações existentes, para que elas próprias ou uma nova notação possam ser utilizadas de forma efetiva para a modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade. O próximo capítulo apresenta uma possível solução para satisfazer essa necessidade.

# CAPÍTULO 5 - USINN: USABILITY-ORIENTED INTERACTION AND NAVIGATION MODEL

*Este capítulo apresenta o modelo de interação e navegação orientado à usabilidade proposto denominado USability-oriented INteraction and Navigation Model (USINN) e o metamodelo proposto para representar a notação do USINN. Para orientar a construção do USINN, foi definido um conjunto de requisitos com base nos estudos exploratórios descritos no Capítulo 3. Uma análise foi conduzida para verificar a aderência do metamodelo proposto em relação aos mecanismos de usabilidade propostos por Juristo et al. (2007b) e às propriedades definidas para o metamodelo de usabilidade proposto por Panach et al. (2013).*

## 5.1. Introdução

A navegação e a interação são aspectos inter-relacionados de design, uma vez que os fluxos de navegação são consequências da interação entre o usuário e o sistema. Entretanto, as soluções existentes para a modelagem de interação e navegação consideram a representação destes aspectos de forma separada, fazendo com que os designers tenham de adotar diferentes modelos para modelar estes aspectos, sendo necessário manter a consistência entre a modelagem de interação e navegação. Manter os modelos de interação e navegação consistentes entre si não é algo trivial, pois os modelos de interação utilizam diferentes elementos como base (tais como tarefas, ações, estados, cenas), ao passo que os modelos de navegação, em geral, baseiam-se em unidades de apresentação da interface (tais como *views*, páginas web).

Dado que a qualidade do design de interação influencia a qualidade do design de interface (Beaudouin-Lafon, 2004), agregar aspectos funcionais de usabilidade que auxiliem o designer a refletir sobre a interação do usuário pode contribuir para aumentar a qualidade de uso do produto final. Porém, os modelos de interação e navegação identificados através do mapeamento sistemático conduzido representam somente de forma parcial os mecanismos de usabilidade, conforme discutido no capítulo anterior.

Como possível solução para tais problemas identificados, foi proposta uma notação para representar a interação e navegação através de um mesmo modelo. Esta notação deve reduzir as lacunas que as soluções existentes apresentam em relação à representação de aspectos de interação e navegação de sistemas interativos, uma vez que nenhum dos modelos identificados considera todos os elementos de interação e navegação necessários. Para orientar a sua construção, os dados qualitativos coletados nos estudos exploratórios descritos no Capítulo 3 foram analisados e um conjunto de requisitos a serem atendidos pela notação foi definido.

Com o intuito de agregar aspectos funcionais de usabilidade na notação proposta, os mecanismos de usabilidade são considerados. Assim, a notação deverá permitir a representação dos mecanismos de usabilidade (Juristo et al., 2007b) em termos de interação e navegação.

Neste capítulo, o conjunto de requisitos identificados a partir dos estudos exploratórios será descrito, bem como a notação do USINN e seu metamodelo serão apresentados. Uma vez que o objetivo do USINN é apoiar a modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade, é importante assegurar que seus conceitos permitirão a representação de mecanismos de usabilidade. Para tal, foi realizada uma análise da aderência do metamodelo do USINN em relação

aos mecanismos de usabilidade propostos por Juristo *et al.* (2007b) e às propriedades definidas para o metamodelo de usabilidade proposto por Panach *et al.* (2013). Após a apresentação do metamodelo do USINN, a análise do metamodelo proposto é discutida.

## **5.2. Requisitos para um modelo de interação e navegação orientado à usabilidade**

A condução dos estudos exploratórios descritos no Capítulo 3 permitiu identificar fatores que influenciaram na percepção dos participantes sobre as soluções existentes para modelagem da interação e navegação. Estes fatores podem nortear a elaboração de um modelo que reduza as lacunas que as soluções existentes apresentam. Para isso, os fatores influenciadores relacionados ao uso dos modelos foram descritos em forma de requisitos para um novo modelo.

É necessário, entretanto, realizar uma análise sobre até que ponto um modelo de interação e navegação pode resolver as lacunas apontadas pelos participantes. Um modelo para interação e navegação, assim como qualquer outro modelo, possui um escopo que representa as perspectivas e porções da solução de design que são abstraídas através do modelo. Segundo Hoover *et al.* (1991), durante o design é necessário ignorar alguns detalhes da solução para manter o escopo da abstração representada pelo modelo. Inserir muitas perspectivas em um único modelo pode tornar o processo de abstração mais complexo, tornando difícil a análise da representação fornecida pelo modelo.

Neste sentido, ao definir os requisitos para um modelo de interação e navegação orientado à usabilidade, é importante manter o foco no objetivo final do modelo, analisando o quanto a inserção de novas perspectivas de modelagem pode influenciar a sua complexidade. Sendo assim, ao propor um modelo para interação e navegação orientado à usabilidade espera-se que o modelo possa representar os aspectos de interação e navegação inerentes a um sistema interativo e que através de seus elementos os mecanismos de usabilidade a serem incorporados na solução possam ser representados. As soluções representadas através do modelo ao serem utilizadas como base para o design da interface, poderão aumentar a qualidade da interface no que diz respeito aos aspectos da comunicação do usuário com o sistema e da navegação do usuário pelo sistema. Por outro lado, o modelo não irá substituir ou tornar desnecessárias as tomadas de decisão inerentes ao design de interface, em relação a aspectos de *layout*, apresentação, entre outros. Tais aspectos são considerados como fora do escopo do modelo.

Partindo desse pressuposto, algumas lacunas apontadas pelos participantes nos estudos exploratórios não devem se tornar requisitos para o modelo proposto, visto que estariam incluindo novas perspectivas que estão fora do escopo da abstração do modelo. Os fatores relacionados a aspectos da apresentação da interface ([NEG1], [NEG2], [NEG28]) não foram transformados em requisitos devido ao escopo definido para o modelo. Por outro lado, como o conteúdo da interface está associado às entradas de dados do usuário e respostas fornecidas pelo sistema às solicitações do usuário, os fatores relacionados ao conteúdo da interface foram transformados em requisitos.

Uma lista inicial de requisitos foi obtida, conforme descrita na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Requisitos para modelos de interação e navegação.

Requisito	Fator influenciador
R1. Detalhar as ações do usuário e do sistema durante a interação.	[POS1], [NEG12], [POS21], [NEG16], [POS10], [NEG17], [NEG15], [NEG23]
R2. Apoiar a identificação do conteúdo da interface.	[POS2], [POS14], [POS11], [POS16], [NEG14], [NEG19], [NEG21]
R3. Apoiar a identificação de regras de negócio.	[POS3], [POS22], [POS26], [NEG25]
R4. Apoiar a identificação dos <i>mockups</i> de interface necessários.	[NEG3], [POS20], [POS30]
R5. Apoiar a criação dos <i>mockups</i> de interface com usabilidade.	[NEG4], [POS13], [POS32], [NEG29], [NEG30]
R6. Representar o relacionamento entre os objetivos de interação.	[NEG5], [POS19], [POS27]
R7. Representar as possibilidades de ocorrências de erros e os caminhos alternativos de interação.	[POS15], [POS7], [POS8], [POS17], [POS28], [POS29], [NEG27]
R8. Fornecer uma visão geral sobre o comportamento da aplicação.	[POS6], [NEG18], [NEG20], [NEG22], [POS9]
R9. Definir claramente as ações e os dados envolvidos na interação.	[NEG13]
R10. Representar a navegação da aplicação de acordo com o relacionamento entre os objetivos de interação do usuário.	[NEG6], [POS12], [POS18], [POS23], [POS31]
R11. O custo de construção do modelo deve ser baixo em comparação com seus benefícios.	[POS24], [NEG26]

Considerando que um modelo de interação e navegação pode ser utilizado como base para a construção de protótipos, se aspectos funcionais de usabilidade forem adequadamente representados no modelo, os protótipos irão refletir tais aspectos. Neste sentido, para atender ao requisito R5 (O modelo deve apoiar a construção de protótipos com usabilidade), os mecanismos de usabilidade definidos em Juristo *et al.* (2007b) foram considerados durante a definição dos elementos do novo modelo (Tabela 4.2).

### 5.3. Notação do modelo USINN

Os elementos da versão atual da notação do USINN são ilustrados na Figura 5.1, agrupados segundo sua finalidade: representar aspectos da interação, representar aspectos da navegação, representar mecanismos de usabilidade. Alguns elementos podem ter mais de uma finalidade, por exemplo, representar aspectos de interação e usabilidade simultaneamente.

Elementos de navegação		Elementos de interação		Elementos de usabilidade		
Unidade de apresentação	Ponto de abertura	Ação do usuário	Transição do usuário	Unidade de apresentação (sempre acessível)	Ação do usuário obrigatória	Alerta de notificação ou confirmação
OBJETIVO DO USUÁRIO		AÇÃO DO USUÁRIO	<condição> Descrição <dados>	OBJETIVO DO USUÁRIO	AÇÃO DO USUÁRIO	CONTEÚDO DO ALERTA
Navegação	Ponto de encerramento	Processo do sistema	Feedback do sistema	Transição de cancelamento	Coleção de dados e query	Processo do sistema com indicador de progresso
 			Conteúdo Conteúdo 	Descrição	Dados → collection name Dados → data	INDICADOR DE PROGRESSO

Figura 5.1. Elementos da quarta versão da notação do USINN.

Para representar a navegação de um sistema interativo, o USINN possui os seguintes elementos:

**Unidade de apresentação:** é a base da estrutura navegacional do sistema, restringindo a interação que um usuário pode realizar através da interface a cada momento.

**Navegação:** relacionamento entre unidades de apresentação da interface do sistema. A direção da seta indica se o usuário pode se direcionar para a próxima unidade de apresentação e retornar à unidade de apresentação anterior.

**Ponto de abertura:** Indica o início da navegação/interação do usuário com o sistema, ou seja, quando o usuário acessa o sistema.

**Ponto de encerramento:** Indica o término da navegação/interação, ou seja, quando o usuário sai do sistema.

A interação do usuário com o sistema é representada através dos seguintes elementos da notação USINN:

**Ação do usuário:** descreve ações do usuário que podem ser realizadas em direção a um objetivo de interação.

**Transição do usuário:** diálogo onde o usuário escolhe como prosseguir a interação dentre um conjunto de ações fornecidas pelo sistema. Dados previamente obtidos na interação por meio de uma query ou por meio de ações do usuário podem ser passados como parâmetros em uma transição. Neste caso, a transição deve ter uma descrição e indicar quais dados estão sendo passados como parâmetro. Condições para que a transição do usuário seja realizada podem ser especificadas na transição, indicando caminhos de interação condicionais.

**Processo do sistema:** representa um processamento interno do sistema após uma solicitação do usuário. Após sua conclusão, o sistema deve fornecer feedback ao usuário.

**Feedback do sistema:** resposta fornecida pelo sistema a uma requisição do usuário. Se a requisição for executada com sucesso, a seta é contínua. Caso contrário, a seta é tracejada e informa o problema ocorrido.

Os elementos do USINN relacionados à usabilidade são alinhados aos mecanismos de usabilidade discutidos em Juristo *et al.* (2007b) por serem mecanismos que impactam na interação do usuário com o sistema. Para representar esses mecanismos de usabilidade, percebemos que eram necessários elementos específicos, além dos elementos de interação e navegação apresentados. Assim, o USINN possui os seguintes elementos específicos para representar mecanismos de usabilidade:

**Unidade de apresentação sempre acessível:** é uma unidade de apresentação que deve estar sempre acessível durante a interação.

**Ação do usuário obrigatória:** descreve ações do usuário obrigatórias para que o usuário prossiga em direção a um objetivo de interação.

**Alerta de confirmação:** representa um alerta que o sistema pode emitir após transições do usuário que devem ser confirmadas. Após a emissão de um alerta de confirmação, o usuário pode confirmar ou cancelar a solicitação.

**Alerta de notificação:** representa um alerta que o sistema pode emitir durante a interação do usuário com sistema, devido a determinadas condições. O alerta de notificação não irá interromper a interação do usuário, nem requerer uma resposta do usuário. Entretanto, o alerta de notificação deve ser utilizado para apresentar informações úteis, que de fato irão influenciar a interação do usuário.

**Transição de cancelamento:** Descreve a possibilidade de o usuário desfazer ou cancelar ações.

**Coleção de dados:** elemento que contém os dados apresentados e utilizados durante as operações do usuário. As preferências e elementos favoritos do usuário podem ser armazenados nas coleções de dados.

**Query:** representa uma operação na interface que age sobre as coleções de dados. O sentido da seta em conjunto com a descrição da query indica se a operação é de leitura ou atualização da coleção de dados.

**Processo do sistema com indicador de progresso:** representa um processamento interno do sistema que informa ao usuário sobre o seu andamento, por meio de um indicador de progresso.

A Figura 5.2 ilustra um diagrama USINN relacionado a um sistema de apoio a serviços de suporte de uma instituição denominado AcadSupport.

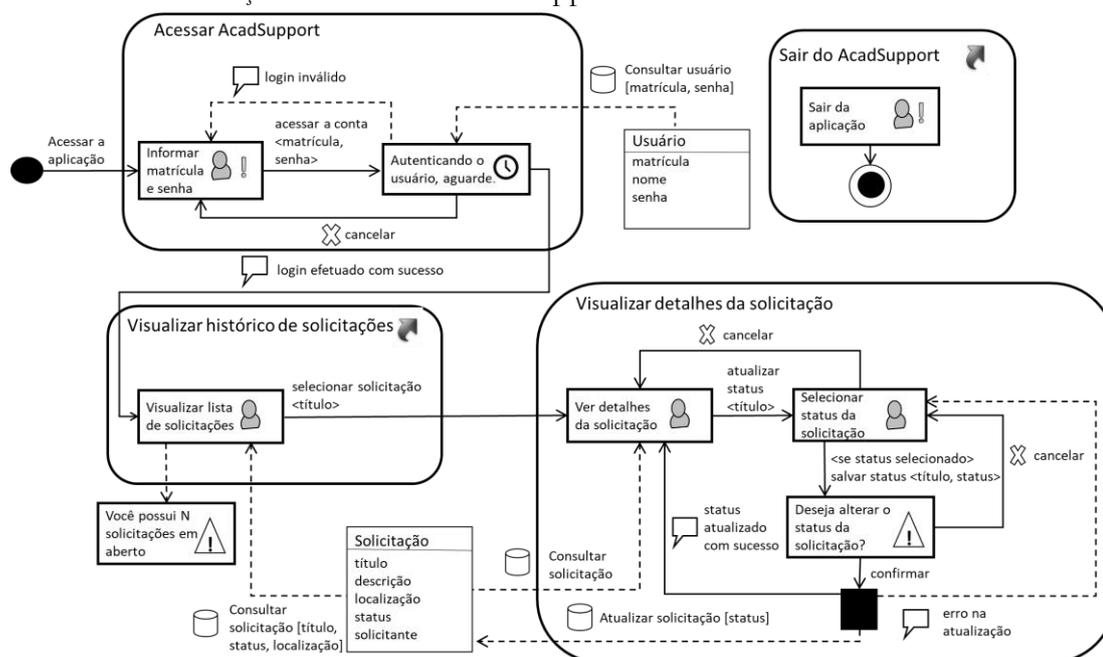


Figura 5.2. Exemplo de modelagem com a quarta versão da notação do USINN.

O AcadSupport é uma aplicação para professores solicitarem serviços de suporte em uma instituição e para técnicos acompanharem as demandas de suporte. As solicitações de suporte são

recebidas pelos técnicos de suporte da instituição. Após o início do atendimento da solicitação, o técnico de suporte atualiza o status da solicitação.

A navegação do usuário ocorre através das unidades de apresentação: *acessar AcadSupport*, *visualizar histórico de solicitações*, *visualizar detalhes da solicitação* e *sair do AcadSupport*. A qualquer momento da interação, o usuário pode navegar para as unidades de apresentação *visualizar histórico de solicitações* ou *sair do AcadSupport*, pois são unidades de apresentação sempre acessíveis.

Detalhando a interação, observa-se que para acessar o sistema, é necessário que o usuário realize a ação informar matrícula e senha, pois esta é uma ação obrigatória. Na transição do usuário para acessar a conta, os dados *matrícula* e *senha* são passados como parâmetros para que o sistema processe a transição do usuário. O sistema valida os dados, consultando a coleção de dados usuário e fornece um feedback ao usuário, informando se ocorreu erro na entrada de dados (mensagem “login inválido”) ou se os dados informados são válidos (mensagem “login válido”).

Caso o login seja efetuado com sucesso, o usuário é direcionado para a unidade de apresentação *visualizar histórico de solicitações*. Ao selecionar uma solicitação para visualizar detalhes, o *título* da solicitação é passado como parâmetro na transição *selecionar solicitação*. O usuário pode ver os detalhes da solicitação previamente selecionada na unidade de apresentação *visualizar detalhes da solicitação*. A transição *salvar status* ocorre somente se o status for selecionado pelo usuário e passa os dados *título* e *status* como parâmetros para que a solicitação seja verificada pelo sistema.

#### **5.4. Metamodelo do USINN**

Metamodelos são modelos conceituais que formalizam a sintaxe abstrata de linguagens, tais como as linguagens de modelagem, de processo e de programação (Vieira & Ramalho, 2012). Um exemplo de metamodelo bem definido e conhecido é o metamodelo da UML<sup>6</sup>, o qual provê os elementos dos modelos utilizados para representar diferentes perspectivas do design de aplicações (Booch *et al.*, 2005). Na UML, é possível utilizar classes, atributos, associações e outros tipos de elementos porque no seu metamodelo existem esses elementos definidos. Modelos que não possuem um metamodelo associado podem ser difíceis de compreender e utilizar, devido à falta de embasamento teórico sobre seus conceitos e seus relacionamentos.

Com o propósito de formalizar os conceitos da notação do USINN e os relacionamentos que podem ocorrer entre seus conceitos, o metamodelo do USINN foi construído. O metamodelo do USINN define uma notação para modelar a interação e navegação de sistemas interativos considerando mecanismos de usabilidade. Para representação do metamodelo, foi utilizado um diagrama de classes da UML, o metamodelo foca em representar os aspectos conceituais dos elementos, como sua composição e relacionamentos, bem como representar possíveis mecanismos de extensão que podem ser empregadas na notação futuramente, se necessário. A Figura 5.3 apresenta a estrutura básica do metamodelo do USINN, no qual o elemento central é o *Modelo USINN*, que representa o modelo elaborado com a notação USINN.

---

<sup>6</sup> <http://www.omg.org/spec/UML/2.0>

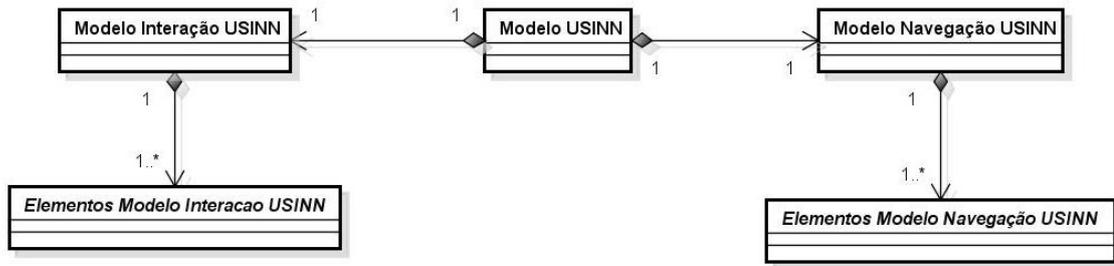


Figura 5.3. Estrutura básica do metamodelo do USINN.

O metamodelo do USINN descreve como o modelo USINN é composto. O *Modelo USINN* é composto por um *Modelo Interacção USINN* e um *Modelo Navegação USINN*. O *Modelo Interacção USINN* é composto por *Elementos Modelo Interacção USINN*, classes abstratas que representam os elementos que podem ser representados em um modelo de interação USINN, enquanto o *Modelo Navegação USINN* é composto por *Elementos Modelo Navegação USINN*, classes abstratas que representam os elementos que podem ser representados em um modelo de navegação USINN. A Figura 5.4 ilustra os possíveis elementos que podem compor um modelo de interação USINN.

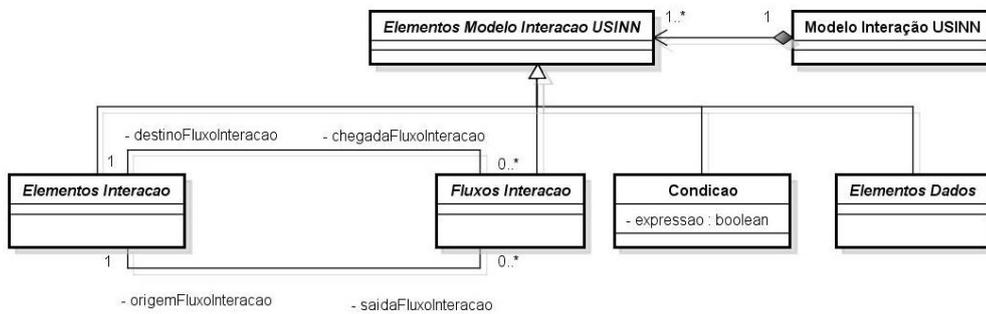


Figura 5.4. Detalhamento sobre os elementos de um modelo de interação USINN.

Os *Elementos Modelo Interacção USINN* são os elementos que detalham a interação do usuário com o sistema, especificando as ações do usuário, respostas do sistema, fluxos de interação e manipulação de dados ao longo da interação. Os elementos do modelo de interação podem ser: *Elementos Interacção*, classes abstratas que especificam interações do usuário ou do sistema; *Fluxos Interacção*, classes abstratas que conectam os elementos de interação; *Condição*, elemento que descreve expressões a serem verificadas durante a interação; e *Elementos Dados* classes abstratas que representam os dados e operações sobre os dados durante a interação. A Figura 5.5 ilustra o trecho do metamodelo que representa os possíveis elementos de interação, subclasses de *Elementos Interacção*.

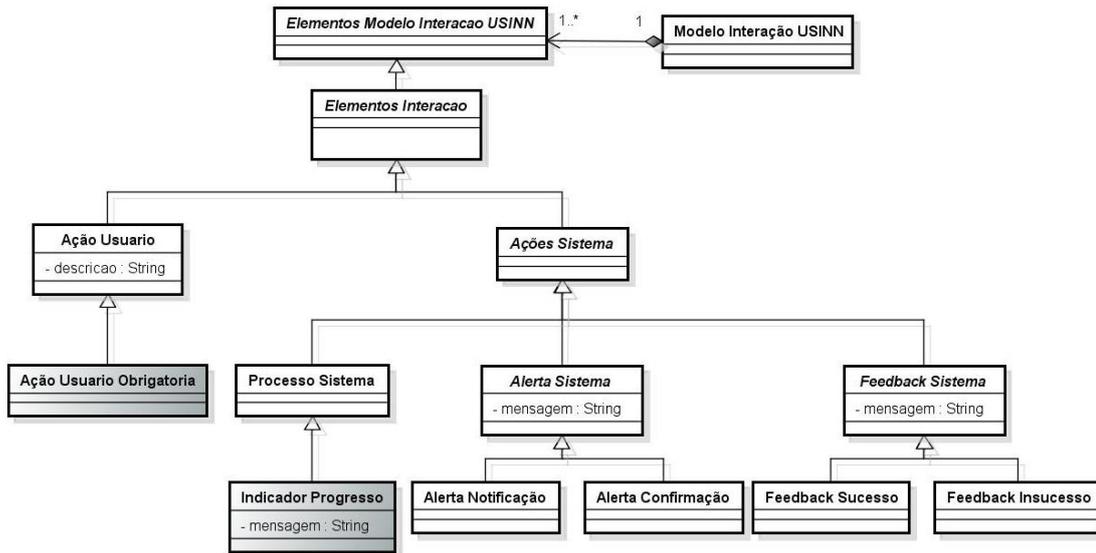


Figura 5.5. Detalhamento sobre os elementos de interação do modelo de interação.

Os elementos de interação podem ser: *Ação Usuário*, elemento que descreve ações que o usuário realiza durante a interação; ou *Ações Sistema*, classes abstratas que descrevem ações do sistema ao longo da interação. A ação do usuário foi estendida para *Ação Usuário Obrigatória*, um elemento que indica que uma ação é obrigatória para que o usuário prossiga ao alcance de um determinado objetivo de interação. Ações do sistema podem ser *Processo Sistema*, elemento que indica um processamento interno do sistema devido a uma solicitação do usuário; *Alerta Sistema*, classe abstrata que representa possíveis mensagens de alerta do sistema ao usuário necessárias durante a interação; e *Feedback Sistema*, classe abstrata que indica mensagens do sistema sobre a conclusão de um processamento interno do sistema.

O processo do sistema possui um elemento estendido *Indicador Progresso*, que é uma variação do *Processo Sistema* contendo uma mensagem que indica o progresso do processamento de uma solicitação do usuário. Os alertas do sistema podem ser os elementos *Alerta Notificação* ou *Alerta Confirmação*. O *Alerta Notificação* exibe alguma informação útil ao usuário durante a interação, sem interromper a interação do usuário, nem requerer uma resposta do usuário. O *Alerta Confirmação* exibe uma notificação para informar os usuários sobre qualquer solicitação do usuário que tenha consequências importantes e solicita uma confirmação do usuário sobre a solicitação.

Os possíveis feedbacks do sistema ao usuário podem ser *Feedback Sucesso*, que representa uma mensagem indicando o sucesso no processamento de uma solicitação do usuário; e o *Feedback Insucesso*, que representa uma mensagem indicando que não foi possível proceder ou concluir a solicitação do usuário por meio de um processo do sistema. A Figura 5.6 ilustra o trecho do metamodelo que representa os possíveis fluxos interação de um modelo de interação USINN, descritos como subclasses de *Fluxos Interação*.

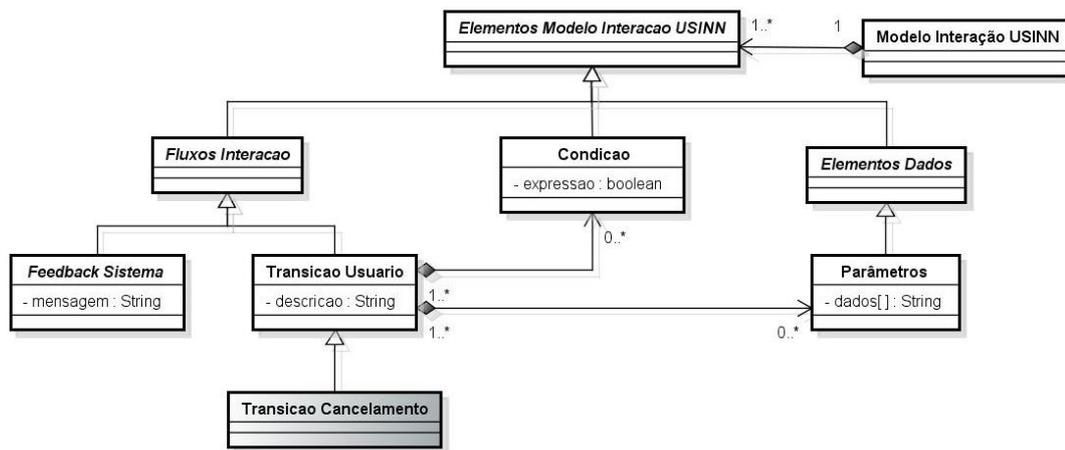


Figura 5.6. Detalhamento sobre os fluxos de interação do modelo de interação.

Os fluxos de interação que conectam os elementos de interação de um modelo de interação USINN podem ser *Feedback Sistema*, previamente descritos como subclasse de *Ações Sistema* e *Transição Usuário*, elemento que representa a intenção do usuário em prosseguir na interação. O *Feedback Sistema* é tanto um elemento de interação como um fluxo de interação porque fornece respostas do sistema e conecta elementos, pois direciona o usuário para o próximo elemento de interação.

A *Transição Usuário* pode possuir o elemento *Condição*, que especifica uma expressão condicional para que a transição do usuário possa ser realizada. A *Transição Usuário* pode ainda especificar *Parâmetros*, que indicam um conjunto de dados que são transferidos durante a solicitação descrita na transição do usuário. A *Transição Usuário* possui um elemento estendido *Transição Cancelamento* que representa uma solicitação do usuário para cancelar sua última solicitação. A Figura 5.7 ilustra o trecho do metamodelo que define os elementos que representam os dados manipulados durante a interação e as operações sobre os dados.

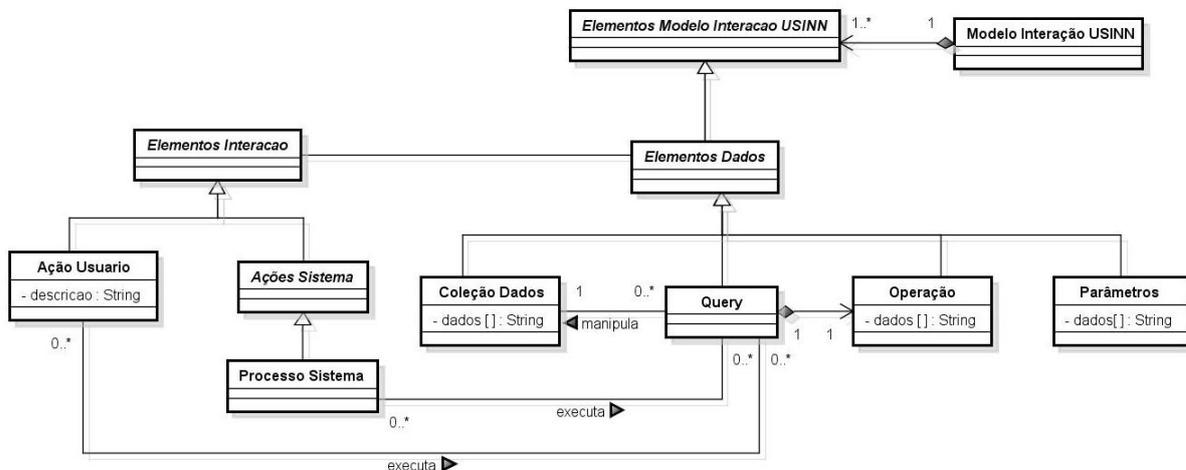


Figura 5.7. Detalhamento sobre os elementos que representam os dados manipulados e operação sobre dados durante a interação.

Os elementos do modelo de interação USINN que representam os dados manipulados durante a interação são *Coleção Dados*, elemento que representa um conjunto de dados sobre um determinado conceito do domínio da aplicação que pode ser manipulado durante a interação e

*Parâmetros*, elementos que são associados a transições do usuário descrevendo dados passados como parâmetros de transições do usuário para elementos de interação (ações do usuário ou ações do sistema). Os elementos que representam as operações sobre os dados são *Query*, elemento que manipula uma *Coleção Dados* por solicitação de uma *Ação Usuário* ou de um *Processo Sistema*; e *Operação*, elemento associado a *Query*, que descreve a operação realizada sobre a *Coleção Dados*, podendo ser operações de leitura ou escrita dos dados. A Figura 5.8 ilustra os possíveis elementos que podem compor um modelo de navegação USINN.

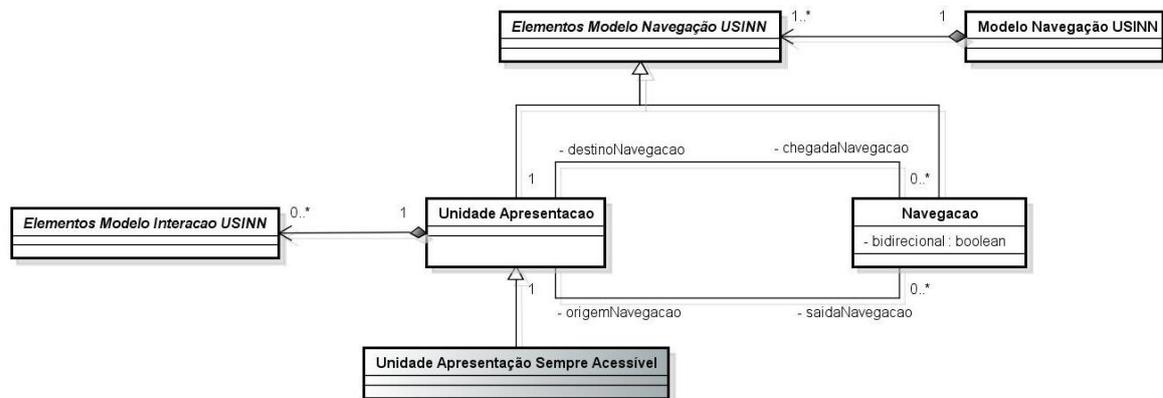


Figura 5.8. Elementos do modelo de navegação USINN.

Os elementos que compõem o modelo de navegação USINN são elementos que representam a estrutura navegacional do sistema e os fluxos de navegação sobre a estrutura. O elemento *Unidade Apresentação* representa a base da estrutura navegacional do sistema e possui *Elementos Modelo Interação USINN*, ou seja, a unidade de apresentação delimita o modelo de interação USINN. A interação que um usuário pode realizar através da interface a cada momento é descrita em uma *Unidade Apresentação*. A *Unidade Apresentação Sempre Acessível* é um elemento estendido da *Unidade Apresentação*, que indica que uma determinada unidade de apresentação deve ser acessível durante toda a interação do usuário. O elemento *Navegação* conecta as unidades de apresentação do sistema, descrevendo os caminhos navegacionais válidos durante o uso do sistema pelo usuário.

Com a construção do metamodelo, foi possível descrever a composição do modelo USINN com maior clareza e possibilitar a extensão dos elementos básicos da notação do modelo futuramente, caso necessário para representar diversas perspectivas do design de sistemas interativos.

### 5.5. Análise do metamodelo do USINN em comparação com os mecanismos de usabilidade

Dado que o USINN foi construído para que soluções de design sejam concebidas considerando mecanismos de usabilidade, é necessário analisar se e de que forma os mecanismos de usabilidade podem ser representados pelos elementos do USINN. Como o USINN foi baseado em alguns modelos de interação e navegação que permitiam representar de forma parcial os mecanismos de usabilidade, foi conduzida uma análise comparativa entre o USINN e os modelos utilizados como base para sua notação. A Tabela 5.2 apresenta os elementos de cada modelo que podem ser utilizados para representar os mecanismos de usabilidade.

Observa-se que os elementos do USINN permitem representar todos os mecanismos de usabilidade que impactam na interação e navegação. Desta forma, o USINN reduziu as lacunas existentes nos demais modelos apresentados na Tabela 5.2, que permitem representar parcialmente os mesmos mecanismos de usabilidade.

Vale ressaltar que alguns mecanismos de usabilidade não requerem elementos específicos para serem representados, pois são como novas funcionalidades do sistema, tais como os mecanismos de preferências, área de objetos pessoais, ajuda multinível e agregação de comandos. O modelo USINN permite que estes mecanismos sejam representados através de seus elementos básicos: unidades de apresentação, ações e transições do usuário e coleção de dados.

Tabela 5.2. Mecanismos de usabilidade e suas possíveis representações no USINN e nos modelos de interação e navegação que foram base para o USINN.

Mecanismo de usabilidade	Modelos de interação e navegação						
	USINN	MoLIC	CRITON	CTDM	NIM	CIAN	DSM
Status do sistema	Nome da Unidade de apresentação	Tópicos das cenas	Páginas	Tarefas	Interface do usuário	Nome da Tarefa	Estados
Alerta	Alerta de confirmação e alerta de notificação	-	-	-	-	-	-
Feedback sobre o progresso	Processo do sistema com indicador de progresso	-	-	-	-	-	-
Desfazer ação global	Transição de cancelamento	Transição de recuperação de ruptura	-	-	-	-	Transição
Desfazer ações em um objeto específico	Transição de cancelamento	Transição de recuperação de ruptura	-	-	-	-	Transição
Abortar operação	Unidade de apresentação sempre acessível e ponto de encerramento	Acesso ubíquo e Ponto de encerramento	-	-	-	-	-
Voltar	Transição de cancelamento	Transição de recuperação de ruptura	Transições	-	-	-	Transição
Execução passo-a-passo	Unidade de apresentação	Cena e Transição do usuário e de recuperação	Páginas e Transições	Tarefas	-	-	Estados e Transições
Preferências	Unidade de apresentação, ações do usuário e coleção de dados	Cenas e Diálogos	Páginas	Tarefas e ações	Caso de uso e Coleção de dados	-	Estado e Tarefas
Área de objetos pessoais	Unidade de apresentação, ações do usuário e coleção de dados	Cenas e Diálogos	Páginas	Tarefas e ações	Caso de uso e Coleção de dados	-	Estado e Tarefas
Favoritos	Ações do usuário e coleção de Dados	-	-	-	Coleção de Dados	-	-
Ajuda multinível	Unidade de apresentação e ações do usuário	Cenas e Diálogos	Páginas	Tarefas e ações	Caso de uso	-	Estado e Tarefas
Agregação de comando	Unidade de apresentação e ações do usuário	Cenas e Diálogos	Páginas	Tarefas e ações	Caso de uso	-	Estado e Tarefas

### 5.6. Análise do metamodelo do USINN em comparação com o metamodelo de usabilidade

O metamodelo de usabilidade, proposto por Panach *et al.* (2013), define propriedades que permitem representar os mecanismos de usabilidade de diferentes maneiras de uso pelo usuário e foi utilizado como base para incluir os mecanismos de usabilidade em uma abordagem de desenvolvido dirigida a modelos. Neste sentido, decidiu-se analisar se o metamodelo do USINN é aderente ao metamodelo de usabilidade, ou seja, se permite representar os diferentes modos de uso de um mecanismo de usabilidade.

Como a nomenclatura dos conceitos representados no metamodelo do USINN se difere dos conceitos representados no metamodelo de usabilidade, decidiu-se analisar se as propriedades definidas por Panach *et al.* (2013), que foram a base para a definição dos conceitos do metamodelo de usabilidade, podem ser representadas através dos conceitos do metamodelo do USINN. Ou seja, para cada propriedade definida por Panach *et al.* (2013) foi realizada uma análise em relação a quais conceitos do metamodelo do USINN permitem representar a propriedade em questão.

Uma vez que o metamodelo de usabilidade considera os aspectos concretos da interface, como aparência de botões, páginas e campos, algumas propriedades que tratam de aspectos visuais não se aplicam ao modelo USINN. Assim, não se espera que o metamodelo do USINN seja em sua totalidade aderente ao metamodelo de usabilidade, uma vez que a representação da interface concreta está fora do escopo do USINN. A Tabela 5.3 descreve o resultado da análise conduzida e os resultados são detalhados a seguir. Nos casos em que a propriedade trata de aspectos visuais da interface, a respectiva representação no USINN foi descrita como “n/a”, indicando que a propriedade não se aplica ao USINN.

Tabela 5.3. Análise sobre a representação das propriedades do metamodelo de usabilidade no metamodelo do USINN.

Mecanismo de usabilidade: status do sistema.		
Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Informar sobre o sucesso ou falha de uma execução (MoU_SSF1)	Seleção do serviço	Transição Usuário e Processo Sistema
	Visualização da mensagem	Feedback Sucesso e Feedback Insucesso
Apresentar o estado de informações armazenadas (MoU_SSF2)	Informação dinâmica a ser apresentada	n/a
	Informação estática a ser apresentada	Unidade Apresentação e Transição Usuário
	Visualização da mensagem	n/a
Apresentar o estado de ações visíveis (MoU_SSF3)	Seleção de ações	Ação Usuário
	Condição para desabilitar	Transição Usuário e extensões, Feedback Sucesso e Feedback Insucesso
Mecanismo de usabilidade: feedback sobre o progresso		
Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Apresentar o progresso de uma execução (MoU_PF)	Seleção do serviço	Transição Usuário e Processo Sistema
	Abortar a execução	Transição Cancelamento
	Visualização do progresso	Indicador Progresso
Mecanismo de usabilidade: alerta		

Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Mensagem de alerta (MoU_W)	Seleção do serviço	Transição Usuário
	Condição	Transição Usuário
	Visualização da mensagem	Alerta Notificação e Alerta Confirmação
Mecanismo de usabilidade: execução passo-a-passo		
Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Definir um <i>wizard</i> (MoU_WD)	Seleção de serviço	n/a
	Divisão em passos	Unidade de apresentação
	Descrição dos passos	Ação Usuário
	Fluxo de execução dos passos	Navegação
	Disposição dos campos dos passos	n/a
Informar sobre os passos restantes	n/a	
Mecanismo de usabilidade: favoritos		
Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Definição de favoritos (MoU_F)	Habilitar favoritos	Ação Usuário, Coleção Dados
	Como acessar	Query
Mecanismo de usabilidade: desfazer		
Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Desfazer mudanças (MoU_GU1)	Seleção do serviço	Ação Usuário e Transição Cancelamento
	Seleção de elementos da interface	n/a
	Número máximo de níveis para desfazer	n/a
	Como acessar	n/a
Refazer mudanças (MoU_GU2)	Seleção do serviço	Ação Usuário e Transição do usuário
	Seleção de elementos da interface	n/a
	Número máximo de níveis para refazer	n/a
	Como acessar	n/a
Mecanismo de usabilidade: abortar operação		
Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Cancelar durante a execução (MoU_AO1)	Seleção do serviço	Indicador Progresso e Transição Cancelamento
	Especificação da aparência visual	n/a
Sair de uma cena (MoU_AO2)	Seleção da interface	Unidade Apresentação e Navegação
	Especificação da aparência visual	Unidade Apresentação Sempre acessível
Mecanismo de usabilidade: ajuda multinível		
Modos de uso	Propriedades	Representação no USINN
Ajuda dinâmica (MoU_MH1)	Habilitar ajuda dinâmica	n/a
	Elementos de interface	n/a
	Conteúdo da ajuda	Ação Usuário, Coleção Dados e Query
	Visualização da ajuda	n/a
Ajuda estática (MoU_MH2)	Acesso à ajuda	Unidade Apresentação e extensões

Em relação ao mecanismo *status do sistema*, o metamodelo do USINN permite representar parcialmente as propriedades do modo de uso MoU\_SSF1. Para definir o serviço para o qual o feedback sobre sucesso ou insucesso deve ser apresentado (propriedade *seleção de serviço*), o USINN

possui o elemento de *Transição Usuário*. A transição do usuário define a decisão do usuário em relação a qual fluxo de interação seguir e pode solicitar uma resposta do sistema em relação à solicitação. Neste último caso, a transição do usuário pode demandar um *Processo Sistema*. Então, o sistema irá notificar o usuário caso ocorra algum erro na execução da sua solicitação. As opções de apresentação da mensagem de feedback (propriedade *visualização da mensagem*) que definem aspectos visuais da mensagem estão fora do escopo de modelagem do USINN. Ainda assim, o USINN permite representar o conteúdo da mensagem, através dos elementos *Feedback Sucesso* e *Feedback Insucesso*, que representam mensagens indicando o sucesso ou insucesso da solicitação do usuário, respectivamente.

Sobre o modo de uso MoU\_SSF2, o USINN permite representar a informação estática sobre o estado do sistema (propriedade *informação estática a ser apresentada*), que são as possibilidades de navegação em um determinado momento da interação. Esta informação é representada através do elemento *Unidade Apresentação*, que indica os objetivos do usuário durante a interação e através da *Transição Usuário*, que indica quais fluxos de interação usuário pode seguir a partir da ação que está realizando ou concluiu em um determinado momento. As demais propriedades não se aplicam ao escopo de modelagem do USINN (propriedades *informação dinâmica a ser apresentada* e *visualização da mensagem*).

Já em relação ao modo de uso MoU\_SSF3, o USINN apoia a representação tanto das ações que podem ser realizadas (propriedade *seleção de ações*), como das condições para habilitar e desabilitar as ações (propriedade *condição para desabilitar*). As ações que podem ser realizadas em um determinado momento da interação são representadas pelo elemento *Ação Usuário*. Tais ações podem ser habilitadas ou desabilitadas de acordo com o andamento da interação, que é definida pelos elementos *Fluxos Interação*, que podem ser *Transição Usuário* e suas extensões, *Feedback Sucesso* e *Feedback Insucesso*.

O mecanismo *feedback sobre o progresso* possui o modo de uso MoU\_PF cujas propriedades podem ser representadas através do metamodelo do USINN. Para indicar quais serviços requerem um feedback sobre o progresso (propriedade *seleção do serviço*), o elemento *Transição Usuário* pode ser utilizado, indicando que a transição requer um elemento *Processo Sistema*. O *Processo Sistema*, por sua vez, pode ser do tipo *Indicador Progresso*. Para permitir que o usuário tenha o controle sobre a execução da solicitação enquanto ela não for concluída (propriedade *abortar a execução*), o *Processo Sistema* pode estar relacionado a uma *Transição Cancelamento*, indicando que o usuário pode cancelar a solicitação enquanto ela não for concluída. A informação sobre o progresso (propriedade *visualização do progresso*) é representada no USINN através do elemento *Indicador Progresso*, subclasse do elemento *Processo Sistema*.

Por sua vez, o mecanismo *alerta* possui o modo de uso MoU\_W cujas propriedades também podem ser representadas através do metamodelo do USINN. O elemento *Transição Usuário* indica quais serviços requerem um alerta (propriedade *seleção do serviço*). A condição para o sistema exibir a notificação é também definida no elemento *Transição Usuário*, pois existem transições que podem requerer alerta de confirmação e outras não (propriedade *condição*). O conteúdo do alerta (propriedade *visualização da mensagem*) é representado pelos elementos *Alerta Notificação* e *Alerta Confirmação*. As opções visuais da mensagem estão fora do escopo de modelagem do USINN, visto que o foco do modelo não é representar aspectos de apresentação da interface.

No que diz respeito ao mecanismo *execução passo-a-passo*, o elemento *Unidades Apresentação* permite decompor os objetivos de interação do usuário em passos (*propriedade divisão em passo*). O

elemento *Ação Usuário* que compõem a *Unidade Apresentação* descrevem cada passo (propriedade *descrição dos passos*). O elemento *Navegação* que relaciona as unidades de apresentação definem o fluxo entre os passos (propriedade *fluxo de execução dos passos*). Por outro lado, as propriedades relacionadas às configurações visuais dos campos (propriedade *disposição dos campos dos passos*) e informações sobre os passos restantes (propriedade *informar sobre os passos restantes*) não podem ser representadas através dos conceitos do USINN.

Sobre o mecanismo *favoritos*, é possível representar as propriedades do modo de uso MoU\_F. Para permitir que o usuário habilite opções como favoritos, o elemento *Ação Usuário* pode ser utilizado para representar a marcação de itens do domínio ou funcionalidades do sistema como favoritos (propriedade *habilitar favoritos*) e o elemento *Coleção Dados* pode ser utilizado para representar dados favoritos. O acesso aos itens favoritos (propriedade *como acessar*) pode ser representado através do elemento *Query* que manipula coleções de dados.

O mecanismo *desfazer* possui dois modos de uso MoU\_GU1 e MoU\_GU2, que correspondem a possibilidades de desfazer e refazer mudanças, respectivamente. Os modos de uso possuem propriedades similares, sendo que somente a representação de quais serviços podem ser desfeitos ou refeitos (propriedade *seleção do serviço*) pode ser representada no USINN através do elemento *Ação Usuário*, *Transição Usuário* e *Transição Cancelamento*.

Em relação ao mecanismo abortar operação, o modelo USINN representa parcialmente as propriedades do modo de uso MoU\_AO1, que indica o cancelamento de uma operação durante a execução. O elemento *Indicador Progresso* pode estar associado a um elemento *Transição Cancelamento*, indicando que o usuário poderá cancelar a execução da solicitação, enquanto ela não for concluída (propriedade *seleção do serviço*). Por outro lado, as opções visuais da opção de cancelamento (propriedade *especificação da aparência visual*) estão fora do escopo de modelagem do USINN. Sobre o modo de uso MoU\_AO2, que indica que o usuário pode sair de uma cena durante a interação, o modelo USINN permite representar que o usuário pode navegar entre diversas unidades de apresentação por meio do elemento *Navegação* e também permite representar que determinadas unidades podem ser acessadas a qualquer momento da interação por meio do elemento *Unidade Apresentação Sempre Acessível* (propriedade *seleção da interface*). As opções visuais da interface não são representadas totalmente pelo USINN, permitindo indicar somente que uma unidade de apresentação pode estar acessível a qualquer momento da interação por meio do elemento *Unidade Apresentação Sempre Acessível* (propriedade *especificação da aparência visual*).

Por fim, em relação ao mecanismo ajuda multinível, o USINN permite representar o modo de uso MoU\_MH2 através do elemento *Unidade Apresentação* que podem conter elementos *Ação Usuário* para visualizar informações de ajuda (propriedade *acesso à ajuda*). O metamodelo do USINN permite representar parcialmente o modo de uso MoU\_MH1 através de ações do usuário que podem consultar o elemento *Coleção Dados* por meio do elemento *Query* para obter o conteúdo de ajuda (propriedade *conteúdo de ajuda*). Porém, as opções visuais da ajuda não são representadas pelo metamodelo do USINN (propriedades *elementos de interface* e *visualização da ajuda*).

Com esta análise, verificou-se que o metamodelo do USINN permite representar a maioria das propriedades definidas para o metamodelo de usabilidade de Panach *et al.* (2013). As lacunas em relação à representação das propriedades ocorreram em propriedades com objetivos de representar aspectos visuais da interface. Como mencionado em diversos pontos da análise, este não consiste em um dos requisitos do modelo USINN.

### **5.7. Considerações sobre o capítulo**

Este capítulo apresentou o conjunto de requisitos identificados para um modelo que apoie a modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade. O modelo proposto foi denominado USINN (*USability-oriented INteraction and Navigation model*) e visa integrar a representação de aspectos de interação e navegação considerando mecanismos de usabilidade que devem ser considerados na etapa de design do desenvolvimento de sistemas interativos.

Para representar os conceitos representados pelo modelo USINN foi construído o metamodelo do USINN. O metamodelo permite definir os elementos que compõem um modelo USINN e seus relacionamentos, bem como mecanismos de extensão que podem ser empregados no metamodelo. Dado que a proposta do USINN é representar soluções de design considerando mecanismos de usabilidade, para analisar se os conceitos do modelo USINN permitem representar os mecanismos de usabilidade, o metamodelo do USINN foi analisado em comparação com os mecanismos de usabilidade propostos por Juristo *et al.* (2007b) e com o metamodelo de usabilidade elaborado por Panach *et al.* (2013).

Os resultados desta análise indicaram que o metamodelo do USINN permite representar todos os mecanismos de usabilidade que impactam na interação e navegação propostos por Juristo *et al.* (2007b) e permite representar parcialmente as propriedades relevantes para a interação e navegação definidas para os mecanismos de usabilidade status do sistema, feedback sobre o progresso, alerta, execução passo-a-passo, favoritos, abortar operação e ajuda multinível no metamodelo de usabilidade. Isto se justifica pelo fato de o metamodelo de usabilidade ser focado em aspectos concretos da interface, que estão fora do escopo do USINN. O próximo capítulo apresenta o processo de construção e evolução do USINN por meio da condução de estudos experimentais conduzidos com o objetivo de avaliar o uso do modelo USINN e sua utilidade para o design de interação e o design de interface com foco na usabilidade.

# CAPÍTULO 6 - PROCESSO DE CONSTRUÇÃO E EVOLUÇÃO DO USINN POR MEIO DE ESTUDOS EXPERIMENTAIS

*Este capítulo apresenta o processo de construção e evolução do USINN detalhando a versão inicial da notação e as versões intermediárias. A notação foi evoluída com base em resultados de estudos experimentais para avaliar as versões do USINN. O planejamento, execução e resultados dos estudos experimentais são apresentados. Foram conduzidos dois estudos de viabilidade, um estudo comparativo, um estudo de observação e um estudo de caso na indústria.*

## 6.1. Introdução

Em Engenharia de Software, estudos experimentais são conduzidos para obter resultados objetivos em relação ao entendimento, controle, predição e melhorias do processo de software (Wohlin *et al.*, 2000). Estudos experimentais são importantes para a tomada de decisão em relação a soluções propostas para o processo de software.

A metodologia de Design Science, adotada nesta pesquisa, define que o artefato projetado para solucionar um problema do mundo real deve ser rigorosamente avaliado em relação à sua utilidade, qualidade e eficácia por meio da condução de métodos de avaliação (Hevner *et al.*, 2004). Shull *et al.* (2000) argumentam que uma tecnologia deve passar por diferentes tipos de estudos experimentais antes de serem transferidas para a indústria de software.

Para avaliar a notação USINN como solução para modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade, foram conduzidos estudos experimentais em ambiente acadêmico para obter dados sobre as melhorias necessárias na solução e em ambiente real de software para validar a versão final obtida com os refinamentos realizados. A condução dos estudos experimentais permitiu a realização de melhorias na proposta inicial do USINN, gerando refinamentos e novas versões do modelo, até a obtenção da quarta versão, avaliada na por meio de um estudo de caso na indústria (Figura 6.1).

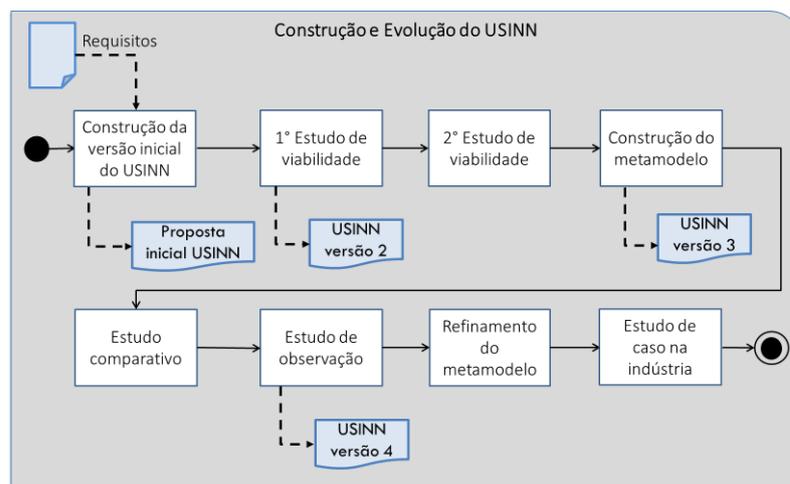


Figura 6.1. Processo de construção e evolução da USINN.

As próximas seções apresentam as versões do modelo USINN e os estudos experimentais conduzidos: primeiro estudo de viabilidade, segundo estudo de viabilidade, estudo comparativo, estudo de observação e estudo de caso na indústria de software.

## 6.2. Proposta inicial da notação do USINN

Os elementos da proposta inicial são ilustrados na Figura 6.2, agrupados segundo sua finalidade: representar aspectos da interação, representar aspectos da navegação, representar mecanismos de usabilidade. Durante a definição da notação do USINN, verificou-se que alguns elementos dos modelos identificados no mapeamento sistemático poderiam ser reutilizados, pois já satisfazem ao menos parcialmente os requisitos identificados.

Elementos de navegação		Elementos de interação		Elementos de usabilidade	
Estado 	Ponto de abertura 	Ação do usuário obrigatória 	Transição do usuário descrição da transição 	Estado (sempre acessível) 	Ação do usuário opcional 
Navegação 	Ponto de encerramento 	Processo do sistema 	Mensagem do sistema conteúdo 	Transição de cancelamento descrição da transição 	Coleção de dados e Query 

Figura 6.2. Elementos da proposta inicial da notação do USINN.

Para representar a navegação de um sistema interativo, o USINN possui os seguintes elementos:

**Estado** - adaptado do modelo DSM (Saleh *et al.*, 2010): É a base da estrutura navegacional do sistema e agrupa ações do usuário para atingir o objetivo de interação descrito pelo estado.

**Navegação** – elemento do modelo CRITON (Avgeriou *et al.*, 2005): Relacionamento entre estados do sistema. Indica que o usuário pode se direcionar para o próximo estado e retornar ao anterior. Deve ser utilizado para definir como cada estado será acessível.

**Ponto de abertura** – elemento dos modelos MoLIC (Barbosa *et al.*, 2003), CTDM (López-Jaquero *et al.*, 2007), CIAN (Molina *et al.*, 2009) e DSM (Saleh *et al.*, 2010): Indica o início da navegação/interação do usuário com o sistema, ou seja, quando o usuário acessa o sistema.

**Ponto de encerramento** – elemento dos modelos MoLIC (Barbosa *et al.*, 2003), CTDM (López-Jaquero *et al.*, 2007), CIAN (Molina *et al.*, 2009) e DSM (Saleh *et al.*, 2010): Indica o término da navegação/interação, ou seja, quando o usuário sai do sistema.

A interação do usuário com o sistema é representada através dos seguintes elementos da notação USINN:

**Ação do usuário obrigatória** - adaptado do modelo CTDM (López-Jaquero *et al.*, 2007; Molina *et al.*, 2009): Descreve uma ação necessária para atingir um objetivo de interação.

**Transição do usuário** - elemento do modelo MoLIC (Barbosa *et al.*, 2003): Representa uma ação do usuário para alcançar um determinado objetivo.

**Processo do sistema** – elemento do modelo MoLIC (Barbosa *et al.*, 2003): Representa um processamento interno do sistema após uma solicitação do usuário.

**Mensagem do sistema** - adaptado do modelo MoLIC (Barbosa *et al.*, 2003): Descreve o feedback fornecido pelo sistema em resposta a uma solicitação do usuário. Ocorre após um processo do sistema.

Os elementos do USINN relacionados à usabilidade são alinhados aos mecanismos de usabilidade discutidos em Juristo *et al.* (2007b) por serem mecanismos que impactam na interação do usuário com o sistema. Para representar esses mecanismos de usabilidade, percebemos que eram necessários elementos específicos, além dos elementos de interação e navegação apresentados. Assim, o USINN possui os seguintes elementos específicos para representar mecanismos de usabilidade:

**Estado sempre acessível** - adaptado do modelo MoLIC (Barbosa *et al.*, 2003): Representa um estado que deve estar sempre acessível durante a interação.

**Ação do usuário opcional**: Descreve uma ação opcional do usuário para atingir um objetivo de interação.

**Transição de cancelamento**: Descreve a possibilidade de o usuário desfazer ou cancelar ações.

**Coleção de dados** – elemento do modelo NIM (Lu *et al.*, 2007): Elemento que contém os dados apresentados e utilizados durante as operações do usuário. As preferências e elementos favoritos do usuário podem ser armazenados nas coleções de dados.

**Query** - adaptado do modelo NIM (Lu *et al.*, 2007): Representa uma operação na interface que age sobre as coleções de dados.

Os únicos mecanismos que não foram considerados no USINN foram: interação e entrada de texto estruturada, pois para tal seria necessário considerar os aspectos concretos da interface, tais como uma máscara em um campo de texto ou uma mudança de cor na borda de um botão (Carvajal *et al.*, 2013). O USINN é um modelo de interação que não trata aspectos concretos da interface, para que possa ser adotado nas fases iniciais do desenvolvimento de software, onde as decisões sobre a interface não foram tomadas.

A Figura 6.3 ilustra um diagrama USINN relacionado a um sistema de apoio a serviços de suporte de uma instituição denominado AcadSupport.

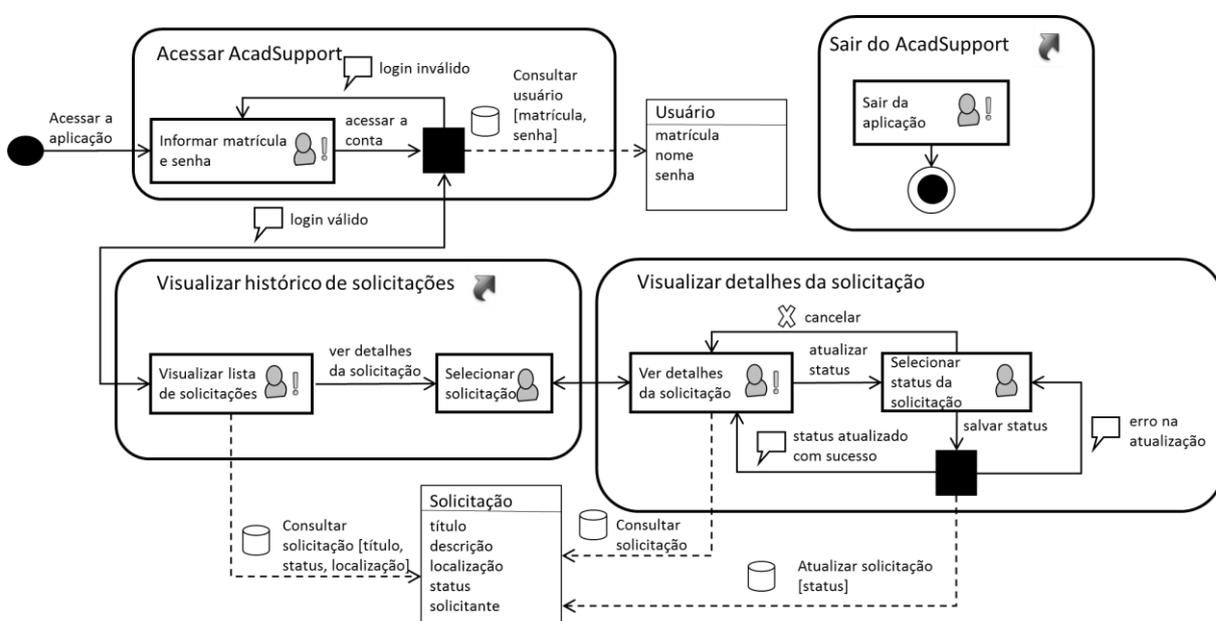


Figura 6.3. Exemplo de modelagem com a proposta inicial da notação USINN.

A navegação do usuário ocorre através dos estados: *acessar AcadSupport*, *visualizar histórico de solicitações*, *visualizar detalhes da solicitação* e *sair do AcadSupport*. A qualquer momento da interação, o usuário pode navegar para os estados *visualizar histórico de solicitações* ou *sair do AcadSupport*, pois são estados sempre acessíveis.

Detalhando a interação, observa-se que para acessar o sistema, é necessário que o usuário realize a ação informar matrícula e senha, pois esta é uma ação obrigatória. O sistema valida os dados, consultando a coleção de dados usuário e fornece um feedback ao usuário, informando se ocorreu erro na entrada de dados (mensagem “login inválido”) ou se os dados informados são válidos (mensagem “login válido”). Neste último caso, o usuário navega para o estado *visualizar histórico de solicitações*.

No estado *visualizar histórico de solicitações*, o usuário visualiza a lista de solicitações de suporte, cujos dados são detalhados na query que consulta a coleção de dados solicitação. O usuário pode selecionar uma solicitação para visualizar seus detalhes, sendo esta ação opcional. Caso selecione uma solicitação, o usuário navega para o estado *visualizar detalhes da solicitação*, onde visualiza os detalhes, podendo selecionar o status da solicitação para salvar um novo status. Para salvar o status, o sistema valida o novo status e fornece um feedback adequado ao usuário.

Com o objetivo de avaliar se o USINN atende aos requisitos definidos e permite representar os mecanismos de usabilidade discutidos, foi conduzido o 1º Estudo de Viabilidade.

### **6.3. Primeiro Estudo de Viabilidade do modelo USINN**

No contexto da condução de estudos experimentais, um estudo de viabilidade visa verificar se uma nova tecnologia é viável e se o tempo empregado é bem utilizado (Shull *et al.*, 2001). O estudo de viabilidade não visa obter uma resposta definitiva, e sim obter dados para refinar a solução e gerar hipóteses associadas ao seu uso (Shull *et al.*, 2001). Com o intuito de obter dados para refinar o USINN, foi conduzido um estudo de viabilidade. O estudo de viabilidade foi publicado em Marques *et al.* (2016b) e Marques *et al.* (2017b). Este estudo teve como foco avaliar se a proposta inicial do USINN atendia aos requisitos definidos e permitia representar os mecanismos de usabilidade discutidos no Capítulo 4.

#### **6.3.1. Planejamento e Execução do estudo de viabilidade**

*Participantes:* Foram selecionados três alunos de doutorado com graduação em Ciência da Computação para participar do estudo de viabilidade. Os participantes possuíam diferentes níveis de experiência com o uso de modelos de IHC e ES na indústria, com o ensino de modelos de ES e IHC e com a condução de pesquisas sobre modelos de ES e IHC, conforme resume a Tabela 6.1.

*Tabela 6.1. Caracterização dos participantes.*

Participante	Experiência com modelos de IHC		
	Uso de modelos de IHC na indústria	Condução de pesquisa acadêmica sobre modelos de IHC	Ensino de modelos de IHC
P1	B	A	B
P2	B	B	B
P3	B	B	-

Experiência com modelos de ES			
Participante	Uso de modelos de ES na indústria	Condução de pesquisa acadêmica sobre modelos de ES	Ensino de modelos de ES
P1	A	M	B
P2	A	M	M
P3	B	A	B
Legenda: B (até 1 ano); M (entre 1 a 2 anos); A (mais de 2 anos); - (sem experiência)			

*Tarefas:* Os participantes deveriam (i) elaborar um modelo empregando a notação do USINN para um cenário fornecido; (ii) elaborar os protótipos de interface com base no modelo previamente elaborado.

*Cenário:* O cenário utilizado descrevia um sistema de gestão de conhecimento de um grupo de pesquisa (Apêndice K). Os objetivos de interação do usuário descritos no cenário eram: (i) editar dados do pesquisador; (ii) consultar dados do pesquisador; (iii) cadastrar ativos de conhecimento; (iv) editar ativos de conhecimento; e (v) visualizar ranking de contribuição. No cenário, não foram descritos explicitamente mecanismos de usabilidade a serem representados no modelo, pois nosso objetivo era observar se os elementos do USINN direcionariam os participantes a modelarem mecanismos de usabilidade, mesmo que os mesmos não estivessem explicitamente descritos no cenário.

*Ambiente de Execução:* O estudo de viabilidade foi conduzido em um laboratório de pesquisa.

*Métricas:* Para analisar a viabilidade do USINN, foram utilizadas métricas objetivas sobre a qualidade dos artefatos elaborados pelos participantes e métricas subjetivas sobre a percepção dos participantes sobre o modelo USINN. As métricas objetivas foram definidas com base nos objetivos de qualidade de modelos conceituais discutidos por Granda *et al.* (2015):

- **Completude:** define o quanto um modelo apresenta as informações necessárias de acordo com o propósito da modelagem. Esta métrica está relacionada à semântica do modelo. A omissão de informações reduz a completude.
- **Corretude:** define o quanto um modelo emprega corretamente os elementos e relacionamentos, de acordo com a sintaxe da notação e descreve corretamente o domínio da aplicação de acordo com as informações disponíveis. O uso incorreto de elementos da notação e a inconsistência do conteúdo do modelo com as informações disponíveis sobre o domínio reduzem a corretude.

As métricas subjetivas foram baseadas no Modelo de Aceitação de Tecnologia (*Technology Acceptance Model – TAM*) (Davis, 1989) e nos requisitos previamente definidos (Tabela 5.1).

- **Percepção sobre utilidade:** define o grau no qual uma pessoa considera que utilizar uma tecnologia específica melhoraria seu desempenho em determinadas atividades.
- **Percepção sobre facilidade de uso:** define o grau no qual uma pessoa considera que utilizar uma tecnologia específica seria livre de esforço.
- **Intenção de uso:** define o grau no qual uma pessoa prevê que utilizaria uma tecnologia específica no futuro.
- **Percepção sobre eficácia:** define o grau no qual uma pessoa considera que o modelo USINN atende aos requisitos (Tabela 5.1) para os quais foi proposto.

A Tabela 6.2 apresenta as afirmativas elaboradas para medir a percepção sobre utilidade e

facilidade de uso, e intenção de uso, com base na proposta original de Davis (1989).

Tabela 6.2. *Afirmativas sobre percepção sobre utilidade e facilidade de uso e intenção de uso.*

<b>Percepção sobre utilidade</b>
U1. Usando este modelo, fui capaz de modelar a interação e navegação do sistema rapidamente.
U2. Usando este modelo, o meu desempenho na modelagem de interação e navegação melhorou.
U3. Usando este modelo, a minha produtividade na modelagem de interação e navegação aumentou (acredito ter identificado um número maior de elementos em um tempo menor do que identificaria sem utilizá-lo).
U4. Usando este modelo, a minha eficácia na modelagem de interação e navegação aumentou (acredito ter identificado um número maior de elementos com este modelo).
U5. Usando este modelo, foi mais fácil modelar a interação e navegação.
U6. Eu acredito que este modelo é útil para a modelagem de interação e navegação.
<b>Percepção sobre facilidade de uso</b>
F1. Aprender a modelar a interação e navegação com este modelo foi fácil para mim.
F2. Eu achei fácil utilizar este modelo da forma como eu gostaria (Os elementos do modelo são claros e compreensíveis).
F3. Eu entendia o que acontecia enquanto utilizava este modelo.
F4. Eu considero fácil ganhar habilidade em modelar a interação e navegação utilizando este modelo.
F5. Eu considero fácil lembrar como modelar a interação e navegação usando este modelo.
F6. Eu considero este modelo fácil de usar.
<b>Intenção de uso</b>
I1. Assumindo que este modelo esteja disponível para modelagem de interação e navegação, eu prevejo que vou usá-lo no futuro.
I2. Eu preferiria usar este modelo ao invés de utilizar outros modelos para modelar a interação e navegação de sistemas interativos.

A percepção sobre eficácia foi medida através da adaptação das afirmativas apresentadas na Tabela 5.1 (por exemplo, a afirmativa “O modelo deve auxiliar a identificar as regras de negócio.”, foi adaptada para “O modelo auxilia a identificação das regras de negócio”).

Para coletar os dados sobre as métricas subjetivas, foi aplicada uma escala ordinal de seis pontos variando de 5 - *concordo totalmente* a 0 - *discordo totalmente*. Conforme sugerido por Laitenberger e Drayer (1998), o ponto neutro (*nem concordo, nem discordo*) não foi utilizado na escala ordinal, uma vez que não permite identificar a inclinação (positiva ou negativa) dos participantes. Adicionalmente, foram incluídas questões abertas sobre o modelo USINN no questionário. As questões abertas foram: (1) Comente aspectos positivos e negativos do uso deste modelo para a modelagem de interação e navegação. Seus comentários nos auxiliarão a realizar as melhorias necessárias no modelo. (2) Houve algum aspecto de interação e/ou navegação que você não conseguiu representar através dos elementos deste modelo? (3) Você recomendaria este modelo para profissionais que trabalham com o projeto e desenvolvimento de sistemas interativos? (4) Você considera que este modelo auxiliaria a projetar a interação e navegação com foco na usabilidade?

*Materiais:* Para apoiar a condução do estudo de viabilidade, foram elaborados: (i) TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido); (ii) formulário de caracterização do perfil; (iii) cenário do sistema de gestão de conhecimento; (iv) roteiro de tarefas; (v) material com a notação do USINN e um exemplo de modelagem; (vi) questionário pós-estudo (Apêndice L).

*Procedimentos:* O estudo de viabilidade foi conduzido com cada participante individualmente. No início do estudo, o pesquisador responsável entregava o TCLE e o formulário de caracterização do perfil. Em seguida, o pesquisador entregava o roteiro de tarefas e o material de apoio, explicando o que continha cada artefato. Os participantes não receberam treinamento prévio sobre o modelo

USINN, recebiam apenas informações sobre o objetivo geral do modelo. O pesquisador informava ainda que, após a conclusão das tarefas, um questionário deveria ser respondido sobre a experiência de uso do modelo. Não foi definido um limite de tempo para a realização das tarefas.

### 6.3.2. Resultados do primeiro estudo de viabilidade

Após a execução do estudo, os artefatos elaborados (modelos e protótipos) e os dados coletados pelos questionários pós-estudo foram analisados. Nesta subseção os resultados quantitativos e qualitativos obtidos serão discutidos.

#### 6.3.2.1. Métricas objetivas: Resultados

Para calcular as métricas objetivas, os artefatos elaborados pelos participantes (modelos e protótipos) foram analisados. Com o objetivo de calcular a completude dos modelos, dois pesquisadores analisaram se os modelos elaborados atendiam aos seguintes critérios de completude:

**C1.** Foi definido um estado para a funcionalidade?

**C2.** O estado é alcançável?

**C3.** As ações necessárias para alcançar o objetivo descrito no estado foram representadas?

**C4.** As solicitações do usuário são validadas pelo sistema e o feedback adequado é fornecido?

**C5.** Os dados manipulados nas ações ou processos do sistema são representados?

O cenário fornecido descrevia cinco funcionalidades a serem modeladas. Para representar as funcionalidades “consultar dados do pesquisador” e “visualizar ranking de contribuição” não era necessário utilizar a validação de dados, ou seja, o critério de completude **C4** não se aplica a tais funcionalidades. Primeiramente, foi calculada a completude da modelagem de cada funcionalidade e posteriormente, calculou-se a completude do modelo como um todo. A completude de uma funcionalidade foi calculada através da porcentagem de critérios de completude atendidos na modelagem de cada funcionalidade do cenário fornecido. A completude do modelo foi calculada através da média da completude da modelagem das funcionalidades. A análise da completude dos modelos elaborados pelos participantes é detalhada na Tabela 6.3.

Tabela 6.3. Análise da completude dos modelos elaborados.

Funcionalidades	Critério	P1					P2					P3							
		C1	C2	C3	C4	C5	Total	C1	C2	C3	C4	C5	Total	C1	C2	C3	C4	C5	Total
	editar dados do pesquisador	✓	✓	✓	✓	✓	100%	✓	✓	✓	✓	✓	100%	✓	✓	✓	✓	✓	100%
	consultar dados do pesquisador	✓	✓	✓	-	✗	75%	✓	✓	✓	-	✗	75%	✓	✓	✓	-	✓	100%
	cadastrar ativos de conhecimento	✓	✓	✓	✓	✓	100%	✓	✓	✓	✓	✓	100%	✓	✓	✓	✓	✓	100%
	editar ativos de conhecimento	✓	✓	✓	✓	✓	100%	✓	✓	✓	✓	✓	100%	✓	✓	✓	✓	✓	100%
	visualizar ranking de contribuição	✓	✗	✓	-	✗	75%	✓	✓	✓	-	✓	100%	✗	✗	✗	-	✗	0%
	<b>Completude</b>	90%					95%					80%							

Todos os participantes representaram as funcionalidades “editar dados do pesquisador”, “cadastrar ativos de conhecimento” e “editar ativos de conhecimento” de forma completa. Por outro lado, os participantes P1 e P2 não representaram os dados manipulados em “consultar dados do pesquisador”. O participante P1 não representou a navegação para alcançar o estado referente a “visualizar ranking de contribuição”. Já o participante P3 não representou a funcionalidade

“visualizar ranking de contribuição”. Assim, onde observou-se maior incidência incompletude foi em relação à representação dos dados manipulados (uso da *coleção de dados e query*).

A corretude dos modelos foi calculada através da porcentagem de elementos do modelo USINN utilizados corretamente. A Tabela 6.4 detalha a análise da corretude dos modelos elaborados pelos participantes. Observou-se que o elemento *ação do usuário obrigatória* foi utilizado de forma incorreta por todos os três participantes, é provável que os participantes tenham esquecido de utilizar o ícone de exclamação que indica que a ação é obrigatória.

O elemento *estado* foi empregado de forma incorreta pelos participantes P1 e P3. Os participantes representaram diferentes objetivos de interação do usuário em um mesmo *estado*. Por exemplo, em um estado “visualizar informações do pesquisador”, o participante P1 também modelou ações de “editar dados do pesquisador”. O participante P3 utilizou uma *transição do usuário* sem descrição. O elemento *estado sempre acessível* foi utilizado em um contexto inválido pelo participante P2, ou seja, em um *estado* que não deveria estar sempre acessível. O participante P1 utilizou a *transição de cancelamento* para uma operação que não poderia ser desfeita.

Tabela 6.4. Análise da corretude dos modelos elaborados.

Elemento do modelo USINN	P1	P2	P3
Estado	✗	✓	✗
Navegação	✗	✓	✓
Ponto de abertura	✓	✓	✓
Ponto de encerramento	✓	✓	✓
Ação do usuário obrigatória	✗	✗	✗
Transição do usuário	✓	✓	✗
Processo do sistema	✓	✓	✓
Mensagem do sistema	✓	✓	✓
Estado sempre acessível	✓	✗	✓
Ação do usuário opcional	✓	✓	✓
Transição de cancelamento	✗	✓	✓
Coleção de dados	✓	✓	✓
Query	✓	✓	✓
<b>Corretude</b>	<b>69%</b>	<b>85%</b>	<b>77%</b>

Analisando quais aspectos funcionais de usabilidade haviam sido representados nos modelos elaborados, observou-se que somente *status do sistema, alerta e abortar operação* foram representados por todos os participantes. O mecanismo de *desfazer* foi representado somente por um participante, assim como o mecanismo de *feedback sobre o progresso*. Os mecanismos de *execução passo-a-passo, preferências, área de objetos pessoais, favoritos, ajuda e agregação de comandos* não foram representados. Este resultado indica que os elementos do USINN por si só não direcionam o designer a pensar sobre a inclusão de mecanismos de usabilidade.

### 6.3.2.2. Métricas subjetivas: resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos para as métricas subjetivas. Os gráficos das figuras Figura 6.4, Figura 6.5, Figura 6.6 e Figura 6.7 detalham a percepção dos participantes fornecidas nos questionários. As respostas dos participantes às questões abertas permitiram analisar mais profundamente os resultados obtidos.

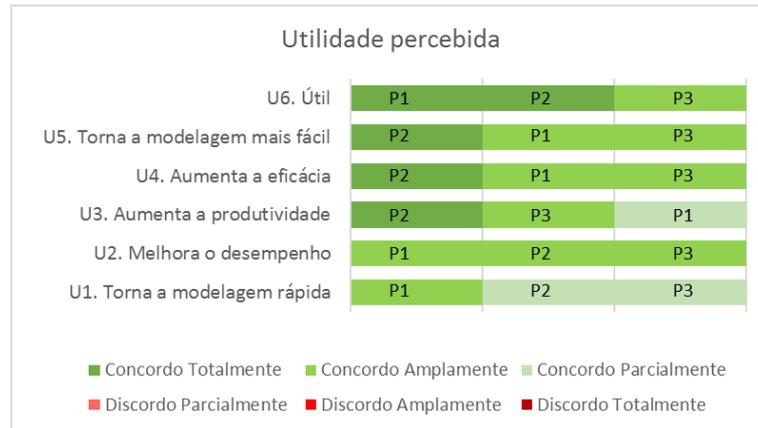


Figura 6.4. Utilidade percebida do ponto de vista dos participantes.

A Figura 6.4 detalha os resultados sobre a utilidade percebida. Não foram observadas discordâncias em relação às afirmativas sobre utilidade percebida, o que indica um resultado positivo para a utilidade do USINN. Analisando as respostas dos participantes às questões abertas, foram identificadas algumas citações que podem estar relacionadas à **utilidade do modelo**.

O participante P3 citou que “Se utilizado com mockups, [o modelo USINN] pode melhorar a interação”. P3 comentou ainda que “Talvez o modelo possa auxiliar os desenvolvedores durante a implementação”. O participante P2 apontou “Gostei que o modelo envolve aspectos de interface por meio de tabelas que podem auxiliar na criação do banco de dados”. Por fim, o participante P1 afirmou que “O modelo permite a compreensão das ações do usuário e do sistema de forma clara”.

A Figura 6.5 ilustra o detalhamento dos resultados para a facilidade de uso percebida. Nota-se que o participante P3 discordou sobre a afirmativa F6, que afirma que o modelo é fácil de usar e sobre a afirmativa F1, que afirma que o modelo é fácil de aprender. Algumas citações que estão relacionadas ao **uso do modelo** foram identificadas:

O participante P1 apontou dificuldades como “Fiquei em dúvida se para representar um determinado aviso para o usuário, o ideal é utilizar um elemento estado, ou se poderia colocar o ícone da mensagem dentro deste elemento”.

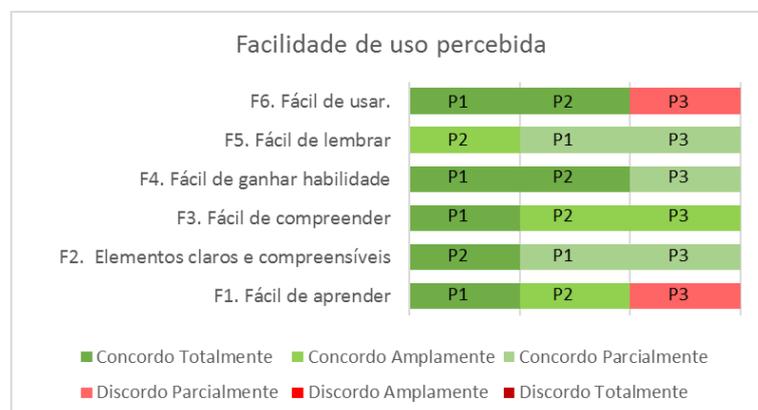


Figura 6.5. Facilidade de uso percebida do ponto de vista dos participantes.

O participante P2 indicou dificuldades no uso do modelo “Ficou um pouco confuso representar funcionalidades que não são sequenciais, não sei se fiz certo na modelagem”.

Foram identificadas ainda citações a respeito da **aprendizagem do modelo**: o participante

P3 apontou que “No início, fica confuso pois os elementos são bem parecidos entre si, o que são poucas coisas e conceitos” e “O modelo é baseado no que outros modelos já possuem, logo não precisa perder muito tempo aprendendo a notação”.

A Figura 6.6 apresenta as respostas dos participantes sobre a intenção de utilizar o USINN futuramente. Foram obtidos resultados positivos em relação a este indicador. O fato de os participantes terem experiência prévia com outros modelos de análise e projeto, fortalece o resultado da afirmativa I2, que aborda a preferência em utilizar o USINN.

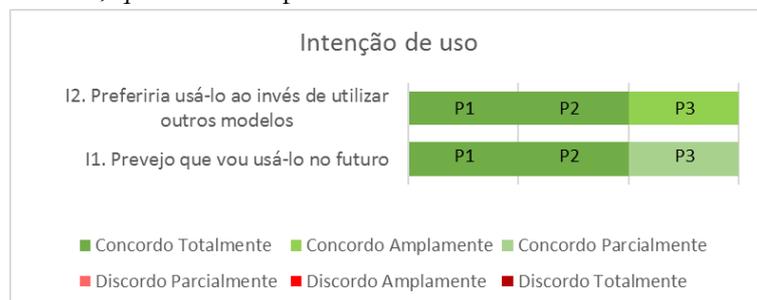


Figura 6.6. Intenção de uso do ponto de vista dos participantes.

A Figura 6.7 detalha os resultados sobre a eficácia percebida pelos participantes. O participante P3 apontou discordância em relação a algumas afirmativas descrevendo requisitos do modelo. Os participantes P1 e P2 concordaram com todas as afirmativas, embora em alguns casos a concordância tenha sido ampla ou parcial.

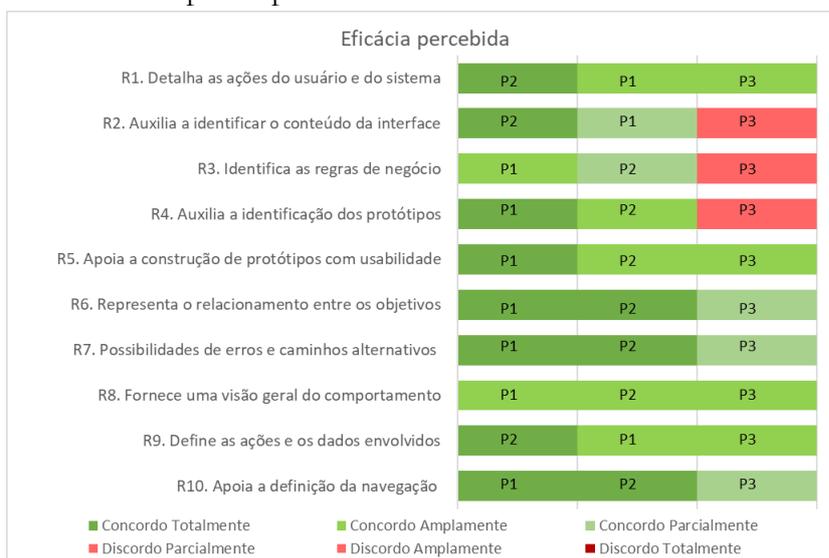


Figura 6.7. Eficácia percebida do ponto de vista dos participantes.

Foram identificadas citações relacionadas aos **elementos do modelo**:

O participante P1 descreveu que “O modelo auxilia na compreensão dos elementos que devem sempre estar disponíveis para o usuário” e “É possível ver as ações do usuário que alteram o estado do sistema”. P1 sugeriu ainda “Poderia ter um elemento ‘regra’, onde fosse possível descrever alguma regra para o elemento estado. Assim o leitor entende o motivo do elemento não estar disponível”.

O participante P2 comentou “O modelo possui elementos muito importantes para a modelagem de interação e navegação. Gostei muito da inclusão da coleção de dados pois assim é possível saber que informações estão sendo apresentadas para o usuário e a query permite visualizar o que está acontecendo”. De forma similar ao participante P1, o participante P2 sugeriu um elemento específico para regras de negócio “Poderia

ter um elemento parecido com coleção de dados, porém voltado para regras de negócio”. P2 sugeriu ainda que “Acho que poderia envolver aspectos de relacionamentos entre as coleções de dados”.

O participante P3 apontou que alguns aspectos da interação foram identificados durante a elaboração dos protótipos “Fiquei na dúvida quando fui representar uma possível entrada que tinha dois fluxos de saída. Gerei apenas um objetivo geral, porém quando fui construir o mockup percebi que tinha que ter outro fluxo. Tive que voltar no modelo e refazer”.

Por fim, sobre o **apoio à usabilidade**, o participante P1 indicou que “Através do modelo é possível representar as ações que o usuário pode fazer (e desfazer), os elementos na interface que estão sempre disponíveis, e é possível informar o usuário (feedback) sobre uma determinada ação”. Por outro lado, o participante P2 comentou que “Acho que é necessário que o designer entenda de usabilidade para então projetar melhor visando este aspecto”. Por sua vez, P3 afirmou que “Acho que o modelo já auxilia a projetar a usabilidade, porém de uma forma suave, sem que o designer perceba”.

Os comentários indicam que o modelo ainda não fornece o direcionamento suficiente para o designer modelar a interação e navegação considerando a usabilidade. Indicam também que é necessária uma melhor definição dos elementos do modelo e de regras para sua utilização. Estas regras podem auxiliar o designer sobre qual a melhor forma de empregar os elementos.

### **6.3.3. Conclusões sobre o primeiro estudo de viabilidade**

Os resultados quantitativos obtidos indicam que o USINN foi percebido como útil, fácil de usar e eficaz pelos participantes. Porém, um participante indicou discordância em relação às afirmativas que avaliam tais aspectos. Os participantes indicam que o USINN permite entender claramente as ações do sistema e do usuário, que o USINN pode apoiar desenvolvedores durante a implementação e que o USINN já auxilia a projetar a usabilidade.

Por outro lado, por meio da análise qualitativa, foram identificadas melhorias a serem realizadas no USINN, como a necessidade de inserção ou adaptação de elementos que permitam representar efetivamente os mecanismos de usabilidade. Com base nos comentários dos participantes, a notação do USINN foi refinada para atender às necessidades de melhorias identificadas.

## **6.4. Segunda versão da notação do modelo USINN**

Com base nos resultados do 1º Estudo de Viabilidade, algumas melhorias foram realizadas na proposta do modelo USINN, visando obter melhores resultados em relação a sua utilidade, facilidade de uso e eficácia. Novos elementos foram incluídos na notação para representar os mecanismos de usabilidade, pois analisando os modelos elaborados pelos participantes, notou-se que somente os mecanismos de *status do sistema*, *alerta* e *abortar operação* haviam sido representados por todos os participantes. Com isso, decidiu-se analisar se o modelo permitia representar os mecanismos de usabilidade definidos em Juristo *et al.* (2007b), de forma a identificar se o resultado observado no estudo se deve a uma limitação da notação do USINN.

Observou-se que não era possível representar a confirmação ou cancelamento após um alerta do sistema (mecanismo *alerta do sistema*), assim como o cancelamento durante a indicação de progresso de um processamento do sistema (mecanismos *feedback sobre o progresso*). Desta forma, decidiu-se alterar o elemento **mensagem do sistema** para **feedback do sistema** e diferenciar feedback em caso de sucesso e insucesso nas solicitações do usuário e incluir os elementos **alerta do sistema** e **progresso do sistema** para permitir essa representação. Os elementos da segunda

versão do USINN são ilustrados na Figura 6.8.

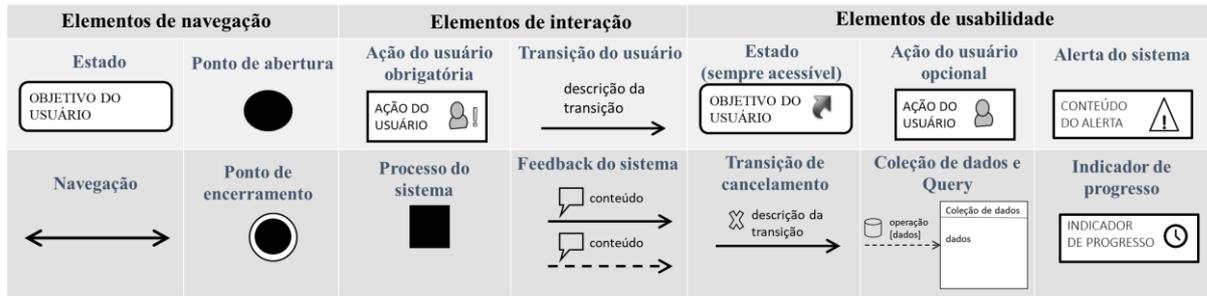


Figura 6.8. Elementos da segunda versão da notação do USINN.

**Feedback do sistema:** resposta fornecida pelo sistema a uma requisição do usuário. Se a requisição for executada com sucesso, a seta é contínua. Caso contrário, a seta é tracejada e informa o problema ocorrido.

**Alerta do sistema:** alerta do sistema para informar os usuários sobre qualquer ação com consequências importantes. Após o alerta, o usuário poderá confirmar ou cancelar a solicitação através do elemento transição do usuário.

**Indicador de progresso:** indicador sobre o progresso de um processamento do sistema que poderá levar algum tempo para completar. O usuário poderá cancelar a solicitação através do elemento transição do usuário ou aguardar que o sistema complete o processamento e o direcione para o próximo estado ou ação através do elemento feedback do sistema.

A Figura 6.9 ilustra uma modelagem com a notação do modelo USINN após o refinamento. O cenário representado é similar ao da Figura 6.3, que descreve a interação de um usuário no sistema AcadSupport.

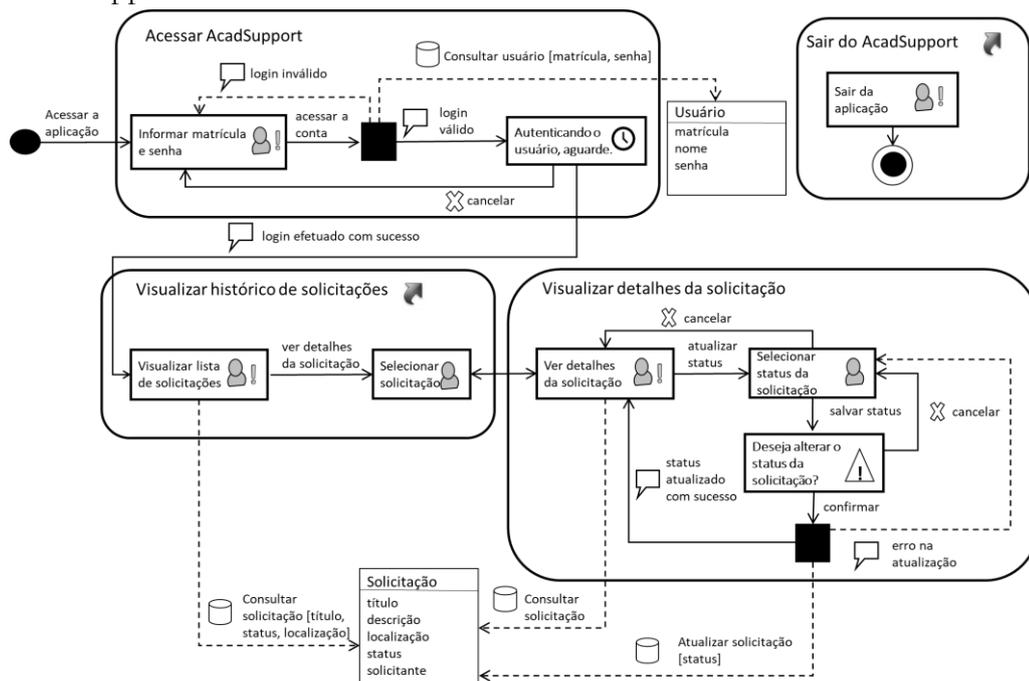


Figura 6.9. Exemplo de modelagem com a segunda versão da notação do USINN.

Após o usuário informar matrícula e senha, o sistema valida os dados, consultando a coleção de dados usuário e fornece um feedback ao usuário, fornecendo o feedback em caso de insucesso (mensagem "login inválido") ou feedback em caso de sucesso (mensagem "login válido").

Enquanto o sistema autentica o usuário para direcioná-lo para o estado visualizar histórico de solicitações, é fornecido um indicador de progresso ao usuário informando “Autenticando o usuário, aguarde”.

No estado *visualizar detalhes da solicitação*, após o usuário solicitar “salvar status” da solicitação, o sistema exibe um alerta ao usuário para confirmar “Deseja alterar o status da solicitação?”. O usuário pode confirmar a solicitação para que o sistema processe a solicitação e atualize o status ou pode cancelar a solicitação, retornando à ação do usuário “selecionar status da solicitação”.

Com o objetivo de avaliar a facilidade de uso e utilidade da segunda versão da notação do USINN, foi conduzido o 2º Estudo de Viabilidade.

## **6.5. Segundo Estudo de Viabilidade do USINN**

Como o refinamento da notação do USINN ocasionou mudanças nos elementos do modelo, tornou-se necessário avaliar a viabilidade da nova versão da notação por meio da condução de um segundo estudo de viabilidade, publicado no artigo Marques *et al.* (2017a). O estudo foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa do estudo, os participantes utilizaram o modelo USINN para modelar a interação e navegação de um sistema descrito por meio de um cenário e um conjunto de requisitos de usabilidade. Na segunda etapa, os participantes utilizaram um modelo USINN referente a um sistema como base para a construção de protótipos de interface. Desta forma, foi possível analisar a viabilidade do uso da segunda versão do modelo USINN para o design de interação e como base para o design de interface.

O objetivo do segundo estudo de viabilidade consistiu em caracterizar o uso do USINN como notação para modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade e como base para a prototipação de interface em relação à facilidade de uso, utilidade, intenção de uso e qualidade dos artefatos gerados.

### **6.5.1. Planejamento e Execução do segundo estudo de viabilidade**

*Participantes:* O segundo estudo de viabilidade foi conduzido em uma turma de graduação do 5º período do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e replicado em duas turmas: (i) uma turma de graduação do 5º período do curso de Ciência da Computação e (ii) uma turma de graduação do 3º período do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Todos os alunos cursavam a disciplina Projeto de Interface Homem-Computador. Os participantes foram caracterizados segundo a sua experiência com modelos de análise e projeto e com design de interface na academia e na indústria. Para balancear os grupos, foram considerados os diferentes níveis de experiência na indústria.

*Tarefas:* Os participantes deveriam (i) elaborar um modelo empregando a notação do USINN com base em um cenário e um conjunto de requisitos de usabilidade; (ii) elaborar os protótipos de interface com base em um modelo USINN.

*Cenários para a tarefa de modelagem:* Para realizar a tarefa de modelagem no experimento, os participantes utilizaram um cenário e um conjunto de requisitos funcionais. Os requisitos descreviam funcionalidades de um sistema web que permite ao usuário gerenciar listas de tarefas. Os mecanismos de usabilidade foram associados aos requisitos funcionais para verificar se os participantes conseguiriam representá-los com o modelo USINN. Porém, descrever todos os mecanismos de usabilidade em um mesmo cenário o tornaria complexo para a execução do

experimento. Assim, foram elaborados dois cenários sobre o mesmo sistema, contendo diferentes requisitos funcionais, que estavam associados a diferentes mecanismos de usabilidade, conforme resume a Tabela 6.5. Os cenários completos estão descritos no Apêndice M.

*Tabela 6.5. Requisitos funcionais de usabilidade para modelagem no segundo estudo de viabilidade.*

Conjunto de requisitos funcionais de usabilidade 1	Requisito	Mecanismo
	R01. Criação de tarefas	Progresso do sistema
	R02. Alteração de tarefas	Alerta
	R03. Exclusão de tarefas	Desfazer
	R04. Lista de tarefas com dica sobre data de término da tarefa	Ajuda
	R05. Marcar tarefas como favoritos	Favoritos
	R06. Criação de macros	Agregação de comandos
	R07. Execução de macros	Agregação de comandos
Conjunto de requisitos funcionais de usabilidade 2	Requisito	Mecanismo
	R01. Autenticação do usuário	Feedback
	R02. Cadastro do usuário	Execução passo-a-passo
	R03. Definição de preferências	Preferências
	R04. Organização de listas de tarefas através de mapas	Espaço de objetos pessoais
	R05. Mover lista para outro mapa	Espaço de objetos pessoais
	R06. Criação de mapas de listas	Espaço de objetos pessoais
	R07. Sair do sistema	Abortar operação

*Modelos para a tarefa de prototipação:* Foram elaborados dois modelos de interação e navegação referentes a um mesmo sistema (Apêndice N). Para realizar a tarefa de prototipação, os participantes utilizaram um modelo USINN referente a um sistema de apoio à gestão do conhecimento de um grupo de pesquisa. Para reduzir a complexidade dos modelos, nós elaboramos dois diferentes modelos de interação e navegação que representavam diferentes requisitos funcionais associados a mecanismos de usabilidade. Os requisitos foram balanceados entre os modelos de tal forma que apresentassem a mesma complexidade Tabela 6.6.

*Tabela 6.6. Requisitos representados nos modelos de interação e navegação para prototipação no segundo estudo de viabilidade.*

Modelo de interação e navegação 1	Requisito	Mecanismo
	R01. Editar dados do pesquisador	Execução passo-a-passo
	R02. Lista de ativos e marcar ativo como favorito	Favoritos
	R03. Organizar ativos através de mapas	Espaço de objetos pessoais
	R04. Criar novos mapas de ativos	Espaço de objetos pessoais
	R05. Lista de ativos e obter informação sobre o ativo	Ajuda
Modelo de interação e navegação 2	Requisito	Mecanismo
	R01. Acessar o sistema	Feedback
	R02. Cadastrar ativos	Progresso
	R03. Sair do sistema	Abortar operação e alerta
	R04. Pesquisar ativos	Desfazer
	R05. Criar e executar macros	Agregação de comandos
R06. Definir preferências	Preferências	

*Ambiente de Execução:* O estudo de viabilidade foi conduzido nas respectivas salas de aula de cada turma, que possuíam o ambiente similar, uma vez que estavam na mesma instituição.

*Métricas:* No segundo estudo de viabilidade, foram utilizadas métricas objetivas (completude e corretude) e subjetivas (percepção sobre utilidade, percepção sobre facilidade de uso, intenção de uso e percepção sobre eficácia) utilizadas no primeiro estudo de viabilidade. Porém, as métricas foram coletadas para avaliar o USINN em relação a (i) uso do USINN para modelar a interação e

navegação orientada à usabilidade; (ii) uso do USINN como base para a prototipação.

- **Completude:** define o quanto o artefato apresenta as informações necessárias de acordo com o seu propósito. Defeitos de omissão reduzem a completude.
- **Corretude:** define o quanto o artefato emprega corretamente os elementos e relacionamentos, de acordo com a sintaxe da notação e descreve corretamente o domínio da aplicação de acordo com informações disponíveis. Defeitos de inconsistência, fato incorreto e ambiguidade reduzem a corretude.

A seguinte fórmula foi definida para calcular a corretude e completude a partir do número de defeitos identificados no artefato e do grau de severidade dos defeitos:

$$\text{indicador de defeitos} = 1 - \left( \frac{n_{\text{requisitos\_leve}}}{n_{\text{requisitos}}} + 2 * \left( \frac{n_{\text{requisitos\_media}}}{n_{\text{requisitos}}} \right) + 3 * \left( \frac{n_{\text{requisitos\_grave}}}{n_{\text{requisitos}}} \right) \right)$$

n\_requisitos\_leve = número de requisitos com defeito de severidade leve  
 n\_requisitos\_media = número de requisitos com defeito de severidade média  
 n\_requisitos\_grave = número de requisitos com defeito de severidade grave  
 n\_requisitos = número de requisitos a serem representados em um artefato (modelos ou *mockups*)

A corretude e completude de um artefato podem variar de 0 (pior resultado) a 1 (melhor resultado). As métricas subjetivas foram avaliadas através de uma escala de Likert de 5 pontos (variando de +2 a -2), através da qual o participante indicava sua concordância com determinadas afirmativas. Foram elaboradas duas afirmativas opostas para cada afirmativa da proposta original de Davis (1989).

- **Percepção sobre utilidade:** avalia o quanto uma pessoa considera que utilizar o USINN melhoraria seu desempenho em (i) modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade e (ii) prototipação. A Tabela 6.7 apresenta as afirmativas elaboradas para avaliar a percepção sobre a utilidade do USINN.

Tabela 6.7. Afirmativas para avaliar a percepção sobre a utilidade no segundo estudo de viabilidade.

Percepção sobre utilidade do USINN para modelar a interação e navegação orientada à usabilidade		
#Q	Afirmativa positiva (+2)	Afirmativa negativa (-2)
Q1	Usando um modelo como o USINN, eu iria modelar a interação e navegação mais rapidamente.	Usando um modelo como o USINN, eu não iria modelar a interação e navegação mais rapidamente.
Q2	O uso do modelo USINN iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação (acredito ter identificado mais aspectos da interação e navegação em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).	O uso do modelo USINN não iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação.
Q3	O uso modelo USINN para a modelagem de interação e navegação iria aumentar minha produtividade.	O uso modelo USINN para a modelagem de interação e navegação não iria aumentar minha produtividade.
Q4	O uso do modelo USINN iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação (acredito ter elaborado um modelo mais completo do que elaboraria sem usar esta abordagem).	O uso do modelo USINN não iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação.
Q5	O uso do modelo USINN tornaria mais fácil a modelagem de interação e navegação.	O uso do modelo USINN tornaria mais difícil a modelagem de interação e navegação.
Q6	Considero o modelo USINN útil para modelar a	Não considero o modelo USINN útil para

	interação e navegação.	modelar a interação e navegação.
Percepção sobre utilidade do USINN como modelo base para prototipação		
#Q	Afirmativa positiva (+2)	Afirmativa negativa (-2)
Q1	Usando um modelo como o USINN, eu iria realizar a prototipação mais rapidamente.	Usando um modelo como o USINN, eu não iria modelar a interação e navegação mais rapidamente.
Q2	O uso do modelo USINN iria melhorar meu desempenho na prototipação (acredito ter identificado mais aspectos da interface em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).	O uso do modelo USINN não iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação.
Q3	O uso modelo USINN como base para a prototipação iria aumentar minha produtividade.	O uso modelo USINN para a modelagem de interação e navegação não iria aumentar minha produtividade.
Q4	O uso do modelo USINN iria melhorar minha eficácia na prototipação (acredito ter elaborado protótipos mais completos do que elaboraria sem usar esta abordagem).	O uso do modelo USINN não iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação.
Q5	O uso do modelo USINN tornaria mais fácil a prototipação.	Considero o modelo USINN útil como base para a prototipação.
Q6	Considero o modelo USINN útil como base para a prototipação.	Não considero o modelo USINN útil para modelar a interação e navegação.

- Percepção sobre facilidade de uso: avalia o grau no qual uma pessoa considera que utilizar o USINN para (i) modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade e (ii) prototipação, seria livre de esforço. A Tabela 6.8 apresenta as afirmativas elaboradas para avaliar a percepção sobre a facilidade de uso do USINN.

*Tabela 6.8. Afirmativas para avaliar a percepção sobre a facilidade de uso do USINN no segundo estudo de viabilidade.*

Percepção sobre facilidade de uso do USINN para modelar a interação e navegação orientada à usabilidade		
#Q	Afirmativa positiva (+2)	Afirmativa negativa (-2)
Q1	O modelo USINN é fácil de aprender.	O modelo USINN é difícil de aprender.
Q2	Foi fácil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.	Foi difícil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.
Q3	Os elementos do USINN são claros e fáceis de entender.	Os elementos do USINN são confusos e difíceis de entender.
Q4	Acredito que seria fácil tornar-se hábil no uso do USINN.	Acredito que seria difícil tornar-se hábil no uso do USINN.
Q5	É fácil lembrar de como modelar a interação e navegação com o USINN.	É difícil lembrar de como modelar a interação e navegação com o USINN.
Q6	O USINN é fácil de usar.	O USINN é difícil de usar.
Percepção sobre facilidade de uso do USINN como modelo base para prototipação		
#Q	Afirmativa positiva (+2)	Afirmativa negativa (-2)
Q1	Realizar a prototipação com base no modelo USINN é fácil de aprender.	O modelo USINN é difícil de aprender.
Q2	Foi fácil realizar a prototipação com base no modelo USINN.	Foi difícil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.
Q3	Os elementos do USINN são claros e fáceis de entender.	Os elementos do USINN são confusos e difíceis de entender.
Q4	Acredito que seria fácil tornar-se hábil na prototipação com base no USINN.	Acredito que seria difícil tornar-se hábil no uso do USINN.

Q5	É fácil lembrar de como realizar a prototipação com base no USINN.	É difícil lembrar de como modelar a interação e navegação com o USINN.
----	--	--

- **Intenção de uso:** avalia o grau no qual uma pessoa prevê que utilizaria o USINN para (i) modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade e (ii) prototipação. A Tabela 6.9 apresenta as afirmativas elaboradas para avaliar a intenção de uso dos participantes em relação ao USINN.

*Tabela 6.9. Afirmativas para avaliar a intenção de uso sobre o USINN no segundo estudo de viabilidade.*

Percepção sobre intenção de uso sobre o USINN para modelar a interação e navegação orientada à usabilidade		
#Q	Afirmativa positiva (+2)	Afirmativa negativa (-2)
Q1	Assumindo que o USINN esteja disponível para uso, eu prevejo que vou utilizá-lo no futuro.	Assumindo que o USINN esteja disponível para uso, eu prevejo que não vou utilizá-lo no futuro.
Q2	Eu preferiria usar o USINN do que outros modelos (tais como os modelos da UML) para modelar a interação e navegação.	Eu preferiria usar outros modelos (tais como os modelos da UML) do que o USINN para modelar a interação e navegação.
Percepção sobre intenção de uso sobre o USINN como modelo base para prototipação		
#Q	Afirmativa positiva (+2)	Afirmativa negativa (-2)
Q1	Eu preferiria usar o USINN do que outros modelos (tais como os modelos da UML) como base para a prototipação.	Eu preferiria usar outros modelos (tais como os modelos da UML) do que o USINN para modelar a interação e navegação.

- **Percepção sobre eficácia:** avalia o grau no qual uma pessoa considera que o modelo USINN atende aos requisitos para os quais foi proposto em relação ao apoio à (i) modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade e (ii) prototipação. Os requisitos estabelecidos para o USINN (Tabela 5.1) foram transformados em afirmativas para avaliar a percepção sobre eficácia.

*Materiais:* Para apoiar a condução do segundo estudo de viabilidade, foram elaborados: (i) TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido); (ii) formulário de caracterização do perfil; (iii) dois cenários para modelagem de interação e navegação; (iv) dois modelos de interação e navegação para prototipação; (v) questionário para avaliação da tarefa de modelagem (Apêndice O); (vi) questionário para avaliação da tarefa de prototipação (Apêndice O).

*Procedimentos:* Antes do estudo de viabilidade, os participantes receberam um treinamento sobre modelagem de interação e navegação com USINN. O treinamento ocorreu ao longo de três aulas (duração de 1h40 cada aula), com aplicação de atividades práticas de modelagem e prototipação. Para alcançar o objetivo do estudo e permitir a coleta das métricas definidas, o estudo foi conduzido em duas etapas em dois dias diferentes, conforme ilustra a Figura 6.10.

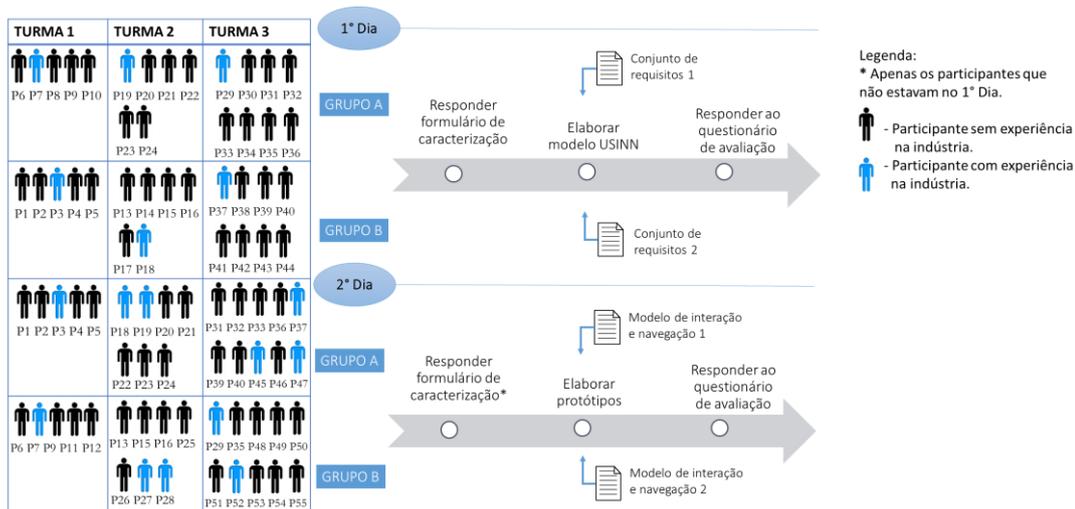


Figura 6.10. Procedimento seguido no segundo estudo de viabilidade.

Os participantes foram divididos em dois grupos (Grupo A e Grupo B), cada grupo utilizou um conjunto de requisitos para modelagem e um modelo de interação e navegação para prototipação. Durante o 1º dia, todos os participantes elaboraram um modelo de interação e navegação utilizando a notação do USINN, com base em um conjunto de requisitos. Após finalizarem a tarefa de modelagem, os participantes receberam um questionário para indicar sua percepção sobre utilidade, percepção sobre facilidade de uso, intenção de uso e percepção sobre a eficácia do USINN para a modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade.

No 2º dia, todos os participantes elaboraram protótipos com base em um modelo de interação e navegação segundo a notação USINN. Após finalizarem a tarefa de prototipação, os participantes receberam um questionário para indicar sua percepção sobre utilidade, percepção sobre facilidade de uso, intenção de uso e percepção sobre a eficácia do USINN como modelo base para a prototipação.

### 6.5.2. Resultados do segundo estudo de viabilidade

Após a execução do estudo, os artefatos elaborados (modelos e protótipos) e os dados coletados pelos questionários pós-estudo foram analisados. Nesta subseção os resultados quantitativos obtidos serão discutidos.

#### 6.5.2.1. Métricas objetivas: Resultados

Para calcular as métricas objetivas, os artefatos elaborados pelos participantes (modelos e protótipos) foram analisados por dois pesquisadores para identificar defeitos que pudessem afetar a sua qualidade. Para calcular a corretude dos artefatos, foi realizada uma inspeção em busca de defeitos de inconsistência, fato incorreto e ambiguidade. Por outro lado, para calcular a completude dos artefatos, a inspeção buscava identificar defeitos de omissão.

A taxonomia de Lopes *et al.* (2015) para defeitos em modelos de interação e *mockups* orientou a identificação dos defeitos durante a inspeção dos artefatos elaborados pelos participantes (Tabela 3.3). Diferentes defeitos podem apresentar diferentes graus de severidade e isto pode indicar uma maior ou menor corretude e completude dos artefatos. O grau de severidade dos defeitos foi classificado seguindo as regras da Tabela 6.10. Com base no número de defeitos e no grau de severidade dos defeitos identificados, foram calculados os indicadores de corretude e

completude dos artefatos elaborados pelos participantes.

Tabela 6.10. Classificação de graus de severidade de defeitos.

Grau de severidade	Descrição
Leve	Defeitos de modelagem/prototipação que não prejudicam a compreensão e entendimento do artefato.
Média	Modelagem/prototipação de requisitos incompleta, ambiguidade na representação e uso de elementos de forma incorreta.
Grave	Omissão de requisitos na modelagem/prototipação ou erros de notação que comprometem o entendimento do artefato.

### 6.5.2.1.1. Qualidade dos modelos elaborados

O gráfico da Figura 6.11 ilustra as médias da corretude e completude dos modelos elaborados por turma. Foram obtidas médias acima de 0.8 para corretude, indicando um resultado positivo para este indicador. Por outro lado, foram obtidas médias abaixo de 0.7 para completude, indicando necessidades de melhorias em relação a este indicador. Estes resultados podem ter sido ocasionados por dificuldades na representação de alguns requisitos através dos elementos do modelo USINN ou pelo fato de o participante não recordar detalhadamente da notação do modelo, omitindo elementos.

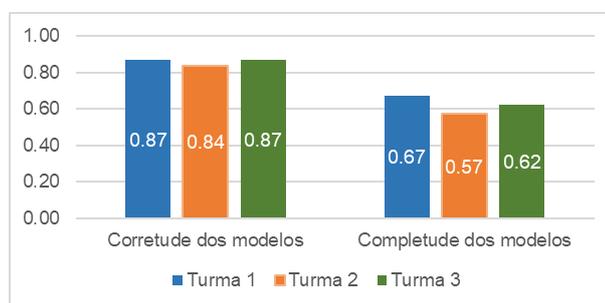


Figura 6.11. Corretude e completude dos modelos elaborados.

Para melhor compreender os resultados, os comentários fornecidos pelos participantes no questionário pós-estudo foram analisados. Para apresentar os comentários, serão utilizados códigos seguindo o padrão PX-TY, que indica o participante X da turma Y. Sobre os resultados de corretude e completude dos modelos, é possível destacar as seguintes citações:

“É preciso um pouco de domínio e conhecimento dos elementos utilizados para a construção, porque podemos entender o requisito, mas não conseguimos usar o modelo corretamente” – P6-T1

“Achei difícil representar alguns requisitos” – P1-T2

“Preciso usar mais para aprender a usar corretamente, tive dificuldades em alguns requisitos” – P3-T2

“Gostei do modelo USINN, porém não consegui representar alguns requisitos utilizando” – P13-T3

Uma vez que foram utilizados diferentes artefatos pelos grupos A e B, foram conduzidos testes de hipóteses sobre a amostra para verificar se houve diferença significativa entre os resultados dos grupos. Foram definidas as seguintes hipóteses nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ):

$H_{01}$ : Não há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à corretude dos modelos.

$H_{11}$ : Há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à corretude dos modelos.

$H_{02}$ : Não há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à completude dos modelos.

$H_{12}$ : Há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à completude dos modelos.

A normalidade das amostras foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk, pois as amostras tinham o tamanho menor que 50 participantes (Marascuilo & Serlin, 1988). Para valores maiores que 0.05, a amostra é considerada normal. Por outro lado, para valores iguais ou menores que 0.05, a amostra é considerada não-normal. Para amostras com distribuição normal, foi realizado o teste t (Siegel & Castellan, 1988). Já para amostras com distribuição não normal, foi realizado o teste de Mann-Whitney (Marascuilo & Serlin, 1988).

Os valores obtidos nos testes de hipóteses são apresentados na Tabela 6.11. Valores superiores a 0.05 não rejeitam a hipótese nula, ou seja, retêm a hipótese de que não houve diferença significativa nos indicadores entre os grupos. Por outro lado, valores inferiores a 0.05 rejeitam a hipótese nula e indicam que houve diferença significativa nos indicadores entre os grupos. Os resultados dos testes de hipóteses indicam que nenhuma das hipóteses nulas foram rejeitadas. Assim, o conjunto de requisitos não influenciou nos indicadores de corretude e completude entre os grupos.

Tabela 6.11. Resultados dos testes de hipóteses sobre os indicadores da qualidade dos modelos.

Métrica	Turma	Grupo	Teste de normalidade	Teste de hipóteses	
Corretude dos modelos ( $H_{01}$ e $H_{11}$ )	Turma 1	A	0.700	Teste t	0.323
		B	0.464		
	Turma 2	A	0.594	Teste t	0.956
		B	0.095		
	Turma 3	A	0.861	Teste t	0.980
		B	0.187		
Completude dos modelos ( $H_{02}$ e $H_{12}$ )	Turma 1	A	0.650	Teste t	0.507
		B	0.361		
	Turma 2	A	0.199	Teste t	1.000
		B	0.641		
	Turma 3	A	0.008	Mann-Whitney	0.721
		B	0.023		

### 6.5.2.1.2. Qualidade dos mockups elaborados

A Figura 6.12 ilustra as médias da corretude e completude dos *mockups* elaborados por turma. Foram obtidas médias acima de 0.8 para o indicador de corretude. Por sua vez, a completude apresentou resultados abaixo de 0.8 em duas turmas (Turma 2 e Turma 3).

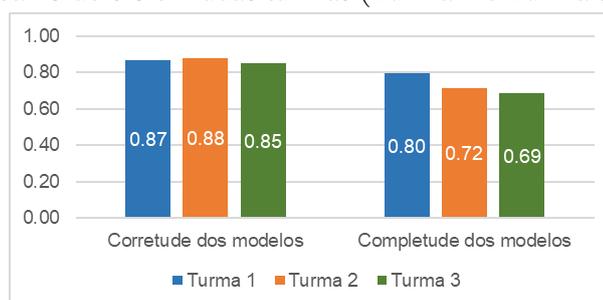


Figura 6.12. Resultados das métricas objetivas na etapa de prototipação.

Algumas citações indicam dificuldades na compreensão do modelo para a construção dos *mockups*: “Os aspectos que representam dados me deixaram confuso se era uma exibição de dados ou uma tabela para preencher” – P1-T2

“Acredito ter entendido o que estava sendo proposto, mas ainda ficam dúvidas a respeito da interface” – P11-T3

Testes de hipóteses foram conduzidos para verificar se o uso de diferentes modelos entre os grupos influenciou na qualidade dos protótipos produzidos pelos participantes (Tabela 6.12).

As seguintes hipóteses nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ) foram definidas:

$H_{01}$ : Não há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à corretude dos *mockups*.

$H_{11}$ : Há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à corretude dos *mockups*.

$H_{02}$ : Não há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à completude dos *mockups*.

$H_{12}$ : Há diferença significativa entre os grupos A e B em relação à completude dos *mockups*.

Os resultados dos testes de hipóteses indicam que as hipóteses nulas não foram rejeitadas. Desta forma, o uso de diferentes modelos não influenciou nos indicadores.

Tabela 6.12. Resultados dos testes de hipóteses sobre os indicadores da qualidade dos protótipos.

Métrica	Turma	Grupo	Teste de normalidade	Teste de hipóteses	
Corretude dos <i>mockups</i> ( $H_{01}$ e $H_{11}$ )	Turma 1	A	0.008	Mann-Whitney	1.000
		B	0.716		
	Turma 2	A	0.009	Mann-Whitney	0.097
		B	0.670		
	Turma 3	A	0.544	Mann-Whitney	0.912
		B	0.021		
Completude dos <i>mockups</i> ( $H_{02}$ e $H_{12}$ )	Turma 1	A	0.205	Teste t	0.286
		B	0.250		
	Turma 2	A	0.484	Teste t	1.000
		B	0.960		
	Turma 3	A	0.865	Teste t	0.862
		B	0.264		

### 6.5.2.2. Métricas subjetivas: Resultados

Uma vez que os questionários pós-estudo foram adaptações das afirmativas do modelo TAM, é importante avaliar a confiabilidade do instrumento de coleta de dados. Para avaliar a confiabilidade do questionário, o teste estatístico Alfa de Cronbach foi realizado sobre a amostra obtida no experimento. Para que um instrumento de coleta seja considerado confiável, o teste deve indicar um nível de confiabilidade superior a 0.8 (Carmines & Zeller, 1979).

Em relação ao questionário utilizado para avaliar a etapa de modelagem com o modelo USINN, o teste indicou um valor de confiabilidade igual a 0.940. Avaliando o questionário utilizado para avaliar etapa de prototipação com o modelo USINN, o teste indicou um nível de confiabilidade igual a 0.948. Os resultados obtidos estão dentro da faixa de valores adequados para a confiabilidade destes itens considerando diversos estudos experimentais utilizando o modelo TAM (Kim & Yoon, 2005). Desta forma, os resultados demonstram que o questionário elaborado é um instrumento confiável.

Para a análise das métricas subjetivas, foram atribuídos valores para a escala de Likert,

variando de 5 (+2) a 1 (-2). Para agregar os resultados fornecidos pelos participantes, foi realizado o cálculo da mediana das respostas para cada métrica. A Figura 6.13 ilustra os resultados da percepção sobre a utilidade e facilidade de uso do modelo USINN para modelagem de interação e navegação.

Observou-se resultados positivos para todas as afirmativas de percepção sobre utilidade. Algumas citações justificam este resultado:

“É interessante modelar interação e navegação com este modelo” – P1-T1

“(O modelo) Nos permite ter uma visão melhor da interação entre o usuário e o sistema e visualizar as ações de cada um, rotas alternativas, possíveis interfaces...” – P1-T3

Em relação à percepção sobre a facilidade de uso do USINN para modelagem, foram obtidos resultados positivos para todas as afirmativas de acordo com a percepção da Turma 1 e Turma 3. Entretanto, os participantes da Turma 2 tenderam a indicar neutralidade sobre as afirmativas Q1, Q2, Q4 e Q5 e indicar discordância sobre a afirmativa Q3.

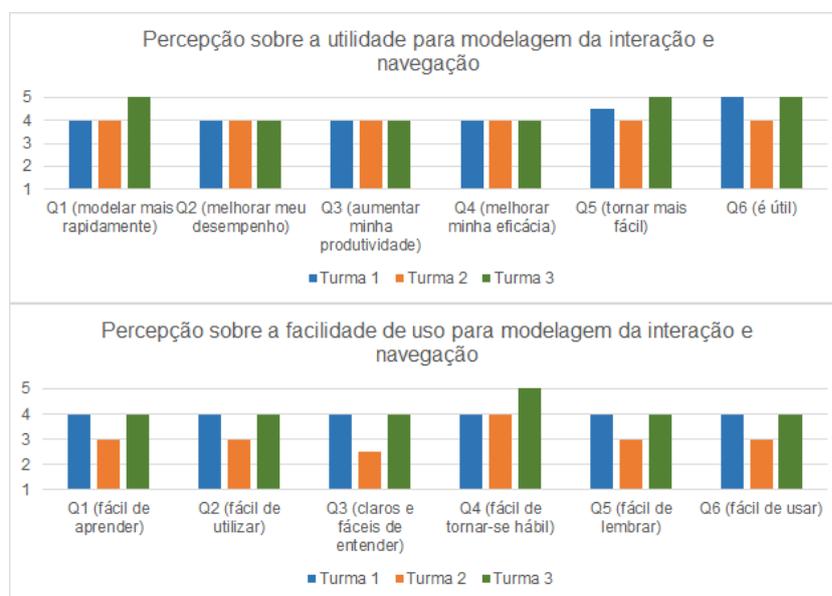


Figura 6.13. Percepção sobre utilidade e facilidade de uso do USINN para modelagem.

Algumas citações dos participantes apontam fatores que podem ter influenciado neste resultado:

“Fácil de aprender seus elementos, porém é difícil desenvolver a modelagem por ser complexo” – P9-T2

“O modelo USINN é fácil, pois possui poucos elementos na notação e eles são claros” – P6-T2

“Tem elementos comuns com a modelagem UML, dá uma visão melhor sobre a interação do usuário” – P14-T3

A Figura 6.14 ilustra os resultados da percepção sobre a utilidade e facilidade de uso do modelo USINN como base para prototipação. Avaliando a percepção dos participantes sobre a utilidade do modelo USINN como base para prototipação, é possível notar resultados positivos para as afirmativas Q2, Q3 e Q6. Porém, os participantes também tenderam a indicar neutralidade sobre as afirmativas Q1, Q4 e Q5.

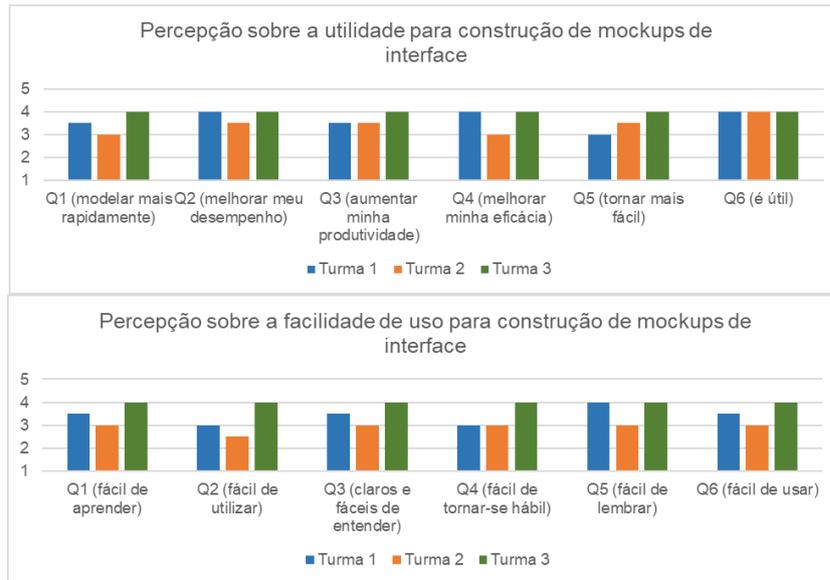


Figura 6.14. Percepção sobre utilidade do USINN para prototipação.

As seguintes citações indicam variações nas opiniões dos participantes:

“As mensagens, o uso do banco de dados e fluxos são os aspectos mais positivos do modelo USINN. Tive problemas em entender aspectos específicos do domínio da aplicação” – P7-T1

“Através do modelo USINN é fácil entender os requisitos de usabilidade, sendo assim, deixando o protótipo do sistema mais direto e claro” – P15-T2

“Com o modelo USINN já pronto, fica mais fácil entender como funcionará em parte o sistema, conseqüentemente facilitando a prototipação” – P7-T3

No que diz respeito à percepção sobre a facilidade de uso do modelo USINN como base para prototipação, nota-se que para todas as afirmativas, as turmas 1 e 2 apresentaram maior tendência à neutralidade (Figura 6.14).

“Como aspecto positivo posso citar a facilidade de compreender a navegação entre as telas e também quais elementos visuais utilizar na interface” – P5-T3

“A forma como o modelo é dividido deixa meio perdido na hora de seguir ou voltar” – P10-T2

“Acredito ter entendido o que estava sendo proposto, mas ainda ficam dúvidas a respeito da interface” – P11-T3

A Figura 6.15 ilustra os resultados da percepção sobre a eficácia do USINN em relação aos requisitos para os quais a notação foi proposta (Tabela 5.1).

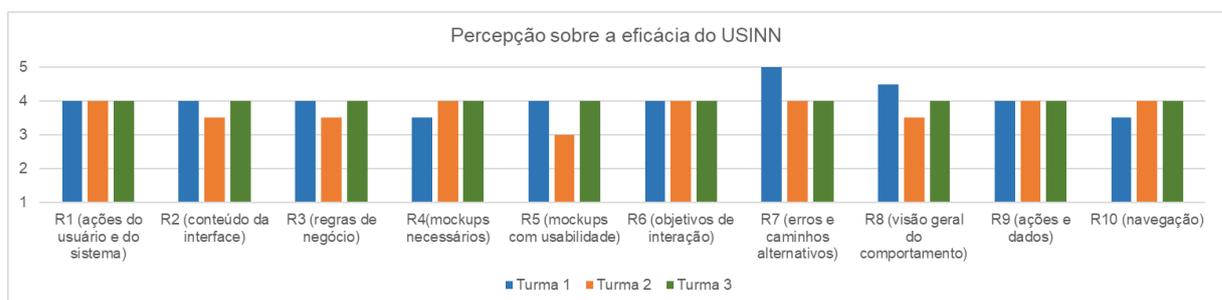


Figura 6.15. Percepção sobre a eficácia do USINN.

Observou-se resultados positivos para todos os requisitos. Porém, os participantes da Turma 2 tenderam a indicar neutralidade sobre o requisito R5 que define que a notação deve auxiliar a construir a interface com usabilidade. Nesta turma, os participantes eram menos experientes e isto pode ter afetado o uso da notação.

A intenção de uso dos participantes sobre o modelo USINN tanto para modelagem como para prototipação é ilustrada na Figura 6.16. Resultados positivos foram obtidos para todas afirmativas, indicando que os participantes possuem a intenção de usar o modelo USINN futuramente.

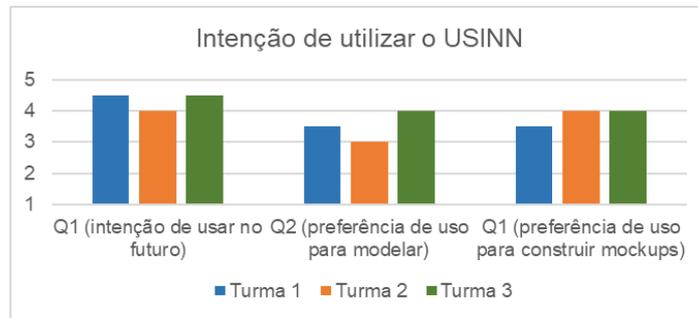


Figura 6.16. Resultados da intenção de uso do USINN.

“Penso que o modelo USINN será fundamental para trabalhos futuros em minha área” – P10-T2

“Gostei do modelo, pois consigo perceber como a aplicação pode reagir mediante certas ações do usuário” – P7-T1

Porém, em relação à preferência pelo modelo USINN em comparação com outras tecnologias, as turmas 1 e 2 tenderam à neutralidade. Os participantes apontaram o perfil do profissional que irá utilizar o USINN como um fator que pode influenciar na intenção de uso:

“A não ser que seja alguém que tenha prática e vivência em interação, UX, profissionalmente não é algo fácil de usar no dia a dia de trabalho” – P3-T1

“USINN é bom para quem está trabalhando na área que já possui conhecimento” – P3-T2

### 6.5.3. Conclusões sobre o segundo estudo de viabilidade

Os resultados das métricas objetivas indicaram que, são necessárias melhorias no indicador de completude dos modelos USINN e nos protótipos elaborados com base no modelo USINN. Os participantes apontaram dúvidas no uso da notação e no entendimento do modelo USINN para representar nos protótipos a interação de maneira adequada.

Os participantes afirmaram que é necessário um maior conhecimento sobre o USINN para seu uso de maneira eficaz. Entretanto, nosso objetivo é que o modelo USINN possa ser utilizado por profissionais com baixa experiência. Em relação às métricas subjetivas, não foram observados resultados negativos. Porém, algumas turmas tenderam à neutralidade ao avaliar o modelo USINN no que diz respeito à percepção sobre a facilidade de uso. Novamente, as citações dos participantes indicaram dúvidas no uso do modelo e no domínio da aplicação, que envolvia a descrição de mecanismos de usabilidade.

Para fortalecer a base teórica do USINN e definir seus elementos e possíveis relacionamentos, foi construído o metamodelo do USINN. Com o metamodelo, as regras de construção do USINN foram descritas de maneira mais clara, facilitando o uso do modelo.

## 6.6. Terceira versão da notação do modelo USINN

O 2º estudo de viabilidade apontou para necessidades de melhoria nos indicadores de completude dos modelos elaborados pelos participantes e percepção sobre facilidade de uso do modelo. As dificuldades dos participantes poderiam estar relacionadas ao não entendimento de alguns elementos do modelo e de possíveis relacionamentos entre os elementos. Para melhorar este aspecto, foi construído o metamodelo do USINN, de forma a analisar os conceitos representados no modelo e seus possíveis relacionamentos, fortalecendo a base teórica do modelo.

Com a construção do metamodelo, alguns elementos do USINN foram renomeados para representar seu significado de maneira mais clara, como o elemento *estado* que passou a ser denominado *unidade de apresentação*. Outros elementos foram simplificados, como o *indicador de progresso*, que se tornou uma *variação do processo do sistema*. Também foram identificados diferentes tipos de alerta, sendo *alerta de notificação* e *alerta de confirmação*. O elemento *transição do usuário* foi revisto e verificou-se que a descrição da transição seria opcional. A Figura 6.17 ilustra os elementos da terceira versão do USINN.

Elementos de navegação		Elementos de interação		Elementos de usabilidade		
<b>Unidade de apresentação</b> 	<b>Ponto de abertura</b> 	<b>Ação do usuário obrigatória</b> 	<b>Transição do usuário</b> descrição da transição 	<b>Unidade de apresentação (sempre acessível)</b> 	<b>Ação do usuário opcional</b> 	<b>Alerta de notificação ou confirmação</b> CONTEÚDO DO ALERTA 
<b>Navegação</b> 	<b>Ponto de encerramento</b> 	<b>Processo do sistema</b> 	<b>Feedback do sistema</b> conteúdo 	<b>Transição de cancelamento</b> descrição da transição 	<b>Coleção de dados e Query</b> operação [dados] → dados 	<b>Processo do sistema com indicador de progresso</b> INDICADOR DE PROGRESSO 

Figura 6.17. Elementos da terceira versão da notação do USINN.

Os elementos alterados ou incluídos são descritos a seguir:

**Unidade de apresentação:** é a base da estrutura navegacional do sistema, restringindo a interação que um usuário pode realizar através da interface a cada momento.

**Unidade de apresentação sempre acessível:** é uma unidade de apresentação que deve estar sempre acessível durante a interação.

**Transição do usuário:** diálogo onde o usuário escolhe como prosseguir a interação dentre um conjunto de ações fornecidas pelo sistema. A transição pode ou não ter uma descrição. A descrição indica que o usuário, ao escolher como prosseguir a interação, também solicita informação ao sistema.

**Processo do sistema:** representa um processamento interno do sistema após uma solicitação do usuário. Este processo pode ou não informar o usuário sobre o seu andamento. Quando ocorre esse feedback, o processo apresenta um indicador de progresso e é representado de maneira diferente.

**Alerta de confirmação:** representa um alerta que o sistema pode emitir após transições do usuário que devem ser confirmadas. Após a emissão de um alerta de confirmação, o usuário pode confirmar ou cancelar a solicitação.

**Alerta de notificação:** representa um alerta que o sistema pode emitir durante a interação do usuário com sistema, devido a determinadas condições. O alerta de notificação não irá interromper a interação do usuário, nem requerer uma resposta do usuário. Entretanto, o alerta de notificação deve ser utilizado para apresentar informações úteis, que de fato irão influenciar a

interação do usuário.

A Figura 6.18 ilustra uma modelagem com a terceira versão da notação do modelo USINN. O cenário representado é similar ao da Figura 6.3 e Figura 6.9, que descreve a interação de um usuário no sistema AcadSupport.

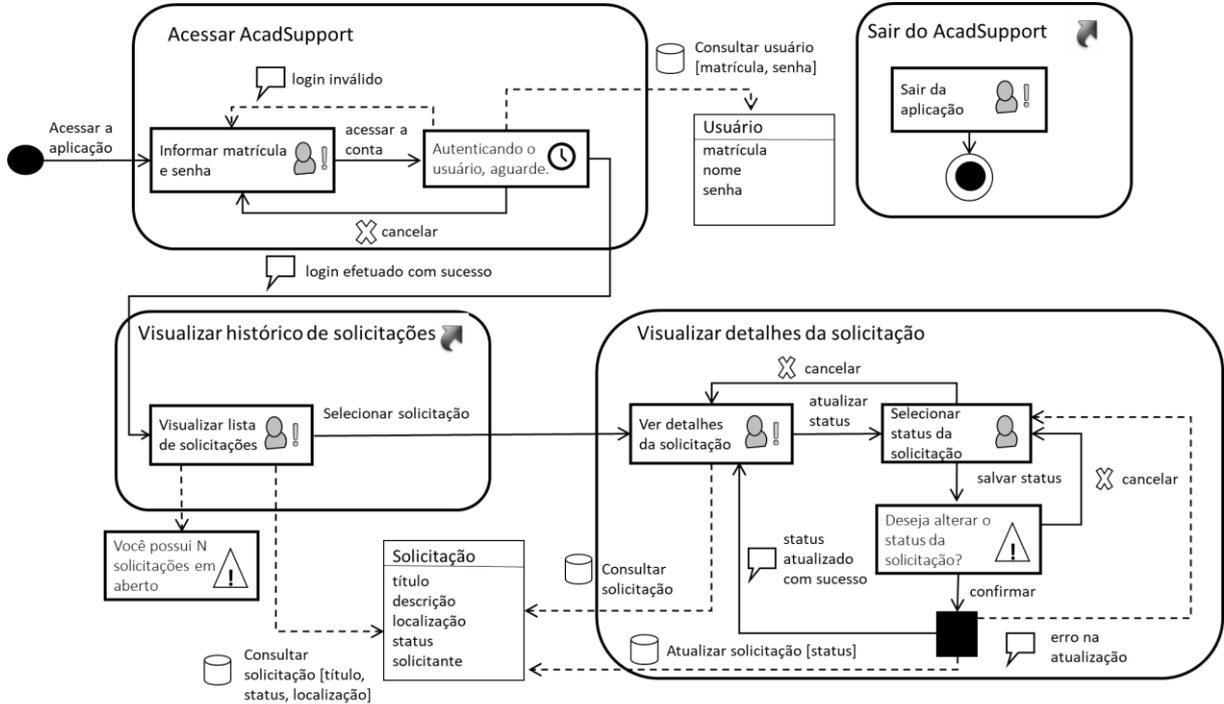


Figura 6.18. Exemplo de modelagem com a terceira versão da notação do USINN.

Na unidade de apresentação *acessar AcadSupport*, após a transição do usuário para acessar a conta, o sistema apresenta um feedback sobre o progresso durante a autenticação dos dados do usuário. Durante a autenticação, o usuário tem a opção de cancelar a operação.

Ao *visualizar a lista de solicitações de suporte*, o sistema pode emitir um alerta de notificação ao usuário, indicando que existem novas solicitações em aberto. Na unidade de apresentação *visualizar detalhes da solicitação*, após a transição do usuário salvar status, o sistema emite um alerta de confirmação para que o usuário confirme a atualização do status antes do processamento da operação pelo sistema. Após processar o novo status, o sistema pode emitir um feedback de confirmação de atualização do status (“status atualizado com sucesso”) ou um feedback sobre erro na operação (“erro na atualização”).

Com o intuito de avaliar a terceira versão do USINN, foi conduzido um estudo comparativo entre a notação USINN e duas notações utilizadas em conjunto para modelagem de interação e modelagem de navegação.

## 6.7. Estudo Comparativo

Para avaliar a terceira versão do USINN, decidiu-se conduzir um estudo comparativo entre o USINN e uma solução existente na literatura com propósito similar. Porém, durante o mapeamento sistemático, não foi identificada uma notação que representasse a interação e navegação de sistemas interativos. Com isso, decidiu-se selecionar uma notação para modelagem de interação e uma notação para modelagem de navegação e sugerir o uso das notações em conjunto, permitindo assim a comparação com a notação USINN. As soluções selecionadas foram

o modelo de interação MoLIC e o modelo de navegação CRITON. A MoLIC foi selecionada porque esta notação foi objeto de estudo nos experimentos anteriormente conduzidos sobre modelagem de interação (Lopes *et al.* 2015; Marques *et al.* 2016a). O CRITON foi selecionado por ser uma notação focada na navegação e que não sobrepõe os elementos da notação MoLIC.

O objetivo do estudo comparativo consistiu em comparar o uso da notação USINN e o uso conjunto das notações MoLIC e CRITON para: (i) a criação de modelos de interação e navegação com base em cenários contendo requisitos de usabilidade derivados das FUFs (Juristo *et al.* 2007b) e (ii) criação de *mockups* de interface com base em modelos de interação e navegação representando requisitos derivados das FUFs.

### **6.7.1. Planejamento e Execução do estudo comparativo**

O estudo comparativo foi conduzido em três etapas, com diferentes participantes, tarefas e arfetatos envolvidos, que serão descritos nas subseções seguintes. Foram utilizadas métricas similares às métricas do segundo estudo de viabilidade: corretude (COR), completude (COM), percepção sobre utilidade (PU), percepção sobre facilidade de uso (PEOU) e intenção de uso (BI). Uma nova métrica foi definida:

- Usabilidade (USA): define o quanto um *mockup* possui usabilidade. A usabilidade foi calculada como o número de problemas de usabilidade identificados nos *mockups*.

As seguintes hipóteses foram definidas para serem vrificados ao longo das etapas do estudo comparativo:

- (1)  $H_{0,COR}$ : Não há diferença significativa na corretude dos modelos elaborados com as diferentes notações.
- (2)  $H_{0,COM}$ : Não há diferença significativa na completude dos modelos elaborados com as diferentes notações.
- (3)  $H_{0,USA}$ : Não há diferença significativa na usabilidade dos *mockups* elaborados com as diferentes notações.
- (4)  $H_{0,PU}$ : Não há diferença significativa na utilidade percebida sobre as diferentes notações.
- (5)  $H_{0,PEOU}$ : Não há diferença significativa na facilidade de uso percebida sobre as diferentes notações.
- (6)  $H_{0,BI}$ : Não há diferença significativa na intenção de uso sobre as diferentes notações.

#### **6.7.1.1. Etapa de Modelagem**

O objetivo da etapa de modelagem foi analisar o uso das diferentes notações para a modelagem de interação e navegação, ou seja, os participantes realizaram tarefas de modelagem utilizando as diferentes notações analisadas. Os participantes foram organizados em dois grupos (A e B). Na primeira sessão do experimento, o Grupo A modelou o cenário 1 utilizando as notações MoLIC e CRITON enquanto o Grupo B modelou o mesmo cenário utilizando a notação USINN. Na segunda sessão, os grupos modelaram o cenário 2, o Grupo A utilizou a notação USINN enquanto o Grupo B utilizou as notações MoLIC e CRITON.

A Figura 6.19 ilustra o procedimento seguido na etapa de modelagem. Durante a execução das tarefas, os participantes podiam consultar um resumo com os elementos da notação, uma vez que neste estudo não estávamos investigando dificuldades de aprendizado das notações.

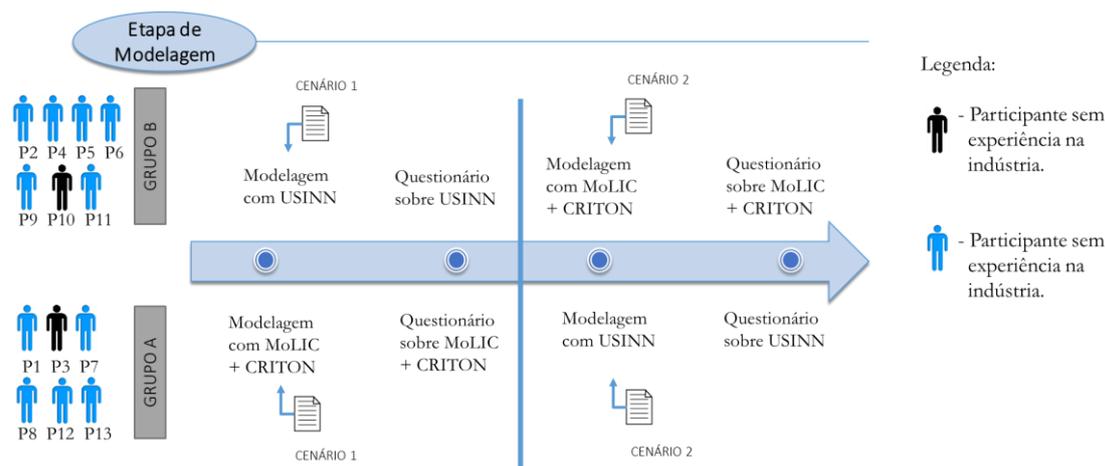


Figura 6.19. Procedimento seguido na etapa de modelagem do estudo comparativo.

*Participantes:* Os participantes do estudo foram 13 alunos de pós-graduação em Engenharia de Software com ênfase em Desenvolvimento Web. Para caracterizar o perfil dos participantes, um questionário de caracterização do perfil foi respondido pelos participantes antes do estudo. A Tabela 6.13 resume a caracterização do perfil dos participantes.

Tabela 6.13. Caracterização dos participantes do estudo comparativo.

	GRUPO A						GRUPO B						
	P1	P3	P7	P8	P12	P13	P2	P4	P5	P6	P9	P10	P11
Usabilidade	A	M	M	M	B	B	B	B	B	A	M	B	-
Analista de sistemas	M	-	B	-	-	-	M	-	B	B	-	-	-
Desenvolvedor	M	-	B	B	-	A	A	-	B	B	B	-	B
Designer de interface	-	-	-	-	B	-	-	M	-	-	-	-	-
Gerente de Projetos	B	-	B	-	-	-	-	-	B	B	-	-	-
Arquiteto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-

Para experiência com usabilidade, os seguintes níveis de experiência foram considerados: N/A (-) - sem experiência prévia; Baixo (B) – o participante possui algumas noções sobre o assunto adquiridas por meio leituras/palestras; Médio (M) – o participante participou de <N> projetos ou avaliações de usabilidade em sala de aula; Alto (A) – o participante participou de <N> projetos ou avaliações de usabilidade na indústria. Para caracterizar a experiência na indústria, foram considerados os níveis de experiências N/A (-) – sem experiência prévia; Baixo (B) – experiência até 2 anos na função; Médio (M) – experiência acima de 2 anos até 5 anos na função; Alto (A) – experiência acima de 5 anos na função.

Para a divisão e balanceamento dos grupos, os participantes com experiências equivalentes em diferentes papéis de desenvolvimento de software, foram organizados em diferentes grupos, como: P7 e P5; P8 e P9; P12 e P4; P3 e P10; P13 e P11. Como não foi identificado um único participante com a experiência equivalente ao participante P1 (alocado ao grupo A), os participantes P2 e P6 foram considerados com experiência como equivalentes ao participante P1 no grupo B.

*Cenários para a tarefa de modelagem:* A Tabela 6.14 apresenta os requisitos funcionais de usabilidade de cada um dos dois cenários. Embora os cenários sejam simples, os requisitos

representam os mecanismos de usabilidade que possuem o maior impacto na interação do usuário com o sistema de acordo com Juristo *et al.* (2007a). Os cenários podem ser consultados no Apêndice P

Tabela 6.14. Requisitos funcionais de usabilidade para modelagem no estudo comparativo.

		Requisito	Mecanismo
Cenário 1		RQ1. A companhia aérea poderá cadastrar leilões de pacotes de passagens aéreas em três passos.	Execução passo-a-passo
		RQ2. O sistema deve validar os dados informados pela companhia aérea e fornecer feedback sobre o progresso do cadastro do leilão.	Feedback sobre o progresso
		RQ3. O sistema deverá mostrar conteúdos de ajuda sobre o preenchimento correto dos dados do cadastro do leilão.	Ajuda multinível
		RQ4. O sistema deve permitir que a companhia aérea cancele o cadastro do leilão.	Abortar operação
		Requisito	Mecanismo
Cenário 2		RQ1. O usuário poderá visualizar todos os leilões em andamento.	Nenhum
		RQ2. O usuário poderá marcar leilões como favoritos.	Favoritos
		RQ3. O usuário poderá desmarcar um leilão como favorito.	Desfazer
		RQ4. O usuário poderá dar lances a qualquer momento em um leilão. O sistema verificar se o usuário pode efetuar o lance e solicitar uma confirmação do valor do lance antes de processá-lo.	Feedback e alerta

*Materiais:* Para apoiar a condução da etapa de modelagem, foram elaborados: (i) TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido); (ii) formulário de caracterização do perfil; (iii) dois cenários para modelagem de interação e navegação; (iv) dois resumos com os elementos das notações USINN, MoLIC e CRITON; (v) questionário pós-estudo para avaliação das notações utilizadas (Apêndice Q).

### 6.7.1.2. Etapa de Prototipação

O objetivo da etapa de prototipação foi analisar a criação de *mockups* de interface com base em modelos de interação e navegação elaborados com as diferentes notações. Os participantes foram organizados em dois grupos (A e B). Na primeira sessão do experimento, o Grupo A criou *mockups* de interface com base em um modelo de interação MoLIC e um modelo de navegação CRITON representando os requisitos do cenário 1 enquanto o Grupo B criou *mockups* de interface com base em um modelo de interação e navegação USINN também representando os requisitos do cenário 1. Na segunda sessão, os grupos criaram *mockups* de interface com base em modelos representando o cenário 2, o Grupo A utilizou um modelo de interação e navegação USINN enquanto o Grupo B utilizou um modelo de interação MoLIC e um modelo de navegação CRITON. A Figura 6.20 ilustra o procedimento seguido na etapa de prototipação.

*Participantes:* Os participantes da etapa de prototipação foram 25 alunos de uma turma de graduação em Ciência da Computação durante a disciplina Projeto de Interface Homem-Computador. Os participantes responderam a um questionário de caracterização do perfil. Entretanto, como a maioria dos participantes não possuía experiência na indústria, o balanceamento entre os grupos foi realizado considerando se o participante possuía ou não experiência na indústria. A divisão dos grupos pode ser vista na Figura 6.20.

*Modelos para a tarefa de prototipação:* Foram selecionados os modelos elaborados na etapa de modelagem que apresentaram a melhor qualidade em termos de corretude e completude. Os modelos podem ser consultados no Apêndice R. Estes modelos foram utilizados como base para as tarefas de prototipação: um modelo USINN representando o cenário 1, um modelo USINN representando o cenário 2, um modelo MoLIC em conjunto com um modelo CRITON

representando o cenário e um modelo MoLIC em conjunto com um modelo CRITON representando o cenário 2.

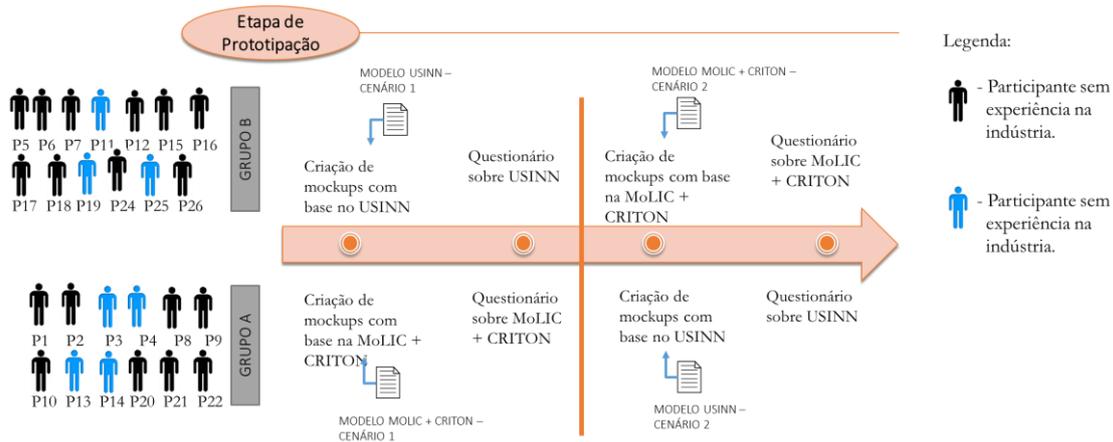


Figura 6.20. Procedimento seguido na etapa de prototipação do estudo comparativo.

**Materiais:** Para apoiar a condução da etapa de prototipação, foram elaborados: (i) TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido); (ii) formulário de caracterização do perfil; (iii) dois resumos com os elementos das notações USINN, MoLIC e CRITON; (iv) questionário pós-estudo para avaliação das notações utilizadas (Apêndice S).

### 6.7.1.3. Etapa de Inspeção de Usabilidade

Com o intuito de avaliar a usabilidade de *mockups* de interface criados com base nos modelos de interação e navegação na etapa de prototipação, uma terceira etapa foi conduzida com a realização de inspeção de usabilidade sobre uma amostra aleatória de *mockups* de interface elaborados. A Figura 6.21 ilustra o procedimento seguido na etapa de inspeção.

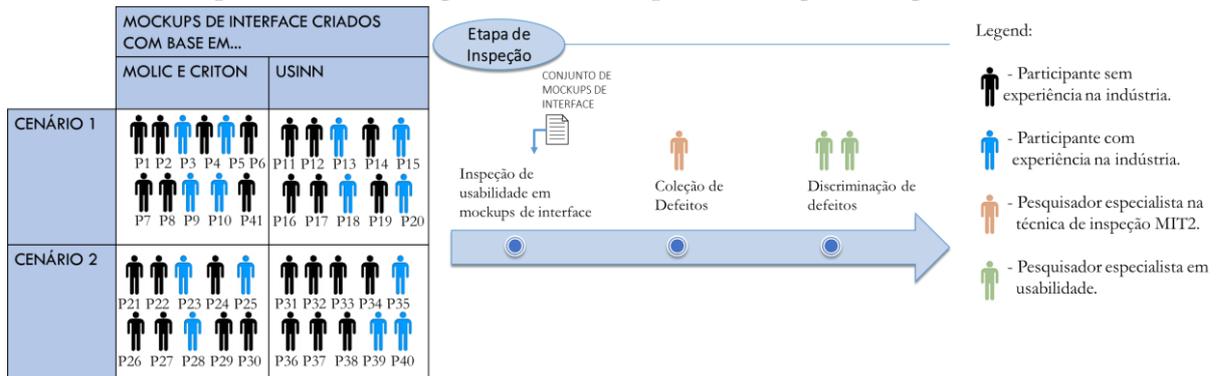


Figura 6.21. Procedimento seguido na etapa de inspeção de usabilidade do estudo comparativo.

Na etapa de prototipação cada participante elaborou um conjunto de *mockups* com base nos modelos de interação e navegação. Na etapa de inspeção de usabilidade, cada conjunto de *mockups* selecionado foi inspecionado por no mínimo dois participantes. Os participantes empregaram a técnica MIT 2 (Valentim *et al.* 2015c) para inspeção da usabilidade dos *mockups*. Após a execução da inspeção, um pesquisador especialista na técnica MIT2 realizou a coleção de defeitos gerando uma lista única de defeitos (sem duplicatas) para cada conjunto de *mockups* inspecionado. Então, dois pesquisadores realizaram a discriminação dos defeitos, com o intuito de identificar os defeitos (discrepâncias avaliadas como problemas de usabilidade reais) e falso-positivos (discrepâncias avaliadas como não sendo problemas de usabilidade). O pesquisador especialista validou a

discriminação dos defeitos com o propósito de calcular o número de problemas de usabilidade identificados em cada conjunto de *mockups*.

*Participantes:* Os participantes foram 41 alunos de uma turma de graduação em Ciência da Computação durante a disciplina Engenharia de Software. Para a alocação dos participantes para a inspeção dos diferentes conjuntos de *mockups*, foram considerados o nível de experiência com inspeção de usabilidade e com desenvolvimento de software na indústria. A divisão dos grupos pode ser vista na Figura 6.21.

*Mockups de interface inspecionados:* Para viabilizar a condução da inspeção de usabilidade, foi selecionada uma amostra aleatória de 20 conjuntos de *mockups* de interface elaborados na etapa de prototipação: cinco conjuntos de *mockups* elaborados com base no modelo USINN representando o cenário 1, cinco conjuntos de *mockups* elaborados com base no modelo USINN representando o cenário 2, cinco conjuntos de *mockups* elaborados com base no modelo MoLIC em conjunto com o modelo CRITON representando o cenário 2 e cinco conjuntos de *mockups* elaborados com base no modelo MoLIC em conjunto com o modelo CRITON representando o cenário 2.

*Materiais:* Para apoiar a condução da etapa de prototipação, foram elaborados: (i) TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido); (ii) formulário de caracterização do perfil; (iii) roteiro de aplicação da técnica de inspeção MIT 2; (iv) formulário para registro das discrepâncias identificadas.

### **6.7.2. Resultados do estudo comparativo**

Após a execução do estudo comparativo, os artefatos elaborados (modelos e protótipos) foram analisados para obter os indicadores de corretude e completude. Os dados coletados pelos questionários pós-estudo foram analisados para obter os indicadores de percepção sobre utilidade, percepção sobre facilidade de uso e intenção de uso. Para verificar as hipóteses  $H_{0,COR}$ ,  $H_{0,COM}$ ,  $H_{0,PU}$ ,  $H_{0,PEOU}$  e  $H_{0,BI}$  a técnica estatística *General Linear Model* (GLM) foi aplicada, pois visa verificar a diferença entre medidas repetidas, quando um mesmo indicador é obtido repetidas vezes. Como os participantes realizaram sempre duas vezes a mesma tarefa (modelagem e prototipação) utilizando diferentes notações, foi possível adotar a técnica GLM. Nas subseções seguintes, os resultados obtidos serão discutidos.

#### **6.7.2.1. Qualidade dos modelos: Resultados**

Para calcular a qualidade dos modelos, um pesquisador analisou os modelos elaborados pelos participantes para identificar defeitos que pudessem afetar a sua corretude (defeitos de inconsistência, fato incorreto e ambiguidade) ou completude (defeitos de omissão). Os defeitos identificados foram verificados por um segundo pesquisador, de forma a garantir a confiabilidade no resultado da análise. Após a identificação dos defeitos, os indicadores de corretude e completude foram obtidos.

A Figura 6.22 apresenta o gráfico boxplot com a distribuição da porcentagem de requisitos modelados corretamente (Figura 6.22a) e a porcentagem de requisitos modelados de maneira completa (Figura 6.22b). Nota-se que a mediana da corretude dos modelos foi similar entre as diferentes notações. Entretanto, a corretude dos modelos elaborados com as notações MoLIC e CRITON apresentou uma maior variação, chegando a 100%. A mediana da completude dos modelos MoLIC e CRITON foi maior do que a mediana da completude dos modelos USINN.

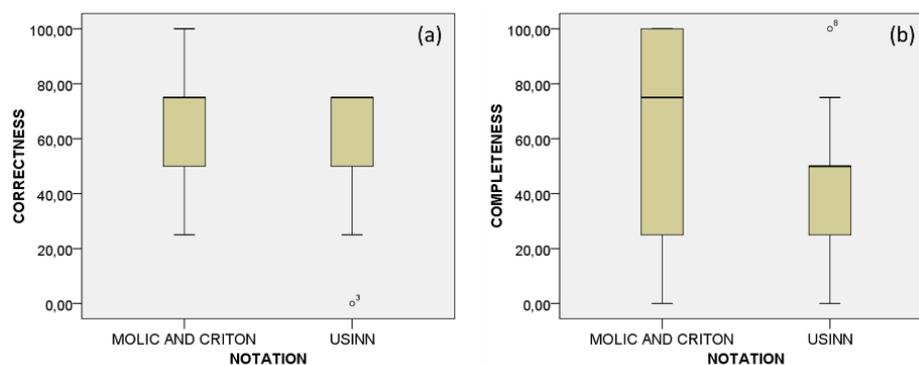


Figura 6.22. (a) Gráfico Boxplot para corretude. (b) Gráfico Boxplot para completude.

A Tabela 6.15 resume os resultados do teste GLM para as hipóteses  $H_{0,COM}$ : Não há diferença significativa na completude dos modelos elaborados com as diferentes notações; e  $H_{0,COR}$ : Não há diferença significativa na corretude dos modelos elaborados com as diferentes notações.

Tabela 6.15. Resultados do teste estatístico GLM sobre a qualidade dos modelos.

Métrica	Notação	Média	Resultados do Teste GLM		
			Hipótese	Origem do efeito	p-value
Completude	MoLIC e CRITON	59.61	$H_{0,COM}$	Notação	0.212
	USINN	44.23		Notação *Grupo	0.477
Corretude	MoLIC e CRITON	71.15	$H_{0,COR}$	Notação	<b>0.032</b>
	USINN	57.69		Notação*Grupo	<b>0.002</b>

No que concerne aos resultados GLM para a métrica de **completude**, o p-value do efeito da notação foi igual a 0.212. Consequentemente, não é possível rejeitar a hipótese nula. Observou-se que o p-value do efeito da interação entre Notação e Grupo foi igual a 0.477, também retendo a hipótese nula. Com este resultado, não é possível afirmar que houve diferença na completude dos modelos elaborados com as diferentes notações.

Em relação aos resultados GLM para a métrica de **corretude**, o p-value obtido para o efeito da notação foi igual a 0.032. Este resultado rejeita a hipótese nula e considera-se que existe diferença significativa na corretude dos modelos elaborados com as diferentes notações. Uma vez que a média da corretude dos modelos elaborados com a MoLIC e o CRITON foi maior (Tabela 6.15), é possível afirmar que a corretude dos modelos MoLIC e CRITON é maior do que a corretude dos modelos USINN.

A hipótese relacionada ao efeito da interação entre Notação e Grupo sobre a corretude dos modelos também foi rejeitada, com o p-value igual a 0.002. Com isso, considera-se que as combinações entre notações e grupos influenciou a corretude dos modelos. Em outras palavras, o resultado indica que houve um grupo no qual a notação influenciou mais do que no outro grupo.

Para analisar este resultado com mais detalhes, a Figura 6.23a apresenta o gráfico da interação da Notação e Grupo sobre a corretude dos modelos. Nota-se que a corretude dos modelos USINN elaborados pelo Grupo A foi menor do que a corretude dos modelos USINN criados pelo Grupo B. Também nota-se uma diferença na corretude dos modelos MoLIC e CRITON entre os grupos, embora esta diferença seja menor do que a diferença observada nos modelos USINN.

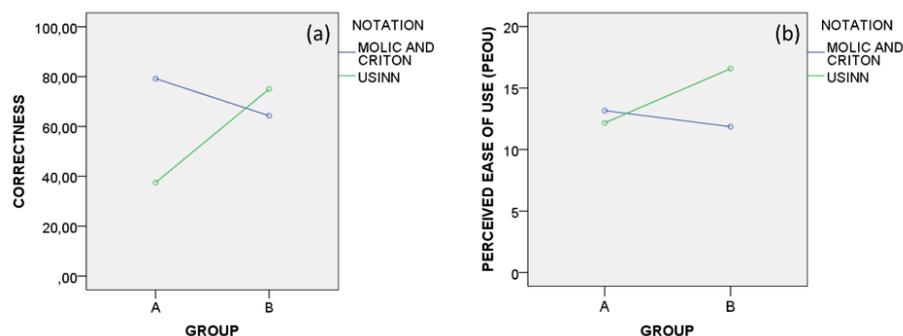


Figura 6.23. (a) Gráfico da interação entre Notações e Grupo sobre a corretude; (b) Gráfico da interação entre Notação e Grupo sobre a percepção da facilidade de uso.

Neste caso, a ordem das tarefas pode ter influenciado os resultados. Uma vez que os participantes do Grupo B elaboraram primeiramente um modelo USINN, este modelo pode ter sido criado com maior corretude do que o modelo USINN elaborado pelo Grupo A, que elaborou primeiramente um modelo MoLIC e um modelo CRITON. Ainda assim, os defeitos identificados nos modelos USINN foram analisados na tentativa de compreender as dificuldades dos participantes.

Em relação ao cenário 1, os requisitos que descreviam os mecanismos de feedback e desfazer foram modelados corretamente por todos os participantes. Porém, foram identificados defeitos na modelagem dos requisitos que descreviam os mecanismos de execução passo-a-passo (RQ1) e ajuda multinível (RQ3). Os participantes confundiram as representações visuais de *ações do usuário* e *unidades de apresentação*. O elemento *processo do sistema* com indicador sobre o progresso foi utilizado de maneira incorreta para representar conteúdos de ajuda aos usuários, mas o elemento *ação do usuário* deveria ser utilizado para tal finalidade.

Considerando o cenário 2, ao modelar o requisito relacionado aos favoritos (RQ2), o elemento *ação do usuário* foi utilizado de maneira incorreta. Porém, os elementos *coleção de dados* e *query*, que estão diretamente relacionados a estes mecanismos de usabilidade foram corretamente utilizados. Ao modelarem o requisito de desfazer/cancelar (RQ3), os participantes modelaram o fluxo da interação de maneira inconsistente após a *transição de cancelamento*. Ao modelarem o requisito de feedback (RQ4), os participantes utilizaram a ação do usuário em vez de utilizarem o alerta do sistema. Neste sentido, observou-se que devido ao USINN possuir elementos visualmente parecidos (unidade de apresentação, ação do usuário, alerta, transição do usuário, transição de cancelamento e feedback do sistema) para diferentes propósitos, os participantes podem ter confundido o objetivo dos elementos ao utilizarem a notação. Além disso, o relacionamento entre os elementos do USINN e os mecanismos de usabilidade pode não estar claro.

### 6.7.2.1. Percepção dos participantes sobre o uso das notações para modelar a interação e navegação: Resultados

Os indicadores do modelo TAM 3 (Venkatesh & Bala, 2008) foram utilizados para avaliar a aceitação dos participantes em relação às notações analisadas. O modelo TAM avalia a percepção sobre utilidade e a percepção sobre facilidade de uso por meio de quatro afirmativas e avalia a intenção de uso por meio de duas afirmativas. Os participantes responderam o questionário TAM assinalando em uma escala de Likert de 5 pontos a sua percepção sobre as afirmativas. Foram atribuídos valores às respostas e a soma dos valores foi obtida para que um valor único

representasse a percepção dos participantes para cada indicador. A soma dos valores poderia variar de 0 a 20 para a percepção sobre utilidade e para a percepção sobre facilidade de uso e de 0 a 10 para a intenção de uso.

Na Figura 6.24, é possível observar os gráficos boxplot para os indicadores do modelo TAM. Nota-se que a mediana dos indicadores relacionados ao USINN foi maior, indicando que a percepção dos participantes foi mais positiva em relação ao USINN do que às notações MoLIC e CRITON.

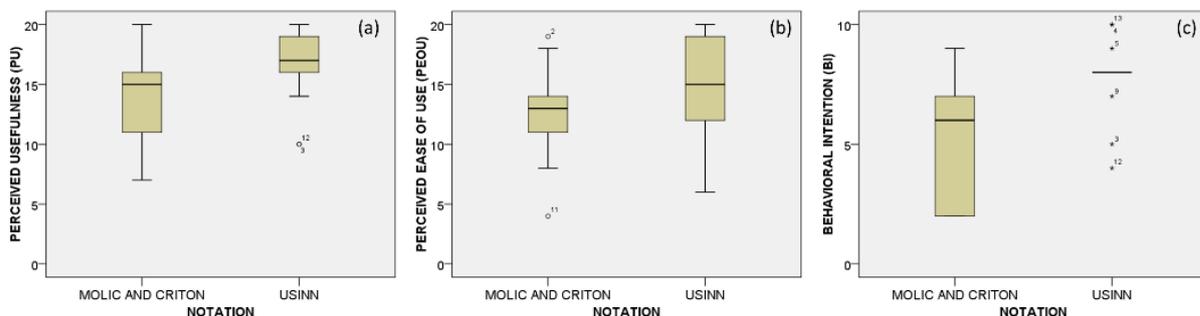


Figura 6.24. (a) Gráfico Boxplot para percepção sobre utilidade (PU); (b) Gráfico Boxplot para percepção sobre facilidade de uso (PEOU); (c) Gráfico Boxplot para intenção de uso (BI).

A Tabela 6.16 resume os resultados do teste GLM para as hipóteses  $H_{0,PU}$ : Não há diferença significativa na utilidade percebida sobre as diferentes notações;  $H_{0,PEOU}$ : Não há diferença significativa na facilidade de uso percebida sobre as diferentes notações; and  $H_{0,BI}$ : Não há diferença significativa na intenção de uso sobre as diferentes notações.

Tabela 6.16. Resultados do teste estatístico GLM sobre a percepção dos participantes em relação ao uso das notações para modelar a interação e a navegação.

Métrica	Notação	Média	Resultados do Teste GLM		
			Hipótese	Origem do efeito	p-value
Percepção sobre utilidade (PU)	MoLIC and CRITON	14.00	$H_{0,PU}$	Notação	0.212
	USINN	16.30		Notação *Grupo	0.477
Percepção sobre facilidade de uso (PEOU)	MoLIC and CRITON	12.46	$H_{0,PEOU}$	Notação	<b>0.032</b>
	USINN	14.53		Notação *Grupo	<b>0.002</b>
Intenção de uso (BI)	MoLIC and CRITON	5.23	$H_{0,BI}$	Notação	<b>0.005</b>
	USINN	7.76		Notação *Grupo	0.383

Em relação aos resultados do teste GLM para a percepção sobre utilidade (PU), o p-value obtido para o efeito da notação foi igual a 0.102. Assim, não é possível rejeitar a hipótese nula, não sendo possível afirmar que houve diferença na percepção sobre a utilidade das diferentes notações. O valor de p-value obtido para o efeito da Notação e Grupo sobre a percepção sobre utilidade foi igual a 0.197, retendo a hipótese nula.

O p-value do efeito da notação sobre a percepção sobre facilidade de uso (PEOU) foi igual a 0.147, indicando que não é possível rejeitar a hipótese nula. Por outro lado, o p-value do efeito da Notação e Grupo sobre PEOU foi igual a 0.035, o que permite rejeitar a hipótese nula. Este resultado indica que as combinações de notações e grupos influenciou PEOU. A Figura 6.23b apresenta o gráfico do efeito da interação entre Notações e Grupo sobre PEOU. Nota-se que os valores de PEOU sobre o USINN foi menor para o Grupo A, que aplicou a notação USINN na segunda sessão do experimento. A mesma variância pode ser observada para o uso da MoLIC e do

CRITON.

Analisando os resultados GLM para a intenção de uso (BI), observa-se que o p-value do efeito da notação foi igual a 0.005. Desta forma, é possível rejeitar a hipótese nula e considera-se que houve diferença significativa em relação a intenção de utilizar as diferentes notações. O valor médio relativo ao BI em relação ao USINN foi maior do que o valor médio de BI em relação à MoLIC e CRITON. Assim, considera-se que a intenção de utilizar o USINN foi maior do que a intenção em a MoLIC e o CRITON em conjunto. Ainda analisando os resultados GLM para o indicador BI, observa-se que não houve diferença significativa no efeito da interação entre Notação e Grupo sobre o BI (p-value igual a 0.383).

Alguns comentários dos participantes podem auxiliar a compreender os resultados obtidos em relação ao USINN:

“Segue basicamente a mesma ideia dos modelos anteriores, mas com o auxílio de navegabilidade, e de casos de exceção”. – P12

“Acredito que quando tenha mais de uma ação que pode ser realizada após uma outra específica deveria ser definido uma forma de mostrar essa opção de várias ações”. – P8

“Não ficou claro se para cada processo existe uma obtenção de dados”. – P1

“Para mim representou bem todos os aspectos de interação e navegação, por exemplo, na parte dos erros para voltar ou permanecer na mesma tela ficou bem mais claro para mim com o modelo USINN”. – P10

“A interação e navegação do sistema é clara, assim como os processos de validação e feedback da interação. Não me pareceu ideal ainda, a participação/importância/utilidade dos mecanismos para representação dos dados/bases”. – P9

“O modelo permitiu identificar uma sequência de passos que o usuário deveria seguir para atingir um objetivo, bem como a maneira que o sistema auxilia o usuário a atingir este objetivo. Não é possível representar todos os casos de exceção pois não cabem no modelo”. – P2

Embora não seja possível assumir que houve diferença significativa para todos os indicadores do TAM, considerando que a média dos indicadores sobre o USINN foi maior, foram obtidos evidências iniciais de que o uso do USINN obteve maior aceitação do que o uso conjunto da MoLIC e do CRITON para modelar a interação e navegação.

### 6.7.2.1. Qualidade dos mockups: Resultados

Inicialmente, a qualidade dos *mockups* de interface elaborados foi avaliada por meio dos indicadores de corretude e completude. A Figura 6.25 apresenta o gráfico boxplot com a distribuição da porcentagem de requisitos representados corretamente nos *mockups* (Figura 6.25a) e a porcentagem de requisitos representados nos *mockups* de maneira completa (Figura 6.25b).

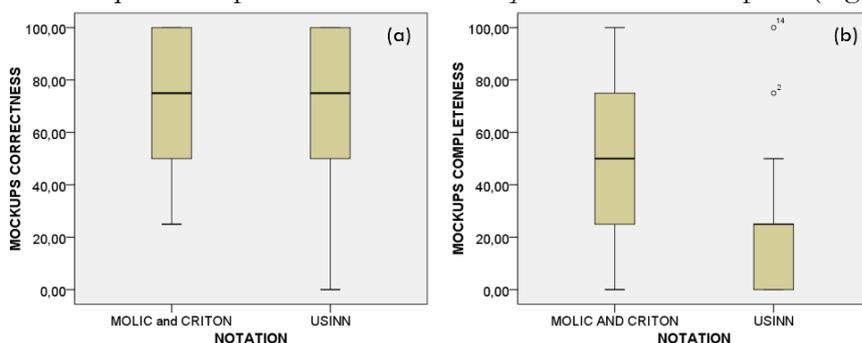


Figura 6.25. (a) Boxplot para corretude dos mockups. (b) Boxplot para completude dos mockups.

Nota-se que a mediana da corretude dos modelos foi similar entre as diferentes notações. A mediana da completude dos *mockups* elaborados com base em modelos MoLIC e CRITON foi maior do que a mediana da completude dos *mockups* elaborados com base em modelos USINN.

A Tabela 6.17 resume os resultados do teste GLM para as hipóteses  $H_{0,COM}$ : Não há diferença significativa na completude dos *mockups* elaborados com as diferentes notações; e  $H_{0,COR}$ : Não há diferença significativa na corretude dos *mockups* elaborados com as diferentes notações.

Tabela 6.17. Resultados do teste estatístico GLM sobre a corretude e completude dos *mockups*

Métrica	Notação	Média	Resultados do Teste GLM		
			Hipótese	Origem do efeito	p-value
Completude	MoLIC e CRITON	45.00	$H_{0,COM}$	Notação	< 0.001
	USINN	24.00		Notação *Grupo	< 0.001
Corretude	MoLIC e CRITON	70.00	$H_{0,COR}$	Notação	0.934
	USINN	69.00		Notação*Grupo	< 0.001

Considerando os resultados do teste GLM para a completude dos *mockups*, o p-value do efeito da notação foi menor que 0.001. Com isso, a hipótese nula pode ser rejeitada. Analisando a média da completude dos *mockups*, é possível considerar que a completude dos *mockups* elaborados com base em modelos MoLIC e CRITON foi maior do que a completude dos *mockups* elaborados com base em modelos USINN. Observa-se ainda que o p-value do efeito da interação entre Notação e Grupo sobre a completude também foi menor que 0.001, rejeitando a hipótese nula. Este resultado indica que a combinação entre as notações e grupos influenciou a completude dos *mockups*.

A Figura 6.26 apresenta o gráfico do efeito da interação entre Notação e Grupo sobre a corretude (Figura 6.26a) e completude (Figura 6.26b) dos *mockups*. Nota-se que a corretude dos *mockups* elaborados com base nos modelos USINN pelo Grupo A foi menor em relação aos *mockups* criados pelo Grupo B. Houve uma diferença similar na corretude dos *mockups* elaborados com base nos modelos MoLIC e CRITON.

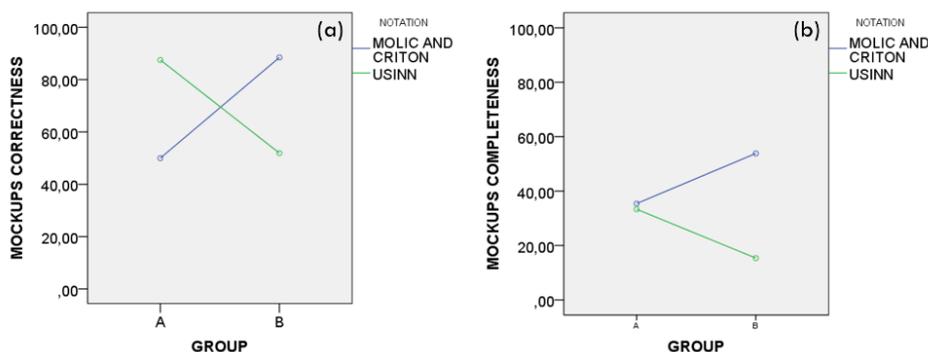


Figura 6.26. (a) Gráfico da interação entre Notações e Grupo sobre a corretude dos *mockups*; (b) Gráfico da interação entre Notação e Grupo sobre a completude dos *mockups*.

Em relação à corretude, o p-value do efeito da notação foi igual a 0.934, retendo a hipótese nula. Por outro lado, o p-value para o efeito da interação entre Notação e Grupo foi menor que 0.001, rejeitando a hipótese nula. No que diz respeito ao uso dos modelos USINN como base para a criação de *mockups*, a Figura 6.26b indica que os *mockups* criados pelo Grupo A foram mais completos do que os *mockups* criados pelo Grupo B quando ambos os grupos utilizaram os modelos USINN. No que concerne ao uso dos modelos MoLIC e CRITON como base para a criação de *mockups*, o Grupo B elaborou *mockups* mais completos do que o Grupo A.

Com o intuito de analisar se existe diferença em relação à usabilidade dos *mockups* elaborados com base em modelos USINN e modelos MoLIC em conjunto com modelos CRITON, foi conduzido um teste de hipóteses para comparar o número de problemas de usabilidade identificados em cada conjunto de *mockups*. A Figura 6.27 apresenta o gráfico boxplot com a distribuição do número de problemas de usabilidade identificados para cada conjunto de *mockups*. Analisando o gráfico, observa-se que a mediana do número de problemas de usabilidade nos *mockups* elaborados com o USINN foi maior.

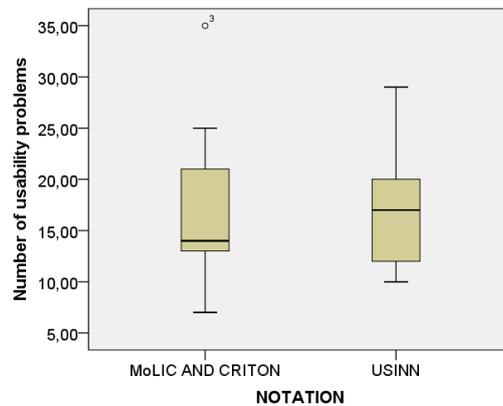


Figura 6.27. Gráfico Boxplot da usabilidade dos *mockups*.

Considerando que cada conjunto de *mockups* foi inspecionado por diferentes inspetores, um teste estatístico para amostras independentes foi conduzido. Primeiramente, para verificar a normalidade das amostras, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi executado, o qual indicou um p-value igual a 0.118 e 0.503 para o número de problemas de usabilidade em *mockups* elaborados com o modelo MoLIC em conjunto com modelo CRITON e modelos USINN, respectivamente. Tal resultado indica que as amostras são normais. Com isso, o teste paramétrico t-teste para amostras independentes foi executado, o qual resultou em um p-value igual a 0.762, retendo a hipótese nula. Desta forma, não foi possível identificar uma diferença significativa na usabilidade dos *mockups* elaborados com base nos diferentes modelos.

### 6.7.2.1. Percepção dos participantes sobre o uso das notações para construção de *mockups* de interface: Resultados

Na Figura 6.28, é possível observar os gráficos boxplot para os indicadores do modelo TAM sobre o uso das notações para a construção de *mockups* de interface.

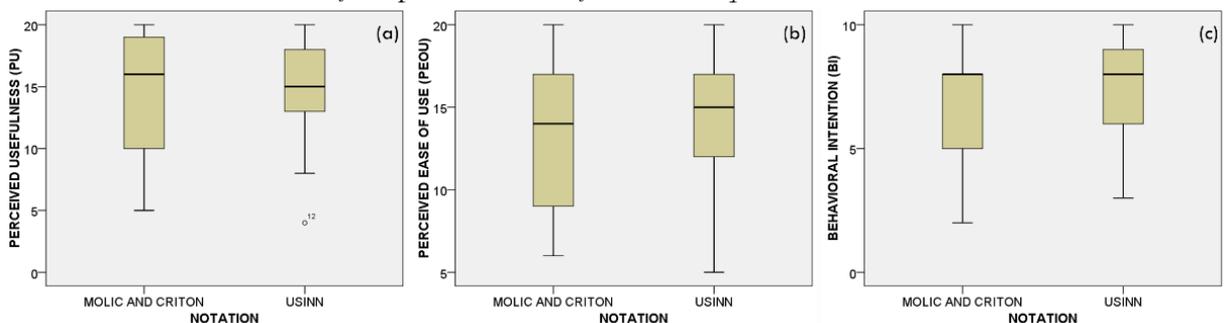


Figura 6.28. (a) Gráfico Boxplot para percepção sobre utilidade (PU); (b) Gráfico Boxplot para percepção sobre facilidade de uso (PEOU); (c) Gráfico Boxplot para intenção de uso (BI).

Nota-se que a mediana dos indicadores PEOU e BI relacionados ao USINN foi maior,

enquanto a mediana do indicador PU relacionado à MoLIC e CRITON foi maior. Observa-se também uma maior variação nos valores de PU e PEOU em relação ao uso da MoLIC e do CRITON do que em relação ao uso do USINN.

A Tabela 6.18 resume os resultados do teste GLM para as hipóteses  $H_{0,PU}$ : Não há diferença significativa na utilidade percebida sobre as diferentes notações para criação de mockups de interface;  $H_{0,PEOU}$ : Não há diferença significativa na facilidade de uso percebida sobre as diferentes notações para criação de mockups de interface; and  $H_{0,BI}$ : Não há diferença significativa na intenção de uso sobre as diferentes notações para criação de mockups de interface.

Tabela 6.18. Resultados do teste estatístico GLM sobre a percepção dos participantes em relação ao uso das notações para modelar a interação e a navegação.

Métrica	Notação	Média	Resultados do Teste GLM		
			Hipótese	Origem do efeito	p-value
Percepção sobre utilidade (PU)	MoLIC and CRITON	14.48	$H_{0,PU}$	Notação	0.612
	USINN	15.00		Notação *Grupo	0.059
Percepção sobre facilidade de uso (PEOU)	MoLIC and CRITON	13.24	$H_{0,PEOU}$	Notação	0.467
	USINN	14.16		Notação *Grupo	0.341
Intenção de uso (BI)	MoLIC and CRITON	6.76	$H_{0,BI}$	Notação	0.467
	USINN	7.24		Notação *Grupo	0.122

Alguns comentários dos participantes podem auxiliar a compreender os resultados obtidos em relação a utilizar USINN para construir *mockups* de interface:

“O USINN é muito complicado e difícil, não consegui representar bem os protótipos não”. – P23

“As notações são de fácil compreensão, pois consigo identificar e diferenciar quando a ação é do usuário e quando a ação é do sistema”. – P24

“Tem muitas variantes de uma mesma notação, acaba dificultando no começo em relação a MoLIC”. – P15

“O USINN demonstra com mais clareza os dados do programa, aumentando a facilidade na prototipação, informando dados completos do sistema para o protótipo”. – P11

“A interação é bem detalhista, o que ajuda muito a navegação. Fiquei em dúvida, pois não tive certeza, das navegações repetidas”. – P6

“Ajuda na prevenção de erros, porém seu design não é muito simplificado”. – P27

Analisando os resultados do teste GLM para os indicadores do TAM, não foi possível rejeitar as hipóteses nulas tanto em relação ao efeito da notação como em relação ao efeito da interação entre Notação e Grupo. Por outro lado, a média dos indicadores do TAM em relação ao USINN foi ligeiramente maior do que a média dos indicadores do TAM em relação ao uso da MoLIC e CRITON. Este resultado pode fornecer indícios de que o uso do USINN obteve uma melhor aceitação.

### 6.7.3. Conclusões sobre o estudo comparativo

Os resultados da análise sobre a qualidade dos modelos elaborados com as diferentes notações indicaram que a corretude dos modelos elaborados com o uso conjunto da MoLIC e do CRITON foi maior do que a corretude dos modelos elaborados com o USINN. Por outro lado, não foi observada diferença significativa na completude dos modelos. A qualidade dos *mockups* foi

avaliada por meio da corretude, completude e usabilidade. Como resultado observou-se que a corretude dos *mockups* elaborados com base nos modelos MoLIC e CRITON foi maior, enquanto não foi possível identificar diferença significativa na completude e na usabilidade dos *mockups* elaborados com as diferentes notações.

Sobre os indicadores do TAM, não foi possível rejeitar as hipóteses nulas sobre o efeito das notações na percepção dos participantes sobre a utilidade e facilidade de uso das notações. Porém, a média dos valores dos indicadores do TAM foi maior para o USINN, o que fornece evidências iniciais de que a aceitação do USINN foi maior do que a aceitação do uso conjunto da MoLIC e do CRITON. O mesmo resultado foi observado para os indicadores do TAM em relação ao uso das notações para a construção de *mockups* de interface.

De maneira geral, o estudo comparativo indicou que são necessárias melhorias no USINN para permitir a criação de modelos e *mockups* de interface com melhor qualidade. Porém, com o feedback fornecido pelos participantes não foi possível identificar as melhorias necessárias. Com isso, decidiu-se conduzir um estudo de observação para investigar o uso do USINN nas tarefas de modelagem e prototipação com um enfoque qualitativo em busca de melhorias necessárias na notação.

## **6.8. Estudo de Observação**

Com o intuito de compreender como o USINN é aplicado em tarefas de modelagem e prototipação e identificar as circunstâncias nas quais as dificuldades no uso do USINN ocorrem, foi conduzido um estudo de observação. Em um estudo de observação, os dados podem ser coletados de maneira observacional ou inquisitiva (Shull *et al.* 2001). Dados observacionais são obtidos durante o uso de uma solução, mas sem a interferência do pesquisador. Os dados são coletados de maneira passiva, os participantes podem aplicar técnicas de *Think Aloud* (Barbosa & Silva, 2010) para relatar os passos do uso da solução ou registrar por meio de notas aspectos sobre uso da solução que são de interesse do pesquisador. Por outro lado, os dados inquisitivos são obtidos após o uso da solução por meio da solicitação do pesquisador, que questiona os participantes sobre aspectos relacionados ao uso da solução.

No estudo de observação, foram aplicadas tanto técnicas de coleta de dados observacionais como inquisitivas. Para a coleta de dados observacionais, foram utilizados o registro de decisões de design por meio de *Design Rationale* (Lee, 1997) e para a coleta de dados inquisitivas, foram realizadas sessões de *Focus Group* (Colucci, 2008).

### **6.8.1. Planejamento e Execução do estudo de observação**

*Participantes:* O estudo de observação foi conduzido em uma turma mista da disciplina de Interação Humano-Computador, oferecida para alunos de graduação em Ciência da Computação e pós-graduação em Informática.

*Procedimentos:* A Figura 6.29 ilustra os procedimentos seguidos no estudo de observação. Durante a disciplina, os alunos tiveram aulas sobre modelagem de interação com MoLIC, construção de *mockups* de interface com base na MoLIC, modelagem de interação e navegação com USINN e construção de *mockups* de interface com base no USINN ministradas pela pesquisadora responsável. Foi definido em seguida um trabalho prático a ser realizado pelos alunos que consistiu em: (i) modelar a interação e navegação de uma aplicação utilizando a notação USINN, (ii) criar protótipos de interface de média ou alta fidelidade da aplicação com base no modelo USINN e (iii)

registrar as decisões de design tomadas utilizando a técnica de *Design Rationale*. O trabalho foi realizado em equipes de 4 ou 6 integrantes. A aplicação a ser projetada foi definida por cada equipe e validada pela professora e pesquisadora responsável pelo estudo de observação.

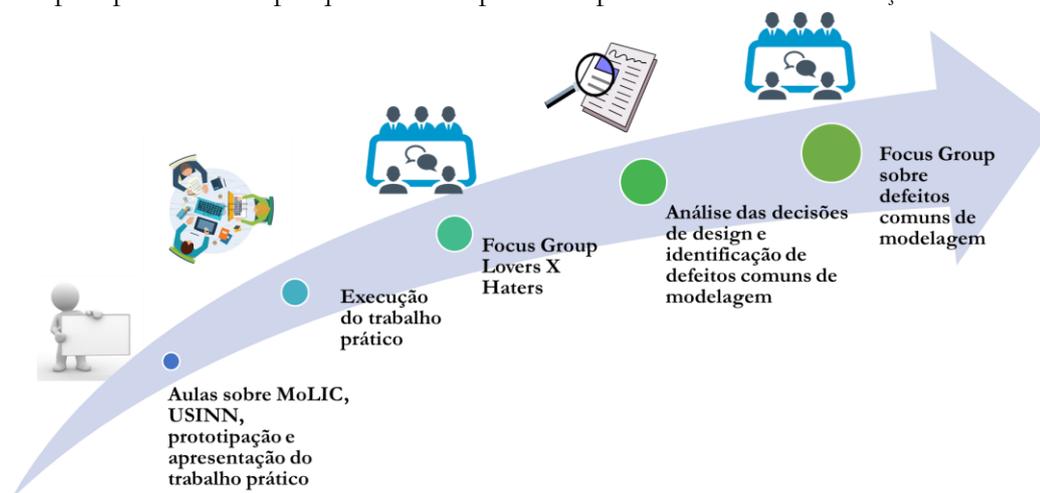


Figura 6.29. Procedimentos seguidos no estudo de observação.

Após a entrega do trabalho prático, as equipes participaram de uma primeira sessão de *Focus Group* que objetivou a discussão sobre aspectos positivos e negativos da utilidade, facilidade de uso e facilidade de aprendizado do USINN. Para incentivar as equipes a exporem seus pontos de vista negativos, foi utilizada uma dinâmica de *Lovers X Haters* (Colucci, 2008; De França *et al.* 2015), na qual cada equipe possuía um papel pré-definido durante a discussão. A discussão deve ser conduzida sobre tópicos previamente definidos. Em seguida, a pesquisadora responsável analisou os trabalhos práticos em relação às decisões de design registradas e identificou os defeitos comuns de modelagem cometidos pelas equipes. Com base nos defeitos comuns de modelagem, foi conduzida a segunda sessão de *Focus Group*, com o intuito de discutir causas e soluções para defeitos comuns de modelagem com USINN. Cada equipe deveria analisar o que ocasionou determinados defeitos de modelagem durante o trabalho prático e de que forma isto poderia ser evitado, seja por mudanças no USINN, seja por atitudes dos profissionais que utilizam a notação. *Coleta de dados*: Para obter os dados sobre o uso do USINN durante a execução do trabalho prático, os participantes deveriam registrar as decisões de design tomadas por meio de um *template* de *Design Rationale*. O *Design Rationale* visa registrar as razões e justificativas por trás de uma decisão, as alternativas consideradas ou descartadas, os argumentos que conduziram à decisão final de design (Lee, 1997). As decisões a serem registradas poderiam estar relacionadas a dúvidas no uso dos elementos do USINN, dúvidas no relacionamento entre os elementos do USINN, aspectos de usabilidade que o USINN auxiliou a incorporar na aplicação, aspectos de usabilidade que a equipe gostaria de modelar, mas os elementos do USINN não apoiaram ou decisões de design tomadas na prototipação que podem ter tornado o diagrama USINN inconsistente com os protótipos. A Figura 6.30 ilustra um exemplo de registro de decisão de design fornecido para as equipes.

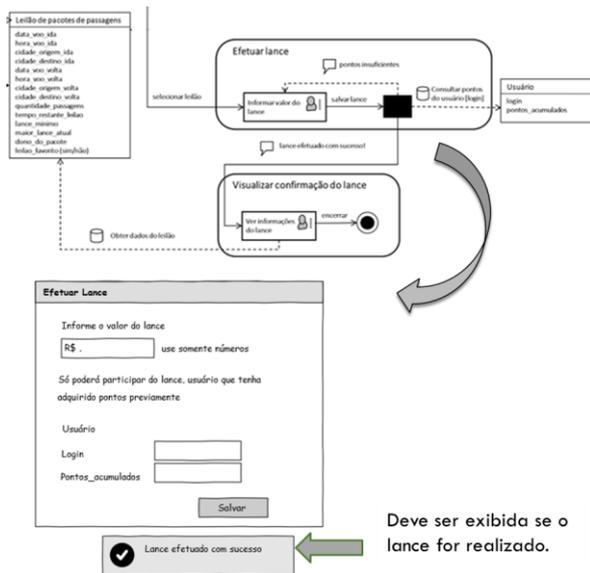


Figura 6.30. Exemplo de registro de decisões de design por meio de Design Rationale.

■ **Questão/Problema:** representação de feedback do sistema nos protótipos.

■ **Argumento:** após o processo do sistema, o sistema fornece feedback em forma de mensagens. Para não criar novos protótipos com/sem mensagens, representei as mensagens fora dos protótipos especificando quando as mensagens devem ser exibidas.

■ **Alternativas:** poderia criar diferentes protótipos com/sem as mensagens, porém o custo seria maior e seria muito repetitivo.

Para incentivar as equipes a registrarem as decisões de design foram definidas as seguintes regras sobre pontuação no trabalho prático: (i) erros na modelagem seriam penalizadas, a menos que a equipe tivesse registrado através do registro de decisões de design as dificuldades/dúvidas durante a modelagem de tal forma que justificasse possíveis erros; (ii) inconsistências entre os artefatos seriam penalizadas, a menos que a equipe tivesse justificado a decisão através do registro de decisões de design.

Para orientar a discussão na primeira sessão de *Focus Group*, com a dinâmica *Lovers X Haters*, foi elaborado um quadro com os tópicos a serem discutidos ao longo do *Focus Group* (Figura 6.31). No início da sessão, os papéis de cada equipe (*lover* ou *hater*) foi definido por meio de sorteio. Houve um maior número de equipes *haters*, pois o objetivo do *Focus Group* era obter dados que pudessem auxiliar na melhoria do USINN. As equipes tiveram 15 minutos para discutir internamente dois argumentos sobre cada tópico da discussão. Os argumentos deveriam ser registrados em post-its.

Quando o USINN é utilizado para modelar a interação e navegação orientada à usabilidade					
LOVERS			HATERS		
É útil porque...	É fácil de usar porque...	É fácil de aprender porque...	Não é útil porque...	É difícil de usar porque...	É difícil de aprender porque...
3 orange sticky notes	3 green sticky notes	3 blue sticky notes	3 orange sticky notes	3 green sticky notes	3 blue sticky notes
3 orange sticky notes	3 green sticky notes	3 blue sticky notes	3 orange sticky notes	3 green sticky notes	3 blue sticky notes
3 orange sticky notes	3 green sticky notes	3 blue sticky notes	3 orange sticky notes	3 green sticky notes	3 blue sticky notes

Figura 6.31. Quadro orientar a discussão no Focus Group Lovers X Haters.

Após esta etapa de discussão interna, os tópicos foram discutidos na seguinte ordem: utilidade de USINN, facilidade de uso do USINN e facilidade de aprendizado do USINN. Após o primeiro argumento, uma equipe contrária dava continuidade à discussão rebatendo o argumento

anterior. Este fluxo foi seguido até que todas as equipes tivessem apresentado seus argumentos.

Na segunda sessão de *Focus Group*, também foi elaborado um quadro ilustrando os defeitos comuns de modelagem identificados no trabalho prático e no estudo comparativo (Seção 7.4). A Figura 6.32 ilustra parcialmente o quadro, pois foram discutidos nove defeitos comuns de modelagem: (1) omissão da coleção de dados; (2) omissão de ações do usuário; (3) omissão de feedback do sistema; (4) uso incorreto de navegação ou transição do usuário; (5) omissão do processo do sistema; (6) omissão de transição de cancelamento; (7) uso incorreto de ação do usuário; (8) omissão de descrição na transição do usuário; (9) uso incorreto do alerta do sistema. No início da sessão, a pesquisadora responsável pelo *Focus Group* apresentou e explicou os defeitos comuns de modelagem. As equipes tiveram 30 minutos para selecionarem os três defeitos que foram mais comuns em sua equipe e discutir as possíveis causas e soluções para os defeitos. Após esta etapa, cada equipe apresentava seus argumentos sobre cada defeito selecionado. A ordem de discussão seguiu a ordem da disposição dos defeitos no quadro. Durante as sessões de *Focus Group*, a discussão foi registrada por meio de vídeos para posterior análise.

Defeitos comuns de modelagem	Pode ter ocorrido porque...	Poderia ser evitado se...
<p><b>1. OMISSÃO DA COLEÇÃO DE DADOS</b></p> <p>A coleção de dados não é representada quando ocorre alguma interação de usuário com o sistema.</p> 		
<p><b>2. OMISSÃO DE AÇÕES DO USUÁRIO</b></p> <p>Ações do usuário que fazem parte da interação não são representadas.</p> 		

Figura 6.32. Quadro elaborado para a segunda sessão de *Focus Group* sobre defeitos comuns de modelagem.

*Aplicações projetadas durante o trabalho prático:* Os alunos formaram sete equipes para a condução do trabalho prático. A Tabela 6.19 apresenta os participantes por equipe, bem como a aplicação definida para o trabalho prático e as funcionalidades projetadas. Como os próprios participantes formaram suas equipes, o balanceamento entre a experiência das equipes não foi garantido, ou seja, poderiam haver equipes mais experientes do que outras.

Tabela 6.19. Distribuição dos participantes nas equipes do trabalho prático e aplicações projetadas.

Equipe	Integrantes	Aplicação	Funcionalidades
1	 P6 P20 P28 P23 P30 P34	Gerenciador de finanças WEB	Gráfico de despesa por período; Cadastro de categoria; Contas a receber; Contas a pagar; Extrato por período; e Cadastro de usuário.
2	 P5 P7 P16 P17	Descubra Manaus	Login para usuários; Mapa iterativo região metropolitana de Manaus; Listagem dos estabelecimentos vinculados; e Listagem única do estabelecimento (perfil detalhado).
3	 P10 P25 P3 P8	Carona Fácil	Cadastrar Motorista; Cadastrar Rotas; Pedir Carona; e Recomendar Carona.
4	 P24 P31 P33 P36	Sistema de Venda e Compras de Rifa Online “RIFOU”	Compra de Rifa Offline; Venda de Rifa Offline; Sorteio da Rifa; e Minhas Rifas.

Equipe	Integrantes	Aplicação	Funcionalidades
5	    P14 P1 P4 P27	Mercado Online	Acessar seu histórico de compras; Comparar preços; Pesquisar por localidade; e Fazer a reserva de compras.
6	      P11 P13 P15 P26 P32 P35	Aplicativo de turismo local	Visualizar local/evento; Curtir/Descartar local/evento; Cadastrar local/evento; Excluir local/evento; Avaliar local/evento; Cadastro de usuário; Login de usuário; e Histórico de curtidas.
7	      P9 P29 P2 P12 P19 P22	iMotoTaxi	Fazer Login; Criar conta; Visualizar Mototaxistas; Solicitar Mototaxista; Avaliar corrida; e Consultar valor da corrida.

**Legenda:**  - participante sem experiência na indústria;  - participante com experiência na indústria.

### 6.8.2. Resultados do estudo de observação

O método de análise do estudo de observação foi qualitativo, com o uso de procedimentos de codificação, previamente abordados no Capítulo 3. Os dados analisados foram os relatórios do trabalho prático que continham os registros de decisões de *Design Rationale* e os vídeos com as discussões ocorridas durante as duas sessões de *Focus Group*. A Figura 6.33 apresenta os passos seguidos na análise dos resultados do estudo de observação e como os resultados de um determinado passo foram considerados na análise dos passos seguintes.

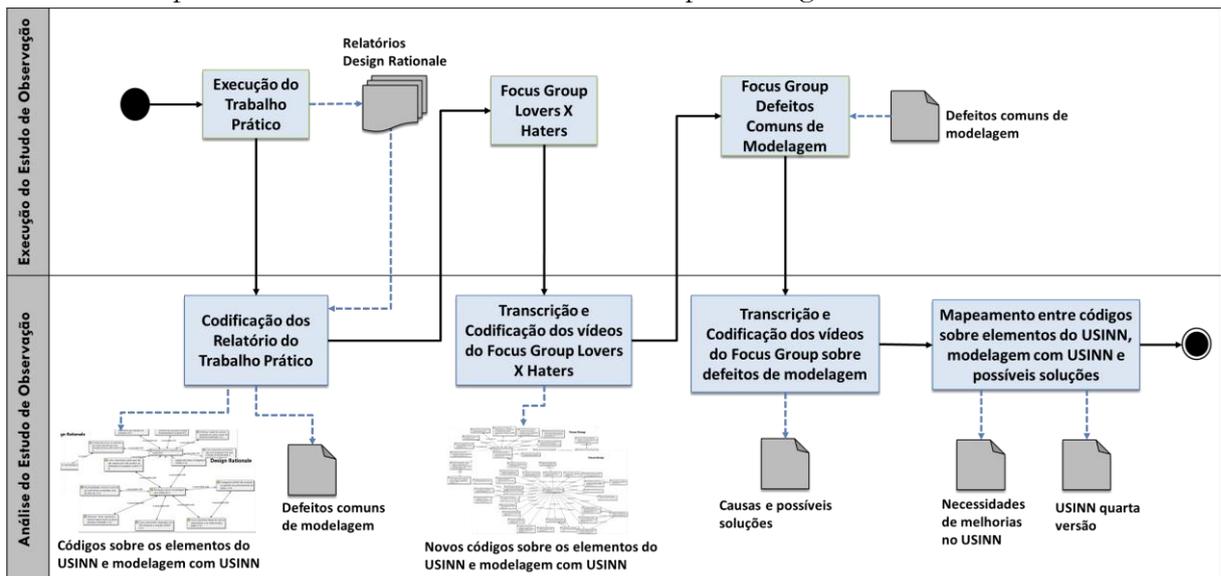


Figura 6.33. Processo da análise qualitativa do Estudo de Observação.

Primeiramente, os relatórios do trabalho prático foram analisados com dois objetivos: (i) identificar os defeitos comuns de modelagem e (ii) analisar a percepção dos participantes sobre a modelagem com USINN e sobre os elementos do USINN. Os procedimentos de codificação permitiram identificar códigos que descreviam percepções positivas, percepções negativas, limitações e dúvidas em relação ao uso do USINN. A Figura 6.34 exemplifica o resultado da codificação da análise dos relatórios do trabalho prático. Não serão detalhados todos os códigos obtidos na etapa de codificação, mas os mesmos podem ser vistos em Marques *et al.* (2017e).

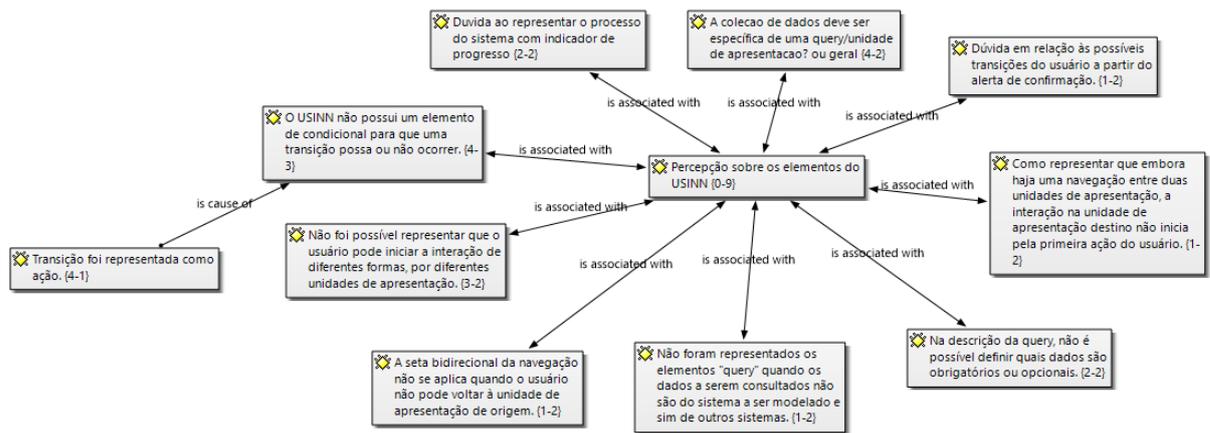


Figura 6.34. Códigos relacionados à percepção das equipes sobre os elementos do USINN – obtidos a partir da análise dos relatórios do trabalho prático.

Durante a análise dos relatórios do trabalho prático, também foi obtida uma lista de defeitos comuns de modelagem. Esta lista foi a base para o planejamento da segunda sessão de *Focus Group* que discutiu causas e possíveis soluções para os defeitos identificados.

Em seguida, iniciou-se a análise qualitativa da sessão de *Focus Group Lovers X Haters*, em busca de códigos que fortalecessem ou refutassem os códigos identificados nos registros de decisões de design anteriormente analisados. Conforme esperado, foram identificados mais códigos sobre a percepção das equipes em comparação com os códigos identificados no passo anterior. Isto se deve ao fato de o *Focus Group* promover a maior participação dos envolvidos. O resultado da codificação deste passo também pode ser visto no relatório técnico Marques *et al.* (2017e). Então, realizou-se a análise qualitativa da sessão de *Focus Group* sobre os defeitos comuns de modelagem, na qual foram identificadas causas e possíveis soluções. A Tabela 6.20 resume os resultados obtidos ao analisar as discussões da segunda sessão de *Focus Group*.

Tabela 6.20. Causas e possíveis soluções identificadas na segunda sessão de *Focus Group*.

[DEF-1] Omissão da coleção de dados	
Causas	Possíveis soluções
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Designers relacionaram a query a um processo do sistema, mas vários processos utilizavam os dados.</li> <li>- O designer achou que os dados só precisavam ser obtidos da coleção de dados uma vez e já estariam disponíveis durante a interação.</li> <li>- Não é sempre que o designer tem certeza de que os dados são do banco de dados do sistema.</li> <li>- Os dados podem ser externos e não locais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obter os dados da coleção de dados uma vez e passar como parâmetro para as próximas ações.</li> <li>- Relacionar a query à unidade de apresentação e não à ação do usuário ou sistema. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &lt;é parte de&gt; Os dados da query poderiam ser utilizados em várias ações de uma unidade de apresentação.</li> </ul> </li> <li>- A coleção de dados representar dados externos e locais.</li> </ul> <p>Com a prática este defeito tende a não ocorrer.</p>
[DEF-2] Omissão de ações do usuário	
Causas	Possíveis soluções
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Designers não sabiam como representar uma escolha/seleção de opções pelo usuário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ter um elemento específico para representar que o usuário tem várias opções para escolher/selecionar.</li> </ul>
[DEF-3] Omissão de feedback do sistema	
Causas	Possíveis soluções
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Designer esqueceu de fornecer o feedback em caso de erro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma ferramenta de apoio à modelagem que verificasse a sintaxe do diagrama.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &lt;está associado&gt; A ferramenta não deveria obrigar o usuário, mas sim informar sobre problemas de sintaxe.</li> </ul>
<b>[DEF-4] Uso incorreto de navegação</b>	
Causas	Possíveis soluções
- Necessidade de uma compreensão melhor sobre o contexto do sistema.	- Analisar o contexto do sistema e reduzir o diagrama de navegação.
<b>[DEF-5] Omissão de processo do sistema</b>	
Causas	Possíveis soluções
- Designers não sabiam como representar uma escolha/seleção de opções pelo usuário.	- Ter um elemento específico para representar que o usuário tem várias opções para escolher/selecionar.
<b>[DEF-7] Uso incorreto de ação do usuário</b>	
Causas	Possíveis soluções
- Designers não sabiam como representar uma escolha/seleção de opções pelo usuário.	- Disponibilizar exemplos de modelagem onde a partir de uma ação do usuário pode haver várias transições do usuário.
<b>[DEF-8] Omissão de descrição na transição do usuário</b>	
Causas	Possíveis soluções
- Designers não perceberam a importância da descrição na transição.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um designer com mais experiência não cometeria este erro.</li> <li>- Descrever na descrição da transição a palavra 'se' quando necessário para representar fluxos condicionais. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &lt;está associado&gt; No diagrama USINN não é possível descrever os fluxos de interação condicionais - se &lt;condição&gt; o usuário realiza &lt;ação&gt;</li> <li>▪ &lt;possível solução&gt; Escolher uma ação para ser a 'inicial' e disponibilizar a outra 'ação' como opcional.</li> </ul> </li> </ul>
<b>[DEF-9] Uso incorreto de alerta do sistema</b>	
Causas	Possíveis soluções
- Falta de entendimento sobre o fluxo da aplicação ocasionou o uso do alerta como feedback do sistema.	- Analisar o fluxo de navegação e como o mesmo funciona.
<b>[DEF-NOVO] Uso incorreto do processo do sistema</b>	
Causas	Possíveis soluções
- Designers não sabiam que a partir de uma ação do usuário poderia ter uma query e então adicionaram um processo do sistema para relacionar com a query.	- Com a prática este defeito tende a não ocorrer.
<b>[DEF-NOVO] Ambiguidade em ações do usuário</b>	
Causas	Possíveis soluções
- Uso de verbos semelhantes para descrever ações do usuário diferentes.	- Definir um conjunto de palavras reservadas para utilizar na modelagem.

Foi possível elicitare necessidades de melhorias na notação do USINN para evitar os defeitos: (1) omissão da coleção de dados, (2) omissões de ações do usuário, (8) omissão de descrição na transição do usuário, (novo) ambiguidade em ações do usuário. Para os demais defeitos, não foram apontadas necessidades de melhorias na notação, mas na prática de modelagem pelos profissionais que utilizam a notação.

Para consolidar os resultados do estudo de observação, foi realizado um mapeamento entre

os códigos identificados nos passos 1 e 2 da análise qualitativa e as possíveis soluções identificadas no passo 3. Os códigos foram primeiramente categorizados para organizar os códigos que descreviam aspectos positivos e aspectos negativos. Dentre os aspectos negativos, foram analisados os códigos que apontavam para necessidades de melhoria. Cada necessidade de melhoria foi analisada e a viabilidade de implementar a melhoria foi verificada com um segundo pesquisador. As melhorias viáveis foram realizadas, gerando a quarta versão do USINN (Seção 5.4.4).

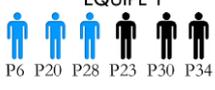
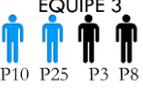
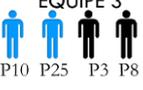
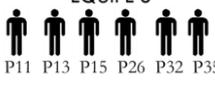
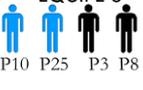
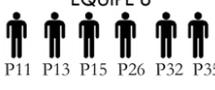
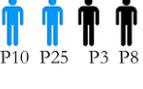
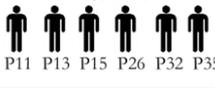
A Tabela 6.21 resume os aspectos positivos identificados. Dentre os aspectos positivos, é possível destacar o apoio do USINN na criação de protótipos, uma vez que o diagrama não é genérico e pode ser aplicado para o design de qualquer tipo de sistema. Outro ponto positivo identificado é a integração do diagrama USINN com aspectos internos do sistema, como os dados da aplicação. Os aspectos positivos foram em sua maioria destacados por participantes com experiência na indústria. Este resultado fornece indícios de que a utilidade do USINN seria melhor percebida em um ambiente real de desenvolvimento de software.

Tabela 6.21. Aspectos positivos sobre o uso do USINN para projetar aplicações.

Código	Fonte	Equipe/Participante
O fato de representar a query ajuda na criação de outros diagramas relacionados ao back-end da aplicação.	<i>Focus Group</i>	 P24
O diagrama USINN auxiliou na criação dos protótipos, especificando o conteúdo das telas e a navegação.	<i>Focus Group</i>	 P29
O diagrama USINN é uma forma de comunicação entre o time.	<i>Focus Group</i>	  P18 P24
Os protótipos são específicos para uma plataforma e o USINN é independente de plataforma.	<i>Focus Group</i>	 P24
O designer pode adaptar protótipos de diferentes plataformas de acordo com o diagrama USINN.	<i>Focus Group</i>	  P29 P24
O diagrama USINN fornece uma visão geral no diagrama de navegação e depois uma visão específica no diagrama de interação.	<i>Focus Group</i>	  P10 P4
O diagrama USINN facilita a transição do modelo para o protótipo.	<i>Focus Group</i>	 P7
<b>Legenda:</b>  - participante sem experiência na indústria;  - participante com experiência na indústria.		

Os pontos negativos identificados poderiam apontar uma necessidade de melhoria no USINN ou não. Na Tabela 6.22, são apresentados os códigos referentes a pontos negativos que indicam necessidades de melhorias no USINN que poderiam ser implementadas com as possíveis soluções identificadas. Também é possível visualizar a origem da solução, ou seja, se foi uma solução fornecida por um participante do *Focus Group* ou pelos pesquisadores envolvidos na pesquisa.

Tabela 6.22. Pontos negativos que indicam a necessidade de melhorias no USINN.

Código	Fonte	Equipe/ Participante	Possível solução	Origem da solução
A coleção de dados deve ser específica de uma query/unidade de apresentação? Ou geral?	<i>Design Rationale</i>	<p>EQUIPE 1              P6 P20 P28 P23 P30 P34</p> <p>EQUIPE 3              P10 P25 P3 P8</p>	Obter os dados da coleção de dados uma vez e passar como parâmetro para as próximas ações.	 P29
Como representar que embora haja uma navegação entre duas unidades de apresentação, a interação na unidade de apresentação destino não inicia pela primeira ação do usuário.	<i>Design Rationale</i>	<p>EQUIPE 3              P10 P25 P3 P8</p>	Descrever na descrição da transição a palavra 'se' quando necessário para representar fluxos condicionais.	 P35
Na descrição da query, não é possível definir quais dados são obrigatórios ou opcionais.	<i>Design Rationale</i>	<p>EQUIPE 6              P11 P13 P15 P26 P32 P35</p>	Usar "*" na query para definir os dados obrigatórios.	Pesquisadores
A seta bidirecional da navegação não se aplica quando o usuário não pode voltar à unidade de apresentação de origem.	<i>Design Rationale</i>	<p>EQUIPE 7              P9 P29 P2 P12 P19 P22</p>	Poderia ter uma seta unidirecional de navegação.	 P12
Não foi possível representar que o usuário pode iniciar a interação de diferentes formas, por diferentes unidades de apresentação.	<i>Design Rationale</i>	<p>EQUIPE 3              P10 P25 P3 P8</p> <p>EQUIPE 6              P11 P13 P15 P26 P32 P35</p> <p>EQUIPE 7              P9 P29 P2 P12 P19 P22</p>	Descrever na descrição da transição a palavra 'se' quando necessário para representar fluxos condicionais.	 P35
O USINN não possui um elemento de condicional para que uma transição possa ou não ocorrer.	<i>Design Rationale</i>	<p>EQUIPE 3              P10 P25 P3 P8</p> <p>EQUIPE 6              P11 P13 P15 P26 P32 P35</p>	Descrever na descrição da transição a palavra 'se' quando necessário para representar fluxos condicionais.	 P35
Na query não é possível especificar os dados obrigatórios e os dados opcionais.	<i>Focus Group</i>	<p> P11</p>	Usar "*" na query para definir os dados obrigatórios.	Pesquisadores
Quando a interação do usuário não é sequencial, o modelo não serviria, pois não tem uma condicional para representar várias possibilidades de interação.	<i>Focus Group</i>	<p> P2 P11</p>	Descrever na descrição da transição a palavra 'se' quando necessário para representar fluxos condicionais.	 P35
Dificuldade em representar que a partir de uma ação do usuário é possível seguir diferentes fluxos de interação.	<i>Focus Group</i>	<p> P19 P12 P32</p>	Descrever na descrição da transição a palavra 'se' quando necessário para representar fluxos	 P35

Código	Fonte	Equipe/ Participante	Possível solução	Origem da solução
			condicionais.	
Setas bidirecionais de navegação não são sempre bidirecionais.	<i>Focus Group</i>	 P12	Poderia ter uma seta unidirecional de navegação.	 P12
A query poderia ter diferentes sentidos - o sentido de gravar e o sentido de leitura.	<i>Focus Group</i>	 P14	A query poderia ter diferentes sentidos - o sentido de gravar e o sentido de leitura.	 P14
<b>Legenda:</b>  - participante sem experiência na indústria;  - participante com experiência na indústria.				

As mudanças necessárias na notação do USINN para atender às necessidades descritas na Tabela 6.22 foram implementadas conforme apresentado na Seção 5.4.4. Foram identificados também pontos negativos que poderiam ser contornados com determinadas atitudes dos profissionais que utilizam o USINN para o design de interação e navegação (Tabela 6.23). Nestes casos, os pontos negativos não requerem uma melhoria no USINN, mas a adoção de boas práticas durante a modelagem ou prototipação.

*Tabela 6.23. Pontos negativos que indicam a necessidade de adoção de boas práticas na adoção do USINN.*

Código	Fonte	Equipe/ Participante	Boa prática	Origem da prática
Dúvida ao representar o processo do sistema com indicador de progresso.	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 3 P10 P25 P3 P8	O indicador de progresso deve ser utilizado quando o processamento do sistema levar algum tempo para ser concluído.	Pesquisadores
Dúvida em relação às possíveis transições do usuário a partir do alerta de confirmação.	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 3 P10 P25 P3 P8	O fluxo de navegação da aplicação deve ser analisado para definir o que ocorre caso o usuário cancele ou confirme a operação.	 EQUIPE 2 P5 P7 P16 P17
Não foram representados os elementos "query" quando os dados a serem consultados não são do sistema a ser modelado e sim de outros sistemas.	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 2 P5 P7 P16 P17	A coleção de dados representa os dados manipulados na interação, podem ser dados internos ou externos à aplicação.	 P18
Como representar que o modelo pode possuir duas unidades de apresentação iniciais?	<i>Focus Group</i>	 P29 P10	O elemento de ação do usuário opcional pode ser utilizado nestes casos.	 P10
Durante a prototipação de unidades de apresentação sempre acessíveis, o designer pode achar que é só mais uma tela e esquecer das opções de acesso.	<i>Focus Group</i>	 P32	uma unidade de apresentação sempre acessível indica que devem existir opções de acesso direto a esta unidade a partir de qualquer parte da aplicação.	 P28
Como representar ações que não são sequenciais? Mas podem ser realizadas em qualquer ordem?	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 6 P11 P13 P15 P26 P32 P35	O elemento de ação do usuário opcional pode ser utilizado nestes casos.	 P10
Dúvida na identificação das opções de voltar no diagrama USINN.	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 3 P10 P25 P3 P8	Os fluxos de navegação bidirecionais definem quando o usuário pode retornar a unidades de apresentação	Pesquisadores

Código	Fonte	Equipe/ Participante	Boa prática	Origem da prática
			anteriores, bem como as transições de cancelamento definem quando o usuário pode retornar a ações anteriores.	
Dificuldade em diferenciar qual tabela do banco de dados utilizar na modelagem.	<i>Focus Group</i>	 P31	O uso da query é relacionado aos dados que são manipulados na interação, o designer não precisa projetar o banco de dados para elaborar o diagrama USINN.	 P24
<b>Legenda:</b>  - participante sem experiência na indústria;  - participante com experiência na indústria.				

As práticas descritas visam auxiliar os profissionais que utilizam o USINN a esclarecer dúvidas e minimizar dificuldades oriundas do uso da notação. Vale destacar que a maioria das boas práticas foram sugeridas pelos participantes do *Focus Group*, ou seja, foram sugeridas com base na experiência dos participantes durante o estudo de observação, o que reforça sua aplicabilidade.

Por fim, alguns pontos negativos indicam a necessidade de melhorias para as quais foram identificadas soluções imediatas, ou as soluções requerem um esforço maior e podem ser realizadas como trabalhos futuros a esta pesquisa. A Tabela 6.24 resume tais pontos identificados e as possíveis soluções a serem investigadas.

*Tabela 6.24. Pontos negativos que indicam a necessidade de melhorias avaliadas pelos pesquisadores como oportunidades para trabalhos futuros.*

Código	Fonte	Equipe/ Participante	Possível solução
O diagrama USINN não esclarece os padrões de preenchimento de dados.	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 3 P10 P25 P3 P8	A notação poderia ser estendida para representar as regras de preenchimento de dados nas ações do usuário.
Como especificar faixas de valores relacionados a um determinado dado?	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 3 P10 P25 P3 P8	A notação poderia ser estendida para representar as regras de preenchimento de dados nas ações do usuário.
Como representar integração com API utilizando a notação USINN?	<i>Design Rationale</i>	 EQUIPE 5 P14 P1 P4 P27	Novos elementos poderiam ser adicionados na notação para permitir a representação de modelagem de aplicações integradas.
O USINN possui muitos itens e torna o trabalho complexo.	<i>Focus Group</i>	 P33	A notação poderia ser utilizada para modelar perspectivas diferentes, como somente a interação, somente a navegação, somente a usabilidade, de tal forma que o profissional não precisasse empregar todos os elementos da notação sempre.
Gasta muito tempo para definir os aspectos da interação e usabilidade previstos no modelo.	<i>Focus Group</i>	 P6	O profissional poderia modelar somente uma das perspectivas, simplificando a modelagem.
O diagrama fica extenso e pode dificultar a interpretação para criação dos protótipos.	<i>Focus Group</i>	 P36	Padrões de modelagem podem ser propostos para facilitar a familiaridade com trechos do modelo e padrões de design de interface podem ser propostos para facilitar a construção dos protótipos de interface.

Código	Fonte	Equipe/ Participante	Possível solução
Utilizar o USINN para modelar sistemas grandes é trabalhoso.	<i>Focus Group</i>	 P6	O profissional poderia modelar somente uma das perspectivas, simplificando a modelagem.
Os protótipos criados por diferentes designers com base no diagrama USINN não ficam padronizados.	<i>Focus Group</i>	 P11	Padrões de design de interface podem ser propostos para padronizar os protótipos de interface.
Não possui ferramenta própria para modelagem de diagramas USINN.	<i>Focus Group</i>	  P2 P29	Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à modelagem com USINN que valide a sintaxe do modelo e permita a abstração de partes do modelo de acordo com a preferência do usuário.
<b>Legenda:</b>  - participante sem experiência na indústria;  - participante com experiência na indústria.			

As possíveis soluções foram discutidas pelos pesquisadores envolvidos nesta pesquisa. Vale ressaltar que são possibilidades e não soluções definidas. Os principais pontos estão relacionados ao uso do USINN como base para prototipação, à redução do esforço para construir e interpretar o diagrama e à representação de aplicações integradas. De fato, como o USINN representa três diferentes perspectivas: interação, navegação e usabilidade, elaborar o modelo requer um esforço e conhecimento do profissional que irá utilizar a notação.

### **6.8.3. Conclusões sobre o estudo de observação**

Os resultados do estudo de observação permitiram identificar as causas das dificuldades enfrentadas pelos participantes ao adotar o USINN para projetar aplicações. Ao compreender tais causas, foi possível definir estratégias para contornar as dificuldades por meio de boas práticas ou reduzir as dificuldades por meio de mudanças da notação do USINN. Em ambos os casos, foram consideradas as sugestões dos próprios participantes, que foram validadas pelos pesquisadores envolvidos. Com os resultados obtidos, foi elaborada a quarta versão do USINN.

Foram identificados ainda pontos positivos no uso do USINN, apontados em sua maioria por participantes com experiência com desenvolvimento de software na indústria. Além disso, oportunidades para trabalhos futuros foram direcionados com base em necessidades de melhoria que requerem uma maior investigação em busca de soluções.

## **6.9. Quarta versão da notação do modelo USINN**

O estudo de observação permitiu coletar dados sobre as dificuldades no uso da notação e as causas de tais dificuldades. Assim, foi possível implementar melhorias relacionadas às dificuldades apontadas pelos participantes. Os participantes apontaram dificuldades em representar caminhos alternativos e condicionais de interação e em utilizar corretamente os elementos que representam os dados manipulados durante a interação. Desta forma, os elementos *transição do usuário*, *query* e *navegação* foram revistos e alterados. A Figura 6.35 ilustra os elementos da quarta versão do USINN.

Elementos de navegação		Elementos de interação		Elementos de usabilidade		
Unidade de apresentação	Ponto de abertura	Ação do usuário	Transição do usuário	Unidade de apresentação (sempre acessível)	Ação do usuário obrigatória	Alerta de notificação ou confirmação
OBJETIVO DO USUÁRIO		AÇÃO DO USUÁRIO	<condição> Descrição <dados>	OBJETIVO DO USUÁRIO	AÇÃO DO USUÁRIO	CONTEÚDO DO ALERTA
Navegação	Ponto de encerramento	Processo do sistema	Feedback do sistema	Transição de cancelamento	Coleção de dados e query	Processo do sistema com indicador de progresso
 			Conteúdo  Conteúdo 	Descrição	Dados → collection name data Dados	INDICADOR DE PROGRESSO

Figura 6.35. Elementos da quarta versão da notação do USINN.

Os elementos alterados são descritos a seguir:

**Navegação:** relacionamento entre unidades de apresentação da interface do sistema. A direção da seta indica se o usuário pode se direcionar para a próxima unidade de apresentação e retornar à unidade de apresentação anterior.

**Ação do usuário:** descreve ações do usuário que podem ser realizadas em direção a um objetivo de interação.

**Ação do usuário obrigatória:** descreve ações do usuário obrigatórias para que o usuário prossiga em direção a um objetivo de interação.

**Transição do usuário:** diálogo onde o usuário escolhe como prosseguir a interação dentre um conjunto de ações fornecidas pelo sistema. Dados previamente obtidos na interação por meio de uma query ou por meio de ações do usuário podem ser passados como parâmetros em uma transição. Neste caso, a transição deve ter uma descrição e indicar quais dados estão sendo passados como parâmetro. Condições para que a transição do usuário seja realizada podem ser especificadas na transição, indicando caminhos de interação condicionais.

**Query:** representa uma operação na interface que age sobre as coleções de dados. O sentido da seta em conjunto com a descrição da query indica se a operação é de leitura ou atualização da coleção de dados.

A Figura 6.36 ilustra uma modelagem com a quarta versão da notação do modelo USINN. O cenário representado é similar ao da Figura 6.3, Figura 6.9 e Figura 6.18, que descrevem a interação de um usuário no sistema AcadSupport.

Na unidade de apresentação *acessar AcadSupport*, na transição do usuário para acessar a conta, os dados *matrícula* e *senha* são passados como parâmetros para que o sistema processe a transição do usuário. Caso o login seja efetuado com sucesso, o usuário é direcionado para a unidade de apresentação *visualizar histórico de solicitações*. Ao selecionar uma solicitação para visualizar detalhes, o *título* da solicitação é passado como parâmetro na transição *selecionar solicitação*. O usuário pode ver os detalhes da solicitação previamente selecionada na unidade de apresentação *visualizar detalhes da solicitação*. A transição *salvar status* ocorre somente se o status for selecionado pelo usuário e passa os dados *título* e *status* como parâmetros para que a solicitação seja verificada pelo sistema.

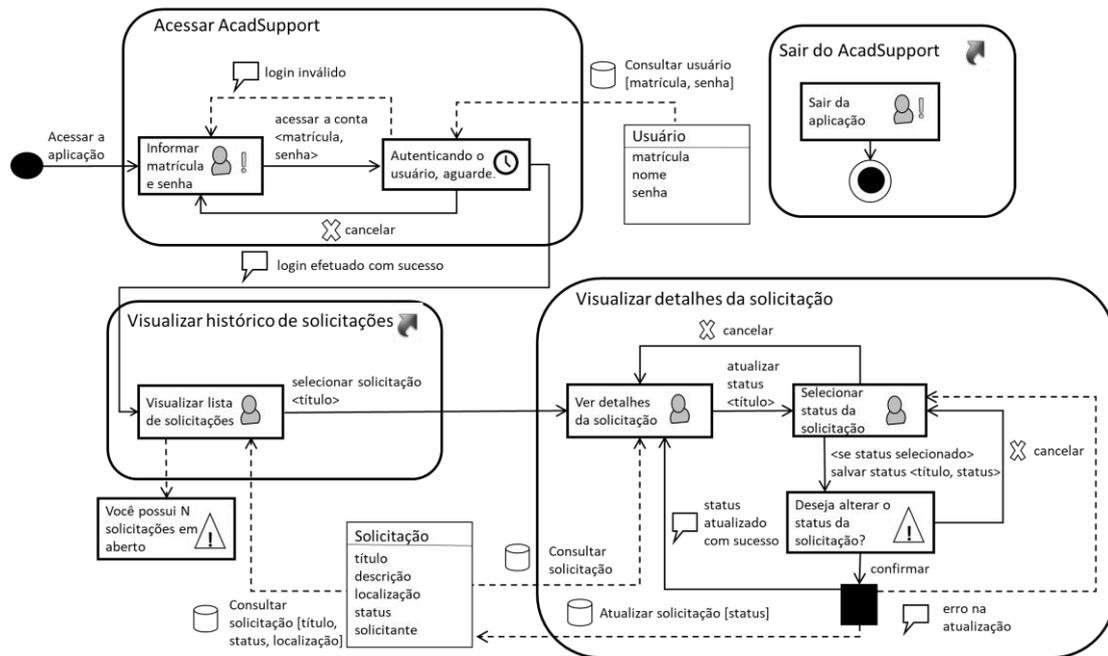


Figura 6.36. Exemplo de modelagem com a quarta versão da notação do USINN.

## 6.10. Estudo de Caso na Indústria

O estudo de observação forneceu subsídios para realizar melhorias que endereçassem as dificuldades identificadas no uso do USINN. Após estas modificações e a construção da quarta versão do USINN, considerou-se que o modelo havia alcançado um nível de maturidade adequado para ser utilizado em um ambiente real de desenvolvimento de software.

Com isso, foi realizado um estudo de caso sobre o uso do USINN em uma empresa de desenvolvimento de software. O objetivo do estudo de caso foi investigar a adequação do USINN para o ambiente real de desenvolvimento de software de acordo com o ponto de vista de profissionais de desenvolvimento de software.

### 6.10.1. Planejamento e Execução do estudo de caso na indústria

O estudo de caso foi conduzido em uma organização privada de desenvolvimento de software que atua na cidade de Manaus. A organização foi criada em 2016, desenvolve software sob demanda para clientes e atualmente pretende iniciar o desenvolvimento de seus próprios produtos. Com isso, a organização possui interesse em adotar metodologias que auxiliem a satisfazer as necessidades de potenciais usuários e desenvolver produtos de software com melhor qualidade, visto que nestes projetos o cliente real não existe e a organização deseja alcançar um diferencial competitivo no mercado.

Atualmente a organização possui um quadro de 6 funcionários que executam diferentes papéis nos projetos de desenvolvimento. A metodologia ágil Scrum é adotada nos projetos da organização. Assim, podemos caracterizar que na organização, temos: um analista de sistemas que atua como Product Owner e Scrum Master, um analista de negócios que atua diretamente com clientes em busca de projetos a serem desenvolvidos, quatro desenvolvedores que compõem o Scrum Team.

O estudo de caso foi realizado em três etapas: preparação, adoção da solução e análise sobre a adoção da solução. Na etapa de preparação foi realizado um primeiro encontro entre os

funcionários e a pesquisadora responsável por esta pesquisa, na qual a equipe apresentou uma visão geral sobre os objetivos da organização, projetos desenvolvidos e suas experiências profissionais. Em seguida, um treinamento sobre usabilidade foi conduzido pela pesquisadora, onde foram apresentadas metodologias para a integração da usabilidade no desenvolvimento de software, destacando técnicas de inspeção de usabilidade, teste de usabilidade e modelagem da usabilidade. Antes do treinamento, dois funcionários possuíam conhecimentos prévios sobre usabilidade e um deles havia participado de avaliações de usabilidade na indústria.



Figura 6.37. Etapas do estudo de caso na indústria.

Ainda na etapa de preparação, foi realizado um segundo encontro onde a pesquisadora apresentou o modelo USINN, explicando os objetivos do modelo, sua notação, seus elementos e exemplos práticos de modelagem de interação e navegação. Após o treinamento do USINN, a equipe forneceu de maneira espontânea alguns comentários sobre o USINN. Neste mesmo encontro, deu-se início a etapa de adoção da solução.

Após essa discussão em relação à percepção inicial sobre o USINN, o participante P5 explicou o projeto no qual o USINN seria adotado. O projeto consiste em desenvolver uma aplicação web para validar arquivos eletrônicos. Com este projeto, a empresa pretende alcançar clientes que representem grandes empresas. O projeto seria desenvolvido seguindo a metodologia ágil Scrum e a equipe havia planejado uma *sprint* inicial para a criação da interface do sistema. A pesquisadora sugeriu então, que o modelo USINN fosse criado antes da interface, para que o modelo pudesse ser consultado pela equipe durante a criação da interface.

Então, ainda neste encontro foi realizada uma modelagem colaborativa. Os participantes que tinham conhecimento sobre a aplicação foram explicando como seria o comportamento do sistema e a pesquisadora elaborava o modelo USINN no quadro branco. O participante P5 que possuía o maior conhecimento sobre a aplicação, elaborou o modelo de navegação USINN, enquanto a pesquisadora elaborou o modelo de interação USINN em conjunto com os demais participantes. Esta estratégia foi adotada para facilitar a construção do diagrama. Vale destacar, que foi elaborado um modelo parcial, com base no conhecimento atual sobre o sistema, que estava em fase inicial de desenvolvimento.

A equipe então se dispôs a utilizar o USINN na *sprint* de criação da interface e fornecer um feedback para a pesquisadora durante a *Sprint Review*. A *sprint* de criação da interface foi alterada para que a equipe formasse um maior conhecimento sobre o domínio da aplicação e para o projeto do banco de dados, ou seja, a *sprint* de criação da interface foi substituída por uma *sprint* para o conhecimento do domínio e projeto do banco de dados. Assim, foi obtido primeiramente um feedback sobre o apoio do USINN para o entendimento do domínio da aplicação e para o

planejamento das *sprints* do projeto.

### **6.10.2. Resultados sobre a percepção inicial sobre o USINN**

Como resultados do estudo de caso, é possível destacar a percepção inicial dos participantes sobre o USINN. Estes resultados foram coletados após o treinamento sobre o USINN e antes da modelagem colaborativa.

“O modelo é claro, a gente consegue entender tudo o que acontece no sistema, acredito que ajudaria a ter uma visão do que teremos que fazer antes de começar a desenvolver” – P1 (atua como desenvolvedor há mais de 5 anos)

“Concordo que a modelagem deixa mais claro o ciclo da história desenvolvida” – P2 (atua como desenvolvedor, engenheiro de requisitos e projetista há mais de 5 anos)

“É um pouco difícil de compreender, mas é a primeira vez que estou tendo contato. Acho que usando essa metodologia poderíamos conseguir um produto mais funcional e ter maior satisfação do cliente. Em alguns projetos, já tivemos bastante dificuldade em entender o que o cliente realmente queria de uma história a ser desenvolvida” – P3 (atua como desenvolvedor, engenheiro de requisitos e projetista há mais de 2 anos)

“Já participei de projetos onde só depois de entregue foi possível perceber que a experiência do usuário seria bem melhor se houvesse uma ferramenta como essa. Poderíamos ter uma implementação focada no requisito do usuário com o comportamento previsto pelo usuário. Isso melhora a qualidade da entrega e torna o processo de desenvolvimento mais seguro”. – P4 (atua como desenvolvedor há de 5 anos e como designer há mais de 2 anos)

“Isso que foi apresentado é o que falta nos nossos projetos, porque muitas vezes temos dificuldade em entender como vai ser o processo de cada história, como o sistema deve se comportar e isso mostra bem o lado do usuário. A pergunta é: Onde está todo o *Design Rationale* desse modelo? Existe uma ferramenta que ajude a criar o modelo? Porque são muitas regras e elementos”. – P5 (atua como Scrum Master e Product Owner dos projetos da organização).

Os comentários indicam que os participantes perceberam que o USINN poderia trazer benefícios para projetos que foram concluídos e nos quais houveram dificuldades para compreender os requisitos do usuário em relação à interação. Por outro lado, foi apontada a preocupação com o conhecimento necessário para adotar a notação em projetos atuais.

### **6.10.3. Resultados sobre o apoio do USINN no planejamento de atividades do projeto**

Os resultados coletados na primeira *sprint review* são detalhados nesta seção. O feedback foi fornecido pelos participantes P4 e P5 que são os profissionais envolvidos no projeto atualmente. A Tabela 6.25 apresenta os principais aspectos identificados na análise dos dados.

*Tabela 6.25. Percepções sobre o USINN na 1ª sprint review.*

Percepção	Comentários
USINN utilizado como apoio ao planejamento do projeto	“Foi interessante ver que podemos acompanhar o andamento das <i>sprints</i> com base no modelo de navegação, porque pelo modelo podemos visualizar todas as interfaces que deverão ser criadas”. – P5 “Com o modelo é possível mapear e antecipar outras atividades, como o projeto de tela, as atividades do time de desenvolvimento bem como gerenciar as fases e atividades do projeto”. – P4

USINN utilizado para levantamento de requisitos	“Por enquanto nós usamos o modelo para o levantamento de requisitos, no momento de mapear o comportamento do sistema na visão do usuário”. – P4
Otimização do diagrama ao longo da <i>sprint</i>	“Nós percebemos que o modelo elaborado na última reunião pode ser simplificado, pois vamos unir alguns conteúdos em uma mesma tela”. – P5
Necessidade de ferramenta de apoio à criação e leitura de diagramas USINN	<p>“Uma sugestão é otimizar a visualização do diagrama, porque fica complexo para ler e interpretar. Talvez abstrair algumas partes, tipo os dados, que nem sempre precisamos saber quais são. Nesse sistema as tabelas são imensas, então não vale a pena colocar todos os dados no modelo”. – P5</p> <p>“Um aspecto que poderia ser explorado é a utilização de uma ferramenta <i>drag-and-drop</i> de forma dinâmica para criar os modelos e organizá-los em uma estrutura de um projeto. Uma boa sugestão seria de repente estudar a viabilidade de integrar essa ferramenta a alguma IDE de desenvolvimento como NetBeans, Eclipse e etc.”. – P4</p>
Definição do responsável pela criação de diagramas USINN	<p>“Uma coisa que nós ficamos nos questionando é sobre quem é o responsável pela criação do diagrama. Quem detém o conhecimento sobre esse tipo de modelagem? Porque o analista de sistemas não vai saber modelar isso, porque ele está mais acostumado com a visão do background, e nesse diagrama nós temos a visao do usuário... seria o designer? Mas também acho que o designer não vai ter o conhecimento sobre modelagem... Enfim, ficamos com essa dúvida”. – P5</p> <p>“Minha principal dúvida é entender quem de fato é o principal responsável por esse processo dentro de um projeto: um designer ou um analista??” – P4</p>

Os participantes indicaram que embora não tenham iniciado a criação das telas da interface, o diagrama USINN elaborado na modelagem colaborativa foi consultado durante o planejamento das atividades do projeto e utilizado para o levantamento de requisitos. Como o projeto atual é um projeto da própria organização, o levantamento de requisitos não envolveu um cliente, mas uma discussão entre a própria equipe. Durante estas atividades, o diagrama USINN foi otimizado à medida que um melhor entendimento sobre o domínio da aplicação foi obtido.

É possível considerar como desafio a necessidade de ferramenta de apoio à criação e leitura de diagramas USINN. Os participantes apontaram que a visualização do diagrama fica complexa e poderia ser simplificada. Por fim, a discussão sobre o responsável pela criação de diagramas USINN destaca a necessidade por profissionais focados na experiência do usuário em equipes de desenvolvimento de software de forma a aplicar as metodologias que projetam as aplicações considerando o ponto de vista dos usuários.

#### **6.10.4. Conclusões sobre o estudo de caso na indústria**

Como resultados preliminares do estudo de caso na indústria, observou-se que a equipe de desenvolvimento percebeu benefícios que o USINN poderia fornecer aos projetos executados na organização. Por outro lado, uma preocupação em relação aos papéis responsáveis pela criação dos diagramas USINN foi destacado, bem como o conhecimento necessário para a doção do USINN.

As percepções dos membros envolvidos no projeto atual após o uso do USINN na primeira *sprint* indicaram que o USINN foi utilizado como apoio a outras atividades de desenvolvimento, como o planejamento das atividades a serem desenvolvidas e no levantamento de requisitos entre a equipe. Esta percepção abre novas perspectivas sobre a integração do USINN no processo de desenvolvimento de software.

### **6.11. Considerações sobre o capítulo**

Este capítulo apresentou o processo de construção e evolução do USINN. Foram conduzidos estudos experimentais conduzidos para avaliar a proposta inicial do USINN e seus refinamentos, até obter-se a versão final da notação. Foram conduzidos dois estudos de viabilidade, um estudo comparativo, um estudo de observação e um estudo de caso na indústria.

O primeiro estudo de viabilidade foi realizado com três participantes com experiência na academia e na indústria com o uso de modelos de IHC e ES. Os resultados permitiram identificar as principais dificuldades no uso e compreensão do modelo, o que permitiu realizar um refinamento em sua notação antes de o modelo ser utilizado por um número maior de participantes.

O segundo estudo de viabilidade foi conduzido em três turmas de graduação, totalizando 55 participantes. Este segundo estudo apontou para necessidades de melhoria nos indicadores de completude e percepção sobre facilidade de uso do modelo. As dificuldades dos participantes podem ser decorrentes do não entendimento de alguns elementos do modelo. Para melhorar este aspecto, foi construído o metamodelo do USINN, de forma a analisar os conceitos representados no modelo e seus possíveis relacionamentos, fortalecendo a base teórica do modelo.

A versão obtida após a construção do metamodelo foi avaliada por meio de um estudo comparativo. O USINN foi comparado com o uso conjunto do modelo MoLIC para modelagem de interação e do modelo CRITON para modelagem de navegação. Os resultados indicaram que era necessário definir estratégias para a melhoria da corretude dos modelos USINN e de protótipos elaborados com base em modelos USINN. Entretanto, os dados coletados não foram suficientes para identificar quais as causas dos problemas de corretude, ou seja, quais as dificuldades enfrentadas pelos participantes ao adotar o USINN e em que circunstâncias ocorrem.

Para investigar estes aspectos, foi conduzido o estudo de observação. As técnicas de *Design Rationale* e *Focus Group* foram adotadas para permitir a obtenção de dados qualitativos que descrevessem as necessidades de melhorias no USINN. Este objetivo foi alcançado, sendo possível identificar não somente as necessidades de melhorias, como também possíveis soluções para as necessidades. Com isso, foi possível implementar novas mudanças na notação do USINN e obter a quarta versão da notação.

A quarta versão foi avaliada em uma organização de desenvolvimento de software de Manaus, que utilizou o USINN em um projeto de desenvolvimento. Os resultados preliminares não apontaram para necessidades de melhorias na notação, mas para a necessidade de apoio ferramental para criação e leitura dos diagramas.

# CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

*Este capítulo apresenta as conclusões desta tese, resumindo sua motivação e proposta. As perspectivas futuras fornecem direcionamentos para que seja dada continuidade na modelagem de interação e navegação orientada à usabilidade a partir dos resultados obtidos nesta pesquisa.*

## 7.1. Conclusões

Esta tese de doutorado teve como objetivo apoiar o design de interação e navegação orientado à usabilidade, através da representação de aspectos funcionais de usabilidade em soluções de interação e navegação. Como solução foi proposto o modelo USINN (*USability-oriented INteraction and Navigation model*), uma notação para modelagem da interação e navegação de sistemas interativos que permite representar mecanismos de usabilidade derivados dos aspectos funcionais de usabilidade propostos por Juristo *et al.* (2007a). Para construir o modelo USINN foi definida uma metodologia de pesquisa que integra o ciclo de Design Science e a Engenharia de Software Experimental. Esta metodologia pode ser adotada em pesquisas futuras que visem a construção, avaliação e evolução de artefatos para a resolução de problemas em contextos específicos de desenvolvimento de software.

Para que seja adotado em um projeto real de desenvolvimento de software, é necessário selecionar os requisitos funcionais relacionados à interação do usuário com o sistema, ou seja, funcionalidades que serão perceptíveis aos usuários finais. Tais funcionalidades podem ser modeladas por meio da notação do USINN. Uma maneira de enriquecer os requisitos funcionais para focar em aspectos de usabilidade é adotar as diretrizes para elicitação de requisitos proposto por Juristo *et al.* (2007b). Assim, tanto os requisitos funcionais da aplicação como os novos requisitos funcionais de usabilidade podem ser modelados com o USINN.

Com a adoção do USINN, soluções de design que consideram mecanismos de usabilidade poderão ser representadas, apoiando os profissionais a projetarem soluções com maior qualidade para o usuário final. Considerando que os modelos de interação e navegação são utilizados como base para o design da interface, espera-se que os mecanismos de usabilidade representados pelo modelo sejam facilmente traduzidos para a interface, reduzindo o risco de se desenvolver interfaces com baixa qualidade de uso.

O modelo USINN foi avaliado por meio de estudos experimentais, que permitiram identificar os potenciais benefícios do uso do modelo, bem como oportunidades para a melhoria do modelo. O USINN mostrou-se útil como base para a construção de mockups de interface, uma vez que permite representar aspectos voltados à usabilidade do sistema interativo. Além disso, por ser independente de plataforma, o modelo USINN fornece a possibilidade de projetar a interação de sistemas para diferentes plataformas.

Em um ambiente real de desenvolvimento de software, o USINN também mostrou-se útil para atividades de planejamento de projeto, especificamente para planejamento de *sprints*. Como o modelo permite identificar as interfaces a serem desenvolvidas, esta visão pode auxiliar a estimar e planejar as *sprints* do projeto. Este resultado indica que a adoção do USINN não se limita às atividades específicas de design de soluções como previamente definido, mas abre novas

perspectivas sobre a integração do USINN no processo de desenvolvimento de software em atividades de planejamento e comunicação da equipe como um todo.

Ao longo da condução dos estudos experimentais, notou-se a necessidade de fortalecer a base teórica do modelo USINN, sendo elaborado o seu metamodelo. O metamodelo foca em representar os aspectos conceituais dos elementos do USINN, como sua composição e relacionamentos. Entretanto, as propriedades das classes do metamodelo precisam ser revisadas e os relacionamentos entre as classes precisam ser melhor exploradas para representar também os aspectos dinâmicos da notação. O metamodelo pode ser expandido futuramente, permitindo a criação de novos elementos do USINN, caso tal necessidade seja identificada em pesquisas futuras.

Com a proposta do USINN e das evidências sobre seu apoio ao design de interação e navegação, espera-se contribuir para as áreas de IHC e Engenharia de Software, fornecendo uma solução que visa a melhoria da qualidade de uso de sistemas interativos. O USINN destaca a necessidade cada vez maior por profissionais que foquem nas necessidades do usuário e na perspectiva do usuário durante o design das aplicações como forma de melhor atender às expectativas do usuário. Alguns desafios precisam ser melhor investigados, o que possibilita a condução de trabalhos futuros, conforme discutidos na próxima seção.

## **7.2. *Perspectivas Futuras***

A realização desta pesquisa possibilitou a integração de perspectivas de design até então abordados de maneira individual: interação, navegação e usabilidade. Os resultados obtidos abrem novas perspectivas de pesquisa, que podem ser exploradas em trabalhos futuros. Alguns dos trabalhos futuros são descritos a seguir:

- I. Extensão da notação do USINN para melhor descrever regras de negócio sobre dados: O USINN representa os dados manipulados durante a interação por meio dos elementos *coleção de dados* e *query*. Porém, algumas regras como tipos de dados e valores permitidos não são detalhadas na modelagem. Uma estratégia para representar tais regras sem sobrecarregar a representação visual do modelo pode ser investigada.
- II. Definição de um mecanismo de abstração que permita que o USINN seja utilizado para modelar perspectivas de design específicas: um dos maiores desafios no uso do USINN é o esforço necessário para criação e interpretação do modelo. Um mecanismo pode ser definido para ativar ou desativar as perspectivas de design, ou seja, permitir que o profissional possa modelar somente perspectivas de seu interesse, abstraindo detalhes que não são necessários em determinada etapa do design.
- III. Definição de padrões de modelagem para facilitar a criação de modelos USINN com qualidade: analisando os artefatos elaborados pelos participantes dos estudos experimentais, podem ser identificados determinados padrões de modelagem, ou seja, soluções que foram amplamente adotadas pelos participantes. Estes padrões podem ser categorizados por mecanismos de usabilidade e disponibilizados para auxiliar profissionais novatos na criação de modelos USINN que representem os mecanismos de usabilidade.
- IV. Definição de padrões de interface baseados em modelos USINN para facilitar a criação de protótipos de interface que apresentem usabilidade: outro ponto destacado durante os estudos experimentais é o fato de que um modelo USINN pode possibilitar a criação de diferentes protótipos. Para apoiar a criação de protótipos com a melhor qualidade possível e não deixar este aspecto tão dependente do profissional que interpreta o modelo e elabora

os protótipos, podem ser definidos padrões de design associados aos padrões de modelagem. Desta forma, os profissionais poderiam consultar soluções parcialmente prontas e adaptá-las de acordo com a sua necessidade.

- V. Desenvolvimento de apoio ferramental para elaboração de modelos com a notação do USINN: para tornar a elaboração do modelo USINN mais prática e evitar defeitos oriundos do esquecimento de detalhes da notação, pode ser desenvolvido um apoio ferramental para a elaboração de modelos com a notação USINN, tal como as ferramentas case da UML.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 9241-11, I. (1998). *ISO/IEC 9241-11: Ergonomic Requirements for Office work with Visual Display Terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on Usability*.
- Abran, A., Khelifi, A., Suryan, W., & Seffah, A. (2003). Usability meanings and interpretations in ISO standards. *Software Quality Journal*, vol. 11, no. 4, pp. 325-338.
- Anderlin Neto, A., & Conte, T. (2014). Identifying Threats to Validity and Control Actions in the Planning Stages of Controlled Experiments. *26th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, (pp. 256-261).
- Apperley, M., & Spence, R. (1989). Lean Cuisine: a low-fat notation for menus. *Interacting with Computers 1*, (pp. 43-68).
- Avgeriou, P., & Retalis, S. (2005). CRITON: A hypermedia design tool. *Multimedia Tools and Applications*, 5-21.
- Babaian, T., Lucas, W., & Topi, H. (2007). Visualizing the process : A graph-based approach to enhancing system-user knowledge sharing. *ICEIS - International Conference on Enterprise Information Systems*, (pp. 123-128).
- Bandeira-de-Mello, R., & Cunha, C. (2003). Operacionalizando o método da Grounded Theory nas Pesquisas em Estratégia: técnicas e procedimentos de análise com apoio do software ATLAS/TI. *Encontro de Estudos em Estratégia*. Curitiba.
- Barbosa, S., & Paula, M. (2003). Designing and Evaluating Interaction as Conversation: a Modeling Language based on Semiotic Engineering. *International Workshop on Design, Specification, and Verification* (pp. 16-33). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Barbosa, S., & Silva, B. (2010). *Interação Humano-Computador*. Rio de Janeiro - RJ: Editora Campus.
- Barbosa, S., & Silva, B. (2014). Design da Interação Humano-Computador com MoLIC. *Livro dos Tutoriais do XIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais* (pp. 109-138). Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
- Basili, V., & Rombach, H. (1988). The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 758-773.
- Bass, L., & John, B. (2003). Linking Usability to Software Architecture Patterns through General Scenarios. *Journal of Systems and Software*, vol. 66, no. 3, pp. 187-197.
- Beaudouin-Lafon, M. (2004). Designing interaction, not interfaces. *Working conference on Advanced visual interfaces* (pp. 15-22). New York, NY, USA: ACM.
- Benyon, D. (2011). *Interação humano-computador*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Benyon, D., & Murray, D. (1993). Applying user modeling to human-computer interaction design. *Artificial Intelligence Review 7*, 199-225.
- Blackweel, A., & Green, T. (2000). A Cognitive Dimensions Questionnaire Optimised for Users. *Proceedings of 12th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group*, (pp. 137-154).
- Blackwell, A., Britton, C., Cox, A., Green, T., Gurr, C., Kadoda, G., . . . Young, R. (2001). Cognitive Dimensions of Notations: Design Tools for Cognitive Technology. Em M. Beynon, C. Nehaniv, & K. Dautenhahn, *Cognitive Technology: Instruments of Mind* (pp. 325-341). Springer Berlin Heidelberg.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *UML Guia do Usuário*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Bowen, J., & Dittmar, A. (2016). A semi-formal framework for describing interaction design spaces. *ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, (pp. 229–238).
- Brajnik, G., & Harper, S. (2016). Measuring interaction design before building the system: a model-based approach. *ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, (pp. 183-193).
- Brandão, R., De Souza, C., & Cerqueira, R. (2014). Uma Infraestrutura de Captura & Acesso para Instrumentação de Avaliações Qualitativas de IHC. *XIII Symposium on Human Factors in*

- Computing Systems*, (pp. 197-206).
- Bueno, A., & Barbosa, S. (2007). Using an interaction-as-conversation diagram as glue language for HCI design patterns on the web. *Tasks models and diagrams for users interface design*, (pp. 122-136). Berlin.
- Campos, P., & Nunes, N. (2007). Towards useful and usable interaction design tools: CanonSketch. *Interacting with Computers*, 597-613.
- Candy, L., & Edmonds, E. (1997). Supporting the creative user: a criteria-based approach to interaction design. *Design Studies Review* 18, 185-194.
- Carmines, E., & Zeller, R. (1979). *Reliability and Validity Assessment*. SAGE Publications.
- Carvajal, L., Moreno, A., Sanchez-Segura, M.-I., & Seffah, A. (2013). Usability through Software Design. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 39, no. 11, pp. 1582-1596.
- Cheong, C., & Winikoff, M. (2006). Improving flexibility and robustness in agent interactions: Extending prometheus with hermes. In *Software Engineering for Multi-Agent Systems IV*, 189-206.
- Church, L., & Green, T. (2008). *Cognitive dimensions - a short tutorial*.
- Colucci, E. (2008). "Focus Groups can be fun": the use of activity-oriented questions in Focus Group discussions. *Qualitative Health Research*, 1422-1433.
- Conte, T., Cabral, R., & Travassos, G. (2009). Aplicando Grounded Theory na Análise Qualitativa de um Estudo de Observação em Engenharia de Software – Um Relato de. *V Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software (WOSES 2009)*, (pp. 26-37).
- Costa Neto, M., & Leite, J. (2013). Análise das dimensões cognitivas de ALaDIM. *Anais do XII Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, (pp. 52-61). Manaus.
- Costa Neto, M., De Souza, A., & Leite, J. (2011). Identificando problemas de usabilidade através de inspeção no modelo de interação. *Proceedings of IHC+CLIHC*, (pp. 124-133).
- Costa, D., Nóbrega, L., & Nunes, N. (2006). An MDA approach for generating web interfaces with UML ConcurTaskTrees and canonical abstract prototypes. *TAMODIA - International Workshop on TAsk MOdels and DLagrams*, (pp. 137-152).
- Costa, G. (2011). *Apoio à Seleção de Portfólio de Projetos de Software Baseado na Moderna Teoria do Portfólio*. Rio de Janeiro: Tese de Doutorado – COPPE - UFRJ.
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 319 - 339.
- De França, B., Ribeiro, T., Santos, P., & Travassos, G. (2015). Using Focus Group in Software Engineering: lessons learned on characterizing software technologies in academia and industry. *XVIII Ibero-American Conference on Software Engineering, Track: XVII Workshop on Experimental Software Engineering*, (pp. 351-364).
- De Souza, C. (2005). *The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction (Acting with Technology)*. The MIT Press.
- Diefenbach, S., & Ullrich, D. (2015). An Experience Perspective on Intuitive Interaction: Central Components and the Special Effect of Domain Transfer Distance. *Interacting with Computers*, 210-234.
- Du, M., & England, D. (2001). Temporal Patterns for Complex Interaction Design. *Interactive Systems: Design, Specification, and Verification (DSV-IS)*, (pp. 114 - 127).
- Duarte, C., Ribeiro, A., & Nunes, R. (2012). Designing Multimodal Interactive Systems. *IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction*, (pp. 196-200).
- Dubois, E., Nedel, L., Freitas, C., & Jacon, L. (2005). Beyond user experimentation: notational-based systematic evaluation of interaction techniques in virtual reality environments. *Virtual Reality*, 118-128.
- Easterbrook, S., Singer, J., Storey, M., & Damian, D. (2008). Selecting empirical methods for software engineering research. In *Guide to advanced empirical software engineering*, 285-311.
- Elwert, T. (1996). Continuous and explicit dialogue modelling. *CHI - Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 265-266).

- Engelbrecht, K., Kruppa, M., Möller, S., & Quade, M. (2008). MeMo Workbench for Semi-Automated Usability Testing. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH)*, (pp. 1662-1665).
- Fardoun, H., Mashat, A., & Alghazzawi, D. (2012). Educative resource patterns presentation in a model-based instructional e-Learning system design environment. *Proceedings of the 1st International Workshop on Interaction Design in Educational Environments, IDEE 2012, in Conjunction with ICEIS 2012*, (pp. 26 - 36).
- Ferreira, J., De Souza, C., & Cerqueira, R. (2014). Characterizing the Tool-Notation-People Triplet in Software Modeling Tasks. *Anais do XIII Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, (pp. 31-40). Foz do Iguaçu.
- Feuerstack, S. (2010). An interactive dialogue modelling editor for designing multimodal applications. *SIGDOC 2010 - Proceedings of the 28th ACM International Conference on Design of Communication*, (pp. 257-258).
- Folmer, E., van Group, J., & Bosch, J. (2004). Architecting for Usability: A survey. *Journal of Systems and Software*, vol. 70, nos. 1-2, pp. 61-78.
- Giraldo, W., Molina, A., Collazos, C., Ortega, M., & Redondo, M. (2008). A Model Based Approach for GUI Development in Groupware Systems. *CRIWG - International Conference on Collaboration and Technology*, (pp. 324-339).
- Giraldo, W., Molina, A., Ortega, M., & Collazos, C. (2008). Integrating Groupware Notations with UML. *IFIP International Federation for Information Processing*, (pp. 142 - 149).
- González, M., Cernuzzi, L., & Pastor, O. (2016). A navigational role-centric model oriented web approach MoWebA. *Int. J. Web Eng. Technol*, pp. 29-67.
- Granda, M., Condori-Fernández, N., Vos, T., & Pastor, O. (2015). What do we know about the defect types detected in conceptual models? *Proc. of the Int. Conf. on Research Challenges in Information Science (RCIS 2015)*, (pp. 88-99).
- Green, T. (1989). Cognitive Dimensions of Notations. *People and Computers V*, 443-460.
- Green, T., & Blackwell, A. (1998). *Cognitive Dimensions of Information Artefacts: a tutorial*.
- Güell, N., Schwabe, D., & Vilain, P. (2000). Modeling Interactions and Navigation in Web Applications. *ER '00 Proceedings of the Workshops on Conceptual Modeling Approaches for E-Business and The World Wide Web and Conceptual Modeling: Conceptual Modeling for E-Business and the Web* (pp. 115-127). Springer-Verlag London.
- Harel, D. (1987). Statecharts: A visual formalism for complex systems. *Science of Computer Programming* 8, 231–274.
- Hess, S., Kiefer, F., & Carbon, R. (2012). Quality by construction through mConcAppt: Towards using UI-construction as driver for high quality mobile app engineering. *International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, (pp. 313-318).
- Hevner, A., March, S., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information System Research. *MIS Quarterly*, 75 - 105.
- Hinze, A., Bowen, J., Wang, Y., & Malik, R. (2010). Model-driven GUI & Interaction Design Using Emulation. *2nd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems (EICS '10)*, (pp. 273-278).
- Hoover, S., Rinderle, J., & Finger, S. (1991). Models and abstractions in design. *Design Studies*, vol. 12, no. 4, pp. 237-245.
- Horacek, H. (2008). Towards Designing Operationalizable Models of Man-Machine Interaction Based on Concepts from Human Dialog Systems. *Proceedings of the 13th international conference on Natural Language and Information Systems: Applications of Natural Language to Language and Information Systems: Applications of Natural Language to Information Systems*, (pp. 271-286).
- Howard, Z., & Melles, G. (2011). Beyond designing: roles of the designer in complex design projects. *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI '11)*,

- (pp. 152-155).
- Iacob, C. (2011). A Design Pattern Mining Method for Interaction Design. *Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems*, (pp. 217-222).
- ISO 25010. (2011). *ISO/IEC 25010: Systems and software engineering – SquaRE – Software product Quality Requirements and Evaluation – System and Software Quality Models*.
- Juristo, N., Moreno, A., & Sanchez-Segura, M.-I. (2007). Analysing the Impact on Usability on Software Design. *Journal of Systems and Software*, vol. 80, no. 9, pp. 1506-1516.
- Juristo, N., Moreno, A., & Sanchez-Segura, M.-I. (2007). Guidelines for Eliciting Usability Functionalities. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 33, no. 11, pp. 744-758.
- Kavaldjian, S. (2007). A model-driven approach to generating user interfaces. *The 6th Joint Meeting on European software engineering conference and the ACM SIGSOFT symposium on the foundations of software engineering: companion papers* (pp. 603-606). NY, USA: ACM New York.
- Kavaldjian, S., Bogdan, C., Falb, J., & Kaindl, H. (2007a). Transforming a Discourse Model to an Abstract User Interface Model. *MDDAUI - Workshop on Model Driven Development of Advanced User Interfaces*.
- Kavaldjian, S., Bogdan, C., Falb, J., & Kaindl, H. (2007b). Transforming Discourse Models to Structural User Interface Models. *ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MoDELS)*, (pp. 77 - 88).
- Kim, H., & Yoon, W. (2005). Supporting the cognitive process of user interface design with reusable design cases. *International Journal Human-Computer Studies*, 457 - 486.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.
- Krug, S. (2013). *Não me faça pensar - Uma Abordagem de Bom Senso à Usabilidade na Web*. Rio de Janeiro: Tradução da Segunda Edição, Alta Books.
- Kuziemsky, C., Weber-Jahnke, J., & Williams, J. (2012). Engineering the Healthcare Collaboration Space. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Software Engineering in Health Care (SEHC '12)*, (pp. 51-57).
- Laitenberger, O., & Dreyer, D. (1998). Evaluating the usefulness and the ease of use of a web-based inspection data collection tool. *International Symposium on Software Metrics*, (pp. 122-132).
- Landis, J., & Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement. *Biometrics* 1977, 159-174.
- Lavôr, R., & Leite, J. (2011). Ferramenta para modelagem de interação e interface de usuário. *XIV Congresso Ibero-Americano em Engenharia de Software*. Rio de Janeiro.
- Lee, J. (1997). Design Rationale Systems. *IEEE Expert: Intelligent Systems and Their Applications*, 78-85.
- Lopes, A., Marques, A., Barbosa, S., & Conte, T. (2015). Evaluating HCI Design with Interaction Modeling and Mockups: A Case Study. *International Conference on Enterprise Information Systems*, (pp. 79-87).
- López-Jaquero, V., & Montero, F. (2007). Comprehensive Task and Dialog Modelling. *Int. Conf. on Human-Computer Interaction: Interaction Design and Usability* (pp. 1149-1158). Springer-Verlag.
- Lu, X., Wan, J., & Hou, J. (2007). A Model Based Heuristic Design of Web User Interface. *IEEE International Conference on Information Reuse and Integration*, (pp. 6 - 11).
- Luyten, K., Clerckx, T., Coninx, K., & Vanderdonckt, J. (2003). Derivation of a Dialog Model from a Task Model by Activity Chain Extraction. Em J. Jorge, N. Jardim Nunes, & J. Falcão e Cunha, *Interactive Systems. Design, Specification, and Verification* (pp. 203-217). Lecture Notes in Computer Science.
- Marascuilo, L., & Serlin, R. (1988). *Statistical Methods for the Social and Behavioral Sciences*. New York: W. H.: Freeman and Company.
- Marcos, E., Cáceres, P., Vela, B., & Cavero, J. (2002). MIDAS/BD: A Methodological Framework for Web Database Design. Em H. Arisawa, Y. Kambayashi, V. Kumar, H. Mayr, & I. Hunt, *Conceptual Modeling for New Information Systems Technologies*. (pp. 227-238). Lecture

Notes in Computer Science.

- Marques, A. B., Barbosa, S. D., & Conte, T. (2016a). A Comparative Evaluation of Interaction Models for the Design of Interactive Systems. *ACM SAC 2016*, (pp. 173-180). Pisa, Italy.
- Marques, A., Barbosa, S., & Conte, T. (2016b). Representando a interação e navegação de sistemas interativos através de um modelo orientado à usabilidade: Um estudo de viabilidade. *Proceedings of IHC'16, Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. São Paulo, Brasil.
- Marques, A., Barbosa, S., & Conte, T. (2017a). Evaluating the usability expressiveness of a USability-oriented INteraction and Navigation model. *IHC'17, Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Joinville.
- Marques, A., Barbosa, S., & Conte, T. (2017b). Defining a notation for usability-oriented interaction and navigation modeling for interactive systems. *SBC Journal on Interactive Systems*, (Aceito para publicação).
- Marques, A., Lopes, A., Barbosa, S., & Conte, T. (2017c). Analyzing the Use of Interaction Models for Designing Interactive Systems through a Qualitative Analysis. *International Journal of Recent Trends in Human Computer Interaction*, (Em processo de revisão).
- Marques, A., Lopes, A., Oran, A., Barbosa, S., & Conte, T. (2017d). A systematic mapping and analytical evaluation of interaction and navigation models of interactive systems. *Journal of Universal Computer Science*, (Em processo de revisão).
- Marques, A., Barbosa, S., & Conte, T. (2017e). *Resultados da codificação dos dados qualitativos estudo de observação*. Relatório Técnico do Grupo de Usabilidade e Engenharia de Software (USES), disponível em: <http://uses.icomp.ufam.edu.br/relatorios-tecnicos/>.
- Marques, A., Lopes, A., Oran, A., & Conte, T. (2015). *TR-USES-2015-001 Modelagem de Interação e Navegação de Sistemas Interativos: Protocolo de um Mapeamento Sistemático da Literatura*. Relatório Técnico do Grupo de Usabilidade e Engenharia de Software (USES). Disponível em: <http://uses.icomp.ufam.edu.br/relatorios-tecnicos/>.
- McGee-Lennon, M., Ramsay, A., McGookin, D., & Gray, P. (2009). User Evaluation of OIDE: A Rapid Prototyping Platform for Multimodal Interaction. *7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (EICS)*, (pp. 237-242).
- Molina, A., Redondo, M., & Ortega, M. (2009). A methodological approach for user interface development of collaborative applications: A case study. *Science of Computer Programming*, 754 - 776.
- Molina, F., & Toval, A. (2009). Integrating usability requirements that can be evaluated in design time into Model Driven Engineering of Web Information Systems. *Adv. Eng. Softw*, pp. 1306-1317.
- Montero, F., & López-Jaquero, V. (2006). IDEALXML: AN INTERACTION DESIGN TOOL A Task-Based Approach to User Interfaces Design. *Proceedings of the 6th International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces (CADUI)*, (pp. 245 - 252).
- Muller, M. (2014). Curiosity, Creativity, and Surprise as Analytic Tools: Grounded Theory Method. Em J. Olson, & W. Kellogg, *In Ways of Knowing in HCI* (pp. 25-48). New York: Springer-Verlag.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. John Wiley & Sons.
- Nunes, N., & Falcão e Cunha, J. (2000). Towards a UML profile for interaction design: the wisdom approach. *International Conference on The unified modeling language: advancing the standard*, (pp. 101-116).
- OMG. (2013). *Interaction Flow Modeling Language (IFML)*. OMG Document Number: ptc/2013-03-08.
- Panach, J., Aquino, N., & Pastor, O. (2014). A proposal for modelling usability in a holistic MDD method. *Science of Computer Programming*, vol. 86, no. 15, pp. 74-88.
- Panach, J., Condori-Fernández, N., Valverde, F., Aquino, N., & Pastor, O. (2008). Towards an Early Usability Evaluation for Web Applications. Em J. Cuadrado-Gallego, R.

- Braungarten, R. Dumke, & A. Abran, *Software Process and Product Measurement* (pp. 32-45). Springer Berlin Heidelberg.
- Panach, J., Juristo, N., & Pastor, O. (2013). Including Functional Usability Features in a Model-Driven Development Method. *Computer Science and Information Systems*, vol. 10, no. 3, pp. 999-1024.
- Paternò, F., Mancini, C., & Meniconi, S. (1997). ConcurTaskTrees: A Diagrammatic Notation for Specifying Task Models. *International Conference on Human-Computer Interaction Chapman & Hall*, (pp. 362–369.). Sydney, Australia.
- Patterson, M., Bond, R., Mulvenna, M., Reid, C., McMahan, F., McGowan, P., . . . Cormican, H. (2016). A Web-based Human Computer Interaction Audit Tool to Support Collaborative Cognitive Ergonomics Within Interaction Design. *European Conference on Cognitive Ergonomics*, (pp. 1-4).
- Paula, M., & Barbosa, S. (2007). Investigating the role of a model-based boundary object in facilitating the communication between interaction designers and software engineers. *TAMODLA - International Workshop on TAsk Models and DLAgrams*, (pp. 273-278).
- Paula, M., Silva, B., & Barbosa, S. (2005). Using an Interaction Model as a Resource for Communication in Design. *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, (pp. 1713-1716).
- Penner, R., & Steinmetz, E. (2002). Model-Based Automation of the Design of User Interfaces to Digital Control Systems. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS*, 41-49.
- Penner, R., & Steinmetz, E. (2003). Implementation of automated interaction design with collaborative models. *Journal Interacting with Computers*, 367 - 385.
- Phillips, C., & Scogings, C. (2000). Task and dialogue modelling: bridging the divide with Lean Cuisine+. *Australasian User Interface Conference*, (pp. 81-87).
- Pilgrim, C. (2012). Website navigation tools: a decade of design trends 2002 to 2011. *AUIC '12 Proceedings of the Thirteenth Australasian User Interface Conference - Volume 126* (pp. 3-10). Australia: Australian Computer Society.
- Puerta, A. (1997). A model-based interface development environment. *IEEE Software*, 40-47.
- Randolph, G. (2004). Use-cases and personas: A case study in light-weight user interaction design for small development projects. *Informing Science*, 105-116.
- Rivero, L., Do Valle, R., & Conte, T. (2014). Aplicando Design e Avaliação de Usabilidade para Melhorar a Qualidade de um Aplicativo Web Móvel. *Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, (pp. 247-254).
- Roberts, D., Berry, D., Isensee, S., & Mullaly, J. (1997). Developing Software Using OVID. *IEEE SOFTWARE*, 51 - 57.
- Robertson, T., & Loke, L. (2009). Designing Situations. *21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group - Design, OZCHI '09*, (pp. 1-8).
- Rodríguez, F., Acuña, S., & Juristo, N. (2015). Design and programming patterns for implementing usability functionalities in web applications. *Journal of Systems and Software*, vol. 104, no. 1, pp. 107-124.
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2013). *Design de Interação*. Porto Alegre: Bookman.
- Saffer, D. (2010). *Designing for interaction: Creating innovative applications and devices*. Berkeley, CA: New Riders.
- Saleh, E., Kamel, A., & Fahmy, A. (2010). A Model Driven Engineering Design Approach for Developing Multi-Platform User Interfaces. *WSEAS TRANSACTIONS on COMPUTERS*, 536-545.
- Sangiorgi, U., & Barbosa, S. (2009). MoLIC Designer: towards computational support to hci design with MoLIC. *Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, (pp. 303-308). Pittsburgh, Pennsylvania.
- Sangiorgi, U., & Barbosa, S. (2010). Estendendo a linguagem MoLIC para o projeto conjunto de

- interação e interface. *Symposium on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 61-70).
- Sangiorgi, U., Kieffer, S., & Vanderdonckt, J. (2014). Realistic Prototyping of Interfaces Using Multiple Devices: A Case Study. *Symposium on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 71-80).
- Santos, G. (2008). *Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação*. Rio de Janeiro: Tese de Doutorado – COPPE.
- Schots, N. (2010). *Uma Abordagem para Identificação de Causas de Problemas Utilizando Grounded Theory*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado – COPPE.
- Scogings, C., & Phillips, C. (2001a). A method for the early stages of interactive system design using UML and Lean Cuisine+. *Australasian conference on User interface*, (pp. 69-76).
- Scogings, C., & Phillips, C. (2001b). Linking tasks, dialogue and GUI design: A method involving UML and Lean Cuisine+. *Interacting with Computers*, 69-86.
- Sheffah, A., & Metzker, E. (2004). The Obstacles and Myths of Usability. *Communications of the ACM*, vol. 47, no. 12, pp. 71-76.
- Shull, F., Carver, J., & Travassos, G. (2001). An empirical methodology for introducing software processes. *Proc. of the European Soft. Engin. Conf. held jointly with ACM SIGSOFT Int. Symp. on Found. of Soft. Engin. (ESEC/FSE-9)*, (pp. 288-296).
- Siegel, S., & Castellan, N. (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York: McGraw-Hill.
- Silva Filho, A., Barros, R., & Liesenberg, H. (2000). Designing user interface for Web interactive systems. *Symposium on Application-Specific Systems and Software Engineering Technology*, (pp. 9-16).
- Silva, B., Aureliano, V., & Barbosa, S. (2006). Extreme Designing: Binding Sketching to an Interaction Model in a Streamlined HCI Design Approach. *IHC 2006 – VII Simpósio Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, (pp. 101 - 109).
- Silva, B., Martins Netto, O., & Barbosa, S. (2005). Promoting a Separation of Concerns via Closely-Related Interaction and Presentation Models. *CLIHC - El Congreso Latinoamericano de la Interacción Humano-Computadora*, (pp. 170-181).
- Silva, W., Valentim, N., & Conte, T. (2016). Designing Activity Diagrams Aiming at Achieving Usability in Interactive Applications: An Empirical Study. *International Conference on Human-Computer Interaction*, (pp. 208-219).
- Souza, L., & Barbosa, S. (2015a). Avaliando a notação da MOLICC utilizando o framework Cognitive Dimensions of Notations. *Anais do XIV Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, (pp. 173 – 182). Salvador.
- Souza, L., & Barbosa, S. (2015b). Extending MoLIC for Collaborative Systems Design. Em M. Kurosu, *Human-Computer Interaction: Design and Evaluation* (pp. 271-282). Lecture Notes in Computer Science.
- Souza, L., Barbosa, S., & Conte, T. (2015). Evaluating a MoLIC extension for Collaborative Systems design. *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, (pp. 171-175).
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. SAGE Publications.
- Sutcliffe, A., Kurniawan, S., & Shin, J. (2006). A method and advisor tool for multimedia user interface design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 375 - 392.
- Tena, S., Díez, D., Díaz, P., & Aedo, I. (2013). Standardizing the narrative of use cases: A controlled vocabulary of web user tasks. *Information and Software Technology*, 1580 - 1589.
- Trætteberg, H. (2008a). Integrating Dialog Modeling and Domain Modeling – the Case of Diamodl and the Eclipse Modeling Framework. *Journal of Universal Computer Science*, 3265-3278.
- Trætteberg, H. (2008b). UI Design without a Task Modeling Language: Using BPMN and Diamodl for Task Modeling and Dialog Design. *Conference on Human-Centered Software*

- Engineering and International Workshop on Task Models and Diagrams* (pp. 110-117).  
Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Travassos, G., Shull, F., & Carver, J. (2001). Working with UML: A Software Design Process Based on Inspections for the Unified Modeling Language. *Advances in Computer*, 35 – 98.
- Valentim, N., Conte, T., & Maldonado, C. (2015). Evaluating an Inspection Technique for Use Case Specifications Quantitative and Qualitative Analysis. *Proceedings of 17th International Conference on Enterprise Information Systems*, (pp. 13 - 24). Barcelona.
- Valentim, N., Conte, T., Estácio, B., & Prikładnicki, R. (2015). How do software engineers apply an early usability inspection technique? A qualitative study. *The 27th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2015)*, (pp. 686-691).
- Valentim, N., Silva, W., & Conte, T. (2015). Avaliando a Experiência do Usuário e a Usabilidade de um Aplicativo Web Móvel: um relato de experiência. *Proceedings of XVIII Congresso Ibero-Americano em Engenharia de Software*, (pp. 788-801).
- Van den Bergh, J., & Coninx, K. (2007). From task to dialog model in the UML. *TAMODLA - International Workshop on Task Models and Diagrams*, (pp. 98-111).
- Van den Bergh, J., & Coninx, K. (2011). CAP3 for Interaction Design Pattern Diagrams? *Proceedings of the 2nd International Workshop on Pattern-Driven Engineering of Interactive Computing Systems*, (pp. 4-7).
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 273-315.
- Venkatesh, V., Morris, M., & Davis, G. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 425-478.
- Vieira, A., & Ramalho, F. (2012). Identifying Guidelines for Constructing Metamodels. *III Brazilian Workshop on Model-Driven Software Development*.
- Wöhlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M., Regnell, B., & Wessl, A. (2000). *Experimentation in software engineering: an introduction*. Kluwer Academic Publishers.
- Xiangwei, L., Yanhui, Z., & Weiqun, Z. (2009). Hybrid Interaction System Model Check: a Task Oriented Semantic Level Cognitive Process Model. *International Forum on Computer Science-Technology and Applications*, (pp. 64-67).

## APÊNDICE A – ARTIGOS SELECIONADOS NO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

- Avgeriou, P., & Retalis, S. (2005). CRITON: A hypermedia design tool. *Multimedia Tools and Applications*, 5-21.
- Babaian, T., Lucas, W., & Topi, H. (2007). Visualizing the process : A graph-based approach to enhancing system-user knowledge sharing. *ICEIS - International Conference on Enterprise Information Systems*, (pp. 123-128).
- Barbosa, S., & Paula, M. (2003). Designing and Evaluating Interaction as Conversation: a Modeling Language based on Semiotic Engineering. *International Workshop on Design, Specification, and Verification* (pp. 16-33). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Benyon, D., & Murray, D. (1993). Applying user modeling to human-computer interaction design. *Artificial Intelligence Review* 7, 199-225.
- Bowen, J., & Dittmar, A. (2016). A semi-formal framework for describing interaction design spaces. *ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, (pp. 229–238).
- Brajnik, G., & Harper, S. (2016). Measuring interaction design before building the system: a model-based approach. *ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, (pp. 183-193).
- Bueno, A., & Barbosa, S. (2007). Using an interaction-as-conversation diagram as glue language for HCI design patterns on the web. *Tasks models and diagrams for users interface design*, (pp. 122-136). Berlin.
- Campos, P., & Nunes, N. (597-613). Towards useful and usable interaction design tools: CanonSketch . *Interacting with Computers*, 2007.
- Candy, L., & Edmonds, E. (1997). Supporting the creative user: a criteria-based approach to interaction design. *Design Studies Review* 18, 185-194.
- Cheong, C., & Winikoff, M. (2006). Improving flexibility and robustness in agent interactions: Extending prometheus with hermes. *In Software Engineering for Multi-Agent Systems IV*, 189-206.
- Costa, D., Nóbrega, L., & Nunes, N. (2006). An MDA approach for generating web interfaces with UML ConcurTaskTrees and canonical abstract prototypes. *TAMODIA - International Workshop on TAsk MOdels and DLagrams*, (pp. 137-152).
- Diefenbach, S., & Ullrich, D. (2015). An Experience Perspective on Intuitive Interaction: Central Components and the Special Effect of Domain Transfer Distance. *Interacting with Computers*, 210-234.
- Du, M., & England, D. (2001). Temporal Patterns for Complex Interaction Design. *Interactive Systems: Design, Specification, and Verification (DSV-IS)*, (pp. 114 - 127).
- Duarte, C., Ribeiro, A., & Nunes, R. (2012). Designing Multimodal Interactive Systems. *LADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction* , (pp. 196-200).
- Dubois, E., Nedel, L., Freitas, C., & Jacon, L. (2005). Beyond user experimentation: notational-based systematic evaluation of interaction techniques in virtual reality environments. *Virtual Reality*, 118-128.
- Elwert, T. (1996). Continuous and explicit dialogue modelling. *CHI - Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 265-266).

- Engelbrecht, K., Kruppa, M., Möller, S., & Quade, M. (2008). MeMo Workbench for Semi-Automated Usability Testing. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH)*, (pp. 1662-1665).
- Fardoun, H., Mashat, A., & Alghazzawi, D. (2012). Educative resource patterns presentation in a model-based instructional e-Learning system design environment. *Proceedings of the 1st International Workshop on Interaction Design in Educational Environments, IDEE 2012, in Conjunction with ICEIS 2012*, (pp. 26 - 36).
- Feuerstack, S. (2010). An interactive dialogue modelling editor for designing multimodal applications. *SIGDOC 2010 - Proceedings of the 28th ACM International Conference on Design of Communication*, (pp. 257-258).
- Giraldo, W., Molina, A., Collazos, C., Ortega, M., & Redondo, M. (2008a). A Model Based Approach for GUI Development in Groupware Systems. *CRIWG - International Conference on Collaboration and Technology*, (pp. 324-339).
- Giraldo, W., Molina, A., Ortega, M., & Collazos, C. (2008b). Integrating Groupware Notations with UML. *IFIP International Federation for Information Processing*, (pp. 142 - 149).
- Hess, S., Kiefer, F., & Carbon, R. (2012). Quality by construction through mConcAppt: Towards using UI-construction as driver for high quality mobile app engineering. *International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, (pp. 313-318).
- Hinze, A., Bowen, J., Wang, Y., & Malik, R. (2010). Model-driven GUI & Interaction Design Using Emulation. *2nd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems (EICS '10)*, (pp. 273-278).
- Horacek, H. (2008). Towards Designing Operationalizable Models of Man-Machine Interaction Based on Concepts from Human Dialog Systems. *Proceedings of the 13th international conference on Natural Language and Information Systems: Applications of Natural Language to Language and Information Systems: Applications of Natural Language to Information Systems*, (pp. 271-286).
- Howard, Z., & Melles, G. (2011). Beyond designing: roles of the designer in complex design projects. *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI '11)*, (pp. 152-155).
- Iacob, C. (2011). A Design Pattern Mining Method for Interaction Design. *Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems*, (pp. 217-222).
- Kavaldjian, S. (2007). A model-driven approach to generating user interfaces. *The 6th Joint Meeting on European software engineering conference and the ACM SIGSOFT symposium on the foundations of software engineering: companion papers* (pp. 603-606). NY, USA: ACM New York.
- Kavaldjian, S., Bogdan, C., Falb, J., & Kaindl, H. (2007a). Transforming a Discourse Model to an Abstract User Interface Model. *MDDAUI - Workshop on Model Driven Development of Advanced User Interfaces*.
- Kavaldjian, S., Bogdan, C., Falb, J., & Kaindl, H. (2007b). Transforming Discourse Models to Structural User Interface Models. *ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MoDELS)*, (pp. 77 - 88).
- Kima, H., & Yoonb, W. (2005). Supporting the cognitive process of user interface design with reusable design cases. *International Journal Human-Computer Studies*, 457 - 486.
- Kuziemsky, C., Weber-Jahnke, J., & Williams, J. (2012). Engineering the Healthcare Collaboration

- Space. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Software Engineering in Health Care (SEHC '12)*, (pp. 51-57).
- López-Jaquero, V., & Montero, F. (2007). Comprehensive Task and Dialog Modelling. *Int. Conf. on Human-Computer Interaction: Interaction Design and Usability* (pp. 1149-1158). Springer-Verlag.
- Lu, X., Wan, J., & Hou, J. (2007). A Model Based Heuristic Design of Web User Interface. *IEEE International Conference on Information Reuse and Integration*, (pp. 6 - 11).
- Luyten, K., Clerckx, T., Coninx, K., & Vanderdonckt, J. (2003). Derivation of a Dialog Model from a Task Model by Activity Chain Extraction. Em J. Jorge, N. Jardim Nunes, & J. Falcão e Cunha, *Interactive Systems. Design, Specification, and Verification* (pp. 203-217). Lecture Notes in Computer Science.
- Marcos, E., Cáceres, P., Vela, B., & Cavero, J. (2002). MIDAS/BD: A Methodological Framework for Web Database Design. Em H. Arisawa, Y. Kambayashi, V. Kumar, H. Mayr, & I. Hunt, *Conceptual Modeling for New Information Systems Technologies*. (pp. 227-238). Lecture Notes in Computer Science.
- McGee-Lennon, M., Ramsay, A., McGookin, D., & Gray, P. (2009). User Evaluation of OIDE: A Rapid Prototyping Platform for Multimodal Interaction. *7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (EICS)*, (pp. 237-242).
- Molina, A., Redondo, M., & Ortega, M. (2009). A methodological approach for user interface development of collaborative applications: A case study. *Science of Computer Programming*, 754 - 776.
- Montero, F., & López-Jaquero, V. (2006). IDEALXML: AN INTERACTION DESIGN TOOL A Task-Based Approach to User Interfaces Design. *Proceedings of the 6th International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces (CADUI)*, (pp. 245 - 252).
- Nunes, N., & Falcão e Cunha, J. (2000). Towards a UML profile for interaction design: the wisdom approach. *International Conference on The unified modeling language: advancing the standard*, (pp. 101-116).
- Patterson, M., Bond, R., Mulvenna, M., Reid, C., McMahon, F., McGowan, P., . . . Cormican, H. (2016). A Web-based Human Computer Interaction Audit Tool to Support Collaborative Cognitive Ergonomics Within Interaction Design. *European Conference on Cognitive Ergonomics*, (pp. 1-4).
- Paula, M., & Barbosa, S. (2007). Investigating the role of a model-based boundary object in facilitating the communication between interaction designers and software engineers. *TAMODIA - International Workshop on TAsK MOdels and DLagrams*, (pp. 273-278).
- Paula, M., Silva, B., & Barbosa, S. (2005). Using an Interaction Model as a Resource for Communication in Design. *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, (pp. 1713-1716).
- Penner, R., & Steinmetz, E. (2002). Model-Based Automation of the Design of User Interfaces to Digital Control Systems. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS*, 41-49.
- Penner, R., & Steinmetz, E. (2003). Implementation of automated interaction design with collaborative models. *Journal Interacting with Computers*, 367 - 385.
- Phillips, C., & Scogings, C. (2000). Task and dialogue modelling: bridging the divide with Lean Cuisine+. *Australasian User Interface Conference*, (pp. 81-87).
- Randolph, G. (2004). Use-cases and personas: A case study in light-weight user interaction design for small development projects. *Informing Science*, 105-116.
- Roberts, D., Berry, D., Isensee, S., & Mullaly, J. (1997). Developing Software Using OVID. *IEEE SOFTWARE*, 51 - 57.

- Robertson, T., & Loke, L. (2009). Designing Situations. *21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group - Design, OZCHI '09*, (pp. 1-8).
- Saleh, E., Kamel, A., & Fahmy, A. (2010). A Model Driven Engineering Design Approach for Developing Multi-Platform User Interfaces. *WSEAS TRANSACTIONS on COMPUTERS*, 536-545.
- Sangiorgi, U., & Barbosa, S. (2009). MoLIC Designer: towards computational support to hci design with MoLIC. *Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, (pp. 303-308). Pittsburgh, Pennsylvania.
- Scogings, C., & Phillips, C. (2001a). Linking tasks, dialogue and GUI design: A method involving UML and Lean Cuisine+. *Interacting with Computers*, 69-86.
- Scogings, C., & Phillips, C. (2001b). A method for the early stages of interactive system design using UML and Lean Cuisine+. *Australasian conference on User interface*, (pp. 69-76).
- Silva, B., Aureliano, V., & Barbosa, S. (2006). Extreme Designing: Binding Sketching to an Interaction Model in a Streamlined HCI Design Approach. *IHC 2006 – VII Simpósio Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, (pp. 101 - 109).
- Silva, B., Martins Netto, O., & Barbosa, S. (2005). Promoting a Separation of Concerns via Closely-Related Interaction and Presentation Models. *CLIHC - El Congreso Latinoamericano de la Interacción Humano-Computadora*, (pp. 170-181).
- Silva Filho, A., Barros, R., & Liesenberg, H. (2000). Designing user interface for Web interactive systems. *Symposium on Application-Specific Systems and Software Engineering Technology*, (pp. 9-16).
- Souza, L., & Barbosa, S. (2015). Extending MoLIC for Collaborative Systems Design. Em M. Kurosu, *Human-Computer Interaction: Design and Evaluation* (pp. 271-282). Lecture Notes in Computer Science.
- Souza, L., Barbosa, S., & Conte, T. (2015). Evaluating a MoLIC extension for Collaborative Systems design. *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, (pp. 171-175).
- Sutcliffe, A., Kurniawan, S., & Shin, J. (2006). A method and advisor tool for multimedia user interface design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 375 - 392.
- Tena, S., Díez, D., Díaz, P., & Aedo, I. (2013). Standardizing the narrative of use cases: A controlled vocabulary of web user tasks. *Information and Software Technology*, 1580 - 1589.
- Trætteberg, H. (2008a). Integrating Dialog Modeling and Domain Modeling – the Case of Diamodl and the Eclipse Modeling Framework. *Journal of Universal Computer Science*, 3265-3278.
- Trætteberg, H. (2008b). UI Design without a Task Modeling Language: Using BPMN and Diamodl for Task Modeling and Dialog Design. *Conference on Human-Centered Software Engineering and International Workshop on Task Models and Diagrams* (pp. 110-117). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Van den Bergh, J., & Coninx, K. (2007). From task to dialog model in the UML. *TAMODLA - International Workshop on Task Models and Diagrams*, (pp. 98-111).
- Van den Bergh, J., & Coninx, K. (2011). CAP3 for Interaction Design Pattern Diagrams? *proceedings of the 2nd International Workshop on Pattern-Driven Engineering of Interactive Computing Systems*, (pp. 4-7).
- Xiangwei, L., Yanhui, Z., & Weiqun, Z. (2009). Hybrid Interaction System Model Check: a Task Oriented Semantic Level Cognitive Process Model. *International Forum on Computer Science-Technology and Applications*, (pp. 64-67).

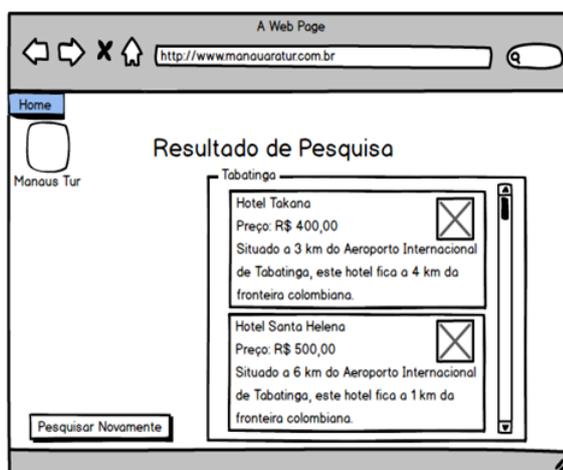
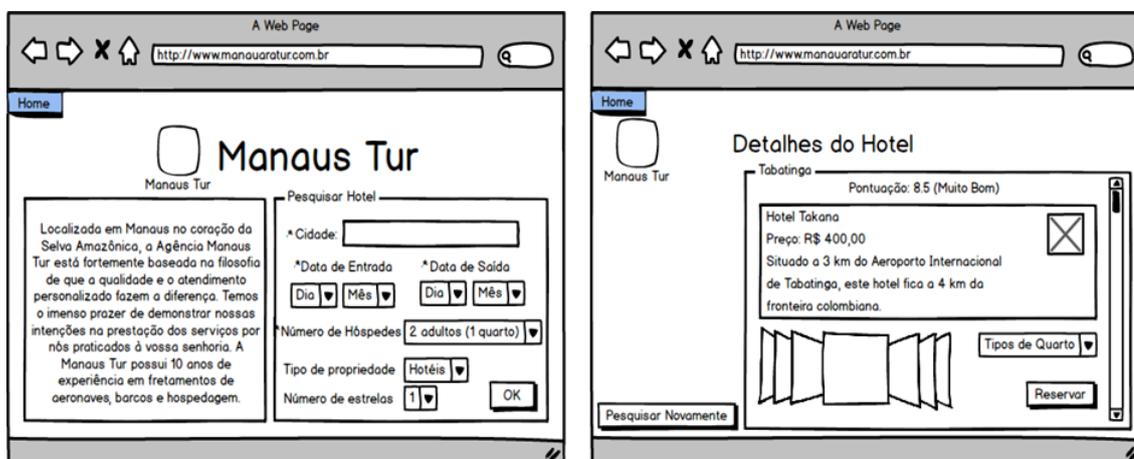
## APÊNDICE B - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO ESTUDO PRELIMINAR

### Instruções:

Por favor, construa um diagrama de interação com a ferramenta MoLIC Designer com base no cenário e mockups. Após finalizar o digrama, salve o diagrama e envie para os e-mails: anna.beatriz@icomp.ufam.edu.br e adriana@icomp.ufam.edu.br

### Cenário 1:

Paula Carvalho é responsável pela agência de turismo Manauara Tur e deseja ter uma aplicação web para que os clientes possam visualizar informações de hotéis no estado do Amazonas. A página principal deve possuir informações da agência e ter disponíveis opções para pesquisar hotel através de cidade, data de entrada, data de saída e número de hóspedes. As opções de tipo de propriedade e número de estrelas devem estar disponíveis na pesquisa, porém não são necessariamente obrigatórias na pesquisa. O resultado da pesquisa deve exibir uma lista com a cidade, nome do hotel, descrição e preço do hotel. Após a lista de hotel ser exibida, Paula deseja que os clientes possam selecionar o hotel para obter informações sobre nome do hotel, descrição do hotel, fotos do hotel, pontuação de avaliação, tipos de quarto e preço do hotel.

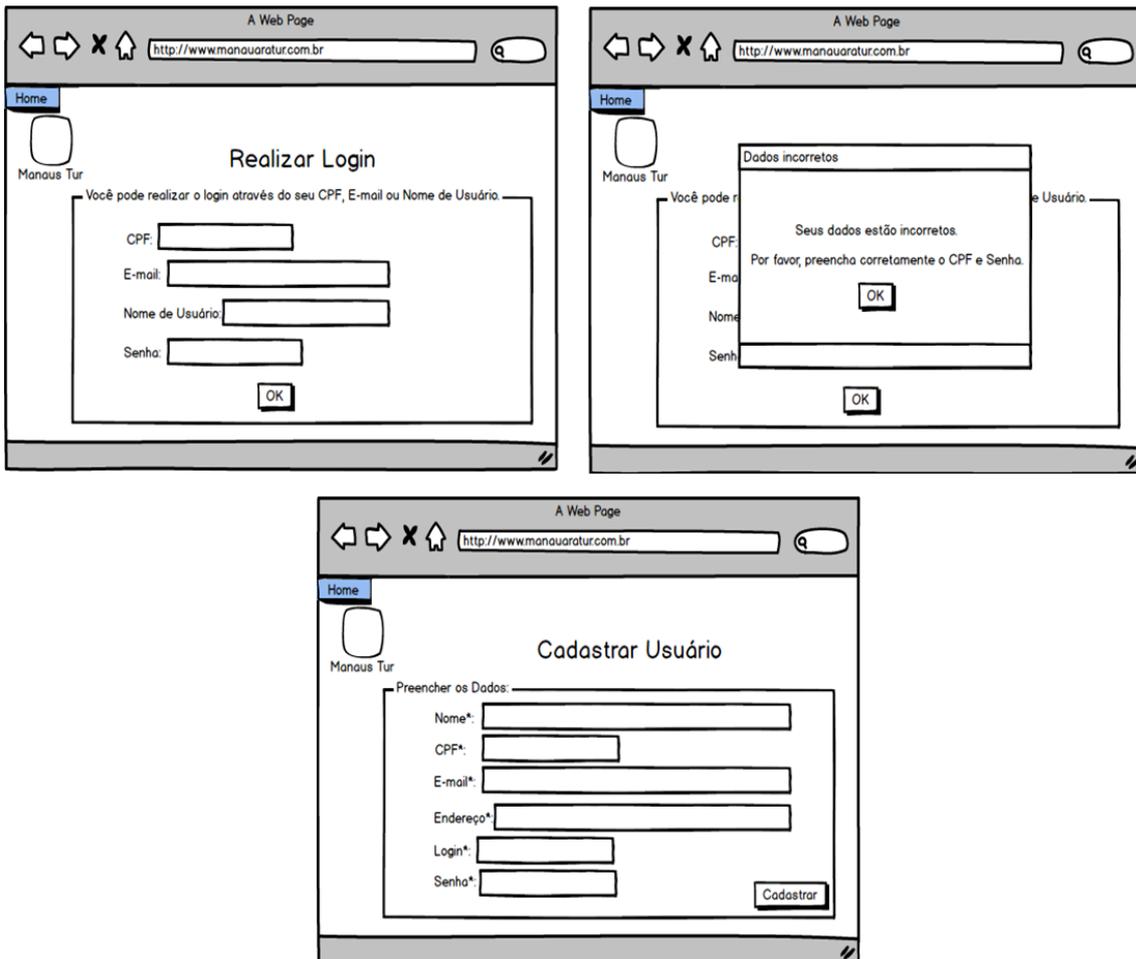


### Instruções:

Por favor, construa um diagrama de interação com a ferramenta MoLIC Designer com base no cenário e mockups. Após finalizar o digrama, salve o diagrama e envie para os e-mails: [anna.beatriz@icomp.ufam.edu.br](mailto:anna.beatriz@icomp.ufam.edu.br) e [adriana@icomp.ufam.edu.br](mailto:adriana@icomp.ufam.edu.br)

### Cenário 2:

Paula Carvalho é responsável pela agência de turismo Manauara Tur e deseja ter uma aplicação web para que os clientes possam visualizar informações de hotéis no estado do Amazonas. A aplicação por enquanto deve permitir o cadastro de clientes com os campos obrigatórios nome, endereço, cpf, telefone, e-mail, login e senha. A aplicação não deve permitir cadastro duplicado. Sobre o login na aplicação, Paula deseja que seja realizado através das opções de cpf, e-mail ou nome de usuário na aplicação. Após o login, a aplicação deve exibir a tela principal.



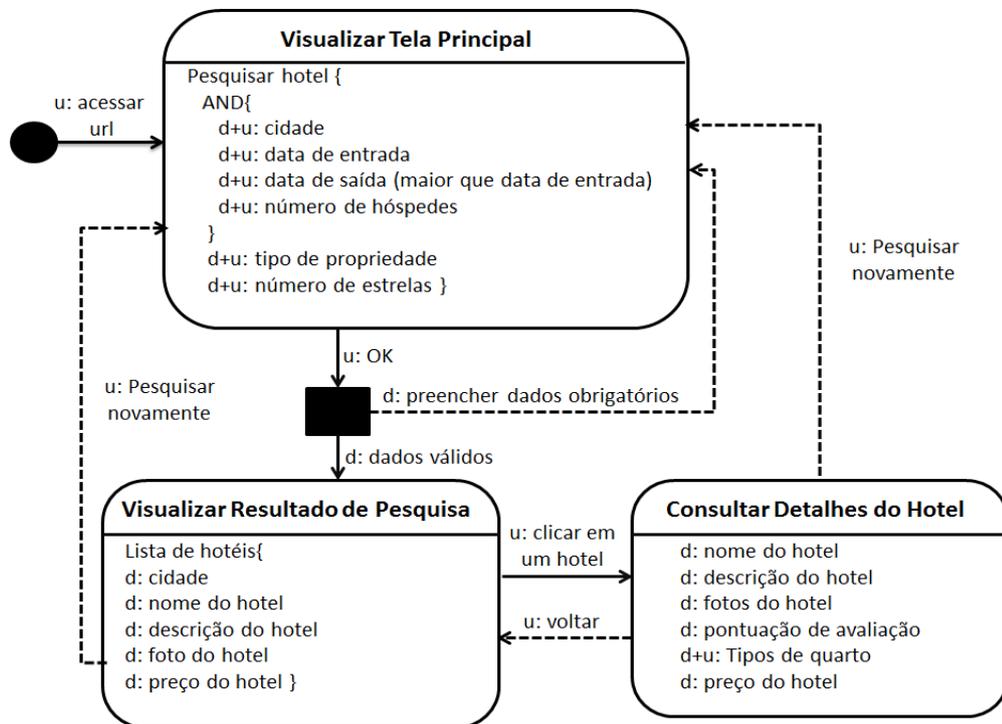
## APÊNDICE C - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO PRELIMINAR

### Instruções:

Por favor, construa os mockups com a ferramenta Balsamiq com base no cenário e o diagrama de interação com a linguagem MoLIC. Após finalizar os mockups, salve e envie para os e-mails: anna.beatriz@icomp.ufam.edu.br e adriana@icomp.ufam.edu.br

### Cenário 1:

Paula Carvalho é responsável pela agência de turismo Manauara Tur e deseja ter uma aplicação web para que os clientes possam visualizar informações de hotéis no estado do Amazonas. A página principal deve possuir informações da agência e ter disponíveis opções para pesquisar hotel através de cidade, data de entrada, data de saída e número de hóspedes. As opções de tipo de propriedade e número de estrelas devem estar disponíveis na pesquisa, porém não são necessariamente obrigatórias na pesquisa. O resultado da pesquisa deve exibir uma lista com a cidade, nome do hotel, descrição e preço do hotel. Após a lista de hotel ser exibida, Paula deseja que os clientes possam selecionar o hotel para obter informações sobre nome do hotel, descrição do hotel, fotos do hotel, pontuação de avaliação, tipos de quarto e preço do hotel.

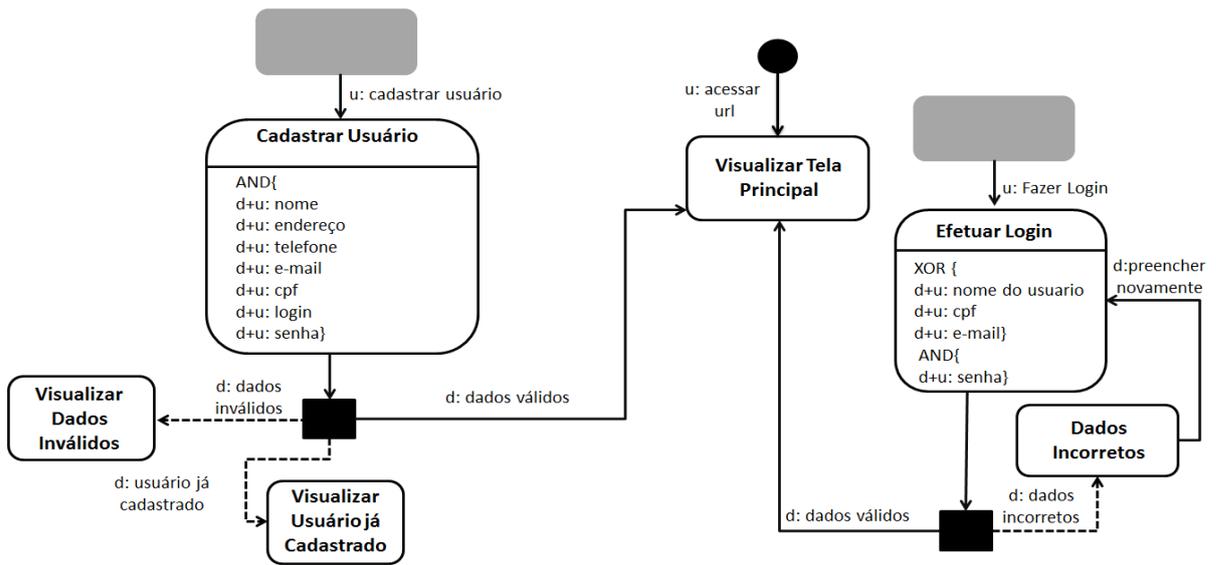


### Instruções:

Por favor, construa os mockups com a ferramenta Balsamiq com base no cenário e o diagrama de interação com a linguagem MoLIC. Após finalizar os mockups, salve e envie para os e-mails: anna.beatriz@icomp.ufam.edu.br e adriana@icomp.ufam.edu.br

### Cenário 2:

Paula Carvalho é responsável pela agência de turismo Manauara Tur e deseja ter uma aplicação web para que os clientes possam visualizar informações de hotéis no estado do Amazonas. A aplicação por enquanto deve permitir o cadastro de clientes com os campos obrigatórios nome, endereço, cpf, telefone, e-mail, login e senha. A aplicação não deve permitir cadastro duplicado. Sobre o login na aplicação, Paula deseja que seja realizado através das opções de cpf, e-mail ou nome de usuário na aplicação. Após o login, a aplicação deve exibir a tela principal.



## APÊNDICE D - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS NO ESTUDO PRELIMINAR

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência com a abordagem no design de interação

1. Em relação à sua percepção sobre a **facilidade de uso** da abordagem no design de interação, qual o seu grau de concordância em relação às seguintes afirmações:

	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
F1 – Foi fácil aprender a elaborar os artefatos seguindo esta abordagem no design de interação.						
F2 – Consegui elaborar os artefatos seguindo esta abordagem da forma como gostaria no design de interação.						
F3 – Foi fácil ganhar habilidade na elaboração dos artefatos seguindo esta abordagem no design de interação.						
F4 – É fácil lembrar como elaborar os artefatos seguindo esta abordagem no design de interação.						
F5 – Considero fácil elaborar os artefatos seguindo esta abordagem no design de interação.						

Comentários (Você pode nos auxiliar descrevendo aspectos positivos e negativos da facilidade de uso desta abordagem para o design de interação):

Quais as dificuldades encontradas durante a construção do artefatos com esta abordagem para o design de interação?

Qual (is) item(ns) do diagrama MoLIC você identificou facilmente com base nos *mockups*?/ Qual (is) item(ns) dos *mockups* você identificou facilmente com base no diagrama MoLIC?

Qual (is) item(ns) do diagrama MoLIC você não identificou diretamente dos *mockups*? (e sim do cenário de interação) / Qual (is) item(ns) dos *mockups* você não identificou diretamente do diagrama MoLIC? (e sim do cenário de interação)

2. Em relação à sua percepção sobre a **utilidade** da abordagem no design de interação, qual o seu grau de concordância em relação às afirmações abaixo:

	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
U1 – Elaborar os artefatos seguindo esta abordagem facilitou o design de interação.						
U2 – Eu considero esta abordagem útil para o design de interação.						
U3 – Elaborar os artefatos seguindo esta abordagem me ajudou a compreender o processo do design de interação de forma mais rápida.						
U4 – Elaborar os artefatos seguindo esta abordagem melhorou o meu desempenho no design de interação.						
U5 – Elaborar os artefatos seguindo esta abordagem aumentou minha produtividade no design de interação (acredito ter identificado mais aspectos da interação em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).						
U6 – Elaborar os artefatos seguindo esta abordagem aumento minha eficácia no design de interação (acredito ter elaborado um artefato de forma mais complete do que elaboraria sem usar esta abordagem).						

Comentários (Você pode nos auxiliar descrevendo aspectos positivos e negativos da utilidade desta abordagem para a modelagem de interação, principalmente sua opinião se utilizar esta abordagem facilitou a modelagem de interação):

Houve algum item ou itens do diagrama MoLIC que você considerou na modelagem mas não estava descrito no cenário de interação e nem representado nos *mockups*?/ Houve algum item ou itens dos *mockups* que você considerou na elaboração mas não estava descrito no cenário de interação e nem no diagrama MoLIC?

## **APÊNDICE E - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM**

### **Cenário para modelagem do diagrama MoLIC**

Verônica mora em Manaus e está recebendo a visita de sua prima Márcia por alguns dias em sua casa. Márcia adora os cafés regionais da cidade e Verônica gostaria de convidá-la para conhecer um novo café regional, mas não tem ideia da média do custo que teria. Então, Verônica decide baixar o aplicativo Guia de Bolso, pois ele fornece os preços de alguns produtos dos cafés regionais da cidade. Como é seu primeiro acesso, ela precisa realizar um cadastro inicial com e-mail e senha. Após o cadastro inicial, ela já consegue visualizar a lista de cafés regionais da cidade, sua avaliação e localização. Mas Verônica busca pelo nome do café regional que deseja visitar. Ela consegue visualizar os produtos vendidos no café, então seleciona os produtos que ela e Márcia gostam e solicita que o aplicativo calcule o total do custo. Verônica fica satisfeita pois percebe que o custo é razoável e finaliza seu acesso.

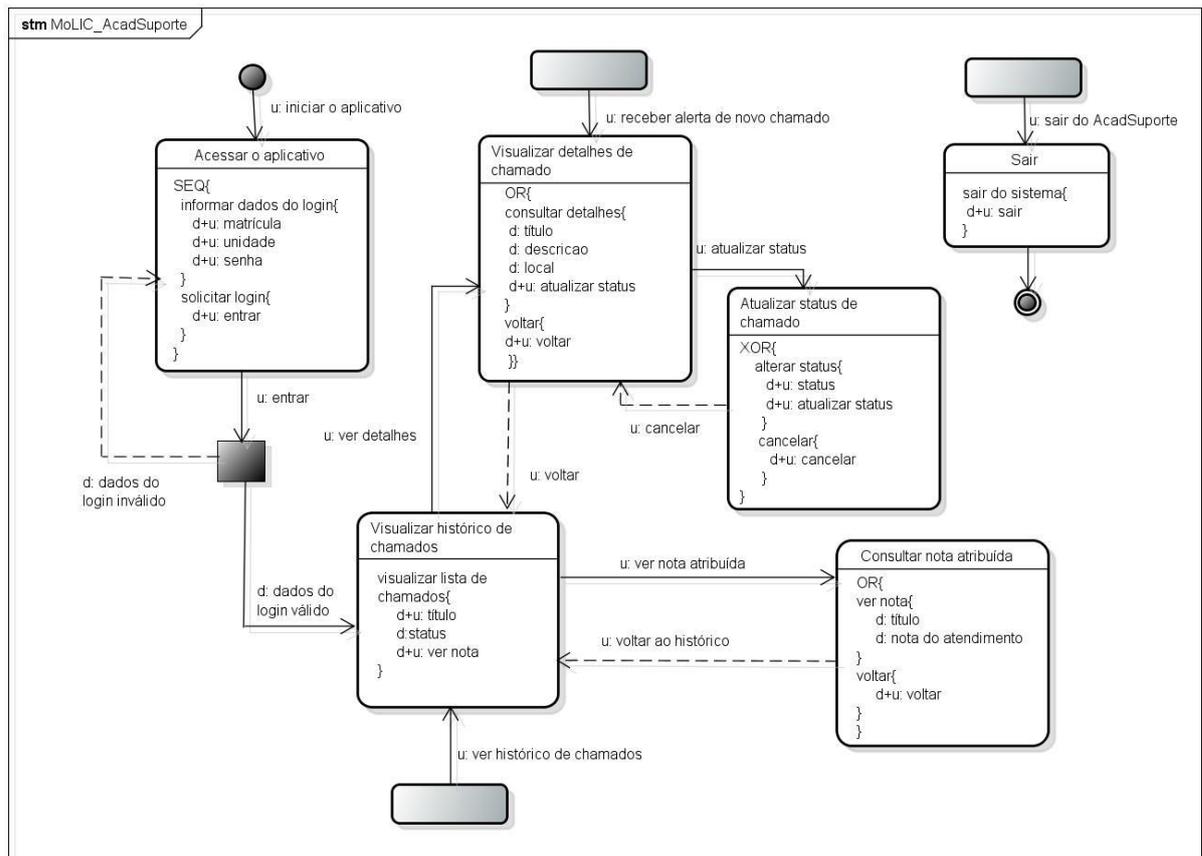
### **Cenário para modelagem do diagrama CTDM**

Eliana gosta de ir aos balneários próximos a Manaus nos fins de semana, porém, ela conhece poucas opções e ficou interessada em conhecer o aplicativo Balneários Barés, que fornece dicas sobre os balneários próximos a Manaus. Ela decidiu então realizar o download do aplicativo. Ao acessar o aplicativo, ela visualiza uma lista dos balneários próximos a cidade, com sua localização e distância até a cidade, além de imagens do local. Ela decide realizar uma consulta por balneários em Iranduba e acessa a lista de pousadas próxima de um balneário retornado na consulta. Ela visualiza uma lista de pousadas com a opção de efetuar uma pré reserva. Eliana efetua uma pré reserva, informando seu nome, telefone para contato, data de chegada, data de saída, a opção de quarto e quantidade de pessoas.

# APÊNDICE F - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM

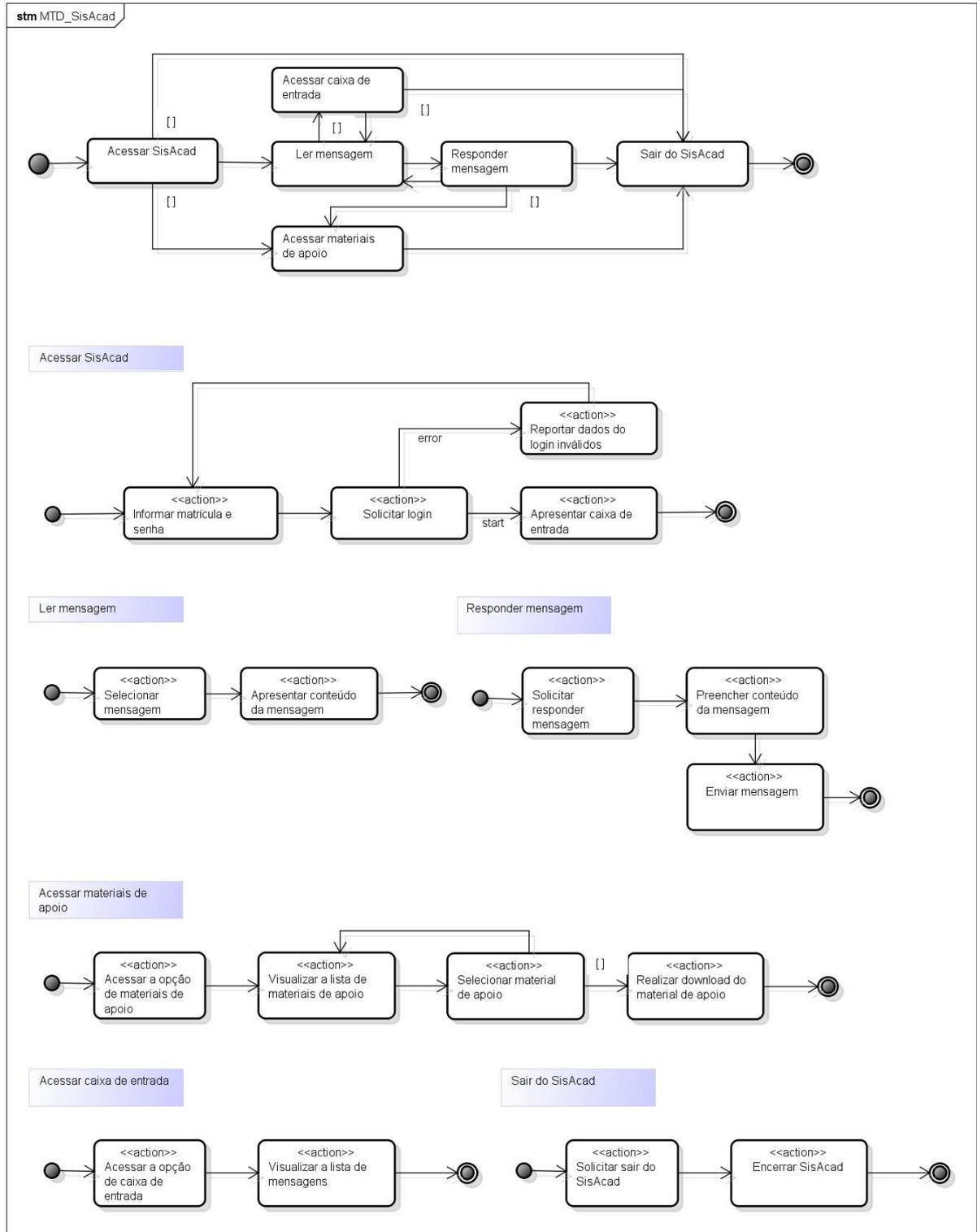
## Modelo de interação MoLIC do aplicativo AcadSuporte

O AcadSuporte é um aplicativo para solicitação e atendimento de chamados de suporte de uma universidade. Os professores da instituição podem fazer solicitações de suporte, que são recebidas pelos técnicos de suporte da instituição. O diagrama abaixo representa a interação do técnico de suporte Joel com o aplicativo.



## Modelo de interação CTDM do sistema SisAcad

O SisAcad é um sistema acadêmico que permite a comunicação ente professores e alunos de uma instituição através de troca de mensagens e disponibilização de materiais de apoio às aulas. O diagrama abaixo representa a interação do aluno Maurício com o sistema.



## APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO PÓS-MODELAGEM UTILIZADO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM

<b>QUESTIONÁRIO PÓS-MODELAGEM</b>						
<b>Nome:</b>						
Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a modelagem utilizando o <b>Diagrama MoLIC</b> .						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
<b>1.</b> Foi fácil aprender a notação da MoLIC.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
<b>2.</b> Foi fácil construir o diagrama MoLIC.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
<b>3.</b> Utilizar a MoLIC me ajudou a refletir sobre a interação durante a modelagem.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
<b>4.</b> A MoLIC foi útil para modelar a interação.	<input type="checkbox"/>					
<b>Aponte os elementos da MoLIC que você considera mais úteis.</b>						
<p>Descreva o que você considera mais difícil ou menos útil na modelagem de interação com a MoLIC.</p>						

## QUESTIONÁRIO PÓS-MODELAGEM

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a modelagem utilizando o diagrama **CTDM**.

	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
<b>1.</b> Foi fácil aprender a notação do CTDM.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
<b>2.</b> Foi fácil construir o diagrama CTDM.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
<b>3.</b> Utilizar o CTDM me ajudou a refletir sobre a interação durante a modelagem.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
<b>4.</b> O CTDM foi útil para modelar a interação.	<input type="checkbox"/>					
<b>Aponte os elementos do CTDM que você considera mais úteis.</b>						
<b>Descreva o que você considera mais difícil ou menos útil na modelagem de interação com o CTDM.</b>						

## QUESTIONÁRIO PÓS-MODELAGEM

Por gentileza, responda as questões a seguir do ponto de vista comparativo das abordagens utilizadas.

### 1. Para modelar a interação de uma aplicação, qual a sua opção?

- Eu faria o diagrama MoLIC e depois os protótipos.
- Eu faria os protótipos e depois o diagrama MoLIC.
- Eu faria o diagrama MoLIC e os protótipos simultaneamente.
- Eu faria o diagrama CTDM e depois os protótipos.
- Eu faria os protótipos e depois o diagrama CTDM.
- Eu faria o diagrama CTDM e os protótipos simultaneamente.
- Eu faria de outra forma. Qual? \_\_\_\_\_
- Eu faria somente os protótipos.
- Eu não modelaria a interação.

**Comente a razão de sua escolha.**

### 2. Qual a abordagem mais fácil para modelagem de interação?

- Modelar a interação com diagrama MoLIC.
- Modelar a interação com diagrama CTDM.
- Modelar a interação com outro diagrama. Qual? \_\_\_\_\_

**Por quê? Comente a razão de sua escolha.**

### 3. Qual a abordagem mais útil para modelagem de interação?

- Modelar a interação com diagrama MoLIC.
- Modelar a interação com diagrama CTDM.
- Modelar a interação com outro diagrama. Qual? \_\_\_\_\_

**Por quê? Comente a razão de sua escolha.**

### 4. Qual a abordagem mais completa para modelagem de interação?

- Modelar a interação com diagrama MoLIC.
- Modelar a interação com diagrama CTDM.
- Modelar a interação com outro diagrama. Qual? \_\_\_\_\_

**Por quê? Comente a razão de sua escolha.**

## APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO PÓS-PROTOTIPAÇÃO UTILIZADO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MOLIC E CTDM

<b>QUESTIONÁRIO PÓS-PROTOTIPAÇÃO</b>						
<b>Nome:</b>						
Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a prototipação com base no <b>Diagrama MoLIC</b> .						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
1. Foi fácil compreender o diagrama MoLIC.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
2. Foi fácil construir os protótipos com base no diagrama MoLIC.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
3. Utilizar a MoLIC aumentou minha eficácia na prototipação (acredito ter identificado mais elementos da interface do que identificaria sem o modelo)	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
4. A MoLIC foi útil para a construção dos protótipos.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						

## QUESTIONÁRIO PÓS-PROTOTIPAÇÃO

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a modelagem utilizando o diagrama **CTDM**.

	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
<b>1.</b> Foi fácil compreender o diagrama CTDM.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
<b>2.</b> Foi fácil construir os protótipos com base no diagrama CTDM.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
<b>3.</b> Utilizar o CTDM aumentou minha eficácia na prototipação (acredito ter identificado mais elementos da interface do que identificaria sem o modelo)	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						
<b>4.</b> O CTDM foi útil para a construção dos protótipos.	<input type="checkbox"/>					
<b>Por que?</b>						

<b>QUESTIONÁRIO PÓS-PROTOTIPAÇÃO</b>	
Por gentileza, responda as questões a seguir do ponto de vista comparativo das abordagens utilizadas.	
<b>1. Para elaborar os protótipos de uma aplicação, qual a sua opção?</b>	
<input type="checkbox"/> Eu elaboraria os protótipos com base em um diagrama MoLIC.	
<input type="checkbox"/> Eu elaboraria os protótipos com base em um diagrama CTDM.	
<input type="checkbox"/> Eu elaboraria os protótipos com base em um diagrama MoLIC e um diagrama CTDM.	
<input type="checkbox"/> Eu elaboraria os protótipos com base em outro modelo. Qual? _____	
<input type="checkbox"/> Eu faria somente os protótipos.	
<b>Comente a razão de sua escolha.</b>	
<b>2. Qual a abordagem mais fácil para a prototipação?</b>	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em diagrama MoLIC.	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em diagrama CTDM.	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em outro diagrama. Qual? _____	
<b>Por quê? Comente a razão de sua escolha.</b>	
<b>3. Qual a abordagem mais útil para a prototipação?</b>	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em diagrama MoLIC.	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em diagrama CTDM.	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em outro diagrama. Qual? _____	
<b>Por quê? Comente a razão de sua escolha.</b>	
<b>4. Qual a abordagem mais completa para a prototipação?</b>	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em diagrama MoLIC.	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em diagrama CTDM.	
<input type="checkbox"/> Elaborar os protótipos com base em outro diagrama. Qual? _____	
<b>Por quê? Comente a razão de sua escolha.</b>	

## APÊNDICE I - CENÁRIOS UTILIZADOS NO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS

**1. Cenário de interação para TADEUS Dialogue Graph:** Joel é técnico de suporte em informática em uma universidade e utiliza um aplicativo móvel para controlar os chamados de suporte recebidos. No início de seu expediente, ele efetua login no aplicativo com sua matrícula, unidade onde trabalha e senha para visualizar o seu histórico de chamados concluídos ou em andamento. Quando chega um alerta de novo chamado, Joel consulta os detalhes do chamado para saber o local e a descrição do problema. Joel então se dirige até o local e atualiza o status do chamado para “em andamento”. Após a conclusão do atendimento, Joel atualiza o status para “concluído”. Joel também pode posteriormente consultar a nota atribuída ao seu atendimento.

**2. Cenário de interação para LEAN CUISINE +:** Bárbara está interessada em comprar cosméticos a um baixo custo e então decide experimentar um sistema de venda de produtos importados. Ao acessar o sistema, Bárbara precisa selecionar as categorias de sua preferência, tais como, moda feminina, joias e relógios, cosméticos, decoração, entre outros. Em seguida, ela pode visualizar uma lista de promoções, com imagem, descrição do produto e data do fim da promoção. Além disso, ela também pode visualizar a lista de todos os produtos disponíveis, com imagem, descrição e valor. Ao escolher um produto, Bárbara pode ver os detalhes do produto, o valor do produto, sua avaliação, quantidade de produtos vendidos e informações sobre o frete, além da opção de comprar o produto. Ao escolher comprar um produto, Bárbara deve informar um endereço de entrega e a quantidade de produtos que deseja comprar. O sistema apresenta um resumo da compra, com informações sobre o frete, sobre o produto e o valor total da compra. Ao finalizar o pedido, ela é encaminhada a um site externo para concluir o pagamento.

**3. Cenário de interação para MoLIC:** João está interessado em adquirir serviços com desconto. Para isso, decide acessar um site que oferece cupons de desconto de serviços. Em seu primeiro acesso, João precisa informar sua localização, selecionando seu país e sua cidade. Então, o site apresenta uma lista de cupons disponíveis para sua cidade que estão em destaque, com imagem, descrição, valor e quantidade de cupons já adquiridos. João pode acessar também outras listas de cupons, como cupons de viagem e cupons de produto. Além disso, João pode realizar uma busca por palavra-chave. Ele decide então buscar por “academia” e o sistema apresenta uma lista de cupons de acessórios esportivos, suplementos e academias com desconto. Ao escolher um cupom, o sistema apresenta as opções de compra, regras para aquisição e uso do cupom, uma descrição detalhada do produto ou serviço oferecido. Como João não se interessa pelos cupons encontrados, decide sair do sistema e retornar em outro momento.

**4. Cenário de interação para OCD:** Leandro deseja comprar um carro seminovo e para isso decidiu utilizar um site de venda de carros. Ao acessar o site, ele precisa informar o modelo que procura e sua localização (estado e cidade). Para informar o modelo, o sistema o auxilia apresentando uma lista de marcas de carro. Após Leandro informar o modelo, o sistema apresenta uma lista de anúncios de carros de sua preferência. Cada item da lista contém a imagem do carro, o valor, o modelo com a descrição completa, o ano, a quilometragem, a cor e a sua localização, ou a localização do vendedor. Ao selecionar o anúncio de sua preferência, Leandro pode visualizar imagens ampliadas do carro, um mapa indicando a sua localização e a opção de simular o financiamento. Leandro seleciona a opção de simular financiamento e precisa preencher o valor da entrada e as opções de parcelamento (24x, 36x e 48x). O sistema então apresenta o resultado e Leandro continua consultando os anúncios até encontrar um que seja de acordo com seu orçamento.

**5. Cenário de interação para CRITON:** Joana enviou uma encomenda pelo SEDEX para seu irmão que mora em outro estado e gostaria de acompanhar o andamento da entrega. Assim, decide utilizar um sistema dos correios que permite registrar encomendas e fazer o seu rastreamento. Ao acessar o sistema, Joana escolhe a opção de encomendas e visualiza uma lista vazia. Então, ela seleciona a opção de cadastrar nova encomenda e preenche o nome de sua encomenda e o código de rastreamento fornecido pelos correios. Ao salvar os dados, o sistema atualiza a lista de encomendas de Joana. Ela então seleciona a encomenda que deseja acompanhar e visualiza as atualizações da encomenda, contendo nome da encomenda, código de rastreamento, descrição da atualização e data e hora da atualização. Joana pode configurar o sistema para receber mensagens de notificação em seu celular a cada atualização de suas encomendas. Ela então informa seu número de celular e ativa o recebimento das notificações.

**6. Cenário de interação para CTDM:** Verônica ganhou uma televisão nova em seu aniversário e decide vender a sua televisão antiga. Para isso, decide utilizar um sistema para anunciar a compra e venda de produtos. Ao acessar o sistema, ela precisa configurar sua localização, informando seu estado e cidade. Então, Verônica tem acesso às opções de visualizar anúncios e inserir anúncio. Para inserir anúncio, ela precisa criar uma conta contendo nome, e-mail, telefone, CEP, senha e confirmação de senha, além de confirmar que concorda com os termos de uso do aplicativo. Após a validação destes dados, Verônica pode preencher os dados do anúncio que deseja cadastrar, com título, descrição, categoria do anúncio e imagens do anúncio. O sistema valida os dados do anúncio e Verônica então aguarda o contato dos interessados.

**7. Cenário de interação para ONTOUCP:** Eliana gosta de ir aos balneários próximos a Manaus nos fins de semana, porém ela conhece poucas opções e ficou interessada em conhecer um site que fornece dicas sobre os balneários próximos a Manaus. Ao acessar o site, ela visualiza uma lista dos balneários próximos à cidade, com sua localização e distância até a cidade, além de imagens do local. Ao escolher um balneário, ela tem a opção de acessar a lista de pousadas próxima ao balneário. Eliana decide acessar as pousadas e visualiza uma lista de pousadas com a opção de efetuar uma pré-reserva. Eliana efetua uma pré-reserva, informando seu nome, telefone para contato, a data de chegada, a data de saída, a opção de quarto e quantidade de pessoas. Após a validação dos dados, Eliana visualiza a confirmação da pré-reserva com os detalhes da localização e telefone de contato da pousada.

**8. Cenário de interação para NIM:** Maurício é aluno de Ciência da Computação e está cursando a disciplina de IHC. Porém, teve um impedimento e não pôde comparecer a última aula. Então, decide acessar o sistema acadêmico da universidade para verificar se tem alguma mensagem importante da professora de IHC. Maurício acessa o sistema, efetua seu login com matrícula e senha e visualiza as mensagens de sua caixa de entrada. Ele percebe que tem uma mensagem da professora de IHC e decide ler. A professora informou que o material da última aula estava disponível para download. Maurício acessa os materiais de apoio para realizar o download do material, mas antes responde a mensagem da professora justificando sua ausência. Após concluir o envio da mensagem e o download do material, ele sai do sistema.

**9. Cenário de interação para PSDM:** Priscila mora em Manaus e está recebendo a visita de sua prima Márcia por alguns dias em sua casa. Márcia adora os cafés regionais da cidade e Priscila gostaria de convidá-la para conhecer um novo café regional, mas não tem ideia da média do custo que teria. Então, Priscila decide um site que fornece os preços de produtos dos cafés regionais da cidade. Como é seu primeiro acesso, ela precisa realizar um cadastro inicial com e-mail e senha. Após o cadastro inicial, ela visualiza a lista de cafés regionais da cidade, sua avaliação e localização. Priscila busca pelo nome do café regional que deseja visitar. Ela visualiza os produtos vendidos no café e seleciona os produtos que ela e Márcia gostam e solicita que o sistema calcule o total do

custo. Priscila fica satisfeita, pois nota que o custo é razoável e finaliza seu acesso.

**10. Cenário de interação para CIAN:** Os professores do 5º período do curso de Ciência da Computação realizam um projeto interdisciplinar entre as disciplinas de IHC, Projeto de sistemas e Banco de Dados. Para apoiar a especificação, elaboração e avaliação dos projetos, os professores decidiram adotar um sistema colaborativo. Assim, no início do semestre, os professores envolvidos no projeto interdisciplinar definem no sistema as regras gerais e a especificação do projeto. Um professor é responsável por definir os prazos para formação e registro das equipes, elaboração e entrega dos projetos, avaliação dos projetos e lançamento das notas. Inicialmente, o aluno líder de cada equipe registra seu projeto no sistema, contendo os integrantes e o título e resumo do projeto. Os alunos elaboram o projeto em conjunto no sistema e devem submeter seu projeto concluído até o prazo estabelecido. Após o prazo para entrega dos projetos, os professores envolvidos realizam sua avaliação do projeto para o cálculo da nota final. Cada professor realiza a avaliação do projeto e atribui uma nota referente à sua disciplina. Após o lançamento das notas, os alunos podem consultar as notas obtidas.

**11. Cenário de interação para DSM:** Ângela aproveita os horários de folga para ir ao supermercado e geralmente esquece algum produto importante. Para evitar isto, decidiu utilizar um aplicativo para criação de lista de compras. Ao acessar o aplicativo, ela precisa fazer um registro com nome, e-mail e senha. Após a validação de seus dados, Ângela pode selecionar a opção de criar nova lista. Para isso, ela precisa informar o nome da lista. Então o aplicativo apresenta uma lista vazia. Ângela escolhe a opção de adicionar novo produto. O aplicativo apresenta diferentes formas de preencher o produto: consultando lista de produtos populares, consultando o catálogo completo de produtos ou buscando pelo nome do produto. Ângela decide buscar pelo nome do produto e no resultado da busca, seleciona o produto para incluir na lista. O aplicativo apresenta a lista de produtos atualizada. Ângela então decide adicionar um produto através da lista de produtos populares. O aplicativo apresenta uma lista de produtos por categoria tais como padaria, mercearia, carnes, frios, entre outros. Ângela seleciona o produto desejado e o aplicativo atualiza a lista. Ao finalizar o preenchimento da lista, ela decide sair do aplicativo.

## APÊNDICE J - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDOS UTILIZADO NO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS

Questionário de Avaliação de Modelos de Interação e Navegação						
Modelo avaliado:						
Nome do pesquisador:						
Hora de início:			Hora do término:			
<b>Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a modelagem.</b>						
Critério de Avaliação	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
1. O modelo é fácil de elaborar.						
Comentários:						
2. É fácil compreender cada elemento do modelo.						
Comentários:						
3. É fácil usar cada elemento do modelo.						
Comentários:						
4. É possível construir o modelo independente da definição dos mockups.						
Comentários:						
5. A experiência com outros diagramas UML facilita a aprendizagem do modelo.						
Comentários:						
6. O modelo considera as ações do usuário e do sistema.						
Comentários:						
7. O modelo auxilia a identificar as regras de negócio.						
Comentários:						
8. O modelo é útil para a modelagem de interação.						
Comentários:						
9. O modelo facilita o aprendizado sobre os elementos da interação (ações do usuário, respostas do sistema, fluxos de interação, interações alternativas, validações de dados).						
Comentários:						

Questionário de Avaliação de Modelos de Interação e Navegação						
Modelo avaliado:						
Nome do pesquisador:						
Hora de início:			Hora do término:			
<b>Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a modelagem.</b>						
Critério de Avaliação	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
10. O custo de construção do modelo é baixo mesmo em projetos grandes.						
Comentários:						
11. É fácil compreender o modelo mesmo quando a interação é complexa (tem muitos fluxos).						
Comentários:						
12. É fácil identificar o número de mockups necessários a partir do modelo.						
Comentários:						
13. O modelo facilita a construção dos mockups.						
Comentários:						
14. O modelo representa os aspectos da apresentação (conteúdo, aspectos de layout) da interface.						
Comentários:						
15. O modelo representa os aspectos da navegação da interface (status do sistema, transição entre telas).						
Comentários:						
16. O modelo ajuda a projetar a interação considerando a usabilidade.						
Comentários:						

## APÊNDICE K - CENÁRIO UTILIZADO NO PRIMEIRO ESTUDO DE VIABILIDADE

### Instruções:

1. Leia o material de apoio fornecido.
2. Leia o cenário para modelagem descrito abaixo.
3. Elabore um modelo de interação e navegação para o sistema descrito no cenário com base na notação apresentada no material de apoio. Considere a interação do papel: **pesquisador**.
4. Elabore os protótipos de interface relacionadas ao modelo de interação e navegação elaborado no passo 3.

### Cenário:

Você é o analista responsável por um sistema online de apoio à Gestão do Conhecimento de um grupo de pesquisa. Os pesquisadores deste grupo precisam de um sistema que apoie a gestão dos seus membros, suas linhas de pesquisa e os diferentes ativos de conhecimento do grupo. Ativos de conhecimento são itens de conhecimento produzidos e/ou consumidos pelos pesquisadores do grupo. Os ativos de conhecimento podem ser formais, tais como artigos ou relatórios técnicos escritos pelos pesquisadores. Eles podem também ser informais, como por exemplo, um arquivo contendo instruções sobre como executar um teste estatístico em uma determinada ferramenta.

O grupo de pesquisa possui diferentes linhas de pesquisa associadas. Toda linha deve possuir um objetivo associado. Cada pesquisador do grupo de pesquisa pode pertencer a várias linhas de pesquisa. Somente o pesquisador-coordenador do grupo pode fazer o cadastro (incluindo edição e exclusão) de linhas de pesquisa e o cadastro de novos pesquisadores. Porém, cada pesquisador deve poder editar seus próprios dados: nome completo, e-mail, link para currículo Lattes, título da pesquisa, resumo de seus interesses de pesquisa, linhas de pesquisa em que atua, foto individual e fotos de eventos que o pesquisador participou. Estas informações devem ser apresentadas pelo sistema para qualquer pessoa que consultar os dados do pesquisador.

Cada pesquisador deve ainda poder cadastrar ou editar ativos de conhecimento. Ao cadastrar um ativo de conhecimento, o pesquisador informa o título e outras informações, tais como: resumo sobre o ativo, palavras chave relacionadas, se o ativo é formal ou informal, se o ativo pode ser acessado apenas pelos membros do grupo ou se pode ser acessado por internautas não cadastrados no grupo.

Quando o pesquisador termina o cadastro de um novo ativo, este ativo fica aguardando verificação. Um dos gestores de conhecimento do grupo irá então realizar a verificação do conteúdo do ativo. Caso o gestor aprove o conteúdo do ativo, esse será disponibilizado na base de ativos do grupo. Caso o gestor de conhecimento não aprove o conteúdo do ativo, existem duas possibilidades: (i) o gestor pode enviar o ativo para o coordenador do grupo verificar e (ii) o gestor pode solicitar alterações no ativo pelo pesquisador que o criou. Quando o coordenador verifica um ativo de conhecimento, ele pode aprova-lo ou também pode solicitar alterações ao pesquisador que o cadastrou.

Por fim, para incentivar uma maior contribuição de ativos de conhecimento no sistema, todo dia 01 de cada mês, o sistema deve gerar um relatório com um ranking mostrando quais pesquisadores contribuíram com novos ativos de conhecimento no mês anterior (os títulos e tipos de cada novo ativo devem ser listados no relatório). Além do relatório detalhado, o sistema deve gerar um placar de contribuição, mostrando as fotos dos 3 pesquisadores que mais colaboraram no mês. Todos os pesquisadores do grupo de pesquisa podem visualizar o relatório e o placar referente a cada mês.

## APÊNDICE L - QUESTIONÁRIO PÓS-ESTUDO UTILIZADO NO PRIMEIRO ESTUDO DE VIABILIDADE

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a modelagem.

Tópico	Critério de avaliação	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
Utilidade	U1. Usando este modelo, fui capaz de modelar a interação e navegação do sistema rapidamente.						
	U2. Usando este modelo, o meu desempenho na modelagem de interação e navegação melhorou.						
	U3. Usando este modelo, a minha produtividade na modelagem de interação e navegação aumentou (acredito ter identificado um número maior de elementos em um tempo menor do que identificaria sem utilizá-lo).						
	U4. Usando este modelo, a minha eficácia na modelagem de interação e navegação aumentou (acredito ter identificado um número maior de elementos com este modelo).						
	U5. Usando este modelo, foi mais fácil modelar a interação e navegação.						
	U6. Eu acredito que este modelo é útil para a modelagem de interação e navegação.						
Facilidade de uso	F1. Aprender a modelar a interação e navegação com este modelo foi fácil para mim.						
	F2. Eu achei fácil utilizar este modelo da forma como eu gostaria (Os elementos do modelo são claros e compreensíveis).						
	F3. Eu entendia o que acontecia enquanto utilizava este modelo.						
	F4. Eu considero fácil ganhar habilidade em modelar a interação e navegação utilizando este modelo.						
	F5. Eu considero fácil lembrar como modelar a interação e navegação usando este modelo.						
	F6. Eu considero este modelo fácil de usar.						
Intenção de uso	I1. Assumindo que este modelo esteja disponível para modelagem de interação e navegação, eu prevejo que vou usá-lo no futuro.						
	I2. Eu preferiria usar este modelo ao invés de utilizar outros modelos para modelar a interação e navegação de sistemas interativos.						

Tópico	Critério de avaliação	Concordo Totalmente	Concordo Amplamente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Amplamente	Discordo Totalmente
Requisitos de um modelo de interação e navegação	R1. O modelo detalha as ações do usuário e do sistema.						
	R2. O modelo de interação auxilia a identificar o conteúdo da interface.						
	R3. O modelo de interação facilita o aprendizado dos elementos da interação.						
	R4. O modelo de interação auxilia a identificar as regras de negócio.						
	R5. O modelo de interação representa os aspectos de layout da interface.						
	R6. O modelo de interação auxilia a identificação dos mockups necessários.						
	R7. O modelo de interação apoia a construção de mockups com usabilidade.						
	R8. O modelo de interação representa o relacionamento entre os objetivos de interação.						
	R9. O modelo de interação apoia a definição da navegação da aplicação.						
	R10. O modelo de interação representa as possibilidades de erros e caminhos alternativos durante a interação.						
	R11. O modelo de interação auxilia a iniciar a prototipação.						
	R12. O modelo de interação fornece uma visão geral do comportamento da aplicação.						
	R13. O modelo de interação é fácil de compreender.						
	R14. O modelo de interação auxilia a construção completa dos mockups.						
	R15. O modelo de interação representa os dados manipulados durante a interação.						
	R16. O modelo de interação define claramente as ações e os dados envolvidos na interação.						

1. Comente aspectos positivos e negativos do uso deste modelo para a modelagem de interação e navegação de sistemas interativos. Seus comentários nos auxiliarão a realizar as melhorias necessárias no modelo.

2. Houve algum aspecto de interação e/ou navegação que você não conseguiu representar através dos elementos deste modelo? Explique.

3. Você recomendaria este modelo para profissionais que trabalham com o projeto e desenvolvimento de sistemas interativos? Por favor, justifique sua resposta.

4. Você considera que este modelo auxiliaria a projetar a interação e navegação de sistemas interativos com foco na usabilidade? Por favor, justifique sua resposta.

## APÊNDICE M - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE

### **Sistema: Gerenciador de Tarefas Online:**

Você é o projetista responsável pela modelagem de interação e navegação de um sistema gerenciador de tarefas. O Gerenciador de Tarefas Online é um sistema web que permite ao usuário gerenciar listas de tarefas de maneira interativa. Fornece ao usuário a capacidade de organizar tarefas por tipo de tarefa, bem como planejá-las ao longo do tempo e exibi-las em múltiplas perspectivas.

### **Conjunto de Requisitos 1:**

R01. Permitir a criação de tarefas. Para criar uma tarefa, o usuário deve selecionar o tipo da tarefa (selecionar de uma lista contendo os tipos de tarefas existentes no sistema), o nome da tarefa a ser criada, a descrição da tarefa, a data limite para conclusão da tarefa e o tempo estimado para realização da tarefa (em dias). Ao clicar em prosseguir, o sistema apresenta a lista de todas as tarefas do mesmo tipo da tarefa criada. **O sistema deverá indicar o progresso até que a tarefa seja atualizada.**

R02. Permitir ao usuário modificar tarefas de qualquer lista. O usuário pode modificar a data limite e o tempo estimado para conclusão da tarefa. Uma vez editada a informação necessária o usuário deve solicitar a atualização dos dados. **O sistema deve informar ao usuário que as alterações não poderão ser desfeitas.**

R03. Permitir ao usuário excluir uma ou mais tarefas de qualquer lista. Uma vez executada a opção de excluir, uma mensagem é apresentada ao usuário na parte superior da aplicação questionando se o usuário **deseja desfazer** a exclusão.

R04. Permitir ao usuário visualizar as listas de tarefas cadastradas. Cada vez que o usuário passar o mouse sobre uma tarefa de qualquer lista, o sistema deverá apresentar **uma dica** com a data de término da tarefa.

R05. Permitir ao usuário **marcar qualquer tarefa como "favorita"**, incluindo a tarefa em uma lista de favoritos.

R06. O usuário poderá **criar sequências de ações para serem executadas posteriormente**. Por exemplo, se o usuário deseja uma função para alterar o tempo estimado para conclusão de três tarefas, o sistema deve permitir que o usuário crie “macros” informando as ações que deverão ser executadas em uma ordem definida e o nome da macro.

R07. O sistema deverá permitir que o usuário **execute a macro** posteriormente.

## Conjunto de Requisitos 2:

R01. Permitir ao usuário autenticar-se informando seu username e senha. **Enquanto o processo de autenticação não for concluído, o sistema deverá mostrar ao usuário uma mensagem que informe "autenticando, por favor aguarde"**.

R02. Permitir ao usuário registrar-se pela primeira vez. **O sistema apresentará ao usuário um formulário com três passos.** No primeiro passo, o usuário deverá informar seus dados pessoais: nome, e-mail, sexo e data de nascimento. No segundo passo, o sistema solicitará o telefone, endereço, cidade e país. No terceiro passo, o sistema solicitará o username, senha, confirmação de senha e uma pergunta e resposta de segurança. Durante esse processo, **o usuário poderá ir ao passo anterior/seguinte**, sem perder os dados informados. O usuário também **poderá navegar entre os passos através da migalha de pão** que deverá estar sempre visível durante o processo de registro (cada elemento da migalha de pão será um link para o passo correspondente).

R03. **O sistema deve apresentar ao usuário uma seção para definir suas preferências.** As preferências podem ser as seguintes:

- Número máximo de tarefas a serem exibidas por página.

- Número máximo de tarefas a serem exibidas por lista no Mapa de Listas - máximo permitido é 10.

R04. O sistema deve permitir ao usuário organizar suas listas de tarefas de maneira gráfica através de "Mapas de Listas". Ao entrar na seção "Mapa de Listas", o sistema deve exibir ao usuário um quadro contendo todas as suas listas. Cada lista é representada em uma caixa retangular que exibe o título da lista e suas tarefas, de acordo com as preferências definidas em R03. **O usuário poderá organizar as listas graficamente como você desejar** dentro do mapa e criar novos mapas. Haverá apenas um mapa ativo a cada momento, os outros mapas (se houverem) podem ser acessado por abas, cujas listas são carregadas somente quando o mapa está ativo.

R05. O sistema deve permitir que o usuário mova uma lista para outro mapa. Para isso, o usuário irá selecionar a lista e escolher o mapa para o qual deseja movê-la.

R06. O sistema deve permitir ao usuário criar novos mapas. Para isso, o usuário deve clicar no botão "Criar Mapa" (na seção do Mapa de Listas) e informar o nome do mapa. Após a criação, o mapa será exibido como uma aba adicional.

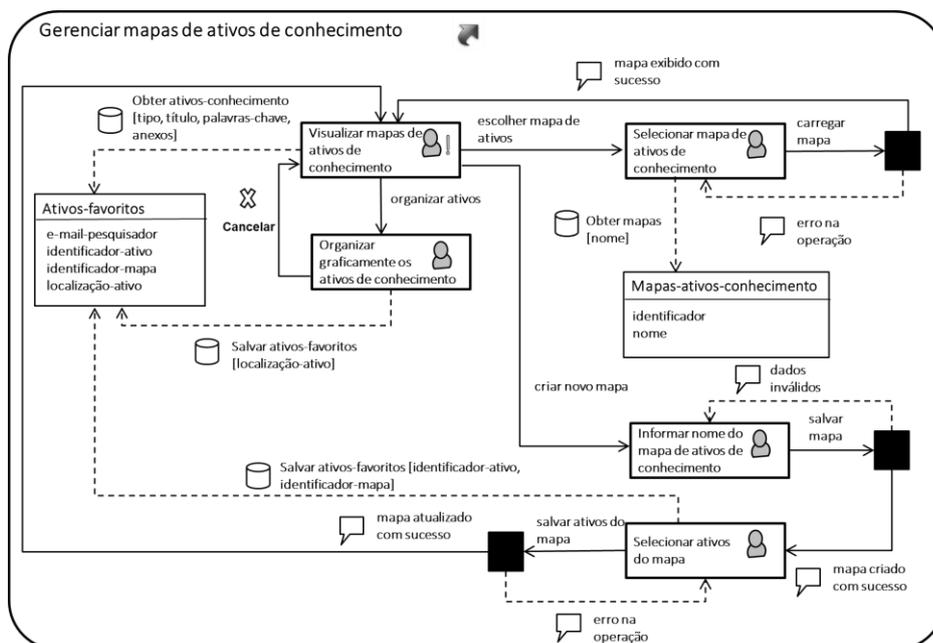
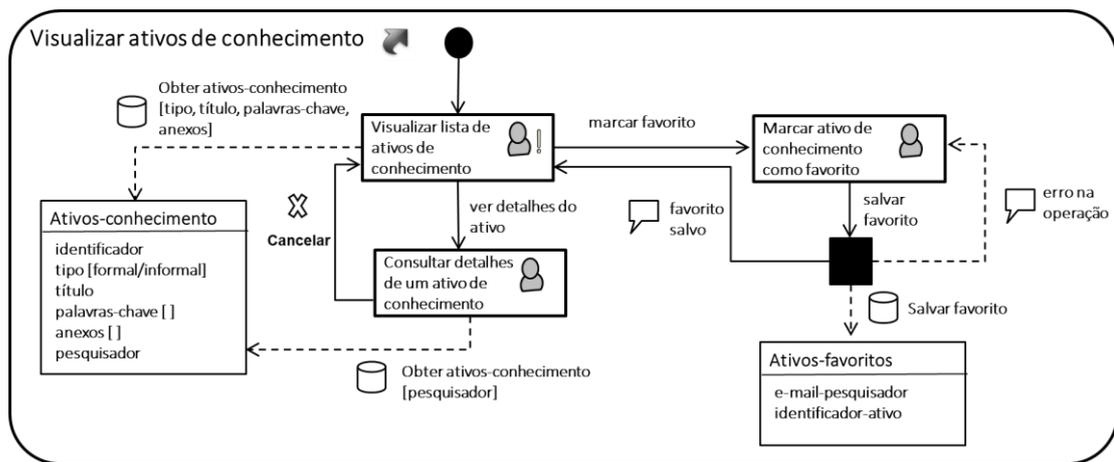
R07. Permitir ao usuário **sair do sistema em um único passo**, isto é, clicando em uma opção de saída.

# APÊNDICE N - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA PROTOTIPAÇÃO NO SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE

## Sistema de Gestão de Conhecimento:

Você é o analista responsável por um sistema online de apoio à Gestão do Conhecimento de um grupo de pesquisa. Ativos de conhecimento são itens de conhecimento produzidos e/ou consumidos pelos pesquisadores do grupo. Os ativos de conhecimento podem ser formais, tais como artigos ou relatórios técnicos escritos pelos pesquisadores. Eles podem também ser informais, como por exemplo, um arquivo contendo instruções sobre como executar um teste estatístico em uma determinada ferramenta.

### Modelo de interação e navegação 1:

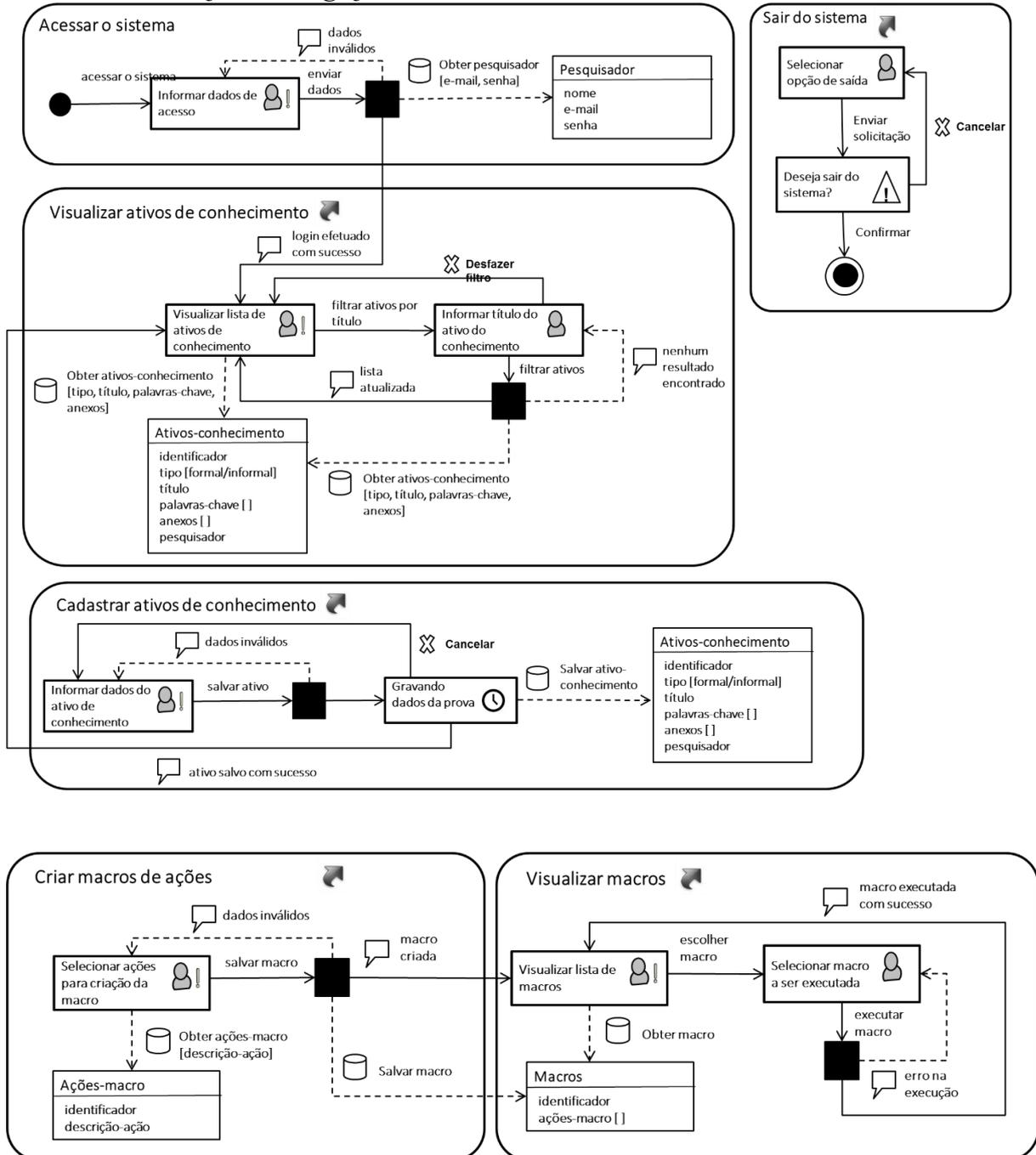




## Sistema de Gestão de Conhecimento:

Você é o analista responsável por um sistema online de apoio à Gestão do Conhecimento de um grupo de pesquisa. Ativos de conhecimento são itens de conhecimento produzidos e/ou consumidos pelos pesquisadores do grupo. Os ativos de conhecimento podem ser formais, tais como artigos ou relatórios técnicos escritos pelos pesquisadores. Eles podem também ser informais, como por exemplo, um arquivo contendo instruções sobre como executar um teste estatístico em uma determinada ferramenta.

### Modelo de interação e navegação 2:





## APÊNDICE O - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS NO SEGUNDO ESTUDO DE VIABILIDADE

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a modelagem de interação e navegação com o modelo USINN.

		2	1	0	-1	-2	
Q1	Usando um modelo como o USINN, eu iria modelar a interação e navegação mais rapidamente.						Usando um modelo como o USINN, eu não iria modelar a interação e navegação mais rapidamente.
Q2	O uso do modelo USINN iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação (acredito ter identificado mais aspectos da interação e navegação em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).						O uso do modelo USINN não iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação.
Q3	O uso modelo USINN para a modelagem de interação e navegação iria aumentar minha produtividade.						O uso modelo USINN para a modelagem de interação e navegação não iria aumentar minha produtividade.
Q4	O uso do modelo USINN iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação (acredito ter elaborado um modelo mais completo do que elaboraria sem usar esta abordagem).						O uso do modelo USINN não iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação.
Q5	O uso do modelo USINN tornaria mais fácil a modelagem de interação e navegação.						O uso do modelo USINN tornaria mais difícil a modelagem de interação e navegação.
Q6	Considero o modelo USINN útil para modelar a interação e navegação.						Não considero o modelo USINN útil para modelar a interação e navegação.
Q7	O modelo USINN é fácil de aprender.						O modelo USINN é difícil de aprender.
Q8	Foi fácil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.						Foi difícil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.
Q9	Os elementos do USINN são claros e fáceis de entender.						Os elementos do USINN são confusos e difíceis de entender.
Q10	Acredito que seria fácil tornar-se hábil no uso do USINN.						Acredito que seria difícil tornar-se hábil no uso do USINN.
Q11	É fácil lembrar de como modelar a interação e navegação com o USINN.						É difícil lembrar de como modelar a interação e navegação com o USINN.
Q12	O USINN é fácil de usar.						O USINN é difícil de usar.
Q13	Assumindo que o USINN esteja disponível para uso, eu prevejo que vou utilizá-lo no futuro.						Assumindo que o USINN esteja disponível para uso, eu prevejo que não vou utilizá-lo no futuro.
Q14	Eu preferiria usar o USINN do que outros modelos (tais como os modelos da UML) para modelar a interação e navegação.						Eu preferiria usar outros modelos (tais como os modelos da UML) do que o USINN para modelar a interação e navegação.
Q15	O USINN detalha as ações do usuário e do sistema durante a interação.						O USINN não detalha as ações do usuário e do sistema durante a interação.
Q16	O USINN facilita o aprendizado dos elementos da interação.						O USINN não facilita o aprendizado dos elementos da interação.
Q17	O USINN auxilia a identificar as regras de negócio.						O USINN não auxilia a identificar as regras de negócio.
Q18	O USINN representa o relacionamento entre os objetivos de interação.						O USINN não representa o relacionamento entre os objetivos de interação.
Q19	O USINN representa as possibilidades de erros e caminhos alternativos da interação.						O USINN não representa as possibilidades de erros e caminhos alternativos da interação.
Q20	O USINN fornece uma visão geral do comportamento da aplicação.						O USINN não fornece uma visão geral do comportamento da aplicação.
Q21	O USINN representa os dados manipulados durante a interação.						O USINN não representa os dados manipulados durante a interação.

Q22	O USINN define claramente as ações e os dados envolvidos na interação.						O USINN não define claramente as ações e os dados envolvidos na interação.
Q23	O USINN possui elementos comuns a outros diagramas.						O USINN não possui elementos comuns a outros diagramas.
Q24	O USINN auxilia a refletir sobre a interação do usuário com o sistema.						O USINN não auxilia a refletir sobre a interação do usuário com o sistema.
Q25	O USINN auxilia a refletir sobre a interface.						O USINN não auxilia a refletir sobre a interface.
Q26	O USINN permite representar os requisitos de usabilidade.						O USINN não permite representar os requisitos de usabilidade.

1. Comente aspectos positivos e negativos do uso do USINN para a modelagem de interação e navegação. Seus comentários nos auxiliarão a realizar as melhorias necessárias no modelo.

2. Houve algum aspecto de interação e/ou navegação que você não conseguiu representar através dos elementos do USINN? Explique.

3. Houve algum requisito que você não conseguiu representar ou teve dificuldades em representar através dos elementos do USINN? Explique.

Com a ajuda dos pares de afirmativas positivas e negativas abaixo, marque um X na escala que você considera mais apropriada considerando sua experiência durante o uso do modelo USINN como base para a prototipação.

	Afirmativa Positiva	+2	+1	0	-1	-2	Afirmativa Negativa
Q1	Usando um modelo como o USINN, eu iria realizar a prototipação mais rapidamente.						Usando um modelo como o USINN, eu não iria modelar a interação e navegação mais rapidamente.
Q2	O uso do modelo USINN iria melhorar meu desempenho na prototipação (acredito ter identificado mais aspectos da interface em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).						O uso do modelo USINN não iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação.
Q3	O uso do modelo USINN como base para a prototipação iria aumentar minha produtividade.						O uso do modelo USINN para a modelagem de interação e navegação não iria aumentar minha produtividade.
Q4	O uso do modelo USINN iria melhorar minha eficácia na prototipação (acredito ter elaborado protótipos mais completos do que elaboraria sem usar esta abordagem).						O uso do modelo USINN não iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação.
Q5	O uso do modelo USINN tornaria mais fácil a prototipação.						O uso do modelo USINN tornaria mais difícil a modelagem de interação e navegação.
Q6	Considero o modelo USINN útil como base para a prototipação.						Não considero o modelo USINN útil para modelar a interação e navegação.
Q7	Realizar a prototipação com base no modelo USINN é fácil de aprender.						O modelo USINN é difícil de aprender.
Q8	Foi fácil realizar a prototipação com base no modelo USINN.						Foi difícil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.
Q9	Os elementos do USINN são claros e fáceis de entender.						Os elementos do USINN são confusos e difíceis de entender.
Q10	Acredito que seria fácil tornar-se hábil na prototipação com base no USINN.						Acredito que seria difícil tornar-se hábil no uso do USINN.
Q11	É fácil lembrar de como realizar a prototipação com base no USINN.						É difícil lembrar de como modelar a interação e navegação com o USINN.
Q12	O USINN é fácil de usar.						O USINN é difícil de usar.
Q13	Eu preferiria usar o USINN do que outros modelos (tais como os modelos da UML) como base para a prototipação.						Eu preferiria usar outros modelos (tais como os modelos da UML) do que o USINN para modelar a interação e navegação.
Q14	O USINN é fácil de compreender.						O USINN é difícil de compreender.
Q15	O USINN auxilia a identificação dos protótipos necessários.						O USINN não auxilia a identificação dos protótipos necessários.
Q16	O USINN auxilia a identificar o conteúdo da interface.						O USINN não auxilia a identificar o conteúdo da interface.
Q17	O USINN apoia a definição da navegação da aplicação.						O USINN não apoia a definição da navegação da aplicação.
Q18	O USINN apoia a construção de protótipos com usabilidade.						O USINN não apoia a construção de protótipos com usabilidade.

1. Comente aspectos positivos e negativos do uso do modelo USINN como base para prototipação de sistemas interativos. Seus comentários nos auxiliarão a realizar as melhorias necessárias no modelo.

2. Houve algum aspecto da interface que você não conseguiu representar nos protótipos com base no modelo USINN? Explique.

3. Você considera que o USINN auxilia a elaborar protótipos com foco na usabilidade? Por favor, justifique sua resposta.

## **APÊNDICE P - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON**

### **CENÁRIO 1:**

O projeto “Portal do Leilão de Passagens Aéreas” consiste na criação de um portal para plataforma *web* que permita que companhias aéreas realizem leilões de pacotes de passagens aéreas. Através do portal, as companhias aéreas podem registrar seus pacotes de passagens aéreas e indicar quando o leilão começa e termina. Usuários cadastrados podem ter acesso aos leilões e participar dos leilões de seu interesse. Para participar dos leilões, os usuários cadastrados devem adquirir pontos previamente. Imagine que você é o designer de interação responsável por modelar a interação e navegação deste sistema.

**Elabore o modelo de interação e navegação de uma companhia aérea durante o cadastro de leilões. Considere os requisitos descritos a seguir.**

- *Cadastro de leilões de pacotes de passagens aéreas (Perfil: Companhia aérea cadastrada e autenticada)*

RQ1. Ao acessar a página de leilões, a companhia aérea poderá cadastrar leilões de pacotes de passagens aéreas. O cadastro é realizado em três passos: no 1º passo, a companhia aérea deverá informar os dados do voo de ida, contendo o número do voo, a data do voo, a hora do voo, a cidade de origem e a cidade de destino; no 2º passo, a companhia aérea deverá informar os dados do voo de volta, com as mesmas informações necessárias para o voo de ida; no 3º passo, a companhia aérea deverá informar a quantidade de passagens do pacote, a data e hora de início e fim do leilão e o lance mínimo para o pacote.

RQ2. O sistema deverá validar se as informações estão completas e informar sobre o progresso do cadastro do leilão, enquanto os dados do cadastro estiverem sendo processados e validados.

RQ3. O sistema deverá mostrar conteúdos de ajuda sobre o preenchimento correto dos campos do cadastro do leilão.

RQ4. Durante o preenchimento dos dados do cadastro de um leilão, o sistema deve permitir que a companhia aérea cancele o cadastro do leilão.

## **CENÁRIO 2:**

O projeto “Portal do Leilão de Passagens Aéreas” consiste na criação de um portal para plataforma *web* que permita que companhias aéreas realizem leilões de pacotes de passagens aéreas. Através do portal, as companhias aéreas podem registrar seus pacotes de passagens aéreas e indicar quando o leilão começa. Usuários cadastrados podem ter acesso aos leilões e participar dos leilões de seu interesse. Para participar dos leilões, os usuários cadastrados devem adquirir pontos previamente. Imagine que você é o designer de interação responsável por modelar a interação e navegação deste sistema.

**Elabore o modelo de interação e navegação de um usuário durante o cadastro de leilões. Considere os requisitos descritos a seguir.**

- *Participação em leilões de pacotes de passagens aéreas (Perfil: Usuário cadastrado e autenticado)*

RQ1. Ao acessar a página de leilões, o usuário poderá visualizar todos os leilões em andamento. Para cada leilão, o usuário poderá visualizar os dados do pacote de passagens que está sendo leiloado, o atual “dono” do pacote (usuário com maior lance até o momento) e o tempo restante para o leilão terminar.

RQ2. Na página de leilões, o usuário poderá marcar leilões como favoritos. O sistema deve fornecer uma opção para que o usuário visualize uma lista de todos os seus leilões favoritos.

RQ3. Após marcar um leilão como favorito, o sistema deve permitir que o usuário desfça a operação, ou seja, desmarcar um leilão como favorito.

RQ4. O usuário poderá dar lances a qualquer momento em um leilão. Para dar lances, o usuário deverá selecionar um leilão e informar o valor do seu lance. O sistema irá verificar se o usuário possui os pontos necessários para dar o lance, fornecendo feedback sobre esta verificação. Antes de processar o lance do usuário, o sistema deve verificar se o usuário confirma o envio do lance. Caso o seu lance seja o maior até o momento, o nome do usuário será exibido como “dono” do pacote.

# APÊNDICE Q - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS APÓS A MODELAGEM NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON

Por gentileza, para cada par de afirmativas a seguir, marque o valor correspondente à sua opinião sobre os modelos MoLIC e CRITON.

Percepção sobre utilidade		
O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação (acredito ter identificado mais aspectos da interação e navegação em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).	○ ○ ○ ○ ○	O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON não iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação.
O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON para a modelagem de interação e navegação iria aumentar minha produtividade.	○ ○ ○ ○ ○	O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON para a modelagem de interação e navegação não iria aumentar minha produtividade.
O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação (acredito ter elaborado um modelo mais completo do que elaboraria sem usar esta abordagem).	○ ○ ○ ○ ○	O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON não iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação.
Considero os modelos MoLIC e CRITON úteis para modelar a interação e navegação.	○ ○ ○ ○ ○	Não considero os modelos MoLIC e CRITON úteis para modelar a interação e navegação.
Percepção sobre facilidade de uso		
Os elementos dos modelos MoLIC e CRITON são claros e fáceis de entender.	○ ○ ○ ○ ○	Os elementos dos modelos MoLIC e CRITON são confusos e difíceis de entender.
Utilizar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto para modelar a interação e navegação não requer muito esforço mental.	○ ○ ○ ○ ○	Utilizar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto para modelar a interação e navegação requer muito esforço mental.
Os modelos MoLIC e CRITON são fáceis de usar.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON são difíceis de usar.
Considero fácil utilizar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto para modelar a interação e navegação.	○ ○ ○ ○ ○	Considero difícil utilizar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto para modelar a interação e navegação.
Intenção de uso		
Supondo que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu tenho a intenção de utilizá-los.	○ ○ ○ ○ ○	Supondo que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu não tenho a intenção de utilizá-los.
Dado que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu prevejo que iria utilizá-los.	○ ○ ○ ○ ○	Dado que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu prevejo que não iria utilizá-los.
Eu preferiria usar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto do que o modelo USINN para modelar a interação e navegação.	○ ○ ○ ○ ○	Eu preferiria usar o modelo USINN do que os modelos MoLIC e CRITON em conjunto para modelar a interação e navegação.
Percepção sobre eficácia		
Os modelos MoLIC e CRITON facilitam o aprendizado dos elementos da interação.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não facilitam o aprendizado dos elementos da interação.
Os modelos MoLIC e CRITON possuem elementos comuns a outros diagramas.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não possuem elementos comuns a outros diagramas.
Os modelos MoLIC e CRITON em conjunto detalham as ações do usuário durante a interação.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON em conjunto não detalham as ações do usuário durante a interação.
Os modelos MoLIC e CRITON em conjunto detalham as ações do sistema durante a interação.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON em conjunto não detalham as ações do sistema durante a interação.
Os modelos MoLIC e CRITON representam as possibilidades de erros e caminhos alternativos da interação.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não representam as possibilidades de erros e caminhos alternativos da interação.

Os modelos MoLIC e CRITON auxiliam a identificar as regras de negócio.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não auxiliam a identificar as regras de negócio.
Os modelos MoLIC e CRITON separam as ações e os dados envolvidos na interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não separam as ações e os dados envolvidos na interação.
Os modelos MoLIC e CRITON representam os dados manipulados durante a interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não representam os dados manipulados durante a interação.
Os modelos MoLIC e CRITON representam o relacionamento entre os objetivos de interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não representam o relacionamento entre os objetivos de interação.
Os modelos MoLIC e CRITON apoiam a definição da navegação da aplicação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não apoiam a definição da navegação da aplicação.
Os modelos MoLIC e CRITON fornecem uma visão geral do comportamento da aplicação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não fornecem uma visão geral do comportamento da aplicação.
Os modelos MoLIC e CRITON auxiliam a refletir sobre a interação do usuário com o sistema.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não auxiliam a refletir sobre a interação do usuário com o sistema.
Os modelos MoLIC e CRITON permitem representar os requisitos de usabilidade.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os modelos MoLIC e CRITON não permitem representar os requisitos de usabilidade.

1. Quais aspectos de interação/navegação os modelos MoLIC e CRITON permitiram representar bem? Quais não permitiu ou permitiu de uma forma que não seria o ideal para você?

2. Para quais profissionais de projeto e desenvolvimento de software e em que situações você recomendaria você recomendaria os modelos MoLIC e CRITON? E para quais não recomendaria?

3. Quais aspectos de interação e navegação com foco na usabilidade você considera que os modelos MoLIC e CRITON auxiliariam a projetar? E quais não auxiliariam?

Por gentileza, para cada par de afirmativas a seguir, marque o valor correspondente à sua opinião sobre o modelo USINN.

Percepção sobre utilidade		
O uso do modelo USINN iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação (acredito ter identificado mais aspectos da interação e navegação em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O uso do modelo USINN não iria melhorar meu desempenho na modelagem de interação e navegação.
O uso do modelo USINN para a modelagem de interação e navegação iria aumentar minha produtividade.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O uso do modelo USINN para a modelagem de interação e navegação não iria aumentar minha produtividade.
O uso do modelo USINN iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação (acredito ter elaborado um modelo mais completo do que elaboraria sem usar esta abordagem).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O uso do modelo USINN não iria melhorar minha eficácia na modelagem de interação e navegação.
Considero o modelo USINN útil para modelar a interação e navegação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Não considero o modelo USINN útil para modelar a interação e navegação.
Percepção sobre facilidade de uso		
Os elementos do modelo USINN são claros e fáceis de entender.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os elementos do modelo USINN são confusos e difíceis de entender.
Utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação não requer muito esforço mental.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação requer muito esforço mental.
O modelo USINN é fácil de usar.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN é difícil de usar.
Considero fácil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Considero difícil utilizar o modelo USINN para modelar a interação e navegação.
Intenção de uso		
Supondo que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu tenho a intenção de utilizá-lo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Supondo que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu não tenho a intenção de utilizá-lo.
Dado que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu prevejo que iria utilizá-lo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Dado que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu prevejo que não iria utilizá-lo.
Eu preferiria usar o modelo USINN do que os modelos MoLIC e CRITON em conjunto para modelar a interação e navegação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Eu preferiria usar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto do que o modelo USINN para modelar a interação e navegação.
Percepção sobre eficácia		
O modelo USINN facilita o aprendizado dos elementos da interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não facilita o aprendizado dos elementos da interação.
O modelo USINN possui elementos comuns a outros diagramas.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não possui elementos comuns a outros diagramas.
O modelo USINN detalha as ações do usuário durante a interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não detalha as ações do usuário durante a interação.
O modelo USINN detalha as ações do sistema durante a interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não detalha as ações do sistema durante a interação.
O modelo USINN representa as possibilidades de erros e caminhos alternativos da interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não representa as possibilidades de erros e caminhos alternativos da interação.
O modelo USINN auxilia a identificar as regras de negócio.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não auxilia a identificar as regras de negócio.
O modelo USINN separa as ações e os dados envolvidos na interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não separa as ações e os dados envolvidos na interação.
O modelo USINN representa os dados manipulados durante a interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não representa os dados manipulados durante a interação.
O modelo USINN representa o relacionamento entre os objetivos de interação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não representa o relacionamento entre os objetivos de interação.

O modelo USINN apoia a definição da navegação da aplicação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não apoia a definição da navegação da aplicação.
O modelo USINN fornece uma visão geral do comportamento da aplicação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não fornece uma visão geral do comportamento da aplicação.
O modelo USINN auxilia a refletir sobre a interação do usuário com o sistema.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não auxilia a refletir sobre a interação do usuário com o sistema.
O modelo USINN permite representar os requisitos de usabilidade.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não permite representar os requisitos de usabilidade.

1. Quais aspectos de interação/navegação o modelo USINN permitiu representar bem? Quais não permitiu ou permitiu de uma forma que não seria o ideal para você?

2. Para quais profissionais de projeto e desenvolvimento de software e em que situações você recomendaria o modelo USINN? E para quais não recomendaria?

3. Quais aspectos de interação e navegação com foco na usabilidade você considera que o modelo USINN auxiliariam a projetar? E quais não auxiliariam?

# APÊNDICE R - CENÁRIOS UTILIZADOS PARA A PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON

## CENÁRIO 1 – MODELOS MOLIC E CRITON

O projeto “Portal do Leilão de Passagens Aéreas” consiste na criação de um portal para plataforma *web* que permita que companhias aéreas realizem leilões de pacotes de passagens aéreas. Através do portal, as companhias aéreas podem registrar seus pacotes de passagens aéreas e indicar quando o leilão começa e termina. Usuários cadastrados podem ter acesso aos leilões e participar dos leilões de seu interesse. Para participar dos leilões, os usuários cadastrados devem adquirir pontos previamente. Imagine que você é o designer de interface responsável por elaborar os protótipos de baixa fidelidade deste sistema.

**Elabore os protótipos de baixa fidelidade do cadastro de leilões por uma companhia aérea (suponha que a companhia já está cadastrada e autenticada). Considere o modelo de interação MoLIC e o modelo de navegação CRITON apresentados a seguir.**

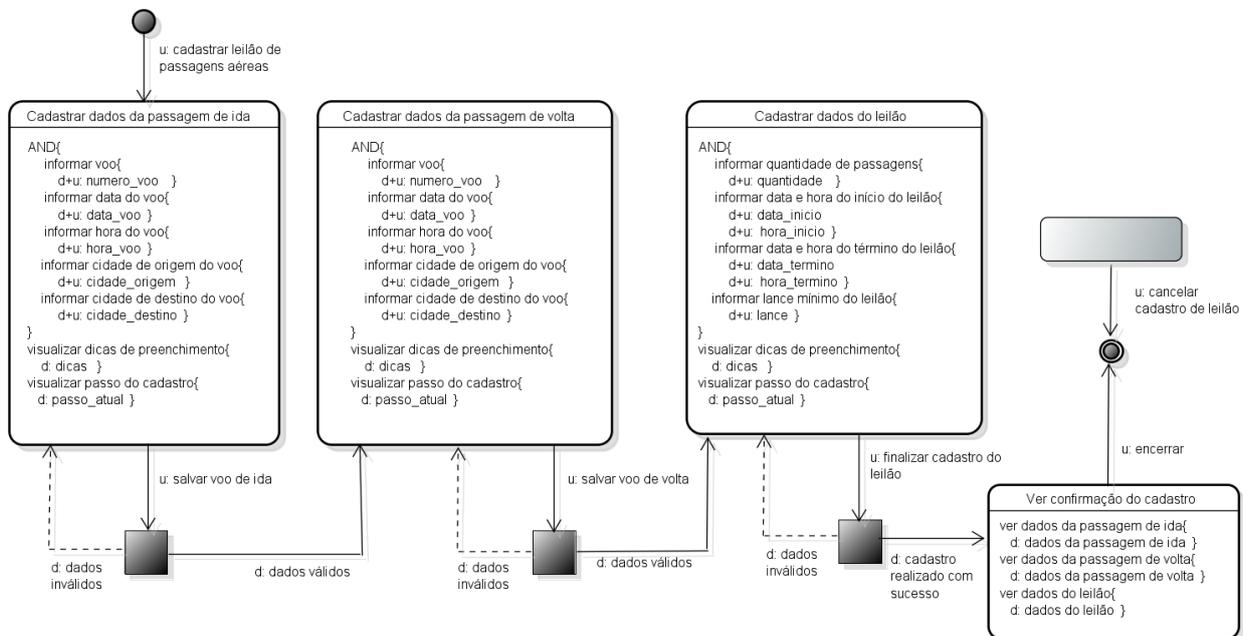


Figura 38. Modelo de interação MoLIC para cadastro de leilão.

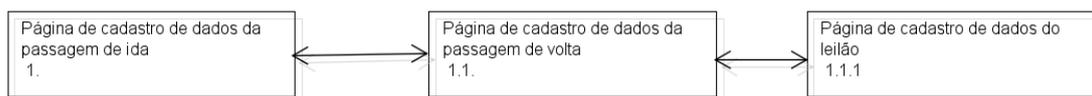


Figura 39. Modelo de navegação CRITON para cadastro de leilão.

## CENÁRIO 1 – MODELO USINN

O projeto “Portal do Leilão de Passagens Aéreas” consiste na criação de um portal para plataforma *web* que permita que companhias aéreas realizem leilões de pacotes de passagens aéreas. Através do portal, as companhias aéreas podem registrar seus pacotes de passagens aéreas e indicar quando o leilão começa e termina. Usuários cadastrados podem ter acesso aos leilões e participar dos leilões de seu interesse. Para participar dos leilões, os usuários cadastrados devem adquirir pontos previamente. Imagine que você é o designer de interface responsável por elaborar os protótipos de baixa fidelidade deste sistema.

**Elabore os protótipos de baixa fidelidade do cadastro de leilões por uma companhia aérea (suponha que a companhia já está cadastrada e autenticada). Considere o modelo de interação e navegação USINN apresentado a seguir.**

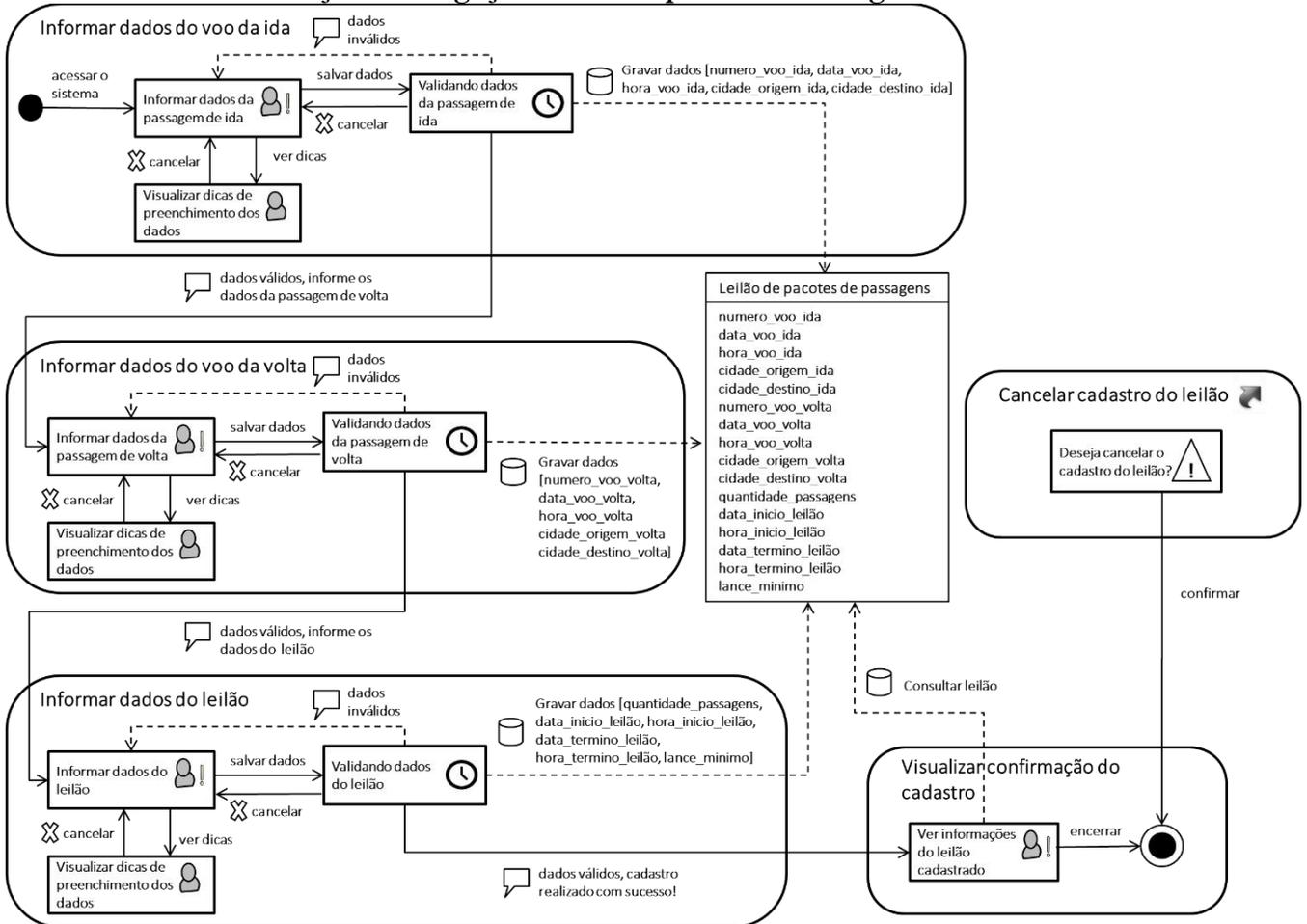


Figura 40. Modelo de interação e navegação USINN para cadastro de leilão.

## CENÁRIO 2 – MODELOS MOLIC E CRITON

O projeto “Portal do Leilão de Passagens Aéreas” consiste na criação de um portal para plataforma *web* que permita que companhias aéreas realizem leilões de pacotes de passagens aéreas. Através do portal, as companhias aéreas podem registrar seus pacotes de passagens aéreas e indicar quando o leilão começa e termina. Usuários cadastrados podem ter acesso aos leilões e participar dos leilões de seu interesse. Para participar dos leilões, os usuários cadastrados devem adquirir pontos previamente. Imagine que você é o designer de interface responsável por elaborar os protótipos de baixa fidelidade deste sistema.

**Elabore os protótipos de baixa fidelidade da participação em leilões de passagens por um usuário (suponha que o usuário já está cadastrado e autenticado). Considere o modelo de interação MoLIC e o modelo de navegação CRITON apresentados a seguir.**

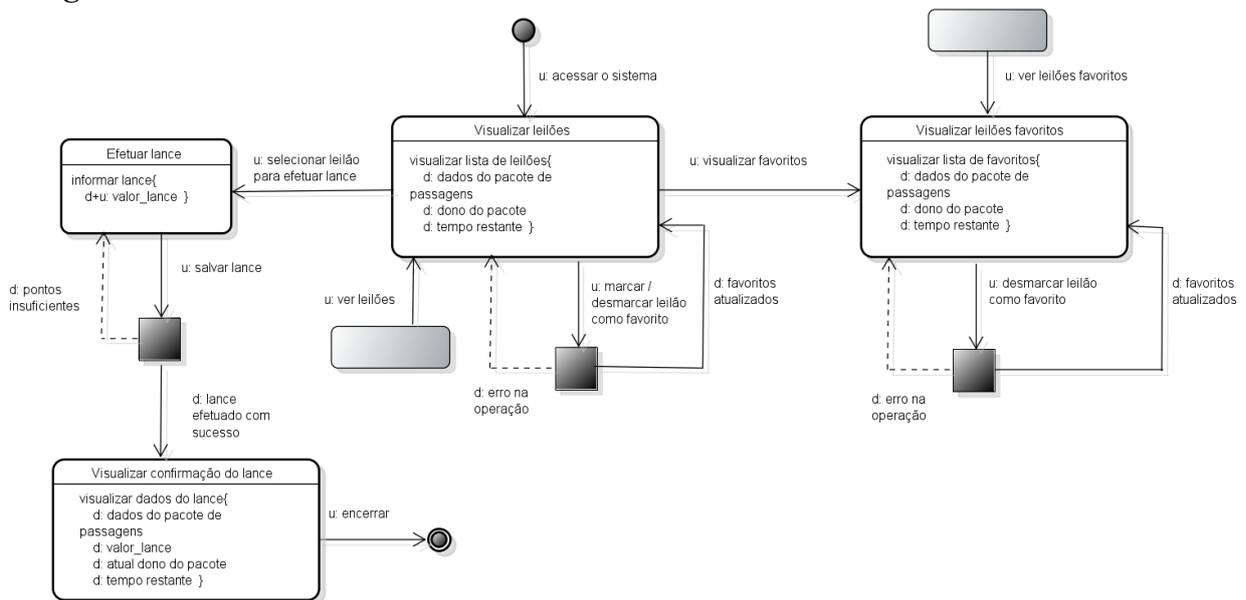


Figura 41. Modelo de interação MoLIC para participação em leilão.

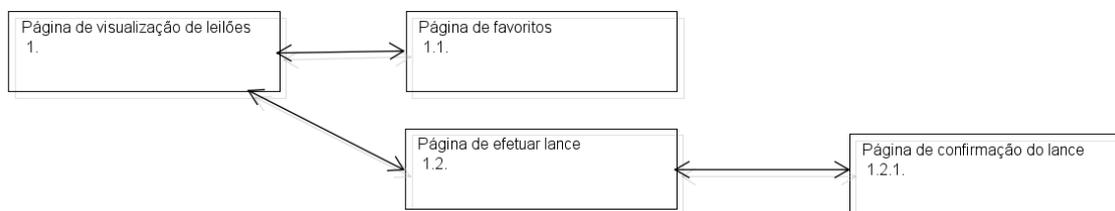


Figura 42. Modelo de navegação CRITON para participação em leilão.

## CENÁRIO 2 – MODELO USINN

O projeto “Portal do Leilão de Passagens Aéreas” consiste na criação de um portal para plataforma *web* que permita que companhias aéreas realizem leilões de pacotes de passagens aéreas. Através do portal, as companhias aéreas podem registrar seus pacotes de passagens aéreas e indicar quando o leilão começa e termina. Usuários cadastrados podem ter acesso aos leilões e participar dos leilões de seu interesse. Para participar dos leilões, os usuários cadastrados devem adquirir pontos previamente. Imagine que você é o designer de interface responsável por elaborar os protótipos de baixa fidelidade deste sistema.

**Elabore os protótipos de baixa fidelidade da participação em leilões de passagens por um usuário (suponha que o usuário já está cadastrado e autenticado). Considere o modelo de interação e navegação USINN apresentado a seguir.**

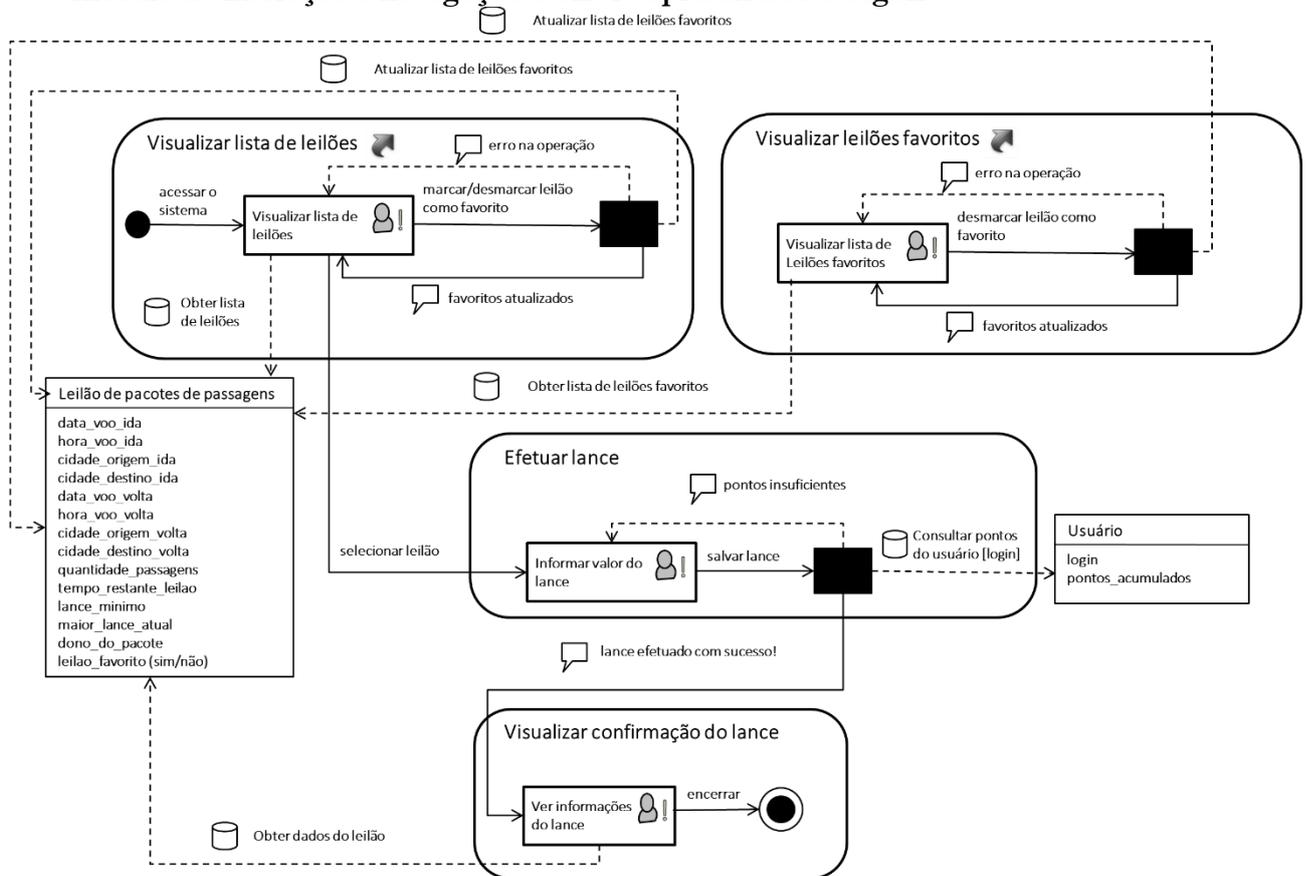


Figura 43. Modelo de interação e navegação USINN para participação em leilão.

## APÊNDICE S - QUESTIONÁRIOS PÓS-ESTUDO UTILIZADOS APÓS A PROTOTIPAÇÃO NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE USINN E MOLIC + CRITON

Por gentileza, para cada par de afirmativas a seguir, marque o valor correspondente à sua opinião.

Percepção sobre utilidade		
O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON iria melhorar meu desempenho na prototipação (acredito ter identificado mais aspectos da interface em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).	○ ○ ○ ○ ○	O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON não iria melhorar meu desempenho na prototipação.
O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON como base para a prototipação iria aumentar minha produtividade.	○ ○ ○ ○ ○	O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON como base para prototipação não iria aumentar minha produtividade.
O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON iria melhorar minha eficácia na prototipação (acredito ter elaborado protótipos mais completos do que elaboraria sem usar esta abordagem).	○ ○ ○ ○ ○	O uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON não iria melhorar minha eficácia na prototipação.
Considero o uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON útil como base para a prototipação.	○ ○ ○ ○ ○	Não considero o uso conjunto dos modelos MoLIC e CRITON útil como base para a prototipação.
Percepção sobre facilidade de uso		
Os elementos dos modelos MoLIC e CRITON são claros e fáceis de entender.	○ ○ ○ ○ ○	Os elementos dos modelos MoLIC e CRITON são confusos e difíceis de entender.
Realizar a prototipação com base nos modelos MoLIC e CRITON não requer muito esforço mental.	○ ○ ○ ○ ○	Realizar a prototipação com base nos modelos MoLIC e CRITON requer muito esforço mental.
Os modelos MoLIC e CRITON são fáceis de usar.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON são difíceis de usar.
Considero fácil realizar a prototipação com base nos modelos MoLIC e CRITON.	○ ○ ○ ○ ○	Considero difícil realizar a prototipação com base nos modelos MoLIC e CRITON.
Intenção de uso		
Supondo que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu tenho a intenção de utilizá-los como base para prototipação.	○ ○ ○ ○ ○	Supondo que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu não tenho a intenção de utilizá-los como base para prototipação.
Dado que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu prevejo que iria utilizá-los como base para prototipação.	○ ○ ○ ○ ○	Dado que eu tenha acesso aos modelos MoLIC e CRITON, eu prevejo que não iria utilizá-los como base para prototipação.
Eu preferiria usar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto do que o modelo USINN como base para prototipação.	○ ○ ○ ○ ○	Eu preferiria usar o modelo USINN do que os modelos MoLIC e CRITON em conjunto como base para prototipação.
Percepção sobre eficácia		
Os modelos MoLIC e CRITON são fáceis de compreender.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON são difíceis de compreender.
Os modelos MoLIC e CRITON auxiliam a identificar os protótipos necessários.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não auxiliam a identificar os protótipos necessários.
Os modelos MoLIC e CRITON auxiliam a identificar o conteúdo da interface.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não auxiliam a identificar o conteúdo da interface.
Os modelos MoLIC e CRITON apoiam a definição da navegação dos protótipos.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não apoiam a definição da navegação dos protótipos.
Os modelos MoLIC e CRITON apoiam a construção de protótipos com usabilidade.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não apoiam a construção de protótipos com usabilidade.
Os modelos MoLIC e CRITON apoiam o design da interface.	○ ○ ○ ○ ○	Os modelos MoLIC e CRITON não apoiam o design da interface.

1. Quais aspectos de interação/navegação os modelos MoLIC e CRITON permitiram representar bem nos protótipos? Quais não permitiram ou permitiram de uma forma que não seria o ideal para você?

2. Quais aspectos de interação e navegação com foco na usabilidade você considera que os modelos MoLIC e CRITON auxiliariam a projetar nos protótipos? E quais não auxiliariam?

Por gentileza, para cada par de afirmativas a seguir, marque o valor correspondente à sua opinião.

Percepção sobre utilidade		
O uso do modelo USINN iria melhorar meu desempenho na prototipação (acredito ter identificado mais aspectos da interface em um tempo menor do que levaria sem usar esta abordagem).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O uso do modelo USINN não iria melhorar meu desempenho na prototipação.
O uso modelo USINN como base para a prototipação iria aumentar minha produtividade.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O uso modelo USINN como base para a prototipação não iria aumentar minha produtividade.
O uso do modelo USINN iria melhorar minha eficácia na prototipação (acredito ter elaborado protótipos mais completos do que elaboraria sem usar esta abordagem).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O uso do modelo USINN não iria melhorar minha eficácia na prototipação.
Considero o modelo USINN útil como base para a prototipação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Não considero o modelo USINN útil como base para a prototipação.
Percepção sobre facilidade de uso		
Os elementos do USINN são claros e fáceis de entender.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Os elementos do USINN são confusos e difíceis de entender.
Realizar a prototipação com base no modelo USINN não requer muito esforço mental.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Realizar a prototipação com base no modelo USINN requer muito esforço mental.
O modelo USINN é fácil de usar.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN é difícil de usar.
Considero fácil realizar a prototipação com base no modelo USINN.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Considero difícil realizar a prototipação com base no modelo USINN.
Intenção de uso		
Supondo que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu tenho a intenção de utilizá-lo como base para prototipação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Supondo que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu não tenho a intenção de utilizá-lo como base para prototipação.
Dado que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu prevejo que iria utilizá-lo como base para prototipação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Dado que eu tenha acesso ao modelo USINN, eu prevejo que não iria utilizá-lo como base para prototipação.
Eu preferiria usar o modelo USINN do que os modelos MoLIC e CRITON em conjunto como base para prototipação.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Eu preferiria usar os modelos MoLIC e CRITON em conjunto do que o modelo USINN como base para prototipação.
Percepção sobre eficácia		
O modelo USINN é fácil de compreender.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN é difícil de compreender.
O modelo USINN auxilia a identificar os protótipos necessários.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não auxilia a identificar os protótipos necessários.
O modelo USINN auxilia a identificar o conteúdo da interface.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não auxilia a identificar o conteúdo da interface.
O modelo USINN apoia a definição da navegação dos protótipos.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não apoia a definição da navegação dos protótipos.
O modelo USINN apoia a construção de protótipos com usabilidade.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não apoia a construção de protótipos com usabilidade.
O modelo USINN apoia o design da interface.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	O modelo USINN não apoia o design da interface.

1. Quais aspectos de interação/navegação os modelos MoLIC e CRITON permitiram representar bem nos protótipos? Quais não permitiram ou permitiram de uma forma que não seria o ideal para você?

2. Quais aspectos de interação e navegação com foco na usabilidade você considera que os modelos MoLIC e CRITON auxiliariam a projetar nos protótipos? E quais não auxiliariam?