

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

**Aplicabilidade de Padrões de Interação Humano-Computador e de
Engenharia de Software no Processo de Desenvolvimento de Sistemas
Interativos**

André Constantino da Silva

São Carlos
Maio/2005

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

S586ap

Silva, André Constantino da.

Aplicabilidade de padrões de interação humano-computador e de engenharia de software no processo de desenvolvimento de sistemas interativos / André Constantino da Silva. -- São Carlos : UFSCar, 2006.

155 p.

Acompanha CD-ROM

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Interação homem-máquina. 2. Engenharia de software. 3. Software de aplicação. 4. Interfaces de usuários. 5. Padrões de software. I. Título.

CDD: 004.019 (20^a)

Universidade Federal de São Carlos

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

“Aplicabilidade de Padrões de Interação Humano-Computador e de Engenharia de Software no Processo de Desenvolvimento de Sistemas Interativos”

ANDRÉ CONSTANTINO DA SILVA

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

Membros da Banca:



Profª. Dra. Júnia Coutinho Anacleto Silva
(Orientadora - DC/UFSCar)



Profª. Dra. Rosângela Ap. Delloso Penteadó
(Co-Orientadora – DC/UFSCar)



Profª. Dra. Lúcia Vilela Leite Filgueiras
(POLI/USP)

São Carlos
Maio/2005

*“Os que
confiam no
Senhor serão como o
monte de Sião, que não se
abala, mas permanece para sempre.”*

Salmos 125:1

À minha mãe, Bernadete,
que com sua doçura me ensinou a batalhar

Ao meu pai, Antônio,
que com seu apoio me forneceu forças para
batalhar

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, e sempre, agradeço a Deus pelas maravilhas que encontro em cada um dos dias de minha vida. Obrigado pelo dom da vida, pelas oportunidades surgidas, pelas batalhas vencidas e pelas batalhas que virão.

Agradeço aos meus pais, Antônio e Bernadete, principalmente a minha querida mamãe, que juntos me ensinaram a batalhar para satisfazer os meus desejos sem depender de ninguém e sem magoar qualquer pessoa. Obrigado principalmente pelo apoio nesses dois anos de trabalho, e desculpem pela ausência em momentos importantes de nossas vidas. Obrigado pela compreensão e pelo apoio nos momentos mais difíceis que passei. Essa vitória não é só minha, é nossa!

Aos meus irmãos, Antônio e Rafael, que mesmo a distância, participam de minha vida. Amo vocês todos, minha vida, minha família.

À minha jovial orientadora agradeço a oportunidade oferecida e a confiança depositada. Sem você, este trabalho não estaria completado. Sem as suas opiniões e dedicação, este trabalho não teria alcançado a qualidade. Não somente o trabalho, mas com sua dedicação e com seus valores me transformou em um pesquisador de opinião. A vida é cheia de tribulações, e eu creio que são de difícil esquecimento, mas cabe a nós colhermos o que foi bom e aprendermos com nossos erros. Eu aprendi, e tenho certeza que você também. Lembrarei sempre de todos os bons, ou melhor, maravilhosos momentos que passamos nesses dois anos.

Aos meus co-orientadores, Rosângela e Sérgio, que se dedicaram, na medida do possível, para compartilhar seus conhecimentos conosco, tornando este trabalho mais rico.

A CAPES, que forneceu uma base financeira para a realização desta pesquisa, permitindo assim me dedicar com exclusividade a este trabalho.

Aos integrantes do recente grupo LIA, formado por Américo, Fabiano, Marie, Samuel, Thiago e Vânia. Nós formamos este grupo e sempre estarei com vocês. Um agradecimento especial a Vânia, que em vários momentos me escutou e me deu conselhos, e ao Américo, que compartilhou esta empreitada de descobrimento do conhecimento comigo, ao Fabiano, pela participação em meu trabalho, e a Marie, que gentilmente aceitou a ler essa dissertação, contribuindo com sua opinião. Só tenho uma coisa em mente a dizer a todos vocês: um por todos e todos por um!

Agradeço a dedicação dos alunos que participaram para a validação deste trabalho, agradeço também pela compreensão de todas as minhas exigências, que como vocês sabem não foram poucas. Obrigado André, Anni, Arnaldo, Bruno, Carla, Daniel, Edes, Fabiano, Marcos e Marie, alunos da turma da disciplina de Tópicos em Engenharia de Software no segundo semestre de 2004, e a Carla, aluna de graduação em Bacharelado em Ciência da Computação, que dedicou seu tempo para me auxiliar. Também à pequena Gaby, que me auxiliou com sua vontade de aprendizado a finalizar um dos estudos de caso. Espero que tenham aprendido comigo o tanto quanto aprendi com vocês. Vocês foram extraordinários!

Muito obrigado também à Cristina e a Mirian, secretárias do programa de pós-graduação, e ao Cledson, pela boa vontade em participar dos estudos de caso.

A vida de um pesquisador não é formada somente pela pesquisa. Fatores sociais influenciam na motivação de trabalhar. Agradeço ao Alexandre, Darley, Raphael e Vinícius, moradores da república Maití, pelo acolhimento quando eu necessitava, e pelos ótimos momentos vivenciados. Muito obrigado também ao Cláudio e a Camila, que me apóiam desde o tempo da graduação.

Creio que o maior bem que se pode encontrar na vida são os amigos. Muito obrigado aos amigos que fiz durante a realização neste mestrado. Jéssica, João Ronaldo, Daniel Lucrédio, Cláudia, Eloize, entre outros alunos da turma de mestrado de 2003. Juntos vencemos mais essa etapa da vida! À Chris, à Ariele, à Joelle, ao Rodrigo, pelo suporte fornecido nas disciplinas, ao Reinaldo, por um presente alegre e pela esperança de um futuro promissor, entre vários outros memoráveis amigos, obrigado.

E por último, mas nem menos importante dos que os anteriormente citados, agradeço a minha fantástica amiga Val. Seu apoio, sua companhia, seus esforços, suas qualidades e sua garra de batalhar me enchem de forças para viver. Foram vários os momentos, vários os sofrimentos, várias as alegrias compartilhadas por nós. E aqui estamos, com esta batalha vencida e prontos para a próxima!

Que Deus abençoe a todos.
Obrigado, do fundo do meu coração,

André

RESUMO

Tanto a área de Engenharia de Software (ES) quanto a área de Interação Humano-Computador (IHC), duas áreas dentro da Ciência da Computação, propõem modelos de processo, métodos, técnicas e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas interativos. Contudo, essas áreas diferem em sua visão em relação a tal tarefa, pois enquanto o foco principal da ES é o produto de software e seu processo, a IHC foca mais os aspectos de interação do homem com a máquina. No entanto, essas áreas são complementares e existe a necessidade de se integrarem as duas visões no desenvolvimento de sistemas interativos de modo que estes abordem e tratem, de maneira clara e definida, o projeto da interação e da implementação conjuntamente. Motivado por essa necessidade e pela idéia de aumentar a qualidade dos sistemas desenvolvidos, este trabalho explora o conceito de padrões computacionais no apoio ao desenvolvimento de sistemas interativos para que esses sejam aplicados nas etapas de um modelo de processo que considere os anseios de ambas as áreas. Através dos estudos realizados neste trabalho, relacionamentos entre padrões de ES e de IHC são identificados, permitindo elaborar um conjunto de padrões para desenvolvimento de sistemas, promovendo a integração das visões das áreas de ES e IHC.

ABSTRACT

Both Software Engineering (SE) and Human-Computer Interaction (HCI), two areas within Computer Science, propose process models, methods, techniques and tools for interactive systems development. However, those areas differ in their view of the task: while the SE main focus is the software product and its process, HCI focuses the interaction aspects between men and machine. However those areas are complementary, and there is a need of integrating the two views in the interactive systems development in a way to approach and treat, in a clear and defined way, interaction and implementation jointly. Motivated by that need, and the idea of increasing the developed systems quality, this work explores the concept of computational patterns in the support to the interactive systems development so that these are to a process model. Relationships between SE and HCI patterns are identified, thus promoting the integration of SE and HCI views.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – OBJETIVOS	1
1.2 – MOTIVAÇÃO.....	5
1.3 – ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	6
CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DE PADRÕES DE ES E DE IHC NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS INTERATIVOS.....	7
2.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
2.2 – O MODELO DE PROCESSO PROTOTIPAÇÃO	8
2.3 – ANÁLISE CRÍTICA DO MODELO DE PROCESSO PROTOTIPAÇÃO	10
2.4 – PADRÕES ADOTADOS PARA APLICAÇÃO NO MODELO DE PROCESSO PROTOTIPAÇÃO	13
2.5 – O MODELO DE PROCESSO PROTOTIPAÇÃO APOIADO POR PADRÕES	19
2.5.1. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos.....	22
2.5.2. Etapa de Projeto Rápido	23
2.5.3. Etapa de Construção do Protótipo	23
2.5.4. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário.....	24
2.5.5. Etapa de Refinamento do Protótipo.....	24
2.5.6. Etapa de Engenharia do Produto	25
2.6 – ESTUDO DE CASO	25
2.6.1. Primeira Fase: Desenvolvimento de Sistema sem Aplicação de Padrões	28
2.6.2. Segunda Fase: Desenvolvimento de Sistema com Aplicação de Padrões	37
2.7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO	43
3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	43
3.2 – ESTUDO DE CASO 1	44
3.2.1. Descrição do Problema.....	46
3.2.2. Primeira Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação	46
3.2.3. Segunda Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação apoiado por Padrões	53
3.3 – ESTUDO DE CASO 2	67
3.3.1. Descrição do Problema.....	69
3.3.2. Primeira Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação	70
3.3.3. Segunda Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação apoiado por Padrões	76
3.4 – ESTUDO DE CASO 3	85
3.4.1. Descrição do Problema.....	88
3.4.2. Primeira Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação	88
3.4.3. Segunda Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação apoiado por Padrões	92
3.5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
4.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	101
4.2 – VALIDAÇÃO DA APLICABILIDADE DOS PADRÕES	101
4.3 – RELACIONAMENTOS ENTRE PADRÕES DE ES E DE IHC	122

4.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES	132
5.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	132
5.2 – SÍNTESE DOS PRINCIPAIS RESULTADOS	132
5.3 – COMPARAÇÃO COM OUTROS TRABALHOS	135
5.4 – ANÁLISE CRÍTICA DA METODOLOGIA ADOTADA	138
5.5 – DIFICULDADES A SEREM SUPERADAS	140
5.6 – PUBLICAÇÕES	141
5.7 – TRABALHOS FUTUROS	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
APÊNDICE I – VISUALIZAÇÃO GRÁFICA DOS RELACIONAMENTOS ENTRE OS PADRÕES ESTUDADOS	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de processo Prototipação (BROWN, 1996)	8
Figura 2 - A visão da IHC e visão da ES sobre o modelo de processo Prototipação	11
Figura 3 - Modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para protótipos descartáveis.....	20
Figura 4 - Modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para protótipos evolucionários ou incrementais	21
Figura 5 - Processo simplificado elaborado para os estudos de caso	28
Figura 6 - Atividades da etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos.....	29
Figura 7 - Passos da atividade de Coleta dos Requisitos.....	30
Figura 8 - Atividades da etapa de Projeto Rápido	31
Figura 9 - Atividades da etapa de Construção do Protótipo	32
Figura 10 - Atividades da etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente.....	33
Figura 11 - Atividades da etapa de Engenharia do Produto	35
Figura 12 - Passos da atividade de Análise	35
Figura 13 - Passos da atividade de Projeto Detalhado	36
Figura 14 - Cronograma para a primeira fase do estudo de caso 1	44
Figura 15 - Cronograma para a segunda fase do estudo de caso 1	44
Figura 16 - Modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado para o estudo de caso 1	45
Figura 17 - Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na primeira fase do estudo de caso 1	47
Figura 18 - Projeto da tela de registro de comandas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na primeira fase do estudo de caso 1	48
Figura 19 - Exemplo de tarefa elaborada para realização pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário na primeira fase do estudo de caso 1	49
Figura 20 - Projeto da tela de registro de comandas refinada após avaliação pelo cliente na primeira fase do estudo de caso 1	50
Figura 21 - Parte do modelo de casos de uso elaborado na primeira fase do estudo de caso 1	51
Figura 22 - Modelo de classes em nível de domínio elaborado durante a primeira fase do estudo de caso 1	52
Figura 23 - Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na segunda fase do estudo de caso 1	56
Figura 24 - Tela de cadastro de clientes e pedidos elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 1	58
Figura 25 - Tela de cadastro de pedidos elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 2	60
Figura 26 - Exemplo de tarefa elaborada para realização pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário na segunda fase do estudo de caso 1	61
Figura 27 - Tela de cadastro de pedidos refinada com as críticas levantadas pelo usuário e especialista na segunda fase do estudo de caso 1.....	61
Figura 28 - Visão parcial do modelo de classes em nível conceitual elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 1.....	65
Figura 29 - Cronograma para a primeira fase do estudo de caso 2	68
Figura 30 - Cronograma para a segunda fase do estudo de caso 2.....	68
Figura 31 - Modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado para o estudo de caso 2.....	69

Figura 32 - Projeto da tela de registro de reservas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na primeira fase do estudo de caso 2	71
Figura 33 - Projeto da tela de cadastro de reservas refinada após avaliação pelo cliente na primeira fase do estudo de caso 2	72
Figura 34 - Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente no estudo de caso 2.....	73
Figura 35 - Modelo de casos de uso elaborado durante o estudo de caso 2	74
Figura 36 - Modelo de classes elaborado durante o estudo de caso 2	75
Figura 37 - Modelo entidade-relacionamento elaborado durante o estudo de caso 2	76
Figura 38 - Modelo de classes elaborado durante a primeira fase do estudo de caso 2	77
Figura 39 - Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na segunda fase do estudo de caso 2	78
Figura 40 - Tela de cadastro de reservas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 2	79
Figura 41 - Tela de cadastro de reservas refinada com as críticas levantadas pelo usuário e especialista na segunda fase do estudo de caso 2.....	80
Figura 42 - Tela de cadastro de reservas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 2	80
Figura 43 - Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente na segunda fase do estudo de caso 2	81
Figura 44 - Visão parcial do modelo de casos de uso elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 2	82
Figura 45 - Modelo de classes elaborado na atividade de Projeto Detalhado durante a segunda fase do estudo de caso 2.....	84
Figura 46 - Cronograma para a primeira fase do estudo de caso 3	86
Figura 47 - Cronograma para a segunda fase do estudo de caso 3	86
Figura 48 - Modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado para o estudo de caso 3.....	87
Figura 49 - Projeto da tela de cadastro de visitantes elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na primeira fase do estudo de caso 3	89
Figura 50 - Projeto da tela de cadastro de visitantes refinada após avaliação pelo cliente na primeira fase do estudo de caso 3	89
Figura 51 - Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente no estudo de caso 3.....	90
Figura 52 - Visão parcial do modelo de casos de uso elaborado durante a primeira fase do estudo de caso 3	91
Figura 53 - Modelo de classes elaborado durante a primeira fase do estudo de caso 3	92
Figura 54 - Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na segunda fase do estudo de caso 3	94
Figura 55 - Tela de cadastro de bancas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 3	95
Figura 56 - Tela de cadastro de bancas refinada com as críticas levantadas pelo usuário e especialista na segunda fase do estudo de caso 3.....	96
Figura 57 - Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente na segunda fase do estudo de caso 3	96
Figura 58 - Modelo de casos de uso elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 3	97
Figura 59 - Modelo entidade-relacionamento elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 3	99
Figura 60 - Relacionamentos identificados entre padrões de ES e IHC.....	123

Figura 61 - Relacionamentos identificados entre padrões de IHC e ES.....	124
Figura 62 - Modelo de Classes para o padrão <i>Disabled Irrelevant Things</i> aplicando o padrão <i>Observer</i>	126
Figura 63 - Modelo de seqüência descrevendo a verificação da relevância de um objeto de interface com o usuário da aplicação.....	127
Figura 64 - Visão geral dos relacionamentos identificados considerando as categorias dos padrões	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Considerações levantadas para as etapas do modelo de processo Prototipação....	12
Tabela 2 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos.....	103
Tabela 3 – Questões elaboradas na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos.....	103
Tabela 4 – Perguntas elaboradas na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos.....	104
Tabela 5 – Opinião dos participantes sobre a reação dos usuários durante a etapa de Projeto Rápido.....	105
Tabela 6 – Opinião dos participantes sobre a melhoria da comunicação com o usuário devido a aplicação de padrões durante a etapa de Projeto Rápido.....	106
Tabela 7 – Opinião dos participantes quanto a diminuição do número de decisões tomadas na etapa de Construção do Protótipo.....	106
Tabela 8 –Usuário se expressar pelos padrões na etapa de Avaliação do Protótipo.....	112
Tabela 9 –Aplicação de padrões na etapa de Refinamento do Protótipo.....	114
Tabela 10 – Classes identificadas na atividade de Análise.....	116
Tabela 11 –Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de análise na atividade de análise.....	116
Tabela 12 –Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões arquiteturais na atividade de Projeto Arquitetural.....	117
Tabela 13 – Classificação dos critérios considerados para cada aplicação de padrões nas etapas do modelo de processo Prototipação apoiado por padrões.....	118
Tabela 14 –Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de processo e organizacionais durante o processo de desenvolvimento.....	120
Tabela 15 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de ES e de IHC no processo de desenvolvimento.....	120
Tabela 16 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de ES e de IHC para melhorar a comunicação entre os participantes.....	121
Tabela 17 – Opinião dos participantes sobre a transferência de conhecimento dos padrões de ES e de IHC.....	122
Tabela 18 – Relacionamento dos padrões de ES complementados pelos padrões de IHC ...	124
Tabela 19 – Relacionamento dos padrões de IHC complementados pelos padrões de ES ...	125
Tabela 20 – Relacionamento dos padrões de ES complementados pelos padrões de ES	128

Capítulo 1 – Introdução

1.1 – Objetivos

Na área da Ciência da Computação, as áreas de Engenharia de Software (ES) e Interação Humano-Computador (IHC) tratam o desenvolvimento de sistemas interativos¹ de forma sistemática, através da apresentação de práticas, tais como os modelos de processo, métodos e ferramentas.

A ES e a IHC se distinguem quanto ao seu foco durante o desenvolvimento de sistemas interativos. A ES foca a funcionalidade e o processo de desenvolvimento segundo a funcionalidade, e a IHC foca os aspectos de interação entre o ser humano e a máquina e o processo de desenvolvimento segundo esses aspectos de interação. Embora suas visões sejam diferentes, elas são complementares, e a sua integração é benéfica ao processo de desenvolvimento, resultando em um produto de melhor qualidade e que satisfaz as necessidades do usuário final.

O processo de desenvolvimento de sistemas interativos, tanto sob a ótica da ES quanto sob a ótica da IHC, é uma atividade complexa. Diversas preocupações devem ser consideradas para se desenvolver um sistema interativo que satisfaça ao seu cliente e utilize adequadamente os recursos disponíveis. Pode-se citar como exemplos de tais preocupações:

- Quais atividades e artefatos devem ser elaborados durante o desenvolvimento?
- Como organizar as atividades que serão realizadas, considerando a dependência entre elas?

¹ Sabendo da existência de diversos tipos de sistemas e processos de desenvolvimento de sistemas, neste trabalho são considerados somente os sistemas interativos.

- Quais métodos e ferramentas podem ser aplicadas durante o desenvolvimento?
- Quantas pessoas devem ser alocadas para o desenvolvimento? Qual é o conhecimento mínimo de cada pessoa contratada?
- Quais são os papéis e as responsabilidades deles no processo de desenvolvimento?
- Como alocar as pessoas contratadas aos papéis definidos?
- Como deve ser a comunicação entre os membros da equipe e entre eles e membros externos ao processo de desenvolvimento?

Dentre essas preocupações, destacam-se as atividades a serem realizadas durante o processo de desenvolvimento. Tanto a ES quanto a IHC, com foco em seus interesses, apresentam métodos para a realização do levantamento, especificação, análise e verificação dos requisitos do sistema (conhecido na IHC como análise de sistemas (HIX; HARTSON, 1993) e atualmente na ES como engenharia de requisitos (PRESSMAN, 2002)), projeto do sistema, implementação, verificação, validação e testes do sistema. Devido à natureza de um sistema interativo, que é auxiliar um ser humano a realizar algumas de suas tarefas, também é necessário considerar atividades que estão relacionadas à elaboração, avaliação e refinamento de protótipos para projetar uma interface com o usuário adequada as suas necessidades.

Conforme citado anteriormente, deve-se considerar que o desenvolvimento de sistemas deve permitir uma boa comunicação entre os integrantes da equipe de desenvolvimento, ou seja, entre os engenheiros de software, especialistas em IHC e também usuários finais. A comunicação é dificultada pela diferença de formação, visão, interesses e necessidades desses profissionais. Essa falta de comunicação impacta no produto construído,

como por exemplo, a disponibilização de funcionalidades não necessárias, a dificuldade em usar as funcionalidades disponíveis e um código de difícil compreensão e manutenção.

Para auxiliar a desenvolver um sistema interativo, a ES e a IHC propõem diversas práticas, como os modelos de processo, ferramentas e métodos. Uma prática adotada pela ES, e mais recentemente pela IHC, é a identificação e aplicação de padrões computacionais (*patterns*) no processo de desenvolvimento. Sabendo da existência de diversos tipos de padrões, neste trabalho são considerados somente os padrões relacionados ao desenvolvimento de sistemas interativos, tanto os propostos pela ES quanto os da IHC. Portanto o termo “padrões” é usado neste texto para referenciar esses tipos de padrões.

Padrões podem ser utilizados para melhorar a comunicação entre os especialistas das diferentes áreas, além de expressar conhecimentos obtidos durante o desenvolvimento de sistemas, de tal forma que possam ser reaproveitados em outros projetos. Padrões são entendidos aqui como uma forma de expressar conhecimento através de textos e esboços em um formato estruturado, cuja solução é de sucesso para um problema que ocorre freqüentemente em um determinado contexto (ALEXANDER *et al.*, 1977).

Entretanto, a aplicação de padrões no processo de desenvolvimento de tais sistemas envolvendo as visões de ambas as áreas e de modo mais sistemático ainda não é muito divulgada, com poucos artigos na literatura especializada. Devido a essa carência, muitas vezes, os profissionais se limitam a aplicar alguns padrões, impedindo um melhor aproveitamento do potencial dos padrões e a obtenção de um melhor produto.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo mostrar como um conjunto de padrões, composto por padrões de ES e de IHC, podem auxiliar no processo de desenvolvimento de sistemas interativos, considerando um modelo de processo que envolva os interesses de ambas as áreas.

Para a realização deste trabalho foram estudados o modelo de processo Prototipação e 472 padrões, divididos em categorias. Relacionando o modelo de processo adotado às categorias definidas, é elaborado o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões, investigando, através de estudos de caso, como os padrões podem auxiliar no desenvolvimento de sistemas interativos em uma equipe multidisciplinar.

Como resultado tem-se validados os relacionamentos entre as categorias de padrões e as etapas do modelo de processo Prototipação, definindo o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões, bem como identificados os relacionamentos entre os padrões dessas áreas. A partir da identificação de tais relacionamentos elabora-se a primeira versão de uma linguagem de padrões voltada para o desenvolvimento de sistemas interativos que abrange padrões de ambas as áreas, e conseqüentemente, os aspectos considerados relevantes por cada uma delas. Entretanto, este trabalho não tem como objetivo explorar à exaustão todos os padrões possíveis para aplicação no desenvolvimento de sistemas interativos, principalmente devido à:

- Variedade de modelos de processo para desenvolvimento de sistemas interativos;
- Variedade de tipos de sistemas interativos existentes;
- Quantidade de padrões já identificados pela literatura; e
- Tema padrões ainda não estar completamente esgotado, permitindo que padrões não identificados sejam propostos.

Portanto, o objetivo deste trabalho, como comentado anteriormente, é mostrar que padrões de IHC e de ES podem ser aplicados conjuntamente no desenvolvimento de sistemas interativos considerando um modelo de processo que envolva os interesses de ambas as áreas.

1.2 – Motivação

A integração das visões de ES e de IHC é benéfica ao processo de desenvolvimento, permitindo elaborar o sistema de uma forma mais completa, tratando aspectos de ambas as áreas. Entretanto realizar tal tarefa não é trivial. Diversas abordagens são encontradas na literatura, mas poucas consideram a aplicação conjunto de práticas de ES e de IHC.

Como práticas propostas pela ES e pela IHC podem ser citadas os modelos de processo e padrões. Diversos são os modelos de processo apresentados, que devem ser escolhidos e adaptados de acordo com as necessidades do sistema de desenvolvimento e da organização que realizará o trabalho.

Padrões são outra prática que a ES e a IHC estão identificando e aplicando no desenvolvimento de sistemas interativos. Mas não se sabe qual a real aplicabilidade dos padrões de IHC no desenvolvimento de sistemas interativos e também como aplicá-los de uma forma mais efetiva quando em conjunto com os Padrões de ES e em um modelo de processo consagrado pela ES e pela IHC.

Este trabalho teve como desafio colaborar com as pesquisas nessa área “híbrida” de ES e IHC, pensando o desenvolvimento de sistemas interativos de forma mais ampla que a atual, de modo a considerar as visões de ES e de IHC conjuntamente, e aplicar padrões durante o desenvolvimento de sistemas interativos. A proposta de aplicação de padrões no desenvolvimento de sistemas é atraente para apoiar essa forma de desenvolvimento de sistemas interativos, visto que pode promover uma maior integração entre os profissionais de ES e IHC envolvidos, considerando também os usuários finais desses sistemas, bem como oferecer soluções eficientes para os problemas atualmente relatados pelos usuários de tais sistemas.

1.3 – Organização do texto

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

No Capítulo 2 é apresentada a metodologia de desenvolvimento deste trabalho, apresentando o modelo de processo adotado, o Prototipação, para se mostrar a aplicabilidade dos padrões, os padrões aplicados e conceitos envolvidos. Baseado neste modelo, neste trabalho foi elaborado o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões, considerando as críticas levantadas sobre o modelo de processo adotado. Por fim, nesse capítulo, é apresentado um processo simplificado, instanciado do modelo de processo adotado, servindo também como exemplo de instanciação do modelo elaborado. Esse processo simplificado foi adotado nos estudos de caso.

Três estudos de caso são apresentados no Capítulo 3. Cada estudo de caso foi desenvolvido em duas fases, na qual o objetivo da primeira fase era o desenvolvimento de um sistema sem a aplicação de padrões. Na segunda fase do estudo de caso, o mesmo sistema era desenvolvido aplicando-se padrões de ES e de IHC, conforme o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões instanciado.

No Capítulo 4, são apresentados e discutidos os dados coletados sobre o estudo de caso, principalmente a partir do relatório de experiência preenchido pelos participantes. Nesse Capítulo também é apresentado os relacionamentos entre os padrões de ES e de IHC, discutindo como esses padrões se complementam. Baseado nesses relacionamentos, foi elaborada a primeira versão de uma linguagem para desenvolvimento de sistemas interativos, composta por padrões de IHC e de ES.

As conclusões sobre este trabalho são apresentadas no Capítulo 5, em conjunto com os principais resultados obtidos, comparações com outros trabalhos encontrados na literatura e uma análise crítica sobre o trabalho desenvolvido. Também são apresentadas as dificuldades a serem superadas, as publicações fruto deste trabalho e os trabalhos futuros.

Capítulo 2 – Metodologia para Aplicação de Padrões de ES e de IHC no Desenvolvimento de Sistemas Interativos

2.1 – Considerações Iniciais

Para mostrar a aplicabilidade dos padrões no processo de desenvolvimento de sistemas interativos foram estudados diversos modelos de processo propostos pela ES (PRESSMAN, 2002; SOMMERVILLE, 2003) e pela IHC (PREECE, 1993; HIX; HARTSON, 1993; NIELSEN, 1993; MAYHEW, 1999). Dentre os modelos estudados, o modelo escolhido para a realização deste trabalho foi o modelo de processo Prototipação.

O modelo de processo Prototipação (PRESSMAN, 2002) foi adotado devido aos focos do engenheiro de software e do especialista em IHC serem distintos durante a elaboração do protótipo, esse artefato deve explorar aspectos de ambas as áreas, e principalmente pelo fato da Prototipação ser parte integral do projeto interativo quanto por ser uma abordagem altamente participativa (PREECE, 1993).

A partir da escolha do modelo de processo a adotar, foi realizado um estudo mais aprofundado levantando problemas e considerações sobre o modelo de processo adotado. Em paralelo, foram estudados diversos padrões propostos pela ES e pela IHC e os conceitos envolvidos. No total foram estudados cerca de 245 padrões de ES e mais de 230 padrões de IHC. Em seguida, padrões foram selecionados para auxiliar a amenizar os pontos levantados sobre o modelo adotado, resultando no modelo de processo de Prototipação Apoiado por Padrões.

Para validar o modelo proposto, estudando desse modo a aplicabilidade dos padrões de ES e de IHC no desenvolvimento de sistemas interativos, foi definido uma

estrutura geral para os estudos de caso realizados, apresentando um processo simplificado que instancia os modelos de processo Prototipação e Prototipação Apoiado por Padrões.

Na Seção 2.2 é revisado o modelo de processo Prototipação, enquanto na Seção 2.3 é apresentada uma análise crítica quanto a esse modelo. Os conceitos de padrões e linguagem de padrões, bem como uma classificação de padrões de ES e de IHC e os padrões adotados neste trabalho são descritos na Seção 2.4. Considerando a análise realizada quanto ao modelo adotado e os padrões estudados, a Seção 2.5 apresenta o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões. A Seção 2.6 apresenta um processo simplificado, instanciado a partir do modelo de processo Prototipação, e estendido a partir do modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões, que foi utilizado para a realização de estudos de caso. Por fim, a Seção 2.7 apresenta as considerações finais.

2.2 – O Modelo de Processo Prototipação

O modelo de processo Prototipação, apresentado na Figura 1, objetiva a realização de diversas iterações em que um protótipo é desenvolvido a partir de um conjunto de requisitos, e em seguida é avaliado pelo cliente (BROWN, 1996; PRESSMAN, 2002; SOMMERVILLE, 2003). Através dos resultados obtidos da avaliação, um novo protótipo, ou o produto final, é construído.

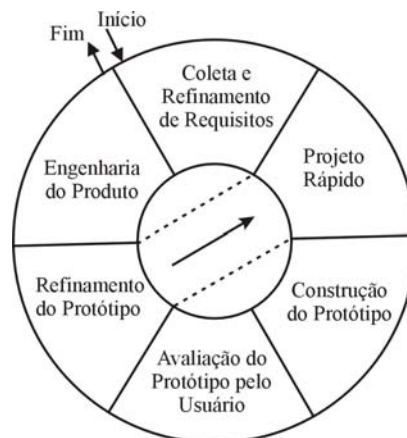


Figura 1 – Modelo de processo Prototipação (BROWN, 1996)

A primeira etapa do modelo de processo Prototipação, Coleta e Refinamento de Requisitos, diz respeito ao contato com o cliente. Nessa etapa o especialista e o cliente definem os requisitos gerais do software, identificando os requisitos, destacando aqueles conhecidos e os que necessitam de um melhor entendimento. Nas próximas etapas, de Projeto Rápido e de Construção do Protótipo, um projeto para o protótipo é elaborado baseado nos requisitos obtidos, e em seguida o protótipo é implementado. Na maioria das etapas, ferramentas são utilizadas para facilitar e acelerar o desenvolvimento do protótipo (SOMMERVILLE, 2003).

Após a implementação do protótipo, este é avaliado pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente. Durante a etapa de Refinamento do Protótipo sugestões de modificações são identificadas a partir da análise da avaliação. Caso existam requisitos que ainda necessitem ser melhor explicitados, uma nova iteração é realizada. Caso contrário, será construído o sistema a ser entregue na etapa de Engenharia do Produto.

Preece (1993) e Sommerville (2003) apresentam alguns modelos de Prototipação, entre eles podem-se citar a:

a) Prototipação Descartável: enfatiza o desenvolvimento do protótipo e a sua avaliação, descartando-o quando os requisitos se tornam mais claros para então desenvolver o sistema final;

b) Prototipação Evolucionária: o protótipo é desenvolvido em partes por funcionalidades, modificando-o e acrescentando módulos que adicionam funcionalidades até a satisfazer o cliente. A última versão do protótipo é o sistema final; e

c) Prototipação Incremental: o protótipo é construído incrementalmente, sendo elaborado um projeto que considere todos os aspectos sem que todas as funcionalidades estejam implementadas. Ou seja, as funcionalidades são identificadas logo no início do

processo, separadas em conjuntos e são implementadas através de diversas iterações, cada iteração implementando um conjunto de funcionalidades.

Outro fator que difere o modelo Prototipação Descartável dos outros dois modelos está relacionado aos requisitos que são explorados no início do processo. Na Prototipação Descartável, são implementados no protótipo os requisitos que estão menos claros, enquanto que nos outros dois modelos de Prototipação normalmente o processo se inicia implementando os requisitos que são mais bem compreendidos e com maior prioridade (SOMMERVILLE, 2003).

Na próxima Seção são apresentadas as considerações sobre o modelo de processo Prototipação ao se desenvolver um sistema interativo segundo esse modelo, integrando as visões de ES com a de IHC.

2.3 – Análise Crítica do Modelo de Processo Prototipação

O modelo de processo Prototipação, como visto na Seção anterior, é aplicado tanto pela ES quanto pela IHC. Entretanto os focos dessas áreas na Prototipação são diferentes. O engenheiro de software, ao desenvolver protótipos, está preocupado com a compreensão dos requisitos para modelar os módulos internos do sistema, enquanto que o especialista de IHC está preocupado com o modelo da interação entre usuário final e sistema. Pode-se concluir que, na Prototipação, a visão da ES é focada inicialmente na estrutura interna do sistema a ser desenvolvido, e a visão da IHC é focada nas tarefas a serem realizadas com o apoio do sistema, conforme é apresentado na Figura 2.

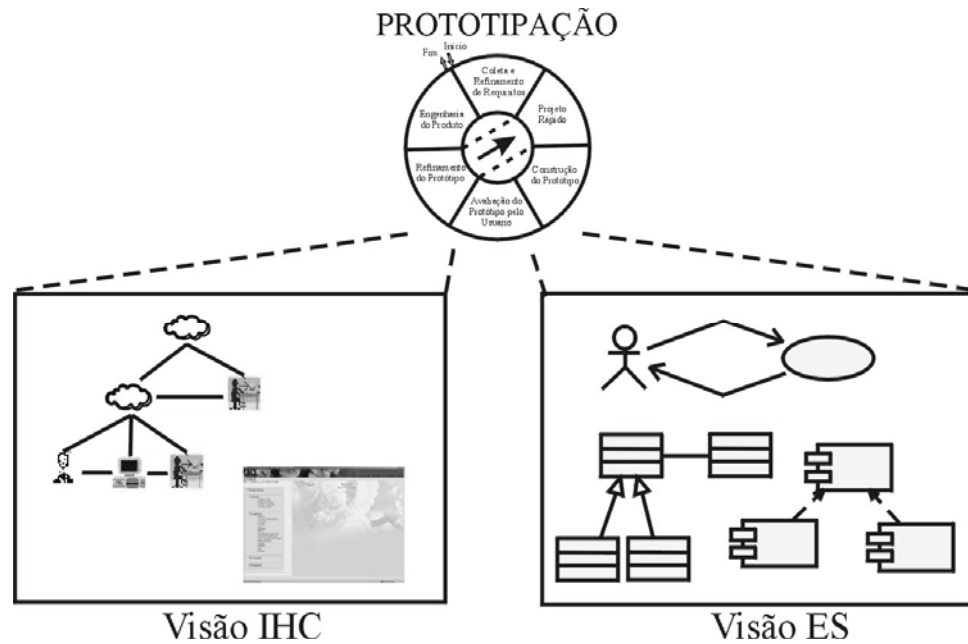


Figura 2 - A visão da IHC e visão da ES sobre o modelo de processo Prototipação

Considerar as duas visões na Prototipação não é uma tarefa trivial, pois diversos problemas surgem da integração dessas visões. Em algumas ocasiões o foco do protótipo será mais intenso nos aspectos externos, como ocorre na Prototipação Descartável, e em outras será na estrutura interna, para possibilitar flexibilidade ao sistema que futuramente pode receber novos requisitos, como o que ocorre na Prototipação Evolucionária.

Outra questão é a comunicação entre os profissionais, que deve ser ampla para garantir que o protótipo desenvolvido permita explorar os aspectos de ambas as áreas. O processo também deve possibilitar o aprendizado dos profissionais na área em que não são especialistas, pois pode facilitar a comunicação da equipe em projetos futuros. Esse aprendizado objetiva apenas a compreensão dos aspectos relevantes da outra área, e não o domínio do conhecimento do especialista na outra área. Outro problema é realizar a conexão da estrutura externa, explorada pelo especialista em IHC, com a estrutura interna, explorada pelo engenheiro de software. Tais fatores influenciaram a escolha do modelo de processo Prototipação como o modelo a ser estudado em conjunto com padrões de IHC e de ES neste trabalho.

Após um estudo sobre o modelo de processo Prototipação, uma lista de considerações foi elaborada e é apresentada resumidamente na Tabela 1.

Tabela 1 – Considerações levantadas para as etapas do modelo de processo Prototipação

Etapa	Considerações
Coleta e Refinamento de Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> - Procurar por informações que auxiliam a compreender o domínio do problema e os requisitos - Obter os requisitos do sistema - Delimitar os requisitos do sistema por completo, que é uma das dificuldades do usuário
Projeto Rápido	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar um projeto da interface com o usuário que englobe os requisitos a serem refinados, representando os aspectos que são visíveis ao usuário e o nível de conhecimento do usuário - Considerar as melhores decisões relacionadas à funcionalidade no projeto rápido - Garantir que o processo não será oneroso (tempo e recursos)
Construção do Protótipo	<ul style="list-style-type: none"> - Minimizar o tempo e recursos despendidos no desenvolvimento - Assegurar o correto funcionamento do protótipo para que uma avaliação consistente seja realizada na próxima etapa - Englobar somente funções necessárias, pois não há necessidade de todas as funções que irão compor o produto final estarem presentes
Avaliação do Protótipo pelo Cliente	<ul style="list-style-type: none"> - Guiar o usuário para um melhor refinamento dos requisitos desejados, engajando-o e cuidando para que se tenha uma comunicação efetiva com o usuário - Preocupações de como obter melhor as informações do usuário - Deve-se aproveitar ao máximo o tempo despendido com o usuário a avaliação, a fim de obter informações suficientes para detalhar os requisitos - Fazer um planejamento para permitir a participação dos clientes representativos (usuários finais do sistema), e que o processo de avaliação não seja muito oneroso
Refinamento do Protótipo	<ul style="list-style-type: none"> - Coletar críticas e problemas resultantes da avaliação do protótipo, apresentando diretivas de solução para as considerações levantadas
Engenharia do Produto	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver o sistema seguindo práticas de ES e de IHC

2.4 – Padrões Adotados Para Aplicação no Modelo de Processo

Prototipação

Embora padrões estejam sendo utilizados em ES e IHC, não existe uma definição única que seja amplamente aceita entre os pesquisadores dessas áreas. Padrões foram inicialmente definidos como uma solução para um problema em um contexto (ALEXANDER *et al.*, 1977 *apud* VLISSIDES, 1997). Essa definição é apontada como um erro de interpretação por Vlissides (1997), pois o problema para o qual o padrão apresenta uma solução deve ocorrer diversas vezes, não limitando somente a uma única vez. Vlissides também destaca a necessidade da solução ser relevante em situações que não são imediatas (o autor considera como situações imediatas aquelas que propor uma boa solução é uma tarefa trivial), além de focar a necessidade de nomear o padrão para referenciá-lo, facilitando assim a comunicação entre os membros da equipe de desenvolvimento. Outro problema apontado por Vlissides é a necessidade de um padrão ser uma solução comprovada e eficiente. Embora Vlissides critique a definição proposta por Alexander, ele não apresenta uma definição, justificando que uma definição satisfatória seria de difícil entendimento.

Rihle e Züllighoven (1996) definem padrões como uma abstração de uma forma concreta que guarda recorrência em um contexto específico e não arbitrário. Embora essa definição enfatize o uso de um formato para os padrões, ela não satisfaz os pontos criticados por Vlissides, como por exemplo a necessidade de nomear um padrão e a solução ser comprovada e eficiente.

Uma outra definição para padrões, nesse caso específico para padrões de projeto de interação, é apresentada por Borchers (2000), que descreve que um padrão de projeto captura uma solução comprovada para um problema de projeto recorrente em uma forma de fácil entendimento, gerativa e compreensível às pessoas. Essa definição também não satisfaz todas as críticas apontadas por Vlissides para a definição de Alexander, como por

exemplo a necessidade de nomear um padrão e a solução ser relevante em situações que não são imediatas.

Gamma *et al.* (1994) definem padrões de projeto como descrições de soluções simples e elegantes para problemas específicos no projeto de software orientado a objetos. Esses autores comentam que padrões de projeto capturam soluções que foram desenvolvidas e evoluídas ao longo do tempo, portanto não são projetos que pessoas tendem a elaborar logo de início. Tais padrões refletem reprojeto não revelado (*unfold redesign*), registrado por desenvolvedores que se esforçaram para melhorar o reuso e a flexibilidade de seus sistemas. Por fim, comentam que padrões de projeto capturam essas soluções de modo sucinto e com um formato fácil para aplicação.

Tidwell (1999) define padrões como descrições para possíveis boas soluções para um problema comum de projeto em um certo contexto, descrevendo as qualidades invariáveis de todas as soluções. O termo “qualidades invariáveis” refere-se às características comuns e constantes ao analisar várias aplicações do padrão.

Percebe-se, com esse quadro sobre conceituação de padrões, que uma definição de padrões amplamente aceita é ainda inexistente. Padrões são entendidos aqui como uma forma de expressar conhecimento através de textos e esboços em um formato estruturado, cuja solução proposta pelo padrão é de sucesso para um problema que ocorre freqüentemente em um determinado contexto.

Essa definição foi elaborada considerando as definições apresentadas anteriores, tanto de autores de ES quanto os autores de IHC, elaborando-se assim um conceito de padrões de nível mais abstrato. Entretanto essa definição também não satisfaz todos os pontos levantados por Vlissides para a definição de Alexander, como por exemplo a necessidade de um nome para referenciar o padrão estar na definição e descrever que a solução seja relevante em situações que não são imediatas. Mesmo não atendendo todas as

restrições de Vlissides, acredita-se que é necessário apresentar uma definição geral de padrões, englobando tanto os padrões de ES e quanto os padrões de IHC, para se compreender melhor o assunto discutido. Possuindo uma definição em comum, percebe-se que ambas as áreas estão tratando do mesmo conceito.

Segundo Alexander (1977), os padrões não estão isolados, e sim conectados formando algo maior, que chamou de linguagem de padrões. Segundo esse autor, uma linguagem de padrões nada mais é do que uma maneira de descrever a experiência de alguém. Também considera que uma linguagem de padrões é a representação de um princípio repetitivo em um bom projeto de interação através de um conjunto de padrões hierarquicamente estruturados e inter-relacionados que são criados para guiar o projetista pelos vários níveis de abstração através do processo.

Segundo Borchers (2000), uma linguagem de padrões é um conjunto de padrões estruturado hierarquicamente que conduz o projetista a partir de assuntos de alto nível e abstratos para assuntos de projeto concretos e de pequena escala.

Algumas definições enfocam o relacionamento entre os padrões, como a de Fincher (1999), definindo que a linguagem de padrões não captura somente as “peças” de projeto, ou seja, os padrões, mas também a forma como essas “peças” se encaixam. A definição de Welie e Troetteberg (2000) estabelece que padrões estão relacionados uns com os outros, e conseqüentemente uma rede de padrões constituem uma linguagem de padrões.

Embora não se encontre uma definição de padrões amplamente aceita pelas comunidades que exploram esse assunto, diversos padrões são identificados e aplicados tanto pela ES quanto pela IHC. Essas áreas são motivadas pelas características dos padrões e os benefícios que sua aplicação traz ao processo de desenvolvimento de sistemas interativos. Segundo Fincher (1999), as características básicas dos padrões são: Formato de Apresentação;

Captura da Prática; Abstração; Princípio de Organização; Sistema de Valores; Facilidade de Compreensão.

Através dessas características, padrões possuem dois benefícios (FINCHER, 1999):

a) **fornecimento de um vocabulário comum**, melhorando a comunicação entre a equipe de desenvolvimento e usuários leigos; e

b) **captura da experiência**, pois padrões podem ser utilizados para a transferência de conhecimentos entre pessoas de níveis de experiência diferentes.

Considerando tais características e benefícios, acredita-se aqui que padrões podem facilitar a integração da ES com a IHC, principalmente melhorando a comunicação entre os especialistas.

A motivação da aplicação dos padrões pela ES e pela IHC também difere. A ES aplica padrões com maior foco na troca de experiência entre os engenheiros de software, enquanto que a IHC foca mais como um meio de fornecer um vocabulário comum entre os especialistas e o usuário final do sistema. Essa diferença se reflete na audiência dos leitores dos padrões escritos. Por exemplo, os padrões de Gamma *et al.* (1994) possuem apenas uma audiência, os projetistas do sistema. Essa diferença reflete bastante nos padrões, que possuem então apenas valores profissionais (FINCHER, 1999). Os padrões de IHC tendem a ter, no mínimo, duas audiências: o profissional que deseja projetar a interface com o usuário, podendo ser um projetista de IHC com pouco experiência ou um engenheiro de software, e o usuário do sistema.

Diversos padrões de ES e de IHC encontrados na literatura foram estudados e analisados. Para facilitar o estudo e aplicação desses padrões em um processo de desenvolvimento, eles foram agrupados em categorias. Para os padrões de ES, estendem-se aqui as categorias propostas por Buschmann *et al.* (1996), incluindo as categorias de padrões

de processo, padrões organizacionais, padrões de análise, padrões de persistência de dados e padrões de testes:

- **Padrões de Processo:** são aqueles que conduzem o desenvolvimento de software, descrevendo uma abordagem ou série de ações comprovadas e de sucesso para o desenvolvimento de software (AMBLER, 1998). Os padrões de processo estudados e aplicados são os que compõem a linguagem de padrões de Coplien (COPLIEN, 1995), a linguagem de padrões *Requirements-Analysis-Process Pattern Language - RAPPeL* (WHITENACK, 1995), a linguagem de padrões *Caterpillar's Fate* (KERTH, 1995) e a linguagem de padrões para desenvolvimento de protótipos conceituais efetivos (STIMMEL, 1999);

- **Padrões Organizacionais:** são aqueles que auxiliam o gerenciamento pessoas envolvidas com o processo de software (AMBLER, 1998). São considerados neste trabalho os padrões organizacionais propostos por Coplien em sua linguagem de padrões (COPLIEN, 1995);

- **Padrões de Análise:** expressam grupos de conceitos que representam uma construção comum na modelagem de negócio. Eles podem ser relevantes para um domínio, ou para vários domínios (FOWLER, 1996). Para a realização deste trabalho são considerados os padrões de análise definidos por Fowler (1996) e a linguagem de padrões para Gerência de Recurso de Negócios - GRN (BRAGA *et al.*, 1999);

- **Padrões Arquiteturais:** expressam uma organização estrutural ou esquemas para sistemas. Pode-se citar como padrões arquiteturais estudados o *Model-View-Controller - MVC* e o *Presentation-Abstraction-Control - PAC* (BUSCHMANN *et al.*, 1996), ambos aplicados na arquitetura de sistemas interativos;

- **Padrões de Projeto:** refinam subsistemas ou módulos de um sistema, ou a relação entre eles. Nessa categoria têm-se os padrões identificados por Gamma *et al.* (1994) e os por Grand (1998), que foram estudados e são considerados neste trabalho;

- **Padrões de Persistência de Dados:** descrevem mecanismos para mapear objetos persistentes para um banco de dados. Neste trabalho é aplicada a coleção de padrões para persistência de Yoder *et al.* (1998), que facilita a implementação de sistemas orientados a objetos (OO) com banco de dados relacional;

- **Padrões de Implementação** ou **Idiomas:** específicos de linguagens de programação, esses padrões descrevem como implementar aspectos particulares dos módulos ou a relação entre eles utilizando as características da linguagem. Como exemplo pode-se citar o padrão *Counted Point* (BUSCHMANN *et al.*, 1996). Devido a restrição de tempo para a realização dos estudos de caso deste trabalho, idiomas não foram aplicados nos estudos de caso;

- **Padrões de Testes:** descrevem diferentes métodos de testes de sistemas. São exemplos dessa categoria os padrões *Black Box Testing*, *White Box Testing* e *Acceptance Testing*, identificados por Grand (1999). Devido a restrição do trabalho, não são aplicados padrões de testes neste trabalho.

Não se encontra na literatura uma classificação tão clara dos padrões de IHC quanto a encontrada para os padrões de ES (BUSCHMANN *et al.*, 1996; RIHLE; ZÜLLIGHOVEN, 1996). Para a realização deste trabalho são utilizadas as categorias apresentadas por Alpert (2003):

- **Padrões de Interação Humano-Computador:** relacionados com preocupações de alto nível e algumas vezes com *guidelines*, envolvendo a psicologia do usuário, auxiliando no projeto da interação. Neste trabalho aplica-se os padrões da linguagem de padrões *Common Ground* (TIDWELL, 1999);

• **Padrões de Interface com o Usuário:** auxiliam no projeto de detalhamento da interface com o usuário, e estão relacionados com problemas de interação específicos. Sua solução é baseada em componentes de interface com o usuário. São considerados neste trabalho os padrões da coleção *UI Patterns & Techniques* (TIDWELL, 2003a) e os padrões para projeto de *GUI* (WELIE, 2003).

Mahemoff e Johnston (1998) também apresentam categorias para padrões de IHC composto por quatro categorias: tarefas, usuários, elementos da interface com o usuário, e sistemas inteiros. Segundo os autores dessa classificação, padrões de tarefas fornecem detalhes de alto nível das tarefas que os usuários freqüentemente realizam e como eles podem ser suportados pelo sistema. Os padrões de usuários auxiliam o analista garantindo que o sistema suporte diferentes tipos de usuário, dependendo do contexto, enquanto que os padrões de elementos da interface com o usuário detalham o uso apropriado de um *widget*. A última categoria é composta por padrões que capturam questões relativas a todo o sistema, e são chamados de padrões para sistemas inteiros, lidando com a forma de interação, como manipulação direta, menus e formulários. Entretanto, tal grupo de categorias de padrões não foi considerado neste trabalho, pois não foram encontrados padrões de tarefas, de usuários e de sistemas inteiros durante o levantamento de padrões.

Considerando tais categorias de padrões, em conjunto com a definição de cada uma delas, e a análise realizada sobre o modelo de processo Prototipação, é apresentado na próxima Seção o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões.

2.5 – O Modelo de Processo Prototipação Apoiado por Padrões

Resultante do estudo do modelo de processo Prototipação e os padrões encontrados na literatura que podem ser utilizados para auxiliar no desenvolvimento de sistemas interativos, foi elaborado o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões.

Esse modelo é uma adaptação do modelo de processo adotado, relacionando as categorias dos padrões definidas com as etapas do modelo.

Devido às diferenças entre o desenvolvimento de protótipos descartáveis e protótipos evolucionários e incrementais, definiu-se duas visões do modelos de processo Prototipação Apoiado por Padrões, uma visão para desenvolvimento de protótipos descartável e outra visão para desenvolvimento de protótipos evolucionários e incrementais. O modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para desenvolvimento de protótipos descartáveis é apresentado na Figura 3, e o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para desenvolvimento de protótipos evolucionários ou incrementais é apresentado na Figura 4.

As duas visões do modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões se diferem principalmente nas etapas de Projeto Rápido, Construção do Protótipo e Engenharia do Produto. Ao desenvolver um protótipo descartável na etapa de Projeto Rápido, há pouca preocupação com a modelagem dos aspectos internos do protótipo, enquanto que considerar tal modelagem é fundamental ao desenvolver protótipos evolucionários ou incrementais para considerar o impacto de novos requisitos no protótipo já construído. Essa diferença também é

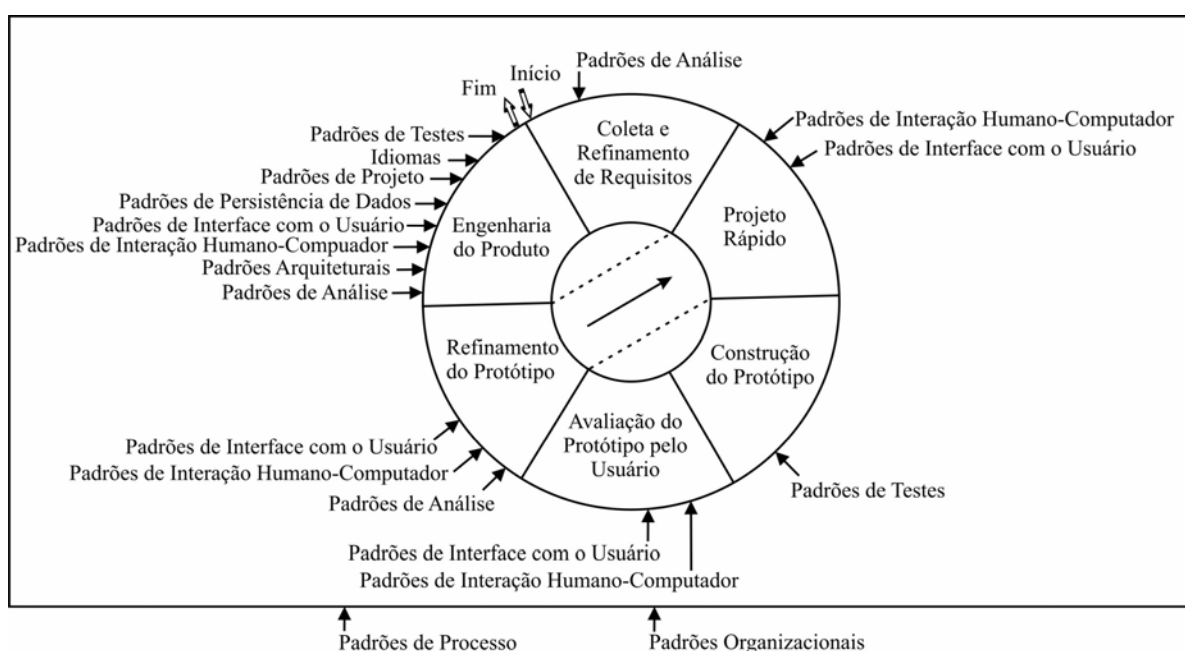


Figura 3 – Modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para protótipos descartáveis

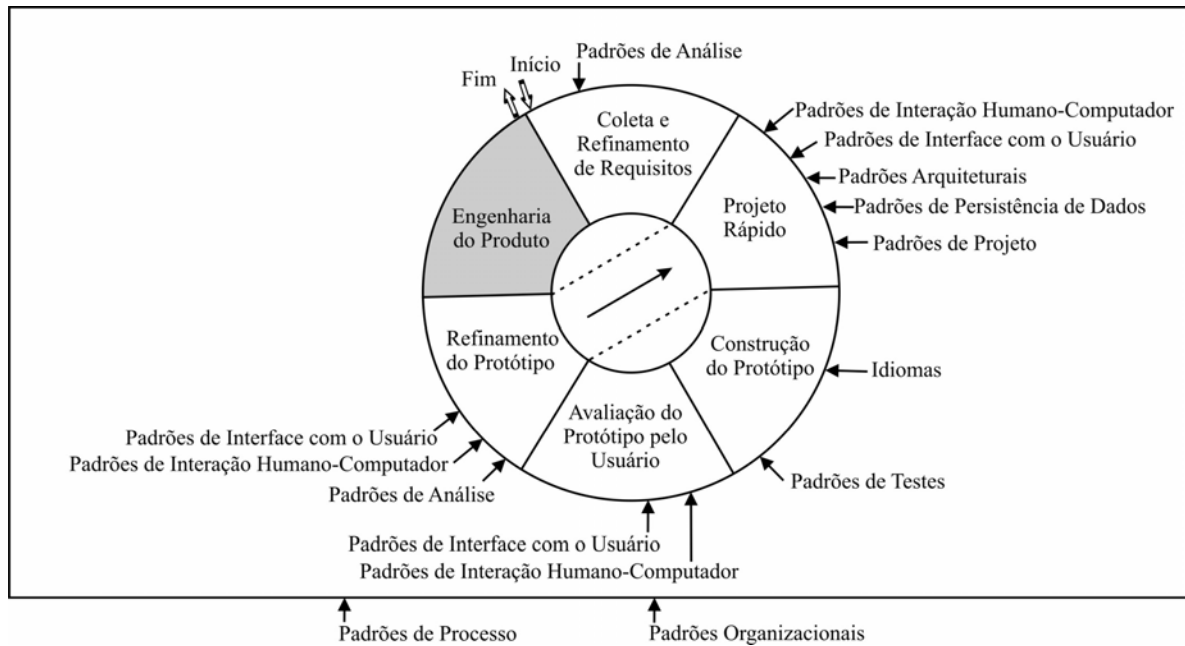


Figura 4 - Modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para protótipos evolucionários ou incrementais

decorrente da última versão do protótipo ser o produto final durante o desenvolvimento de protótipos evolucionários e incrementais.

Durante a etapa de Construção do Protótipo, no desenvolvimento de protótipos evolucionários e incrementais, há uma preocupação com o código desenvolvido para o protótipo, pois será o código do produto final após o término do desenvolvimento. Essa preocupação não existe no desenvolvimento de protótipos descartáveis durante essa etapa, pois o protótipo será descartado antes do desenvolvimento do produto final. Essa diferença resulta na aplicação de idiomas durante a Construção do Protótipo na visão de desenvolvimento de protótipos evolucionários e incrementais.

A etapa de Engenharia do Produto não é realizada no desenvolvimento de protótipos evolucionários e incrementais devido à última versão do protótipo ser o produto final. Diferente do desenvolvimento de protótipos descartáveis, em que o produto final é elaborado considerando a qualidade no produto final sobre a ótica de ES e a ótica de IHC. Portanto há uma diferença na aplicação de padrões nessa etapa ao comparar a visão de desenvolvimento de protótipos descartáveis da visão de desenvolvimento de protótipos

evolucionários e incrementais. Percebe-se que as categorias de padrões aplicados durante a etapa de Engenharia de Produto no desenvolvimento de protótipos descartáveis são distribuídas entre as outras etapas no desenvolvimento de protótipos evolucionários e incrementais.

No restante desta Seção são discutidos os relacionamentos identificados entre as etapas do modelo e as categorias de padrões, baseado em como padrões das categorias definidas auxiliam a amenizar os problemas levantados para cada etapa do modelo de processo Prototipação. Ressalta-se que os padrões de processo e organizacionais podem ser aplicados em várias etapas, assim estão referenciados do lado externo da Figura 3 e da Figura 4.

2.5.1. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Durante a etapa de coleta e refinamento de requisitos e na etapa de refinamento do protótipo, o engenheiro de software e o especialista em IHC estão preocupados em compreender melhor o domínio do problema, enquanto que o usuário está tentando se expressar da melhor forma possível. Padrões que possuem informações relevantes ao domínio, como alguns padrões de análise, podem ser aplicados. Alguns padrões de análise, como os propostos por Fowler (1996), podem ser aplicados em diversos domínios, e portanto, acredita-se que a sua consideração na obtenção de informações sobre o domínio em que se deseja desenvolver o software não compensa os recursos despendidos para compreensão do padrão.

Padrões de tarefa podem ser aplicados durante essa etapa de desenvolvimento para auxiliar na identificação de requisitos do sistema, pois as tarefas realizadas pelo usuário final estão intrinsecamente relacionadas com os requisitos funcionais. Entretanto, neste trabalho não foi considerada tal categoria de padrões, pois durante o levantamento de padrões existentes na literatura não foram encontrados padrões de tarefas.

2.5.2. Etapa de Projeto Rápido

Na etapa de projeto rápido, os profissionais estão elaborando um projeto que considere um conjunto de requisitos. Esse conjunto de requisitos, como dito anteriormente, dependerá do modelo utilizado (descartável, incremental ou evolucionário). Se for utilizado a Prototipação Descartável, pouco tempo deve ser despendido elaborando um projeto, com pouca preocupação da estrutura interna do protótipo. Padrões de interação humano-computador e de interface com o usuário podem ser aplicados nessa etapa. Esses padrões também podem ser aplicados quando considerado o desenvolvimento de protótipos evolucionários e incrementais, sendo que no modelo elaborado para tais tipos de protótipos pode-se também aplicar os padrões arquiteturais e de projeto, pois existe uma preocupação com a estrutura interna.

2.5.3. Etapa de Construção do Protótipo

Durante a etapa de construção do protótipo, podem ser aplicados padrões de testes, seja qual for o modelo de Prototipação adotado, sendo diferente a quantidade de padrões adotados. Na Prototipação Descartável, aplicam-se testes no protótipo apenas para obter um certo grau de confiabilidade, segurança, desempenho, antes de realizar a avaliação pelo cliente na próxima etapa. Nos outros modelos de Prototipação, aplica-se um maior número de padrões de testes, pois, sendo o último protótipo o sistema final, é exigido um melhor atendimento aos requisitos não funcionais para evitar a propagação de erros. Quando o modelo for Evolucionário ou Incremental pode-se também aplicar um maior número de Idiomas na construção do protótipo. Caso contrário, não se sugere aplicar padrões de projeto ou idiomas por ser entendido como um esforço desnecessário para um protótipo descartável.

2.5.4. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário

Durante a etapa de avaliação do protótipo pelo cliente, em qualquer modelo de Prototipação utilizado, padrões de interação humano-computador e de interface com o usuário podem ser aplicados pelo usuário para se expressar com os avaliadores.

Quando não for possível a avaliação do protótipo ou do sistema final pelo usuário, também é possível aplicar padrões para identificar possíveis problemas no projeto da interface com o usuário. O autor deste trabalho coordenou um tutorial em que os participantes aplicavam na prática os padrões de IHC para o desenvolvimento de páginas WEB, e também para a avaliação das páginas elaboradas. Percebeu-se uma grande satisfação dos participantes em relação a essas atividades práticas realizadas. Portanto, padrões de IHC podem auxiliar definindo diretrizes a serem consideradas nas avaliações de usabilidade de interfaces com o usuário.

2.5.5. Etapa de Refinamento do Protótipo

Os especialistas, após realizar a avaliação do protótipo pelo cliente, elaboram um documento de refinamento do protótipo, especificando nesse documento as críticas dos usuários e dos especialistas, e, baseado nesse documento, gerar uma nova versão do documento de especificação dos requisitos. Entretanto, esses especialistas podem se deparar com problemas de falta de entendimento do domínio do problema, principalmente se houver novos requisitos, e com problemas relacionados ao projeto de interface com o usuário desenvolvido para o protótipo.

Para auxiliar a solucionar os problemas citados, podem ser utilizados os padrões de análise para facilitar o entendimento dos novos requisitos que surgiram com o uso do protótipo ou retirar algumas dúvidas relacionadas ao domínio do problema. Padrões de interação humano-computador e padrões de interface com o usuário podem ser aplicados para

propor soluções para os problemas do projeto da interface com o usuário apontados pelo usuário ou pelos especialistas.

2.5.6. Etapa de Engenharia do Produto

No caso da Prototipação Descartável, após refinar os requisitos, o protótipo é descartado e então o sistema é construído, seguindo critérios de qualidade e boas práticas definidas pela ES e pela IHC. Nessa etapa, padrões de todas as categorias listadas podem ser aplicados, principalmente os que se mostraram ter bons resultados durante a elaboração do protótipo. Quando o modelo é Evolucionário ou Incremental, essa etapa não é executada, pois o último protótipo é o sistema final.

2.6 – Estudo de Caso

O método de estudo de caso é um método específico de pesquisa de campo. Estudos de campo são investigações de fenômenos à medida que ocorrem, sem qualquer interferência significativa do pesquisador. Seu objetivo é compreender o evento em estudo e ao mesmo tempo desenvolver teorias mais genéricas a respeito dos aspectos característicos do fenômeno observado (FIDEL, 1993).

Segundo Hartley (1994) *apud* Dias (2000), o estudo de caso consiste em uma investigação detalhada de uma ou mais organizações, ou grupos dentro de uma organização, com vistas a prover uma análise do contexto e dos processos envolvidos no fenômeno em estudo. O fenômeno não está isolado de seu contexto (como nas pesquisas de laboratório), já que o interesse do pesquisador é justamente essa relação entre o fenômeno e seu contexto. A abordagem de estudo de caso não é um método propriamente dito, mas uma estratégia de pesquisa.

Para Trauth *et al.* (1991) uma das principais características do estudo de caso é que a pesquisa é dirigida aos estágios de exploração, classificação e desenvolvimento de

hipóteses do processo de construção do conhecimento. Também relatam que, normalmente, uma ou mais entidades (pessoa, grupo, organização) são examinadas.

De acordo com Hamel *et al.* (1993), o estudo de caso emprega vários métodos como entrevistas, observação participante e estudos de campo. Bell (1989) concorda, mas ressalta: “Embora os métodos de coleta de dados mais comuns em um estudo de caso sejam a observação e as entrevistas, nenhum método pode ser descartado. Os métodos de coleta de informações são escolhidos de acordo com a tarefa a ser cumprida”.

Hartley (1994), reforça a ligação entre os estudos de caso e métodos qualitativos: “dentro da ampla estratégia de pesquisa do estudo de caso, pode-se empregar vários métodos – qualitativos, quantitativos ou ambos – embora a ênfase seja empregar métodos qualitativos, em função dos tipos de problemas que geralmente são associados e melhor compreendidos por meio de estudos de caso. Os métodos mais utilizados são: observação, observação participante e entrevistas (semi-estruturadas ou não estruturadas). Pode-se utilizar também questionários para complementar os dados obtidos a partir de observação e entrevistas”.

Mais recentemente, Nielsen (2004) defende o uso de estudos qualitativos com a justificativa de que esses são menos frágeis e com menor possibilidade de falhar em pontos fracos da metodologia empregada. Segundo Nielsen, mesmo que o estudo não seja perfeito, é possível obter bons resultados utilizando-se métodos qualitativos que se baseiem em usuários compreensivos e na observação de seus comportamentos.

Nesse contexto, entende-se que o método de pesquisa que será utilizado neste projeto é o estudo de caso, utilizando-se métodos qualitativos embasados em observação, entrevistas e questionários. Devido a restrições de acesso para a observação de organizações, definiu-se realizar as observações em organizações de desenvolvimento de sistemas fictícias, ou seja, realizando um recrutamento de pessoas com os talentos encontrados em organizações

de desenvolvimento reais, convidando-as a participar dos estudos de caso, e separando-as em equipes de desenvolvimento. Além da seleção de recursos humanos, uma organização de desenvolvimento de sistemas possui um processo de desenvolvimento, que define etapas, papéis e artefatos a serem elaborados. Para simular tal ambiente de desenvolvimento, foi definido um processo simplificado baseado em textos encontrados na literatura. O processo simplificado é detalhado no final desta Seção. Foram selecionados para os estudos de caso propostas para desenvolver sistemas interativos que seriam implantados após o desenvolvimento. Aproximando mais os estudos de caso realizados com o que acontece em um ambiente de desenvolvimento real.

Para a validação da aplicação de padrões conforme apresentado no modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para desenvolvimento de protótipos descartáveis, apresentado na Seção 2.5, e para obter informações sobre a aplicação de padrões no processo de desenvolvimento foram realizados três estudos de caso. Planejou-se realizar cada estudo de caso em duas fases, na qual o sistema seria desenvolvido sem a aplicação de padrões na primeira fase, enquanto que na segunda fase o sistema seria desenvolvido com a aplicação de padrões, conforme as diretrizes do modelo proposto.

Objetivando facilitar a comparação de resultados obtidos através dos estudos de caso, foi definido um processo simplificado a ser utilizado como base para a realização das atividades envolvidas no desenvolvimento de um sistema interativo, respeitando o modelo de processo Prototipação e o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões. O processo definido é considerado simplificado, pois apresenta um conjunto de artefatos a ser elaborado durante a realização do desenvolvimento (encontrados no CD que acompanha esta dissertação), mas não abrange as atividades guarda-chuva garantia de qualidade de software e gestão de configuração de software, além de definir somente os papéis de especialista e

usuário final. No restante desta Seção é descrito esse processo simplificado para o desenvolvimento dos sistemas nos estudos de caso.

2.6.1. Primeira Fase: Desenvolvimento de Sistema sem Aplicação de Padrões

Durante essa fase do estudo de caso, os participantes desenvolvem o sistema baseado em seus conhecimentos sobre Engenharia de Software, especificamente Análise e Projeto de sistemas orientados a objetos conforme o modelo de processo Prototipação, apresentado na Seção 2.2.

Com o objetivo de nivelar o conhecimento dos participantes quanto ao modelo de processo a ser utilizado, foi elaborado um material para ser utilizado como guia durante a realização dessa fase do estudo de caso. Esse material apresenta um processo de desenvolvimento simplificado (Figura 5), e cujas etapas são descritas posteriormente, com a possibilidade de ser estendido pelos participantes. Esse processo simplificado define as principais atividades e a seqüência e realização dessas atividades, bem como os artefatos mínimos a serem elaborados durante a realização do estudo de caso.

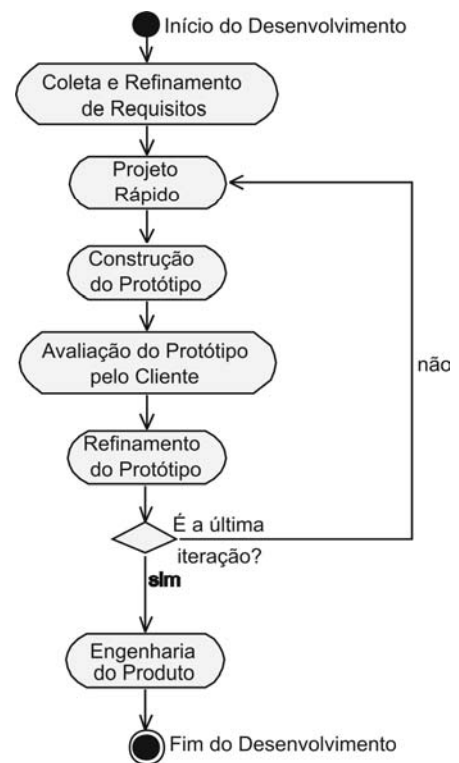


Figura 5 – Processo simplificado elaborado para os estudos de caso

Como o modelo de processo estudado não define uma abordagem para a realização da etapa de Engenharia, são adicionadas as atividades de Análise, Projeto Arquitetural, Projeto Detalhado, Testes e Entrega do Produto, seguindo uma abordagem em cascata. Considerou-se aqui tal tipo de abordagem devido ao curto prazo para o desenvolvimento, aproximadamente um mês para cada fase, ao tamanho do sistema a ser

desenvolvido (escolhidos três sistemas de pequeno porte), aos requisitos estarem bem definidos após o refinamento do protótipo, quando se inicia a etapa de Engenharia do Produto.

A seguir é descrita cada uma das atividades definidas para a realização da primeira fase do estudo de caso.

Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Baseado no objetivo dessa etapa, levantar as informações com o cliente sobre o sistema a ser desenvolvido, é definida uma seqüência de atividades para o levantamento, verificação e especificação de requisitos, conforme mostra a Figura 6.

As atividades definidas para essa etapa são baseadas em (SOMMERVILLE, 2003), apresentando as atividades em uma abordagem cascata.

A primeira atividade, Compreensão do Propósito do Sistema, tem como objetivo conhecer o propósito, ou seja, o motivo para desenvolver o sistema. Essa atividade possui como entrada uma solicitação para desenvolver um sistema, e como saída um texto curto, de um a dois parágrafos, que define o propósito do sistema.

A atividade seguinte, Coleta dos Requisitos, tem como objetivo obter informações sobre o sistema e que serão utilizados para a construção do protótipo posteriormente. Esta atividade foi dividida em quatro passos, conforme mostra a Figura 7.

Os passos que compõe a atividade de Coleta dos Requisitos são:

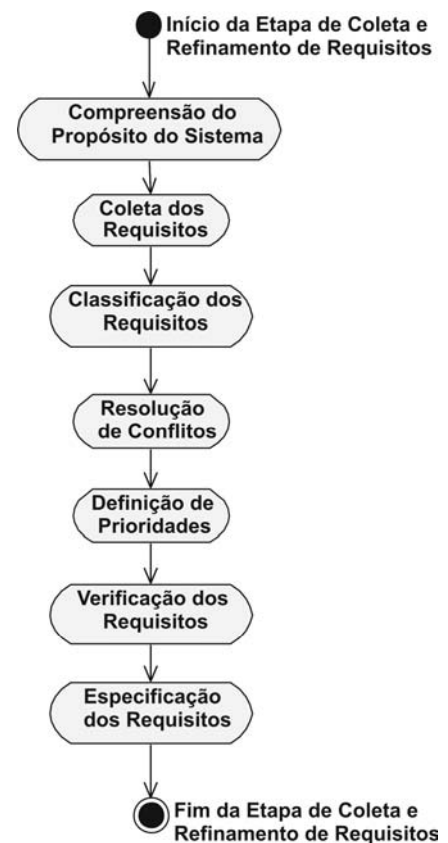


Figura 6 – Atividades da etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

- **Planejamento da Entrevista:** possui como objetivo planejar a entrevista com o cliente, definindo a estrutura da entrevista, as perguntas, o local e data de realização, e os participantes. Esse passo tem como resultado o plano da entrevista;

- **Execução da Entrevista:** objetiva realizar as perguntas ao usuário, levantando os requisitos do sistema, conforme o planejado no passo anterior. Ao final tem-se a gravação da entrevista ou um conjunto de informações originadas das respostas do cliente;

- **Transcrição da Entrevista:** com o objetivo de elaborar o documento de transcrição da entrevista, descrevendo a entrevista com o cliente; e

- **Identificação dos Requisitos:** a partir da análise do documento de transcrição da entrevista, os requisitos do sistema são obtidos e uma lista contendo os requisitos do sistema é elaborada.

Ao final da atividade de Coleta dos Requisitos têm-se como artefatos elaborados o plano da entrevista, a transcrição da entrevista e a lista de requisitos. A partir da lista de requisitos é possível organizar os requisitos em grupos (atividade de Classificação dos Requisitos), verificar a existência de conflitos entre os requisitos e solucionar os conflitos encontrados (atividade de Resolução de Conflitos), priorizar os requisitos (atividade de Definição de Prioridades) e verificar se os mesmos estão completos, consistentes e se representam a necessidade do usuário (atividade de Verificação dos Requisitos).

Após a realização dessas atividades é possível especificar os requisitos, elaborando um documento de especificação de requisitos durante a atividade de Especificação

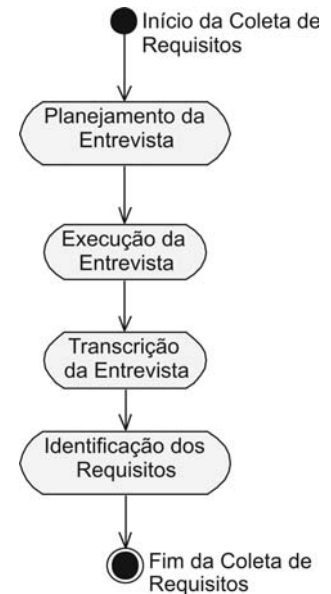


Figura 7 – Passos da atividade de Coleta dos Requisitos

dos Requisitos. Para os estudos de caso deste trabalho definiu-se utilizar o documento proposto pela IEEE (IEEE, 1993 *apud* SOMMERVILLE, 2003).

Etapa de Projeto Rápido

Durante essa etapa é elaborado um projeto para o protótipo. Devido a natureza do sistema ser interativa, e também devido ao escopo deste trabalho, é enfocada a interação e a interface com o usuário durante o desenvolvimento do protótipo.

Os protótipos a serem elaborados nos estudos de caso são descartáveis, portanto deve-se gerenciar o tempo para a elaboração do projeto, realizada nessa etapa, e da implementação do protótipo, realizado na próxima etapa, objetivando que o processo não se torne oneroso.

Baseado em (MAYHEW, 1999), essa etapa foi dividida em três atividades, apresentados na Figura 8. O autor propõe avaliações após cada uma das atividades, entretanto sugeriu-se apenas uma avaliação com o usuário devido à avaliação ser um processo oneroso e os estudos de caso possuir restrição de tempo.

A primeira atividade, chamada de Especificação da Navegação, tem como objetivo estruturar as janelas que compõem a estrutura navegacional do sistema, alocando funcionalidades para cada janela e tratando da interação do usuário com o sistema.

Durante a segunda atividade, Detalhamento da Interface com o Usuário, cada janela definida na atividade anterior é refinada detalhando os componentes de interface com o usuário que serão manipulados pelo usuário durante a interação com o sistema.

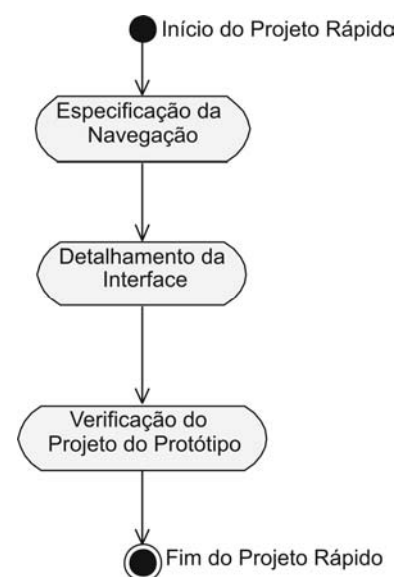


Figura 8 – Atividades da etapa de Projeto Rápido

Após o refinamento da interface com o usuário, é verificado se todos os requisitos que devem ser explorados pelo protótipo foram atendidos no projeto do protótipo. Caso todos os requisitos tenham sido atendidos no projeto, é possível realizar a próxima etapa. No caso de haver requisitos que não foram atendidos no projeto, as três atividades que compõe essa etapa são realizadas novamente, até que todos os requisitos sejam atendidos no projeto.

Etapa de Construção do Protótipo

Essa etapa tem como objetivo implementar uma versão executável do protótipo segundo o projeto definido na etapa anterior. Para essa etapa foram definidas três atividades, conforme é mostrado na Figura 9.

Durante a primeira atividade (Implementação da Interface), cada uma das janelas projetadas na etapa anterior são implementadas, sem considerar as ações dos objetos de interface com o usuário. As ações desses objetos são implementadas durante a atividade de Implementação da Interação, considerando também a navegação entre as janelas. Ao final dessas duas atividades tem-se o protótipo executável que é verificado na atividade de Verificação do Protótipo, averiguando se todos os requisitos a serem explorados pelo protótipo são de fato atendidos. Essa atividade também averigua se o protótipo possui erros que podem prejudicar a avaliação pelo usuário, realizada na próxima etapa.

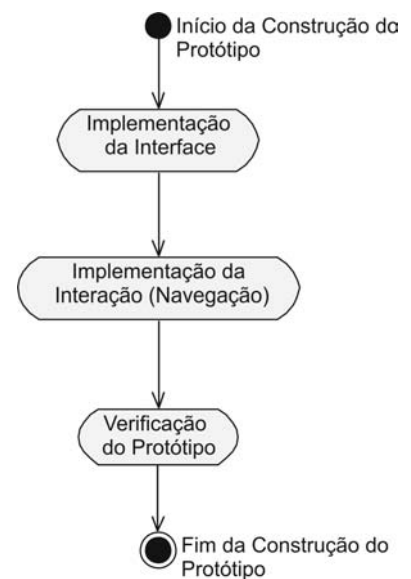


Figura 9 – Atividades da etapa de Construção do Protótipo

Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente

Durante esta etapa o protótipo é avaliado pelo usuário final, averiguando se os requisitos estão sendo atendidos pelo protótipo. Através da manipulação do protótipo pelo usuário é possível averiguar se o protótipo desenvolvido representa o modelo mental do usuário e também permite averiguar a completeza e a consistência dos requisitos.

Esta etapa foi dividida em três atividades que consiste no planejamento, na execução e na transcrição da avaliação, conforme é apresentada na Figura 10.

Durante a atividade de Planejamento da Avaliação é elaborado um plano para a avaliação. Este plano consiste em informações sobre as tarefas a serem realizadas pelo usuário, o local de realização, a data e os participantes da avaliação.

Na atividade seguinte, a Execução da Avaliação, é permitido ao usuário final manipular o protótipo elaborado seguindo o plano desenvolvido na atividade anterior. As opiniões sobre o protótipo e sobre os requisitos expressas pelo usuário final e pelos especialistas são descritas em um documento elaborado durante a atividade de Transcrição da Entrevista.

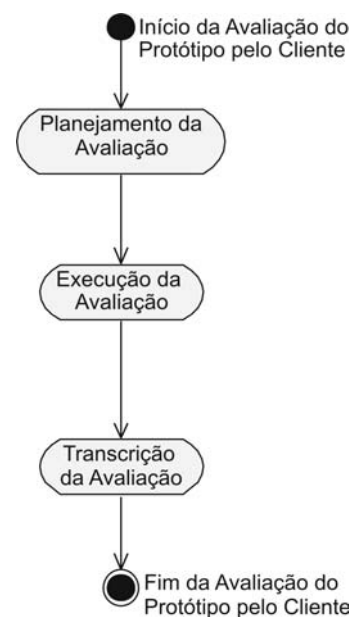


Figura 10 – Atividades da etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente

Etapa de Refinamento do Protótipo

A partir do documento que relata a opinião do usuário final e dos especialistas sobre o protótipo, é realizada uma análise verificando os pontos do protótipo a serem melhorados. Essa análise é realizada durante a etapa de Refinamento do Protótipo, e possui como artefato gerado um documento indicando os problemas encontrados no protótipo e

possíveis soluções. Com base nas novas informações obtidas durante a etapa anterior (Avaliação do Protótipo pelo Usuário), uma nova versão do documento de especificação de requisitos é elaborado, resultante do refinamento da versão anterior desse documento considerando as informações coletadas durante essa etapa. Caso seja a primeira iteração realizada, a versão anterior do documento especificação de requisitos foi elaborada durante a etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos. Em outro caso, a versão anterior desse documento foi elaborada durante a etapa de Refinamento de Protótipo.

A próxima etapa a ser realizada dependerá do número da iteração atual. Para os estudos de caso realizados, considerando o tamanho do sistema e o tempo de desenvolvimento, foi definido que seriam realizadas duas iterações. Portanto se a iteração atual for a primeira, a próxima etapa a ser realizada será novamente a de Projeto Rápido. Caso seja a segunda interação, será realizada a etapa de Engenharia de Produto.

Etapa de Engenharia do Produto

Durante essa etapa, o produto a ser entregue ao usuário é desenvolvido considerando as boas práticas de Engenharia de Software e de IHC, em conjunto com os requisitos levantados e refinados através das etapas anteriores. Essa etapa é dividida em seis atividades, conforme é mostrada na Figura 11.

A primeira atividade que compõe essa etapa é a Análise, cujo objetivo é especificar os requisitos do sistema através de modelos, investigando o problema e os requisitos. Essa etapa não tem como objetivo apresentar uma solução para o sistema. Tal solução é elaborada durante as fases de Projeto Arquitetural e Projeto Detalhado.

Nessa atividade são elaborados como artefatos os modelos de caso de uso, os cenários que descrevem os casos de uso, modelos de classes no nível conceitual e diagramas de seqüência para os cenários elaborados.

Essa atividade de Análise é dividida em três passos (Figura 12). O primeiro passo é a Construção dos Diagramas de Casos de uso, cujo objetivo é elaborar os diagramas de casos de uso, contendo os atores, os casos de uso, as mensagens trocadas entre atores e casos de uso e também os relacionamentos entre os casos de uso. Durante esse passo, cada caso de uso é descrito através de cenários, cada qual composto pelo curso normal e, se necessário, um ou mais cursos alternativos.

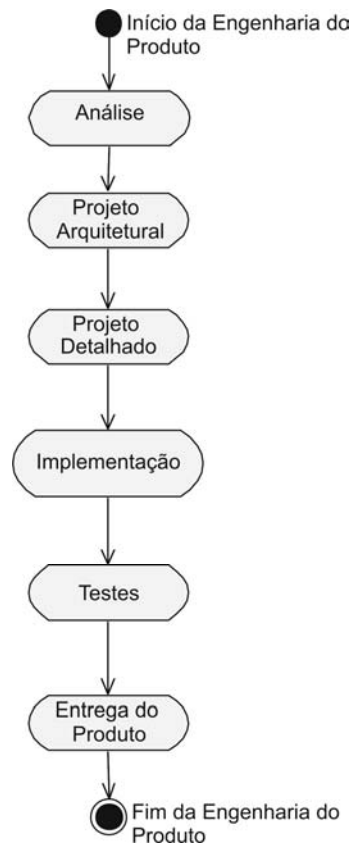


Figura 11 – Atividades da etapa de Engenharia do Produto

O próximo passo para a realização da etapa de Análise é a Construção dos Diagramas de Classes (Nível Conceitual), quando são elaborados os modelos de classe no nível do domínio que representam os conceitos envolvidos no domínio do problema e seus relacionamentos. Também são conhecidos como modelos conceituais, modelo de objetos do domínio, e modelos de objeto de análise (LARMAN, 2001). Nesse modelo de classes os conceitos são representados como classes, chamadas de classes conceituais.

O último passo da atividade de Análise é a Construção de Diagramas de Seqüência. O objetivo desse passo é elaborar um modelo de seqüência para cada curso definido em cada um dos casos de uso identificados no passo

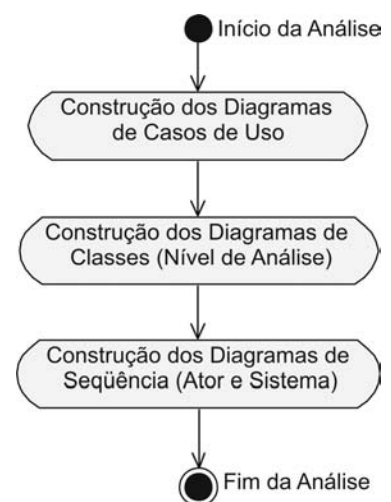


Figura 12 – Passos da atividade de Análise

Construção dos Diagramas de Casos de Uso, levando em consideração as mensagens trocadas entre o ator e os conceitos que compõem o domínio (os conceitos são representados por objetos em um modelo de seqüência).

Após a realização da Análise, a próxima atividade é o Projeto Arquitetural que consiste em determinar os principais módulos do sistema e os relacionamentos entre esses módulos com base nos requisitos explorados em etapas anteriores.

A próxima atividade é o Projeto Detalhado, na qual é determinada uma solução para o sistema baseando-se nos documentos elaborados durante as atividades de Análise e de Projeto Arquitetural, considerando-se os requisitos expressos no documento de especificação de requisitos. Para essa atividade são definidos três passos, conforme é mostrado na Figura 13.

Um dos passos que compõe a atividade de Projeto Detalhado é a Construção dos Diagramas de Classe (Nível de Projeto), no qual são elaborados os diagramas de classe considerando a arquitetura, proposta na atividade anterior, e os requisitos não funcionais

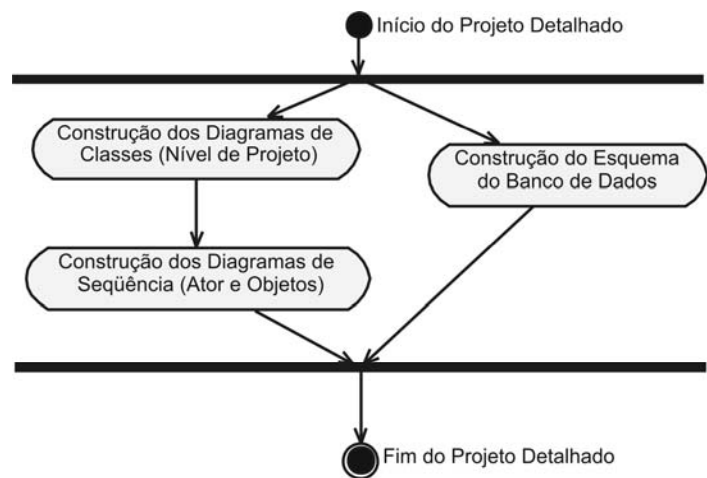


Figura 13 – Passos da atividade de Projeto Detalhado

identificados. Nessa atividade são definidas classes para a interface com o usuário, comunicação com o banco de dados, entre outros atributos que compõem o sistema (PRESSMAN, 2002; SOMMERVILLE, 2003).

Outro passo que compõe a atividade de Projeto Detalhado é a Construção dos Diagramas de Seqüência, na qual são elaborados diagramas de seqüência que mostram a troca de mensagens entre o ator e os objetos que compõem o sistema, incluindo objetos

responsáveis pela interface com o usuário e objetos responsáveis pela comunicação com o banco de dados, tratando também da instanciação e destruição de objetos.

O passo Construção do Esquema do Banco de Dados é outro passo que compõe a atividade de Projeto Detalhado. Esse passo tem como objetivo elaborar um esquema conceitual para um banco de dados relacional das entidades que pertencem ao domínio do sistema, representando também os relacionamentos entre essas entidades.

A atividade seguinte à atividade de Projeto Detalhado é a Implementação. O objetivo desta atividade é implementar o sistema em uma linguagem de programação seguindo os artefatos elaborados na etapa de projeto, elaborando também o código em SQL que define as tabelas que compõe o banco de dados. Ao final dessa atividade tem-se o código fonte do sistema e o programa executável, sobre o qual são realizados testes durante a atividade de Testes para averiguar se o sistema atende os requisitos, descobrindo e corrigindo defeitos. Após o programa ser testado, o produto, consistindo do programa executável, a documentação do sistema e os dados, é entregue ao cliente na atividade de Entrega do Produto.

2.6.2. Segunda Fase: Desenvolvimento de Sistema com Aplicação de Padrões

Para a realização da segunda fase dos estudos de caso, o mesmo processo simplificado definido para a primeira fase, definido na Seção anterior, é utilizado. A diferença está no fato de que o processo simplificado foi estendido para indicar os padrões que poderiam ser aplicados, conforme o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões apresentado na Seção 2.5. Por simplificação, aqui são apresentadas somente as atividades das etapas propostas onde os padrões podem ser aplicados.

I. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Durante essa etapa, padrões de análise podem ser utilizados para facilitar a compreensão do domínio do sistema, como discutido na Seção 2.5.1. Padrões de Análise podem ser úteis para se ter uma visão geral do domínio do problema, pois apresentam soluções para problemas recorrentes que surgem durante a Análise.

Considerando o propósito do sistema, é possível escolher os padrões ou a linguagem de padrões de análise que podem ser aplicados durante essa etapa e em etapas posteriores. Quando são encontrados padrões de análise para o domínio do sistema a ser desenvolvido, é possível utilizá-los como base para elaboração das questões da entrevista ou do questionário durante o passo de Planejamento da Entrevista, na atividade de Coleta dos Requisitos.

Caso exista uma linguagem de padrões de análise voltada ao domínio do sistema em desenvolvimento, os relacionamentos entre os padrões podem ser utilizados para guiar o especialista na identificação de quais são os próximos padrões a serem utilizados como base para elaboração de questões.

II. Etapa de Projeto Rápido

Para auxiliar nessa etapa, padrões de IHC podem ser aplicados para melhorar a comunicação entre os especialistas e o usuário final, além de fornecerem diretrizes para a elaboração da interface com o usuário, considerando aspectos da interação e também do layout da interface.

Para promover a participação do usuário na elaboração do projeto da interface com o usuário durante a etapa de Projeto Rápido, aplicando padrões para melhorar a comunicação entre o usuário e os membros da equipe de desenvolvimento e permitir que os usuário expressem seus anseios através dos padrões, foi adotada a abordagem de Dearden *et al.* (2002). Esses autores definem uma abordagem de *design* participativo para o projeto de

interfaces WEB adaptando a proposta de Alexander (1979). A abordagem define dois papéis: o facilitador e o usuário final. O facilitador, membro da equipe de desenvolvimento que conhece os padrões de IHC a serem aplicados, tem como função guiar o usuário final na leitura dos padrões e no desenvolvimento da interface, portanto o facilitador deve conhecer os padrões previamente. O usuário final participa da abordagem definindo o seu modelo mental através de prototipação em papel após a leitura e compreensão dos padrões.

A abordagem a ser aplicada na etapa de Projeto Rápido é dividida em três passos:

1. **Introdução:** o facilitador introduz os conceitos de padrões e linguagem de padrões ao usuário final, comentando sua utilidade e como podem auxiliar na realização do trabalho a ser desenvolvido;

2. **Leitura dos Padrões:** o facilitador solicita ao usuário final a leitura dos padrões, um padrão de cada vez. Após a leitura de um padrão, o facilitador pergunta se o usuário final compreendeu o padrão e seus termos, solicitando também ao usuário descrever o que ele compreendeu do padrão lido. Em seguida o facilitador esclarece as possíveis dúvidas do usuário final sobre os padrões lidos;

3. **Desenvolvimento do Projeto da Interface com o Usuário:** através de prototipação em papel, o usuário final, em conjunto com o facilitador, elabora as interfaces do sistema pautando-se pelos padrões para se expressar. Após elaborar uma tela, o facilitador verifica se a tela satisfaz todas as diretivas dos padrões aplicados.

Durante a elaboração da interação e interface com o usuário, uma linguagem de padrões pode ser utilizada, como por exemplo, a linguagem de padrões *Common Ground* (Tidwell, 1999). Uma linguagem de padrões é útil para auxiliar a definir qual é o próximo aspecto da elaboração do projeto da interação e da interface com o usuário deve ser tratada, possível através dos relacionamentos entre os padrões.

Vale ressaltar que, devido ao fato dos usuários finais não compreenderem a língua original em que os padrões são escritos (os padrões aplicados no estudo de caso estão em inglês, enquanto que os usuários finais se expressam português), um conjunto de 29 padrões foram traduzidos para o português (disponibilizados no CD). Entretanto não foi realizada uma tradução literal dos padrões, traduzindo somente os exemplos, o contexto, o problema e as diretivas para a solução.

III. Etapa de Construção do Protótipo

Para essa etapa nenhuma extensão foi proposta.

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente

Nessa etapa os usuários finais podem se expressar através dos padrões. Nos estudos de caso realizados, os usuários finais que participam dessa etapa são os mesmos que participaram da etapa de Projeto Rápido, portanto nenhuma atividade extra é necessária para o usuário conhecer os padrões.

V. Etapa de Refinamento do Protótipo

Durante essa etapa são levantados problemas com o protótipo a partir do resultado da etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente. As soluções para os problemas de interface com o usuário identificadas podem ser resultantes da aplicação de padrões de IHC.

VI. Etapa de Engenharia do Produto

Na etapa de Engenharia do Produto, é possível aplicar diversos padrões de Engenharia de Software e que não foram aplicados na elaboração do protótipo. Quanto aos padrões de IHC, a elaboração do protótipo é um processo para a escolha de quais padrões de IHC deveriam ser aplicados no produto final.

Na atividade de Análise, os padrões de análise podem ser novamente aplicados durante a elaboração do diagrama de classes. Como padrões são soluções para problemas recorrentes em um determinado contexto, é possível que alguns requisitos não sejam atendidos pelos padrões, pois alguns requisitos são muito específicos da aplicação. Para considerar tais requisitos na modelagem o especialista pode aplicar técnicas conhecidas de modelagem.

Na atividade de Projeto Arquitetural é possível aplicar padrões arquiteturais definidos para sistemas interativos. Caso seja necessário, também é possível aplicar outros padrões arquiteturais, como padrões para sistemas distribuídos ou padrões para a estruturação da arquitetura do sistema. A escolha dos padrões arquiteturais a serem aplicados depende dos requisitos do sistema.

Durante a atividade de Projeto Detalhado, padrões de projeto e padrões para abstração da conexão com o banco de dados podem ser aplicados durante a elaboração dos diagramas de classes.

No projeto final da interface com o usuário, caso sejam necessárias modificações, novos padrões de IHC podem ser aplicados. Entretanto devem-se fazer tais modificações com cautela para que o produto final não se torne diferente do modelo mental do usuário ao adotar ou aplicar um outro padrão diferente dos padrões selecionados durante as etapas realizadas.

Nas atividades de Implementação e de Testes, idiomas e padrões de testes podem ser aplicados respectivamente.

2.7 – Considerações Finais

Para desenvolver sistemas interativos, a ES e a IHC propõem a aplicação de diversas práticas que podem ser adotadas conjuntamente, tais como os modelos de processo e os padrões. Diversos são os modelos de processo propostos por cada uma das áreas, e para a

realização deste trabalho foi escolhido o modelo de processo Prototipação. Para se estudar a aplicação de padrões de ES e de IHC e o modelo de processo adotado, a seguinte metodologia foi realizada:

- 1) Estudo do modelo de processo adotado;
- 2) Levantamento de considerações sobre o modelo de processo adotado;
- 3) Estudo de padrões de ES e de IHC;
- 4) Divisão dos padrões de ES e de IHC em categorias;
- 5) Relacionamento das considerações levantadas com as categorias dos padrões, resultando no modelo de processo Apoiado por Padrões;
- 6) Instanciação do modelo de processo adotado e modelo de processo Apoiado por Padrões para realização de estudos de caso; e
- 7) Realização de estudos de caso.

É importante ressaltar que a metodologia utilizada é válida para qualquer outro modelo de processo definido pela ES ou pela IHC.

No próximo capítulo são apresentados os estudos de caso realizados para validação da aplicabilidade dos padrões de ES e de IHC no modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões proposto neste capítulo.

Capítulo 3 – Desenvolvimento do Estudo de Caso

3.1 – Considerações Iniciais

Para validar o modelo de processo Prototipação apoiado por padrões e mostrar como os padrões de ES e de IHC podem auxiliar os profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento, foram realizados três estudos de caso. Cada estudo de caso consistia de duas fases baseado em um processo simplificado, conforme descrito no Capítulo 2. Na primeira fase é desenvolvido um sistema sem a aplicação de padrões, e na segunda fase padrões são aplicados durante o desenvolvimento do sistema, conforme as diretrizes propostas da aplicação dos padrões no modelo de Prototipação Apoiado por Padrões. Antes de iniciar as fases do estudo de caso, os participantes desenvolvedores receberam uma preparação que consistia no estudo do conceito de padrões e nos padrões adotados para o estudo de caso, além do estudo do processo de desenvolvimento adotado.

Na Seção 3.2 é apresentado o primeiro estudo de caso realizado, que consistia no desenvolvimento de um sistema para controle de pedidos realizados por telefone para uma lanchonete.

O segundo estudo de caso é descrito na Seção 3.3, no qual foi desenvolvido um sistema para a gerência dos recursos da secretaria de pós-graduação em Ciência da Computação.

Na Seção 3.4 é apresentado o terceiro estudo de caso, cujo objetivo era desenvolver um sistema de controle de informações de visitantes para a secretaria de pós-graduação em Ciência da Computação. Na Seção 3.5 são comentadas as considerações finais.

3.2 – Estudo de Caso 1

Para a realização desse estudo de caso participaram três pessoas, nas quais duas eram especialistas em desenvolvimento de sistemas e uma era usuário final. Cada especialista participou de uma fase, ou seja, neste estudo de caso a equipe de desenvolvimento em cada fase era composta por apenas um especialista.

Na Figura 14 é mostrado o cronograma para a primeira fase deste estudo de caso, enquanto que na Figura 15 é mostrado o cronograma para a segunda fase.

Para o desenvolvimento da segunda fase foram aplicados os padrões e

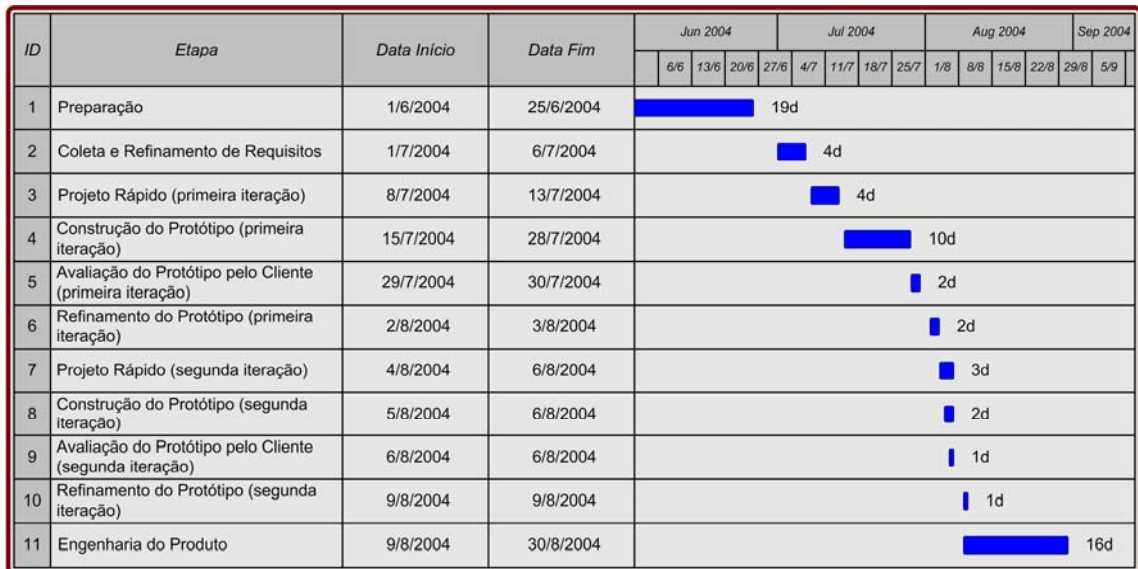


Figura 14 – Cronograma para a primeira fase do estudo de caso 1

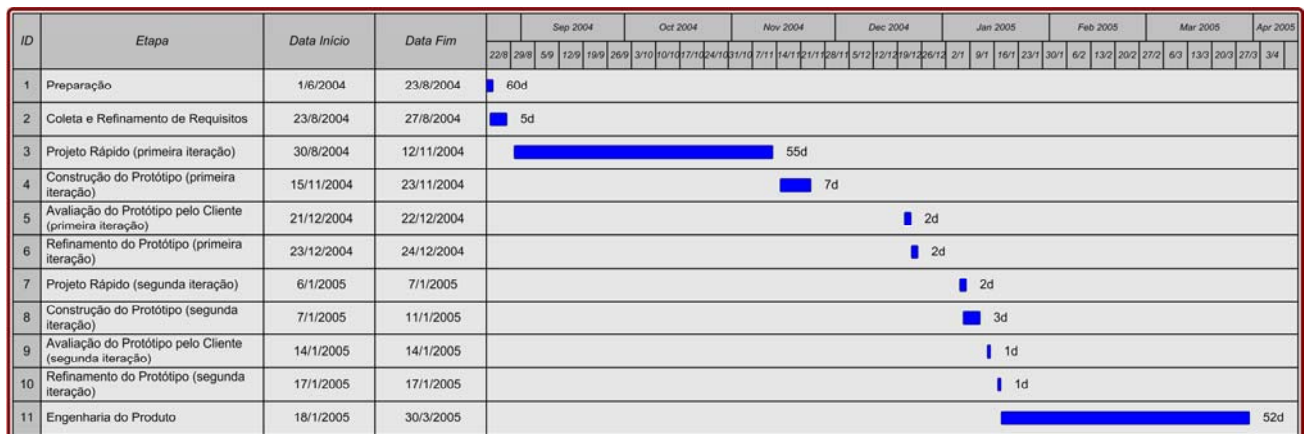


Figura 15 – Cronograma para a segunda fase do estudo de caso 1

linguagem de padrões descritos na Seção 2.4. Considerando tais padrões, é mostrado na zFigura 16 o modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado para esse estudo de caso.

Durante a segunda fase é proposta a aplicação de 62 padrões de processo, 32 padrões organizacionais, 53 padrões de interação humano-computador, 61 padrões de interface com o usuário, 100 padrões de análise, 1 padrão arquitetural, 23 padrões de projeto e 10 padrões para persistência de dados, em um total de 342 padrões de possível aplicação. Os padrões foram escolhidos por um especialista em padrões. Os padrões de processo e organizacionais foram escolhidos considerando processo adotado, enquanto que os padrões de IHC foram escolhidos considerando que o sistema seria *desktop* (por isso não foram escolhidos padrões de interação para *web*, por exemplo). O relacionamento com o domínio a qual pertence o sistema foi o critério adotado para seleção de padrões de análise, enquanto que padrões de projeto e de persistência foram selecionados a partir da literatura, considerando a sua possível aplicação no sistema.

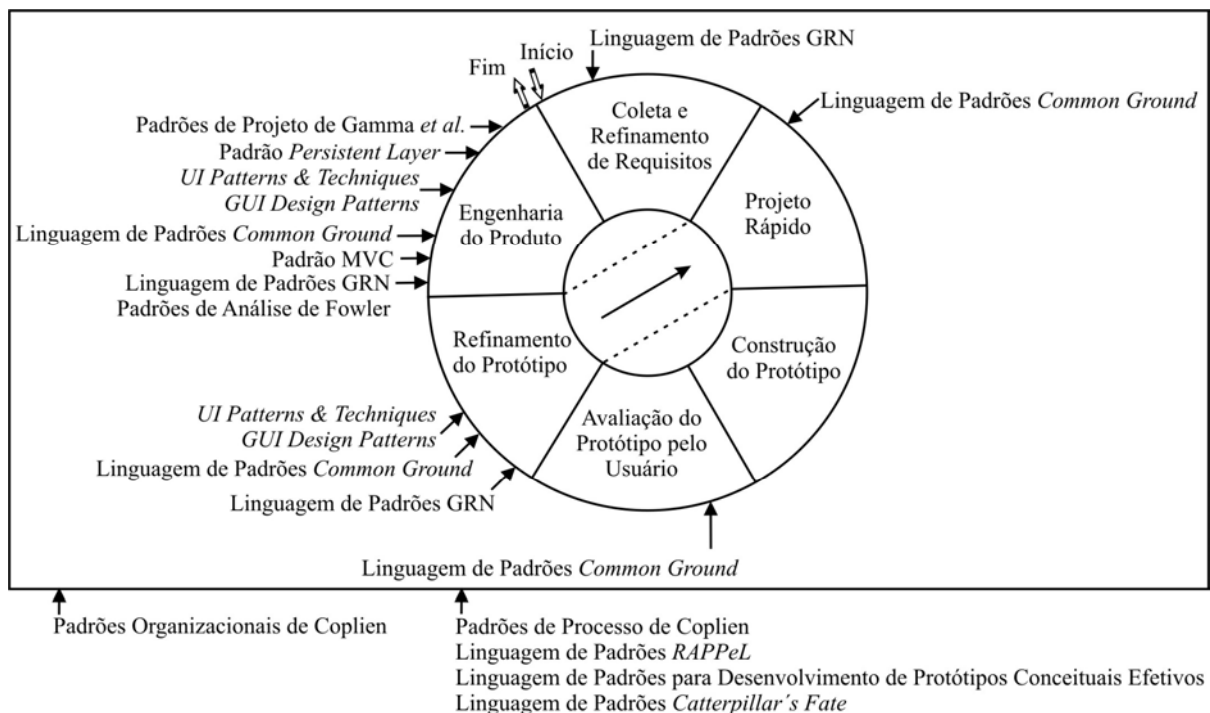


Figura 16 – Modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado para o estudo de caso 1

O restante da Seção detalha o desenvolvimento do estudo de caso, apresentado a descrição do problema, em seguida são detalhadas a primeira e a segunda fase do estudo de caso.

3.2.1. Descrição do Problema

Neste estudo de caso foi desenvolvido um sistema para uma lanchonete, que consiste do gerenciamento dos pedidos realizados pelos clientes através do telefone, e também do controle de itens que podem ser adicionados aos pedidos, tais como ingredientes, taxa de entrega, etc. O sistema deve ainda emitir diversos tipos de relatórios e consultas, possibilitando um melhor gerenciamento dos pedidos.

3.2.2. Primeira Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação

1. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Conforme definido no processo simplificado, descrito na Seção 2.6, nessa etapa foram elaborados o documento de entrevista com o usuário, contendo as questões a serem perguntadas ao usuário, e a primeira versão do documento de especificação de requisitos, após a realização da entrevista.

Foram elaboradas 22 questões para serem perguntadas ao usuário, que as respondeu em uma entrevista que durou aproximadamente 56 minutos. Durante a realização da entrevista, observando o usuário, o especialista percebeu que o usuário fazia gestos desenhando a interface na mesa. Considerando essa vontade de expressão, foi fornecido ao usuário lápis e papel para fazer os esboços, obtendo-se ao final dessa etapa um conjunto de telas projetadas de baixa fidelidade pelo usuário, além dos artefatos já definidos pelo processo. Entretanto as telas projetadas não foram entregues pelo participante desenvolvedor ao final do estudo de caso.

Após a transcrição e a análise da entrevista, requisitos foram identificados, classificados, analisados para averiguar conflitos, priorizados, verificados e especificados, gerando a primeira versão do documento de especificação de requisitos. Nesse documento foram especificados 10 requisitos funcionais e 4 requisitos não funcionais, além da elaboração do propósito do documento, do escopo do sistema que foi desenvolvido, de uma lista de definições, acrônimos e abreviações, das características do usuário entre outras informações.

Na Figura 17 é apresentada uma parte do documento de especificação de requisitos que detalha o cadastro de uma comanda (solicitação de pedidos por um determinado cliente). Devido a restrições de espaço, no restante desta Seção são citados exemplos relacionados a esse requisito. Informações para os demais requisitos podem ser encontradas no CD encaminhado junto com esta dissertação.

II. Etapa de Projeto Rápido – Primeira Iteração

Após a coleta dos requisitos, foi elaborado um projeto da interface com o

...

Requisito Funcional 1

Descrição

- Registro de nova comanda

Entradas

- Telefone do cliente, produtos solicitados, restrições dos pedidos

Processamento

Verifica se o cliente já está cadastrado. Caso esteja, mostra o endereço cadastrado do cliente e permite que sejam registrados os pedidos do cliente. Para registrar os pedidos informa-se ao sistema quantidade e código do produto, o sistema mostra o produto referente ao código. Também permite que sejam cadastradas restrições ao pedido. Registram-se quantos pedidos forem necessários. Registra também para cada pedido o troco, que será incluso no valor total da comanda. Cover, Acréscimo e entrega; também serão inclusos no valor total da comanda.

Saídas

- Imprime comanda (Dados contidos na comanda: telefone, endereço, quantidade e código dos produtos, restrições nos lanches e valor total).

...

Figura 17 – Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na primeira fase do estudo de caso 1

usuário para o protótipo, resultando em 15 telas. Na Figura 18 é mostrada a tela projetada para realizar o registro de comandas.

III. Etapa de Construção do Protótipo – Primeira Iteração

Seguindo o modelo proposto, foi implementado um protótipo, na linguagem de programação *Visual Basic*, baseado no projeto definido na etapa anterior.

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário – Primeira Iteração

Durante a primeira iteração, um plano de avaliação do protótipo foi elaborado, contendo 10 tarefas que foram realizadas pelo usuário em aproximadamente 80 minutos durante a avaliação do protótipo. Um exemplo de tarefa relacionada ao registro de comandas e

The screenshot shows a Windows application window titled "Lanches - Registro de Comandas". The window has a blue title bar with standard Windows window controls (minimize, maximize, close). The main content area is light beige and contains the following elements:

- Form Fields:** Telephone, Name, Street (Rua), Number (No.), Completion (Compl.), Neighborhood (Bairro), City (Cidade), and Reference Point (Pto Referência).
- Instructions:** "ENTER ir para a proxima casa" and "Colocar em negrito o nome do lanche".
- Table:** A table with 5 columns: "Qtidade", "Código", "Descrição", "Com", and "Serr". The table is currently empty.
- Additional Fields:** "Acréscimo", "Entrega", and "Troco" fields.
- Total Field:** A field labeled "TOTAL".
- Buttons:** Three buttons at the bottom right: "Limpar" (with a trash icon), "Voltar" (with a left arrow icon), and "Imprimir" (with a printer icon).

Figura 18 – Projeto da tela de registro de comandas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na primeira fase do estudo de caso 1

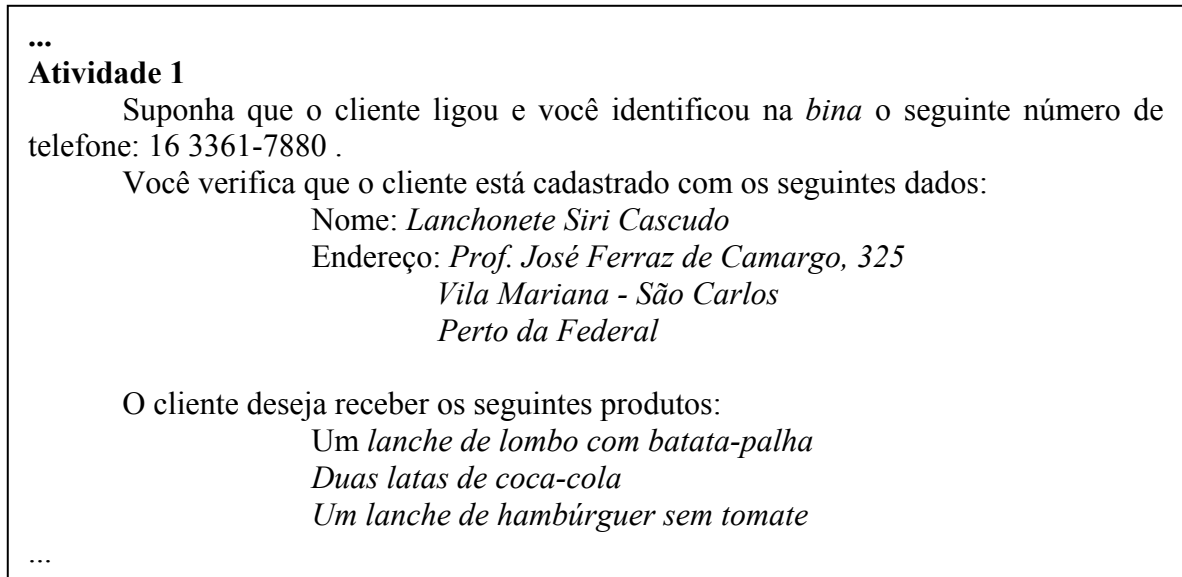


Figura 19 – Exemplo de tarefa elaborada para realização pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário na primeira fase do estudo de caso 1

realizada pelo usuário durante a avaliação é apresentado na Figura 19.

V. Etapa de Refinamento do Protótipo – Primeira Iteração

Após a avaliação da primeira versão do protótipo realizada pelo usuário, foi elaborado um documento de refinamento de protótipo, descrevendo 23 problemas identificados pelo usuário e 7 problemas identificados pelo especialista. Em seguida uma nova versão do documento de especificação de requisitos foi elaborada. Essa segunda versão do documento de requisitos apresentava 10 requisitos funcionais e 4 requisitos não-funcionais

VI. Etapa de Projeto Rápido – Segunda Iteração

Na segunda iteração, as soluções propostas na etapa de refinamento do protótipo foram incorporadas ao protótipo. Na Figura 20 é mostrada a tela de registro de comandas com as soluções adotadas para os problemas identificados pelo usuário e pelo facilitador durante a avaliação do primeiro protótipo. Pode-se notar através de comparação das telas que foram solicitadas a mudança de posição de determinados componentes de interface (campos Acréscimos, Entrega e Troco, e o botão Limpar), a inclusão de valores defaults para alguns campos, redimensionamento da tabela para exibir todas as informações

sem a necessidade de utilização de barras de rolagem e a exclusão de alguns componentes desnecessários para a realização da tarefa.

VII. Etapa de Construção do Protótipo – Segunda Iteração

Na segunda iteração o protótipo foi modificado para refletir as mudanças realizadas no projeto da interface com o usuário durante a etapa anterior.

VIII. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário – Segunda Iteração

Durante a segunda iteração, o plano aplicado na iteração anterior foi modificado para incluir os requisitos identificados ou refinados. Durante a avaliação o usuário despendeu aproximadamente 70 minutos para realizar as 9 tarefas definidas no plano.

IX. Etapa de Refinamento do Protótipo – Segunda Iteração

Após a segunda avaliação do protótipo realizada pelo usuário, foi elaborado um documento de refinamento de protótipo descrevendo 9 problemas identificados pelo usuário.

Registro de Comandas

Telefone

Nome

Rua No.

Compl. Bairro Cidade:

Pto Referência

Apagar	Qtde	Código	Descrição	Com	Sem	Preço

Acréscimo Entrega Troco **TOTAL**

 cancelar comanda  

Figura 20 - Projeto da tela de registro de comandas refinada após avaliação pelo cliente na primeira fase do estudo de caso 1

Em seguida, a versão final do documento de especificação de requisitos foi elaborada, contendo 15 requisitos funcionais e 4 requisitos não-funcionais, entre outras informações definidas no modelo de documento de especificação de requisitos utilizado.

X. Etapa de Engenharia do Produto

Durante essa etapa foram elaborados artefatos de análise, projeto e implementação. Durante a atividade de Análise foi elaborado o modelo de casos de uso composto por 10 casos de uso e 2 atores interagindo com os casos de uso. Na Figura 21 é apresentada uma parte do modelo de casos de uso elaborado nessa fase do estudo de caso. Os atores identificados foram o Cliente e o Funcionário, e os casos de uso foram: **1)** Cadastro de Cliente; **2)** Cadastro de Comanda; **3)** Cadastro de Produto; **4)** Consulta Comanda; **5)** Consulta de Produtos; **6)** Consulta Pedidos de Clientes; **7)** Imprimindo Comanda; **8)** Mudar Prefixos de Telefone; **9)** Relatório de Venda Mensal; **10)** Verificar Comandas; **11)** Cadastro de ingrediente. Percebe-se que o modelo elaborado não atende as práticas comumente adotadas, como por exemplo, nomes dos casos de uso iniciar com verbo. Devido ao estudo de caso, aqui foi deixado conforme elaborado pelo participante desenvolvedor, pois padrões poderiam ter o auxiliado a elaborar casos de uso com práticas comumente adotadas como a citada.

Também foram elaboradas as descrições dos casos de uso, totalizando 10

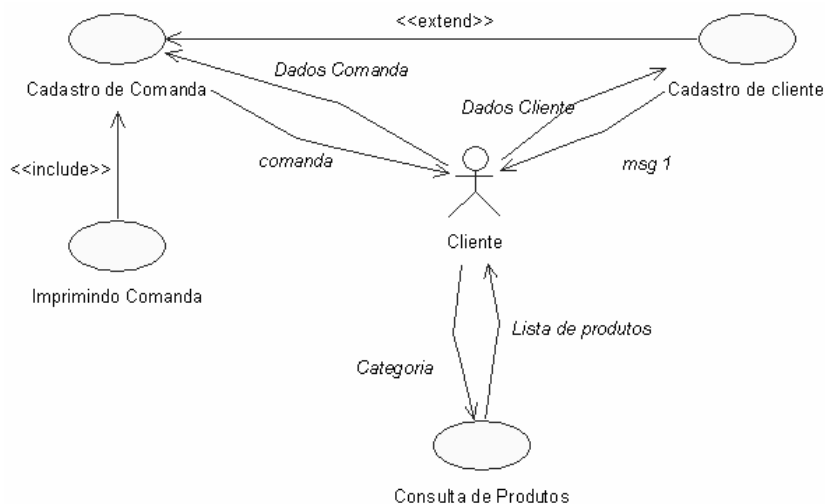


Figura 21 – Parte do modelo de casos de uso elaborado na primeira fase do estudo de caso 1

cursos normais e 5 cursos alternativos, e modelos de seqüência para cada os cursos normais e cursos alternativos identificados, auxiliando a definir alguns métodos dos objetos do domínio. Tais artefatos podem ser encontrados no CD encaminhado com esta dissertação.

Na Figura 22 é apresentado o modelo de classes em nível de domínio elaborado com base nos requisitos levantados. Foram identificadas 5 classes (Clientes, Comandas, Produtos, Pedidos e Ingredientes), e um total de 4 relacionamentos. Analisando o modelo, percebe-se a ausência de cardinalidades, ausência de título para o relacionamento Pedidos – Ingredientes, o uso de plural no título das classes, e uso de nomes poucos significativos. Novamente, decidiu-se incluir o modelo sem modificações.

Durante a atividade de Projeto Arquitetural aplicou-se o modelo de três camadas, que define uma camada contendo os objetos que tratam a interface com o usuário, uma segunda camada que contém os objetos responsáveis pelas regras de negócio, e uma terceira camada com objetos responsáveis pela persistência de objetos.

O sistema foi implementado na linguagem de programação Java, utilizando o sistema gerenciador de banco de dados relacional *InterBase* 6.0. Para comunicação entre o

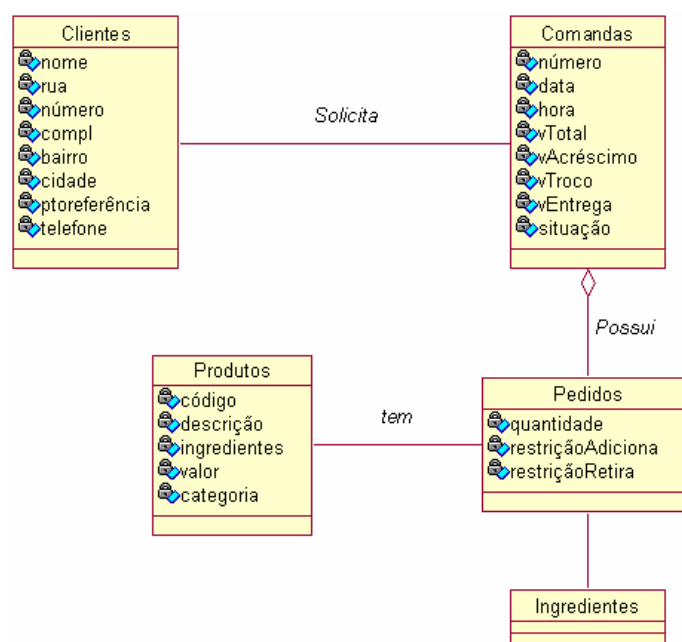


Figura 22 – Modelo de classes em nível de domínio elaborado durante a primeira fase do estudo de caso 1

sistema desenvolvido em Java e o banco de dados, foi utilizado o *driver InterClient* 1.60.

3.2.3. Segunda Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação apoiado por Padrões

Durante a realização deste estudo de caso diversos padrões de processo que tratam o desenvolvimento de protótipos foram aplicados, pois o desenvolvimento de protótipos é parte integrante do processo de desenvolvimento de um sistema interativo (PREECE, 1993). Foram encontrados na literatura os padrões *Prototypes* (WHITENACK, 1995), *Prototype* (COPLIEN, 1995), e os padrões *Use It and Lose It* e *Engage the Client Early* da linguagem de padrões para desenvolvimento de protótipos conceituais efetivos (STIMMEL, 1999).

O padrão *Prototype* propõe o desenvolvimento de protótipos descartáveis, enquanto que o padrão *Prototypes* abrange tanto protótipos descartáveis quanto protótipos evolucionários, apresentando as vantagens e as desvantagens de cada um dos tipos de protótipos. Tais padrões comentam sobre o engajamento do cliente durante o uso de protótipos, portanto a linguagem de padrões para desenvolvimento de protótipos conceituais efetivos pode ser aplicada em conjunto com tais padrões para engajar o cliente e aumentar a sua participação. Observa-se aqui um relacionamento entre o padrão *Prototypes* e o padrão *Use It and Lose It*, que tratam sobre o desenvolvimento de protótipos descartáveis. Esses padrões também comentam sobre o uso do protótipo como base para elaborar os casos de uso, que é discutido posteriormente.

Os padrões que estão relacionados ao engajamento do cliente no desenvolvimento de protótipos são o *Customer Rapport* (COPLIEN, 1995), *Engage the Client Early* (STIMMEL, 1999) e *Come on Baby, Light My Fire* (STIMMEL, 1999). O padrão *Customer Rapport* apresenta a necessidade de se ter um bom relacionamento com o cliente, focando os usuários finais e os envolvendo no projeto da interface com o usuário dos

protótipos ou do produto final. O padrão *Engage the Client Early* também trata o desenvolvimento de protótipos e a participação do usuário, destacando a diretiva de permitir ao usuário dirigir os esforços do desenvolvimento. Outra consideração é não distrair o usuário com questões particulares da interface com o usuário durante o uso de protótipos, tratado pelo padrão *Come on Baby, Light My Fire*.

I. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos foram aplicados padrões de processo, organizacionais e de análise. Os padrões de processo foram escolhidos seguindo o objetivo dessa etapa (identificar, especificar e validar os requisitos do sistema). Padrões da linguagem de padrões RAPPeL (WHITENACK, 1995) foram aplicados para a identificação de requisitos (padrões *Sponsor Objectives* e *Behavioral Requirements*) e separação de requisitos em obrigatórios e desejáveis (padrão *Customer Expectations*) durante o desenvolvimento do produto, que deve satisfazer aos interesses do usuário (padrão *Building the Right Things*).

Para a especificação de requisitos foi aplicado o padrão *Requirements Specification* (WHITENACK, 1995), que apresenta diretivas para a elaboração de um documento de especificação de requisitos, comentando sobre a adoção de um modelo de especificação que contemple tanto os requisitos identificados quanto os artefatos elaborados, e a validação do documento de requisitos com o cliente. Entretanto, esse padrão não define quando finalizar o desenvolvimento do protótipo e iniciar a elaboração do documento de especificação de requisitos. Para tal consideração, pode-se aplicar o padrão *Let's Make a Deal* (STIMMEL, 1999), que apresenta diretivas de quando iniciar a elaboração de tal artefato.

Para a validação foi aplicado o padrão *Requirements Validation* (WHITENACK, 1995), que apresenta informações a serem consideradas para a realização de reuniões de validação dos requisitos. Entretanto esse padrão não apresenta uma abordagem ou

passos que contemple todo o processo de validação, considerando desde o planejamento das reuniões até a efetivação das mudanças solicitadas. Para amenizar essa consideração, o padrão *Technical Review* (AMBLER, 1998) pode ser aplicado após a aplicação do padrão *Requirements Validation*.

Durante a realização do estudo de caso sem aplicar padrões, percebeu-se que somente o propósito do sistema é insuficiente para elaborar questões para o levantamento de requisitos. São necessárias mais informações para se evitar um número excessivo de retorno ao usuário. Assim, parte dos padrões da linguagem de padrões GRN (BRAGA *et al.*, 1999) foi aplicada como guia para se elaborar questões ao usuário. Para escolher os padrões foram utilizados como critério o propósito do sistema, seguindo os relacionamentos apresentados na linguagem de padrões.

Nesse estudo de caso foram utilizados os padrões Identificar o Recurso, Quantificar o Recurso, Comercializar o Recurso, Cotar o Recurso, Conferir Entrega do Recurso, Itemizar Transação do Recurso, Pagar pela Transação do Recurso e Identificar o Executor da Transação como base para elaboração de 64 questões, respondidas pelo usuário em 30 minutos. Entretanto nem todas as perguntas elaboradas necessitaram ser respondidas pelo usuário final, pois diversas perguntas detalhavam uma pergunta realizada anteriormente, e tal detalhamento não era necessário pois o sistema não continha requisito relacionados às perguntas.

Como exemplo, as seguintes perguntas foram elaboradas com base no padrão Identificar o Recurso: **1)** Quais são os produtos que são vendidos na lanchonete? **2)** Existem categorias dos produtos que são vendidos? **3)** Quais são as informações devem ser armazenar sobre cada produto? **4)** Você deseja realizar alguma consulta sobre os produtos? **5)** É necessário gerar relatórios de produtos?

Após a transcrição e a análise da entrevista, requisitos foram identificados, classificados, analisados para averiguar conflitos, priorizados, verificados e especificados, gerando a primeira versão do documento de especificação de requisitos. Nesse documento foram especificados 13 requisitos funcionais e 4 requisitos não funcionais, além da elaboração do propósito do documento, do escopo do sistema que foi desenvolvido, de uma lista de definições, acrônimos e abreviações, das características do usuário entre outras informações.

Na Figura 23 é apresentada uma parte do documento de especificação de requisitos que detalha o cadastro de pedidos (solicitação de pedidos por um determinado cliente). O restante desta Seção mostra como os requisitos mostrados na Figura 23 foram considerados durante o desenvolvimento do produto através de figuras que envolvem os requisitos citados. Informações para os demais requisitos podem ser encontradas no CD que

...

Requisito 1 - Gerenciamento de pedidos

Descrição: Funcionalidade principal do sistema, objetiva o cadastro de novos pedidos realizados pelos clientes por telefone.

Prioridade: 1

Requisito 4.1 - Solicitação de pedidos

Entrada: Nome, telefone, endereço, ponto de referência do cliente e o pedido.

Processamento: O cliente da lanchonete liga, e o atendente solicita seu nome, telefone, endereço e ponto de referência. Em seguida o cliente realiza o pedido, detalhando o que deseja entre lanches, bebidas e diversos e o atendente fornece ao sistema o código deste produto e a quantidade desejada pelo cliente. Ao solicitar um lanche, o cliente pode acrescentar ou retirar ingredientes do lanche que está sendo pedido. O atendente é responsável em fornecer ao sistema os respectivos códigos para acrescentar ou retirar o ingrediente desejado. A medida que o cliente vai solicitando o pedido, o sistema deve informar o valor total do pedido mais acréscimos, incluindo valores dos ingredientes acrescentados. Após detalhar o pedido, o atendente pergunta se o cliente deseja mais alguma coisa, caso negativo, ela fecha a comanda, informando o valor total para o cliente da lanchonete. Em seguida, o atendente pergunta se deseja que o entregador leve troco, perguntando o valor que o cliente possui, e em seguida fecha a comanda. A comanda, contendo os dados do cliente e do pedido, é impressa. A comanda é enviada para a cozinha, que posteriormente será entregue ao motoqueiro para realizar a entrega do pedido.

Saída: Comanda impressa contendo todas as informações sobre produtos a serem entregues, valor da entrega, troco que precisar ser levado e o valor total da comanda.

...

Figura 23 – Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na segunda fase do estudo de caso 1

acompanha esta dissertação.

II. Etapa de Projeto Rápido – Primeira Iteração

Após os requisitos identificados serem descritos no documento de especificação, conforme o padrão *Requirements Specification* (WHITENACK, 1995), deu-se início a etapa de Projeto Rápido, na qual, foi elaborado o projeto da interface com o usuário. Nessa etapa foram aplicados os padrões *Prototypes* e *User Interface Requirements* (WHITENACK, 1995), objetivando a elaboração de um protótipo para auxiliar no levantamento e refinamento dos requisitos.

Segundo o padrão *Prototypes*, inicialmente deve-se elaborar um protótipo de baixa fidelidade com a participação do cliente, e em seguida, elaborar protótipos de alta fidelidade, caso seja necessário. Para a elaboração do protótipo de baixa fidelidade foi aplicada a abordagem de Dearden *et al.* (2002), descrita na Seção 2.6. Protótipos de alta fidelidade foram elaborados e avaliados em etapas posteriores.

Na Figura 24 é apresentada a tela de cadastro de clientes e pedidos que foi projetada pelo usuário com o auxílio do facilitador, que é um membro da equipe de desenvolvimento. Os padrões de interação humano computador da linguagem *Common Ground* (TIDWELL, 1999) aplicados para a elaboração dessa tela também são apresentados nessa Figura.

Para o projeto da tela mostrada na Figura 24 foi aplicado primeiramente o padrão *High-Density Information Display*. Esse padrão é um dos três que podem ser aplicados para definir a forma básica do conteúdo a ser apresentado, que é a primeira consideração no projeto da interface com o usuário ao utilizar a linguagem de padrões *Common Ground* (TIDWELL, 1999). Para a escolha de qual dos três padrões a ser aplicado foram considerados os equipamentos de saída existentes, o monitor pode exibir uma vasta quantidade de

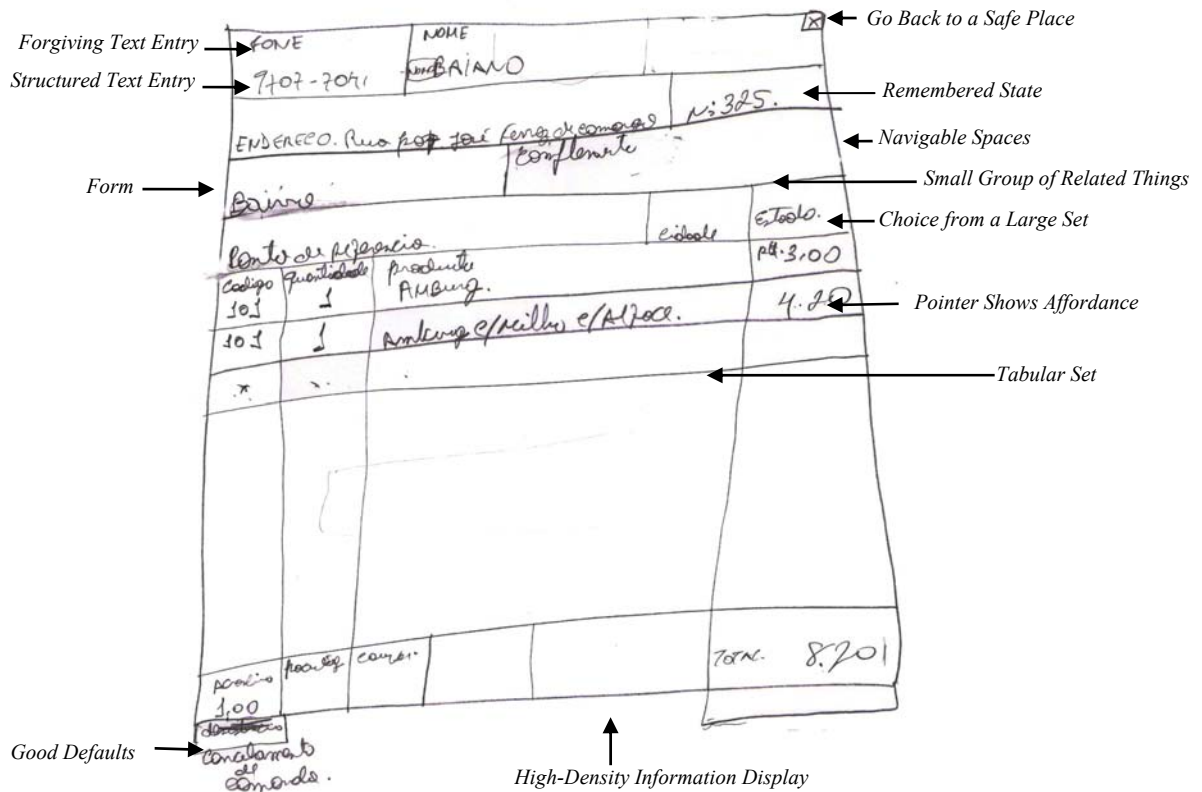


Figura 24 – Tela de cadastro de clientes e pedidos elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 1

informações em diferentes resoluções e tamanhos, e pelo fato do usuário interagir constantemente com o sistema.

Em seguida foram aplicados os padrões *Navigable Spaces*, pois o sistema é composto por diversas telas e o usuário necessita navegar entre elas, e *Tabular Set*, que define a apresentação de informações através de uma tabela. Seguindo os relacionamentos da linguagem, em seguida foi aplicado o padrão *Go Back to a Safe Place*, resultando no botão fechar na parte superior direita da janela. Ao clicar no botão fechar, retorna-se a tela principal do sistema, que é considerada pelo usuário o lugar seguro. Também foi aplicado o padrão *Pointer Shows Affordance*, resultando na mudança do ponteiro do mouse para *I-Beam* (I) quando o ponteiro está sobre um campo de texto editável.

Após a aplicação do padrão *Form*, foram aplicados os padrões *Forgiving Text Entry*, *Structured Text Entry*, *Choice from a Large Set* e *Small Group of Related Things*. O Padrão *Forgiving Text Entry* e *Structured Text Entry* foram aplicados para

alguns campos de texto onde existe uma certa estrutura do dado, como por exemplo, para o campo telefone. Nesse caso, o usuário não é obrigado a digitar os caracteres fixos da estrutura (padrão *Forgiving Text Entry*) e quando não existe dado fornecido pelo usuário, o campo apresenta a formatação do telefone esperada (padrão *Structured Text Entry*). O padrão *Choice from a Large Set* foi aplicado para o campo estado, na qual o número de opções é maior que dez e o usuário necessita escolher um valor específico. O padrão *Small Group of Related Thing* foi aplicado novamente para organizar a localização espacial dos campos para a entrada dos dados do cliente.

Aplicando o padrão *Good Defaults*, valores foram definidos para alguns campos do formulário, como por exemplo, o campo Acréscimo que considera a taxa de entrega. O padrão *Remembered State* foi aplicado para garantir que os valores dos campos do formulário não sejam alterados caso o usuário navegue para outra tela ou para outro programa.

Devido à dinâmica da técnica de Prototipação em Papel, o usuário manifestou seus interesses no projeto da interface com o usuário com parte dos conhecimentos que absorveu do aprendizado de padrões. As interfaces elaboradas foram avaliadas pelos especialistas verificando se atendiam ou não as diretrizes de cada um dos padrões. Para as diretrizes que não foram atendidas, perguntas foram elaboradas para que as telas projetadas respeitassem todas as diretrizes dos padrões selecionados. Através dessa avaliação, possibilitou a diminuição do número de decisões de projeto que estavam sendo realizadas na etapa de Construção do Protótipo, devido ao esquecimento de detalhes sobre a interface.

Observou-se que os padrões de IHC complementam a aplicação dos padrões *Prototypes* e *User Interface Requirements* (WHITENACK, 1995), fornecendo: **1)** diretrizes para elaboração da interação e da interface com o usuário e **2)** um vocabulário de comunicação entre o usuário e os especialistas.

III. Etapa de Construção do Protótipo – Primeira Iteração

Nessa etapa foi elaborado um protótipo utilizando a linguagem de programação *Visual Basic*, considerando o projeto da interface com o usuário definido na etapa anterior. A Figura 25 apresenta a tela de cadastro de pedidos conforme implementada no protótipo.

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário – Primeira Iteração

A seguir o protótipo foi avaliado pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário. Para essa etapa houve uma atividade de planejamento, com o objetivo de definir as tarefas a serem realizadas pelo usuário durante a avaliação. Durante aproximadamente 95 minutos de execução da avaliação, o protótipo foi manipulado pelo usuário, sendo observado pelo especialista enquanto realizava as 14 tarefas elaboradas. Observou-se, durante a interação, que o usuário notou a aplicação dos padrões de IHC no protótipo. Algumas vezes, ao descrever um problema encontrado no protótipo, tentava fornecer uma solução através dos padrões aprendidos anteriormente. Na Figura 26 é

Código	Quantidade	Produto	Preço

Figura 25 – Tela de cadastro de pedidos elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 1

...

Tarefa 1 - Solicitação de pedido por telefone
 O telefone acaba de tocar, você identifica que é o número (16)3361-5144.
 Após atender o telefone, o cliente solicita os seguintes lanches:
 Um frango 1 com alface
 Dois lombos Acebolados com mais mussarela
 Três refrigerantes em lata

Produto	Código
Frango 1	301
Lombo Acebolado	203
c/ Alface	02
c/ mussarela	12
Refrigerante em lata	1004

...

Figura 26 – Exemplo de tarefa elaborada para realização pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário na segunda fase do estudo de caso 1

apresentado um exemplo de tarefa elaborada para a avaliação da tela de cadastro de pedidos.

V. Etapa de Refinamento do Protótipo – Primeira Iteração

Após a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário, uma lista foi elaborada contendo as 31 críticas apresentadas pelos usuários e as 2 críticas levantadas pelo especialista

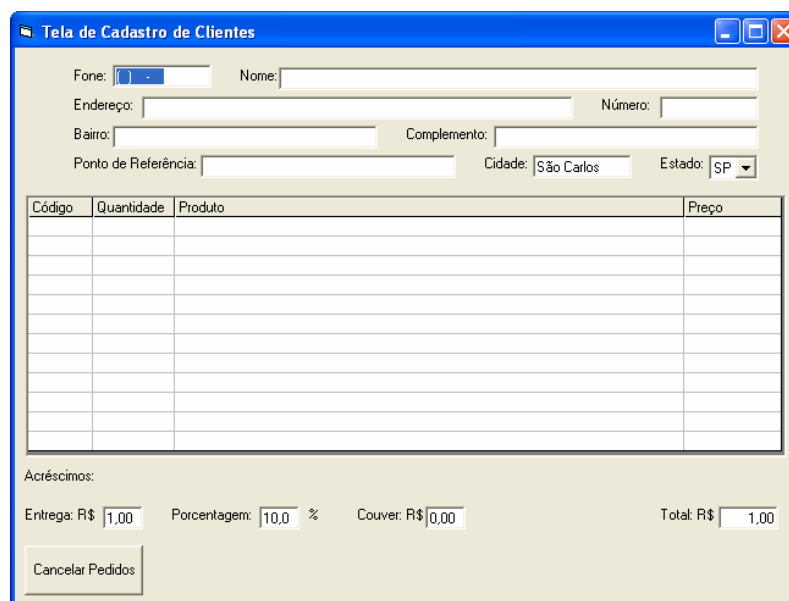


Figura 27 – Tela de cadastro de pedidos refinada com as críticas levantadas pelo usuário e especialista na segunda fase do estudo de caso 1

na etapa de Refinamento do Protótipo. O especialista utilizou os padrões para corrigir essas deficiências encontradas. Por exemplo, na interface apresentada anteriormente (Figura 25), o usuário não citou a necessidade de confirmação de algumas operações. Mas no caso de cancelamento de comandas notou a necessidade da confirmação do cancelamento de pedidos para a prevenção de erros. Nesse caso o padrão *Shield* (WELIE, 2003) pode ser aplicado.

Em seguida uma segunda versão do documento de especificação de requisitos foi elaborada, descrevendo 22 requisitos funcionais e 9 requisitos não funcionais.

VI. Etapa de Projeto Rápido – Segunda Iteração

Durante a segunda iteração, na etapa de Projeto Rápido, o projeto da interface com o usuário foi refinado considerando as críticas documentadas no documento de refinamento do protótipo. Na Figura 27 é apresentada a tela de cadastro de pedidos, refinada com as críticas do usuário e dos especialistas. Modificações como mudança no texto do botão para cancelar o pedido sendo realizado, e permitir fornecer telefones com sete dígitos foram realizadas para atender as críticas levantadas.

VII. Etapa de Construção do Protótipo – Segunda Iteração

Na segunda iteração o protótipo foi modificado para refletir as mudanças realizadas no projeto da interface com o usuário durante a etapa anterior.

VIII. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente – Segunda Iteração

Durante a segunda iteração, o plano aplicado na iteração anterior foi modificado para incluir os requisitos identificados ou refinados. Durante a avaliação o usuário despendeu aproximadamente 60 minutos para realizar as 15 tarefas definidas no plano.

IX. Etapa de Refinamento do Protótipo pelo Cliente – Segunda Iteração

Após a segunda avaliação do protótipo realizada pelo usuário, foi elaborado um documento de refinamento de protótipo descrevendo 13 problemas identificados pelo usuário e 4 problemas identificados pelo especialista. Em seguida, a versão final do documento de especificação de requisitos foi elaborada, contendo 28 requisitos funcionais e 12 requisitos não-funcionais, entre outras informações definidas no modelo de documento de especificação de requisitos utilizado.

X. Etapa de Engenharia do Produto

A primeira atividade realizada na etapa de Engenharia do Produto é a Análise, na qual foram elaborados os modelos de casos de uso, de classes e de seqüência. Para a realização dessa atividade foram aplicados os padrões de processo *Behavioral Requirements* (WHITENACK, 1995), que apresentam diretivas para a descrição dos comportamentos do sistema através de casos de uso, em conjunto com o padrão *Scenarios Define Problem* (COPLIEN, 1995), que aconselha a elaboração de casos de uso para documentar os comportamentos e comunicar-se com o cliente. Em seguida foram aplicados os padrões de casos de uso *Technology Neutral*, *User Valued Transaction*, *Complete Single Goal*, *Scenario Plus Fragments*, *Exhaustive Alternatives* e *Intention Revealing Name* da linguagem de padrões para escrita de casos de uso efetivos (ADOLPH *et al.*, 2002) para complementar as diretivas fornecidas pelos padrões de processo aplicados e amenizar as influências do protótipo nas descrições de caso de uso. Essa aplicação conjunta resultou na identificação de outros três relacionamentos entre os padrões de ES.

Na Análise também foram aplicados da linguagem de padrões RAPPeL (WHITENACK, 1995) os padrões de processo *Problem Domain Analysis*, que define um conjunto de perguntas a serem respondidas para realizar a análise, apontando relacionamentos com os padrões *Finding and Defining the Domain Object*, *Information Needs*, *Classifying*, *Associating and Grouping the Domain Objects*, *Elaboration of the Domain Objects* e *Object Aging* que auxiliam a obter as respostas para essas perguntas. Tais padrões auxiliam a identificar e definir os objetos da análise, seus atributos, relacionamentos, e seus estados a partir dos requisitos comportamentais (padrão *Behavioral Requirements*) e regras de negócio (padrão *Business Rules*).

Para auxiliar a identificar os objetos do domínio, os relacionamentos entre os objetos, seus atributos e métodos, foram aplicados os padrões Identificar Recursos, Quantificar Recursos, Comercializar o Recurso, Conferir a Entrega do Recurso, Itemizar Transação do Recurso, Pagar pela Transação do Recurso, e Identificar o Executor da Transação, da linguagem de padrões GRN (BRAGA *et al.*, 1999), em conjunto com o padrão *Party* (FOWLER, 1996). Observa-se aqui um relacionamento entre o padrão de processo *Problem Domain Analysis* (WHITENACK, 1995) e padrões de análise, que podem ser aplicados para auxiliar a responder as questões desse padrão de processo. A aplicação dos padrões de análise descritos resultou na elaboração do modelo de classes em nível de domínio apresentado parcialmente na Figura 28.

Durante a atividade de projeto foram aplicados os padrões *Shape of Program*, em conjunto com os padrões relacionados, da linguagem de padrões *Caterpillar's Fate* (KERTH, 1995). Através dessa aplicação o sistema foi dividido em camadas e vários tipos de objetos foram definidos, de acordo com os padrões *System Citizen's Role*, *Decision Maker's Role*, *Worker's Role*, *Interface's Role* e *Informational Role*. Antes da identificação de tais

objetos, o sistema foi dividido em grupos de objetos aplicando o padrão MVC (BUSCHMANN *et al.*, 1996), conforme o padrão *Small Family Systems*.

Para definir os passos da elaboração dos objetos responsáveis pela interface com o usuário, foi aplicado o padrão *Human Interface Role Is a Special Interface Role* (KERTH, 1995). Esse padrão de processo fornece como diretiva a separação dos objetos da

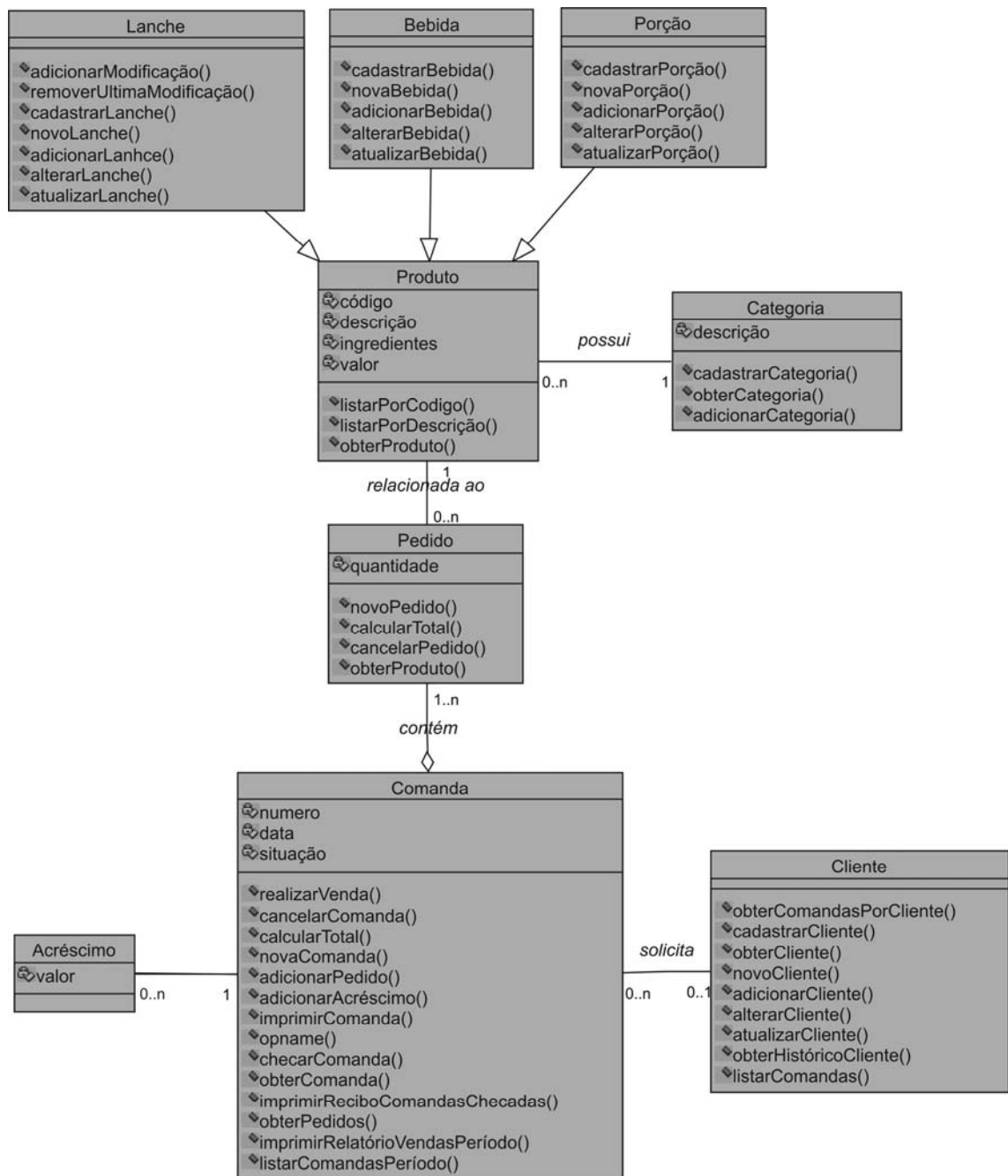


Figura 28 – Visão parcial do modelo de classes em nível conceitual elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 1

interface com o usuário dos demais objetos, aplicando, por exemplo, o padrão MVC. Esse padrão também indica a elaboração de diversas alternativas de projeto para serem discutidas com a equipe, selecionando em seguida as melhores alternativas. Padrões de IHC podem ser aplicados para auxiliar a definir boas alternativas. Observou-se um relacionamento entre o padrão *Human-Interface Role Is a Special Interface Role* e os padrões de IHC.

Na aplicação do padrão MVC, como padrão arquitetural adotado, foi aplicado também o padrão *Observer* (GAMMA *et al.*, 1995), que complementa a solução do padrão MVC, e os padrões de IHC. Buschmann *et al.* (1996) apresentam dez passos para a implementação do padrão MVC, sendo que o terceiro é o projeto da parte da visualização da interface com o usuário, representado pela *View*. Durante a realização desse passo, padrões de IHC podem ser aplicados. Nesse estudo de caso, os mesmos padrões de IHC aplicados no protótipo foram aplicados no produto final, pois a Prototipação foi útil como um mecanismo para averiguar quais padrões de IHC deveriam estar presentes no produto final.

Alguns relacionamentos entre os padrões de IHC e padrões de projeto foram identificados durante a atividade de projeto. Por exemplo, cita-se o requisito de interface com o usuário em que o botão Cancelar Comanda (Figura 25) só está habilitado se houver algum pedido sendo realizado, resultante da aplicação do padrão *Disabled Irrelevant Things*. O botão é inicialmente desabilitado, pois não existem pedidos sendo realizados. Após o usuário digitar o telefone do cliente, o sistema permite a edição do pedido, e então habilita o botão para cancelar os pedidos solicitados. Percebe-se que um objeto que pode ser desabilitado ou habilitado está relacionado a um contexto composto por um ou mais objetos. O padrão *Observer* pode ser aplicado, para quando o contexto de tal objeto alterar, o objeto ser informado sobre tal mudança, verificando assim se ele é relevante ou não para o novo contexto, alterando assim a permissão de manipulação por parte do usuário. Conclui-se que o

padrão de projeto *Observer* auxilia a projetar o padrão de interação humano-computador *Disabled Irrelevant Things*.

Também foram aplicados os padrões *Abstract Factory*, *Flyweight*, entre outros padrões de projeto. Para criar uma camada de abstração entre os objetos e o banco relacional, objetivando persistir os atributos dos objetos, foi aplicado o padrão *Persistence Layer*, e seus padrões relacionados. Por fim, o produto final foi implementado na linguagem Java, respeitando o projeto da interface com o usuário definido durante o desenvolvimento e avaliação do protótipo.

3.3 – Estudo de Caso 2

Esse estudo de caso foi realizado com a participação dos alunos da disciplina de Tópicos Especiais em Engenharia de Software do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPG-CC) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ministrada no segundo semestre de 2004, em conjunto com as secretárias da Secretaria do PPG-CC.

Durante a primeira fase do estudo de caso, 3 alunos desempenharam o papel de especialistas enquanto que uma secretária participou como usuário final. Na segunda fase, participaram 5 alunos como especialistas em conjunto com o usuário final da primeira fase. É importante ressaltar que os alunos que participaram da primeira fase desse estudo de caso não participaram da segunda fase.

Os cronogramas definidos para a primeira e segunda fase deste estudo de caso são apresentados na Figura 30 e Figura 29, respectivamente.

Devido à limitação de tempo desse estudo de caso, o seguinte conjunto de padrões foi proposto para aplicação durante o desenvolvimento: um conjunto de padrões organizacionais identificados por Coplien (1995) (*Form Follows Function*, *Domain Expertise in Roles*, *Apprentice*, *Organization Follows Location*, *Patron*, *Architect Controls Product*, *Developers Controls Process*, *Conway's Law*, *Architect Also Implements*, *Review the*

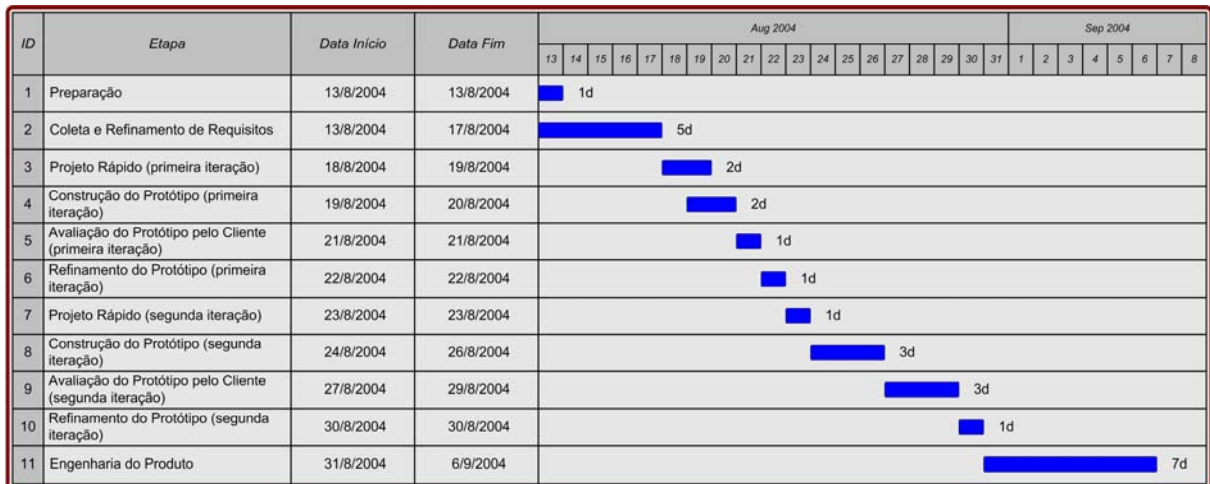


Figura 30 – Cronograma para a primeira fase do estudo de caso 2

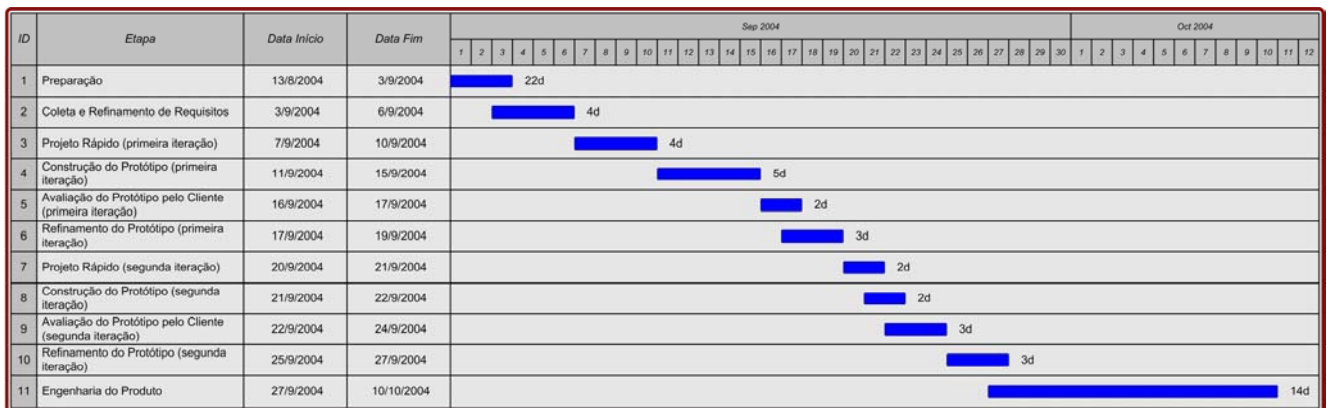


Figura 29 – Cronograma para a segunda fase do estudo de caso 2

Architecture, Code Ownership, Engage QA, Engage Customers, Mercenary Analyst, Firewalls, Gatekeeper, Shaping Circulation Realms, Move Responsibilities, Decouple Stages, Hub, Spoke and Rim e Developing in Pairs), um conjunto de padrões de processo de Coplien (1995) (*Application Design is Bounded by Test Design, Group Validation, Scenarios Define Problem, Prototype, Interrupts Unjam Blocking e Don't Interrupt a Interrupt*), a linguagem de padrões de análise GRN, linguagem de padrões de interação humano-computador *Common Ground*, padrão MVC, padrões de interface com o usuário da coleção *UI Patterns & Techniques* e da coleção *GUI Design Patterns*, o padrão *Persistence Layer* em conjunto com seus padrões relacionados, e os padrões de projeto *Iterator* e *Facade*, em um total de 174 padrões de possível aplicação. O modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado com os padrões descritos é apresentado na Figura 31.

Os padrões de processo e organizacionais foram escolhidos considerando o modo de trabalho que possivelmente os participantes especialistas adotariam (geograficamente distribuído com encontros presenciais), enquanto que os padrões de IHC foram escolhidos considerando que o sistema seria *desktop* (por isso não foram escolhidos padrões de interação para *web*, por exemplo). O relacionamento com o domínio a qual pertence o sistema foi o critério adotado para seleção de padrões de análise, enquanto que padrões de projeto e de persistência foram selecionados a partir da literatura, considerando a sua possível aplicação no sistema.

O restante da Seção detalha o desenvolvimento do estudo de caso, apresentado a descrição do problema, e em seguida são detalhadas a primeira e a segunda fase do estudo de caso.

3.3.1. Descrição do Problema

Neste estudo de caso foi desenvolvido um sistema para a secretaria do PPG-CC, que consiste no controle de reservas e empréstimos de recursos, tais como salas, projetores, etc, que são disponibilizados para alunos e professores pelo programa de pós-

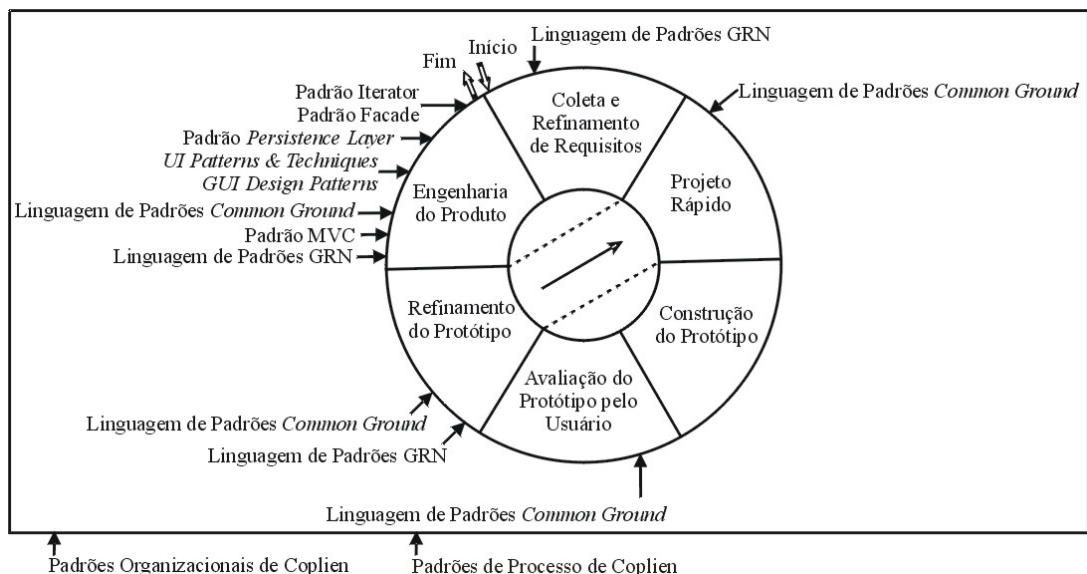


Figura 31 – Modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado para o estudo de caso 2

graduação. O sistema deve ainda emitir diversos tipos de relatórios e consultas, possibilitando um melhor gerenciamento dos recursos disponíveis.

3.3.2. Primeira Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação

I. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

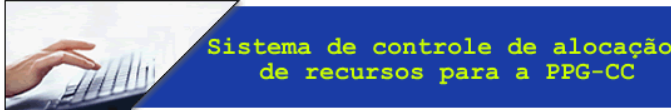
Nessa etapa foi elaborada a primeira versão do documento de especificação de requisitos, baseado em um processo de coleta e análise dos requisitos, conforme processo definido na Seção 2.6. Um planejamento foi elaborado para a entrevista, contendo 16 perguntas, que foram respondidas pelo usuário em aproximadamente 50 minutos de entrevista.

O áudio da entrevista foi gravado, com a permissão do usuário entrevistado, e utilizado para elaborar o documento de transcrição da entrevista. Através da análise desse documento, a primeira versão do documento de especificação de requisitos descrevia 9 requisitos funcionais e 1 requisito não funcional.


II. Etapa de Projeto Rápido

Após a identificação dos requisitos, foi elaborado um projeto da interface com o usuário para o protótipo, consistindo de 5 telas. Na Figura 32 é mostrada o projeto da tela de cadastro de reservas.

Na segunda iteração, as telas que representam a interface com o usuário foram refinadas considerando as sugestões e críticas do documento de refinamento de protótipo, elaborado durante a etapa de Refinamento do Protótipo. Na Figura 33 é apresentada a tela de cadastro de reservas, refinada para atender as modificações solicitadas.



Sistema de controle de alocação de recursos para a PPG-CC

 Menu

Cadastro de reservas

Data:
Hora: **Buscar recursos disponíveis**

Selecione os itens disponíveis e clique no botão adicionar

Itens disponíveis	Itens da reserva
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Adicionar	Retirar

Dados da reserva

Data fim: Hora fim:
Situação: andamento
Motivo: defesa
Observação:

Escolha o usuário para realizar a reserva:
Anni Priscilla

Rg:
Nome:
Tipo: Aluno

Inserir **Limpar**

Figura 32 – Projeto da tela de registro de reservas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na primeira fase do estudo de caso 2

Comparando as telas projetadas na primeira iteração (Figura 32) com a refinada na segunda iteração (Figura 33), percebe-se algumas mudanças: 1) o menu de opções está sempre visível na tela refinada, 2) uma mudança dos componentes de interface utilizados para representação dos recursos disponíveis e recursos reservados, 3) posição dos componentes de interface e 4) na ordem dos passos para a realização da tarefa foram realizadas.

III. Etapa de Construção do Protótipo

O protótipo foi implementado em HTML e disponibilizado em um servidor WEB para a realização da avaliação do protótipo. Portanto, para a utilização do protótipo é necessário um computador com um navegador, conectado a Internet para acesso ao servidor.

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário

Na primeira iteração, um plano de avaliação do protótipo foi elaborado, contendo 13 tarefas que foram realizadas pelo usuário durante a execução da avaliação. Para realizar essas tarefas o usuário despendeu 30 minutos. Um exemplo de tarefa elaborada para avaliar a tela de cadastro de reservas é apresentada na Figura 34.

O plano de avaliação aplicado na avaliação da primeira versão do protótipo foi refinado para atender as modificações realizadas no protótipo, e aplicado na avaliação da



Figura 33 – Projeto da tela de cadastro de reservas refinada após avaliação pelo cliente na primeira fase do estudo de caso 2

segunda versão do protótipo. Foram definidas 14 tarefas para serem realizadas durante a segunda avaliação, despendendo aproximadamente 50 minutos para a realização dessa atividade.

V. Etapa de Refinamento do Protótipo

Após a primeira avaliação do protótipo pelo cliente, foram elaborados um documento de refinamento do protótipo e uma segunda versão do documento de especificação de requisitos. Foram coletas 3 críticas apontadas pelo usuário e 1 crítica pelos especialistas e documentadas no documento de refinamento do protótipo. Considerando estas críticas e os requisitos coletados anteriormente, foram descritos 6 requisitos funcionais e 1 requisito não funcional na segunda versão do documento de especificação de requisitos.

Na segunda avaliação do protótipo pelo usuário foram coletas 2 observações realizadas pelo usuário e mais 1 observação realizada pelos especialistas. Em seguida foi elaborada a última versão do documento de requisitos, contendo 6 requisitos funcionais e 1 requisito não funcional.

VI. Etapa de Engenharia do Produto

Nessa etapa os requisitos foram especificados através de casos de uso. Na Figura 35 é mostrado o modelo de caso de uso elaborado durante a primeira fase do estudo de caso. Foram identificados 8 casos de uso e 1 ator, o ator Funcionário. Os casos de uso

...

Tarefa 9 - Realizar uma reserva

Reservar o canhão para o dia 11/09/2004 as 10:00h e com termino no dia 11/09/2004 as 16:00h, colocar a situação em andamento, motivo aula, deixa observação em branco, pois só será usado quando devolver o canhão para dizer qual o estado da devolução, escolher o usuário Marie (neste caso não é necessário digitar o Nome e o RG, pois o usuário para a reserva Marie já foi cadastrado previamente)

...

Figura 34 – Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente no estudo de caso 2

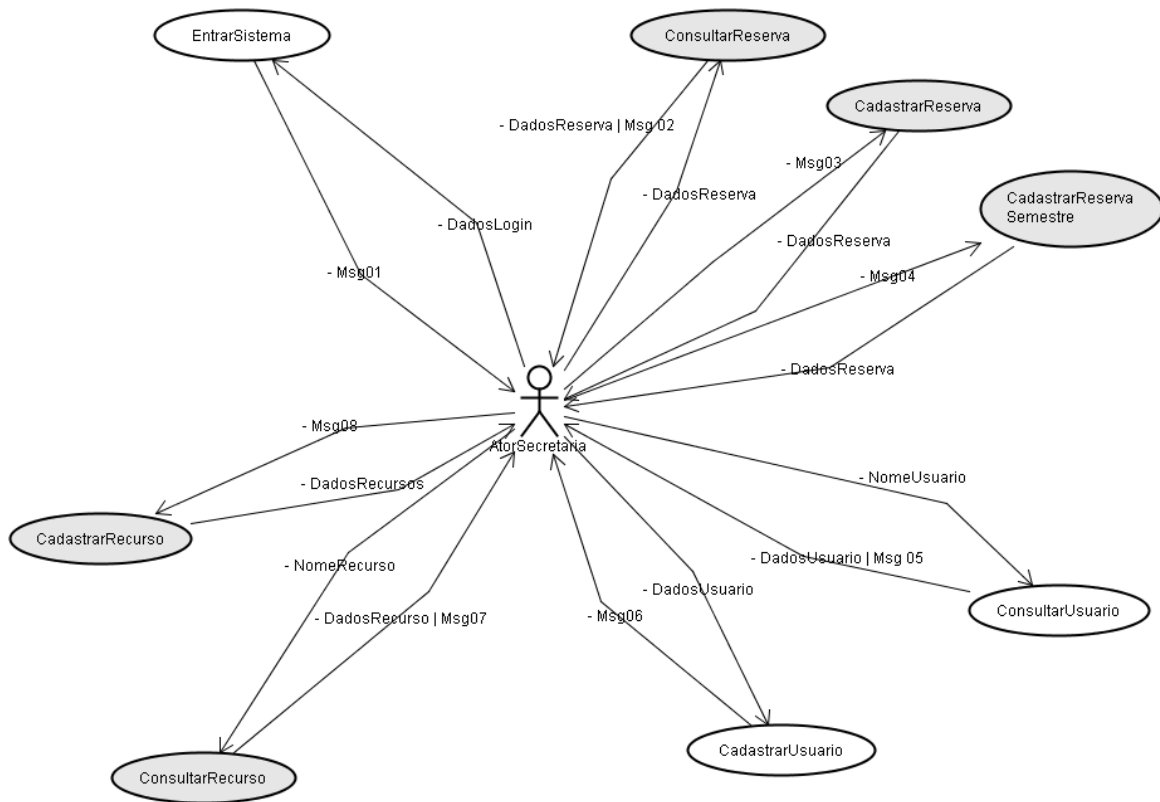


Figura 35 – Modelo de casos de uso elaborado durante o estudo de caso 2

identificados foram: **1)** EntrarSistema; **2)** ConsultarReserva; **3)** CadastrarReserva; **4)** CadastrarReservaSemestre; **5)** ConsultarUsuario; **6)** CadastrarUsuario; **7)** ConsultarRecurso; e **8)** CadastrarRecurso. Foram elaborados 15 cursos, dos quais 8 são cursos normais e 7 são cursos alternativos.

Na Figura 36 é apresentado o modelo de classes em nível de domínio elaborado para o sistema desenvolvido nessa fase. Foram identificadas 8 classes (Reserva, Pessoa, Departamento, Aluno, Professor, Funcionario, Recursos e ItensReserva), e 8 relacionamentos entre essas classes.

O modelo de três camadas foi adotado como a arquitetura do sistema desenvolvido, separando-o na camada de interface com o usuário, camada de regras de negócio e camada de banco de dados. O sistema foi desenvolvido para ambiente WEB, utilizando a linguagem de programação PHP. Portanto, a camada de interface com o usuário

foi composta por arquivos em HTML e PHP. A camada de regras de negócio foi composta por arquivos .class escritos em PHP. A camada de banco de dados foi composta por classes de conexão com banco de dados disponibilizadas pela linguagem de programação.

Para a persistência dos dados foi utilizado o sistema gerenciador de banco de dados MySQL, definindo um modelo entidade-relacionamento para representar as entidades e associações, conforme é mostrado na Figura 37. Posteriormente foi elaborado o código SQL para criar as tabelas onde os dados são persistidos.

Durante a atividade de projeto também foi elaborado o modelo de classes em nível de projeto, conforme é mostrado na Figura 38, composto por classes responsáveis pela interface com o usuário e classes responsáveis pelas regras de negócio e persistência dos dados.

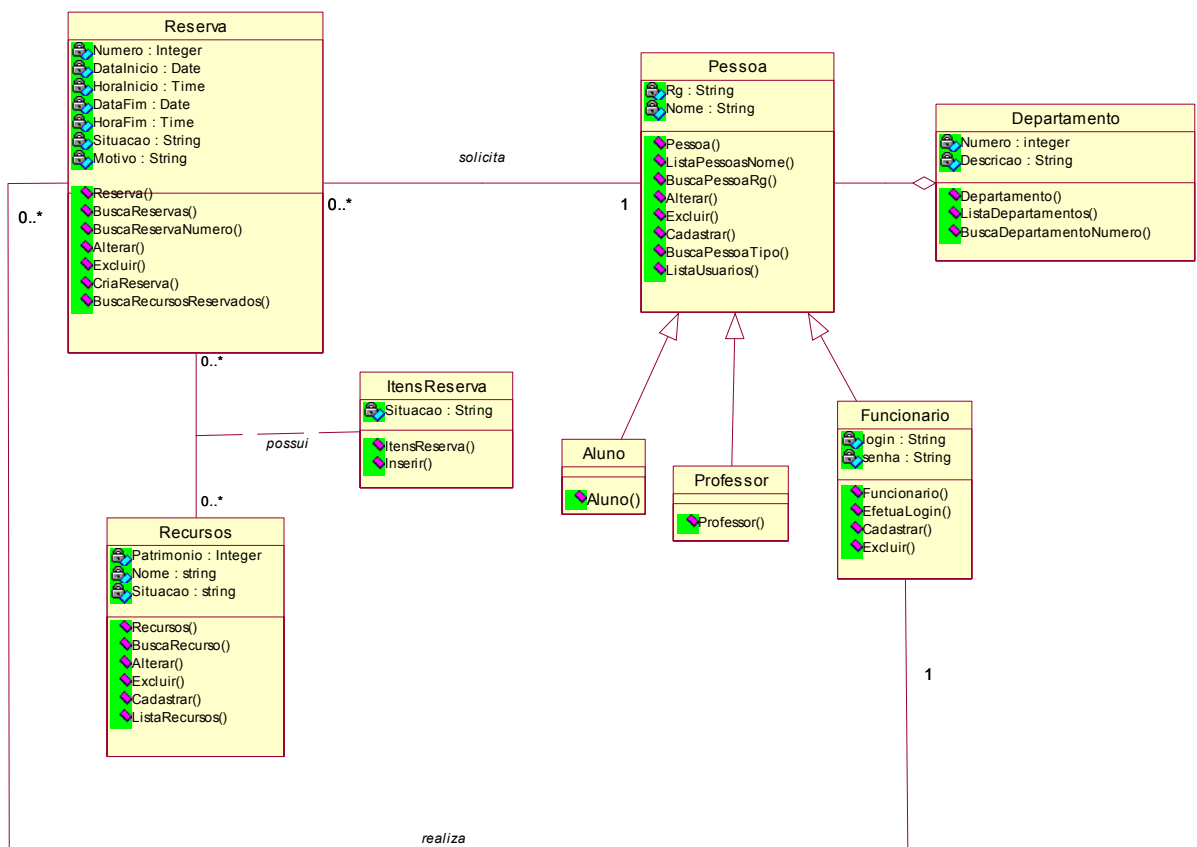


Figura 36 – Modelo de classes elaborado durante o estudo de caso 2

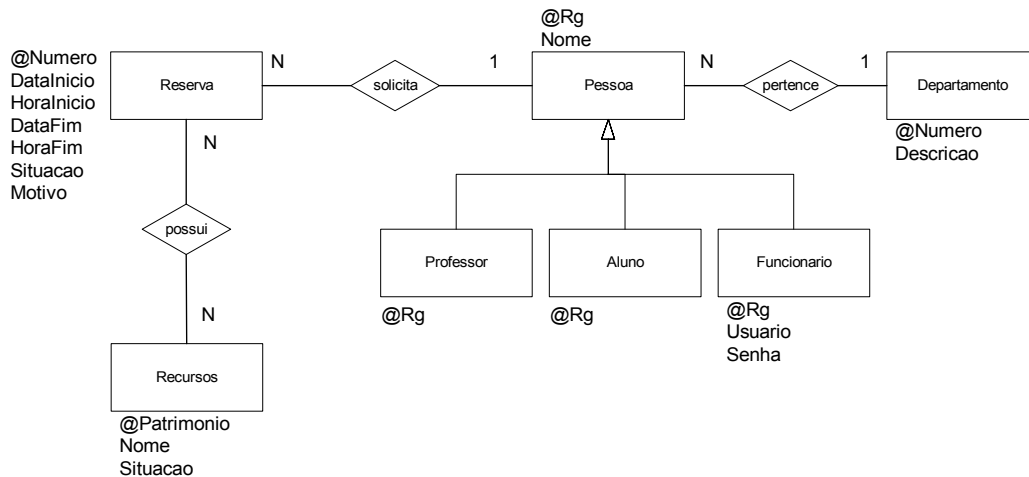


Figura 37 – Modelo entidade-relacionamento elaborado durante o estudo de caso 2

3.3.3. Segunda Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação apoiado por Padrões

1. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Durante essa etapa foi realizado a elaboração de um plano de entrevista com o usuário, a execução da entrevista e a identificação e especificação dos requisitos. Para a elaboração das questões a serem perguntadas ao usuário durante a entrevista, foram utilizados 6 padrões da linguagem de padrões de GRN (BRAGA *et al.*, 1999) como base, resultando em um conjunto de 35 perguntas. Os padrões utilizados foram Identificar Recurso, Quantificar Recurso, Localizar Recurso, Reservar Recurso, Itemizar Transação do Recurso e Pagar pela Transação do Recurso.

Como exemplo, as seguintes questões foram elaboradas com base no padrão Identificar Recurso (BRAGA *et al.*, 1999): **1)** Quais os documentos utilizados para reservar recursos?; **2)** Quais são os recursos (salas de aula, retroprojeto) que atualmente é controlado?; **3)** Existe necessidade de outros recursos a serem controlados?; **4)** Quais são as informações de recursos que você anota?; **5)** Existem outras informações de recurso que não são anotadas e deveriam?; **6)** Existem outras informações que poderiam ser opcionalmente anotadas?; **7)**

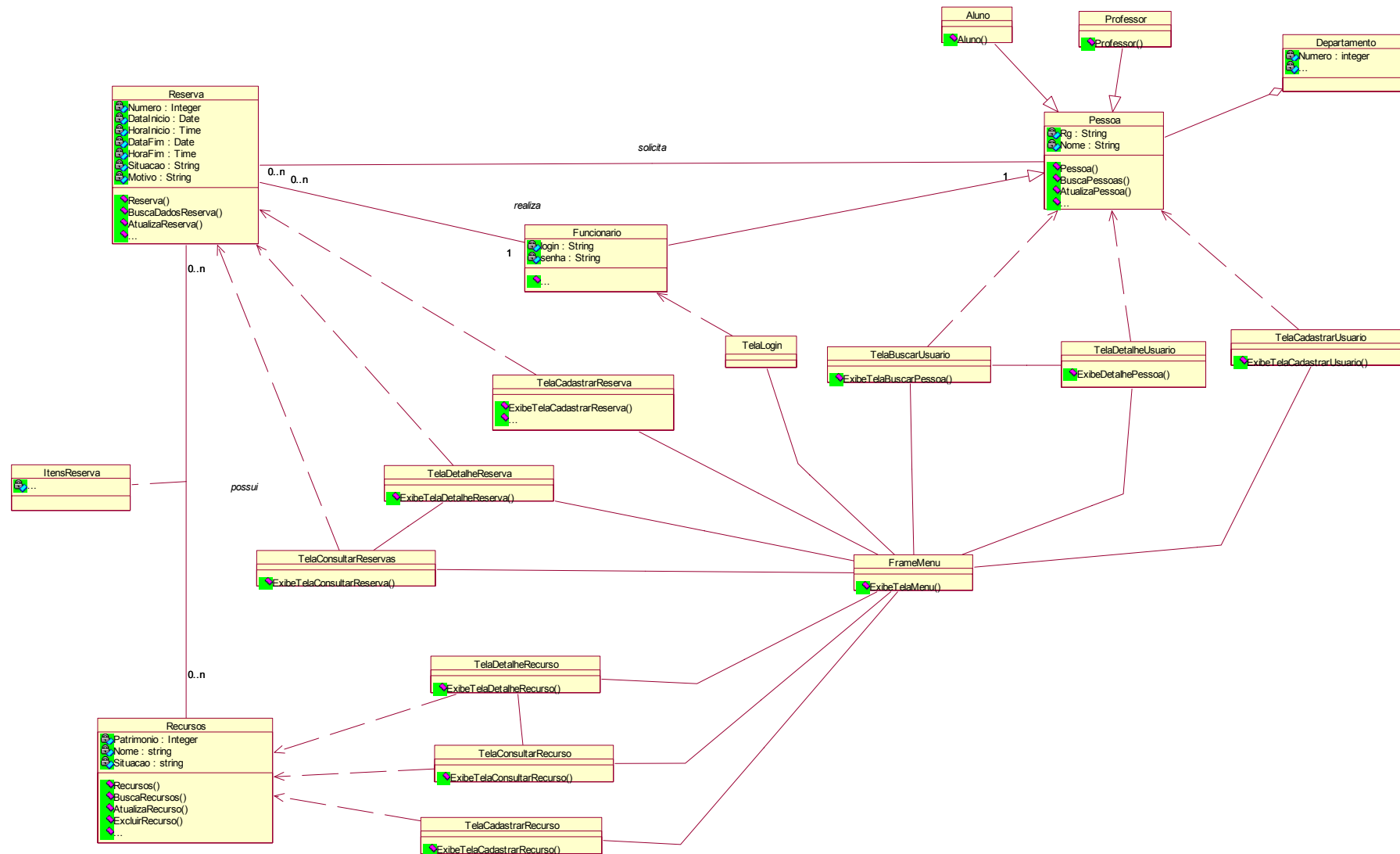


Figura 38 – Modelo de classes elaborado na etapa de projeto durante a primeira fase do estudo de caso 2

Avaliar todas as informações de todos os recursos e ver quais são comuns a todos os recursos e perguntar se tal fato a Mirian é verdadeiro ou existe outras informações comuns.; **8)** Os recursos podem ser agrupados ou separados em categorias?; **9)** Você vê perspectiva para outros recursos que eventualmente podem ser controlados?.

A entrevista foi realizada por dois integrantes da equipe de desenvolvimento. O áudio da entrevista foi capturado com a permissão do usuário, e foi utilizado para elaborar o documento de transcrição da entrevista com o usuário. Baseado nesse documento, foram identificados 9 requisitos funcionais e 5 requisitos não funcionais documentados na primeira versão do documento de especificação de requisitos, cuja visão parcial é apresentada na Figura 39.

II. Etapa de Projeto Rápido

Considerando os requisitos levantados na etapa anterior, e em conjunto com a participação do usuário, um projeto de interface com o usuário foi elaborado para o protótipo na primeira iteração. Foram projetadas 8 telas, aplicando 8 padrões de IHC, em um total de 15 de aplicações.

Para a elaboração do projeto da interface com o usuário foi seguida a

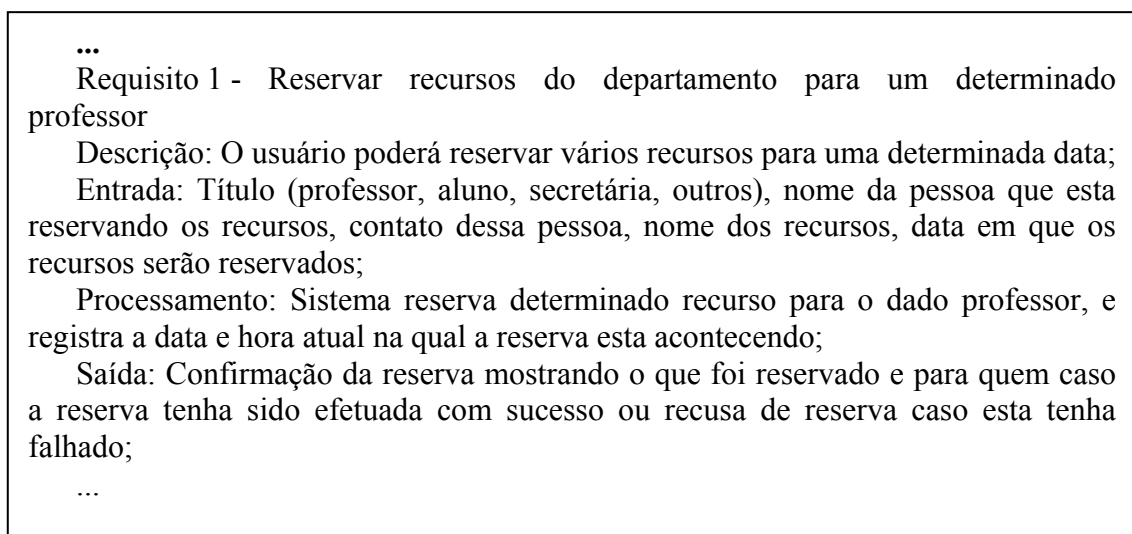


Figura 39 – Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na segunda fase do estudo de caso 2

abordagem de Dearden *et al.* (2002), conforme descrita na Seção 2.6. Os especialistas encontraram dificuldades durante a realização da abordagem, dentre elas pode-se citar o desconforto do usuário na leitura dos padrões, o tempo de duração da leitura (estimado em uma hora e durou cerca de duas horas), compreensão dos termos técnicos dos padrões (como *radiobox* e *checkbox*) e a necessidade de apresentar mais exemplos para clarificar o padrão.

Na Figura 40 é apresentada a tela de cadastro de reservas, elaborada pelo usuário em conjunto com o facilitador. Os padrões de IHC aplicados no desenvolvimento dessa tela foram *Choice from a Small Set*, *Structured Text Entry* e *Disabled Irrelevant Things* da linguagem de padrões *Common Ground*.

Na segunda iteração, durante essa etapa, o projeto da interface com o usuário foi refinado considerando as críticas documentadas no documento de refinamento do protótipo. Na Figura 41 é apresentada a tela de cadastro de reservas, refinada com as críticas do usuário e dos especialistas. Modificações como a inclusão de um botão para realizar a ação de limpar e fornecimento de valor *default* para a data foram realizadas para atender as críticas do usuário.

III. Etapa de Construção do Protótipo

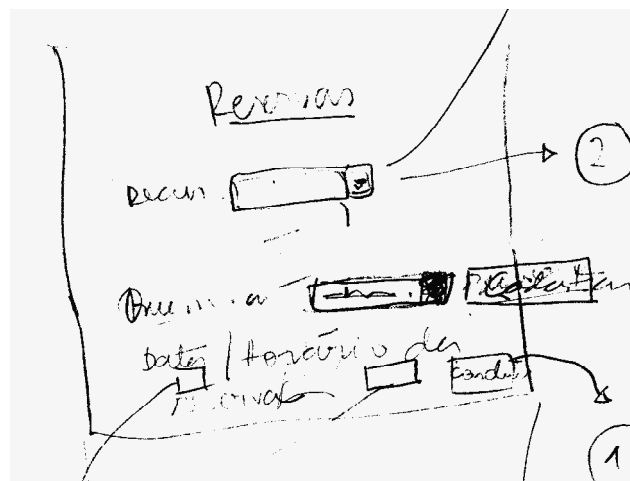


Figura 40 - Tela de cadastro de reservas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 2

O protótipo foi implementado usando a linguagem de programação C++ no ambiente de desenvolvimento *Builder C++* da Borland. Nesse estudo de caso a linguagem de programação foi escolhida pelos desenvolvedores, escolhendo a linguagem considerando o critério de experiência com a linguagem de programação. Na Figura 42 é apresentada a tela de

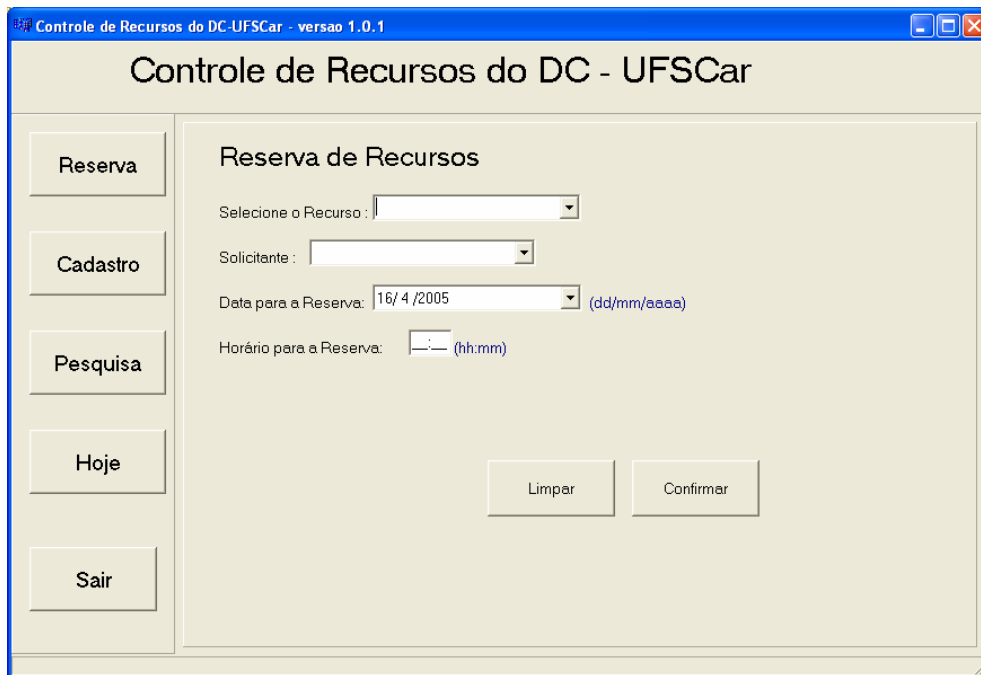


Figura 41 - Tela de cadastro de reservas refinada com as críticas levantadas pelo usuário e especialista na segunda fase do estudo de caso 2

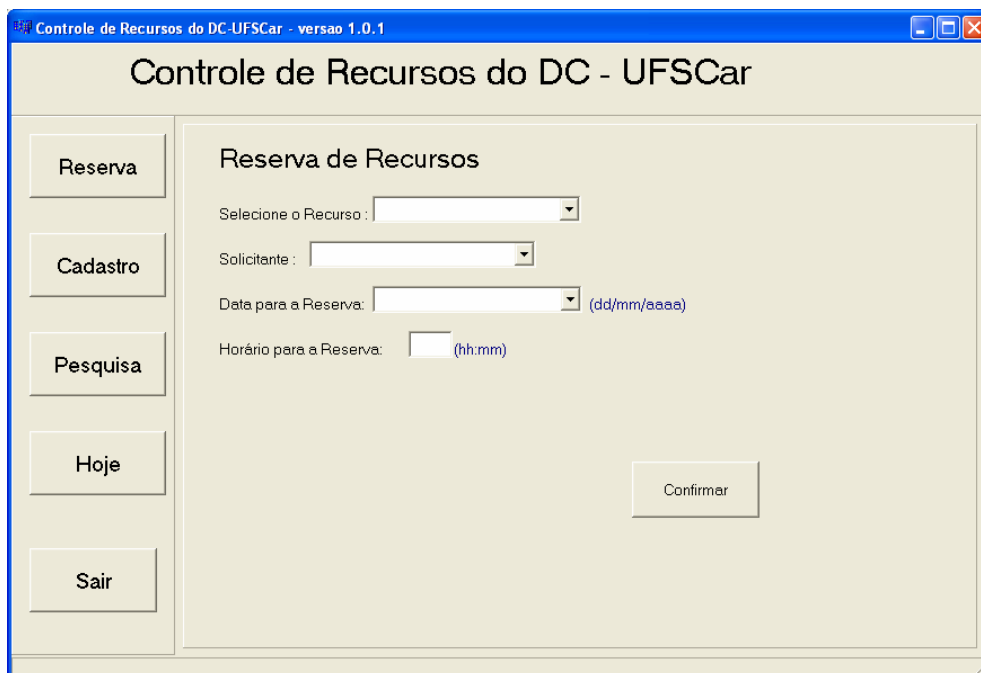


Figura 42 - Tela de cadastro de reservas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 2

cadastro de reservas conforme implementada no protótipo.

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário

Para a primeira avaliação do protótipo pelo usuário foram elaboradas 7 tarefas durante o planejamento. Na Figura 43 é apresentado um exemplo de tarefa elaborada para a avaliação da tela de cadastro de reservas.

Na segunda avaliação do protótipo, o planejamento utilizado na primeira avaliação foi refinado para atender às mudanças dos requisitos, resultando em um total de 7 tarefas, que foram realizadas pelo usuário na segunda avaliação.

V. Etapa de Refinamento do Protótipo

Analisando a avaliação do protótipo pelo usuário, foi elaborado um documento de refinamento do protótipo contendo 5 críticas realizadas pelo usuário. Foram aplicados 3 padrões de IHC para solucionar algumas das críticas levantadas. Em seguida, uma nova versão do documento de especificação de requisitos foi elaborada, contendo 9 requisitos funcionais e 10 requisitos não funcionais.

Após a segunda avaliação do protótipo pelo usuário, foi elaborado um outro documento de refinamento do protótipo, contendo 5 críticas realizadas pelo usuário. Em seguida foi elaborada a versão final do documento de especificação de requisitos, contendo 9 requisitos funcionais e 10 requisitos não funcionais.

...

Tarefa 2 - Fazer reserva
Fazer reserva do recurso Sala de Qualificação para o professor Carlos Eduardo, para o dia 22 de setembro de 2004, às 14:00h.

...

Figura 43 - Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente na segunda fase do estudo de caso 2

VI. Etapa de Engenharia do Produto

Durante a atividade de Análise foi desenvolvido o modelo de casos de uso, identificando 2 atores e elaborando 10 casos de uso. Os atores identificados foram o Solicitante e o Administrador. Os casos de uso identificados foram 1) ReservarRecurso; 2) EmprestimoSemReserva; 3) AlterarReserva; 4) PesquisarReserva; 5) CancelarReserva; 6) CadastrarSolicitante; 7) PesquisarPorData; 8) PesquisarPorRecurso; 9) PesquisarPorSolicitante; 10) CadastrarRecurso. Para a descrição desses casos de uso foram elaborados 15 cursos, dos quais 10 são cursos normais e 5 são cursos alternativos. Uma parte do modelo de casos de uso elaborado é mostrada na Figura 44. Decidiu-se não alterar os modelos elaborados pelos participantes desenvolvedores, salientamos aqui a não adoção de práticas comuns na escrita de casos de uso, como por exemplo, o nome do caso de uso EmpréstimoSemReserva não estar na forma verbo + substantivo, e a ausência de um relacionamento *extends* entre o caso de uso CadstrarSolicitante e EmpréstimoSemReserva.

Segundo os especialistas que participaram do estudo de caso, foi elaborado um modelo de classes em nível de análise que evolui para o modelo de classes em nível de

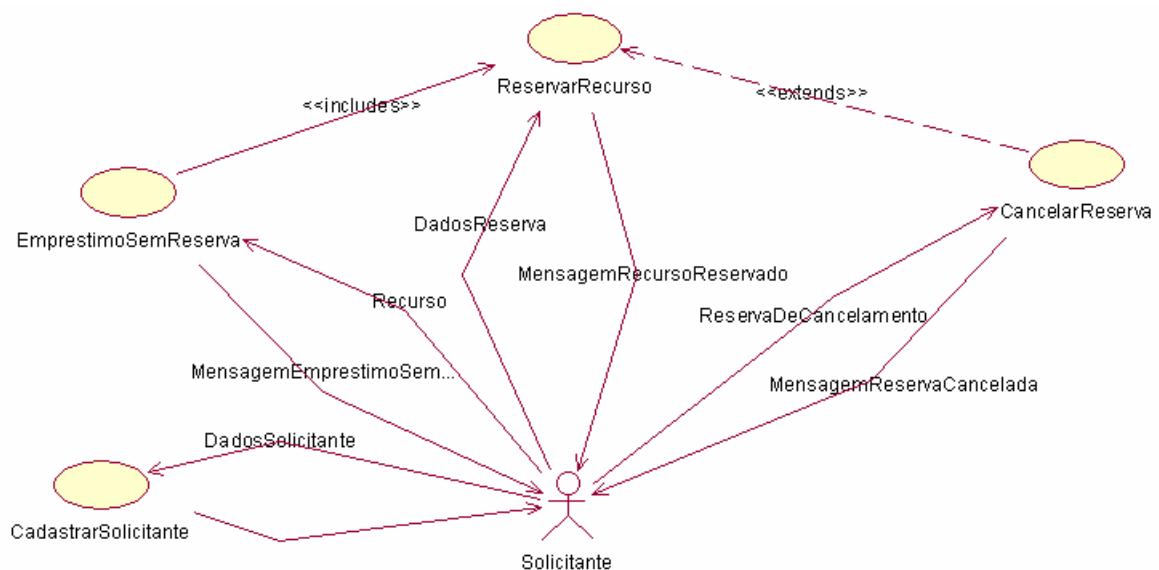


Figura 44 – Visão parcial do modelo de casos de uso elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 2

projeto. Entretanto o modelo de classes em nível de análise não foi entregue ao final do estudo de caso. Segundo depoimento dos especialistas, não foi necessário aplicar os padrões da linguagem de padrões GRN (BRAGA *et al.*, 1999) para elaborar o modelo de classes em nível de análise. É questionado se realmente foi realizada a atividade de análise, visto que, ao analisar o modelo de classes a nível de projeto, não foram encontrados relacionamentos entre as classes Reserva, Recurso e Pessoa, possivelmente identificadas durante a atividade de Análise.

Para a arquitetura foi especificada a aplicação do padrão MVC (BUSCHMANN *et al.*, 1996). Embora os especialistas afirmem que aplicaram tal padrão durante a atividade de Projeto Arquitetural, questiona-se tal aplicação. Observando o relato dos especialistas acredita-se que foi utilizada uma arquitetura em três camadas sem aplicação do padrão MVC. Tal questionamento é validado ao analisar o modelo de classes elaborado pelos especialistas, apresentado na Figura 45, que: **1)** não apresenta relacionamentos entre a classe que compõe o componente *View* e as classes do componente *Model*; **2)** não existe um mecanismo de aviso sobre mudança do conteúdo das classes que compõem o componente *Model* (implementado através da aplicação do padrão *Observer* (GAMMA *et al.*, 1995)); e **3)** as classes que compõem o componente *Controller* não apresentam métodos que tratem os eventos gerados pelo usuário.

Nesse estudo de caso foi proposto que os especialistas aplicassem os padrões de projeto *Iterator* e *Facade* (GAMMA *et al.*, 1995) na etapa de Engenharia de Produto, conforme mostrado na Figura 31. Segundo os especialistas não houve a necessidade da aplicação do padrão *Facade*, enquanto que o padrão *Iterator* foi aplicado para definir uma interface de acesso seqüencial a um vetor de *strings*. Para o padrão *Iterator* foi utilizada a implementação definida na biblioteca STL da linguagem C++.

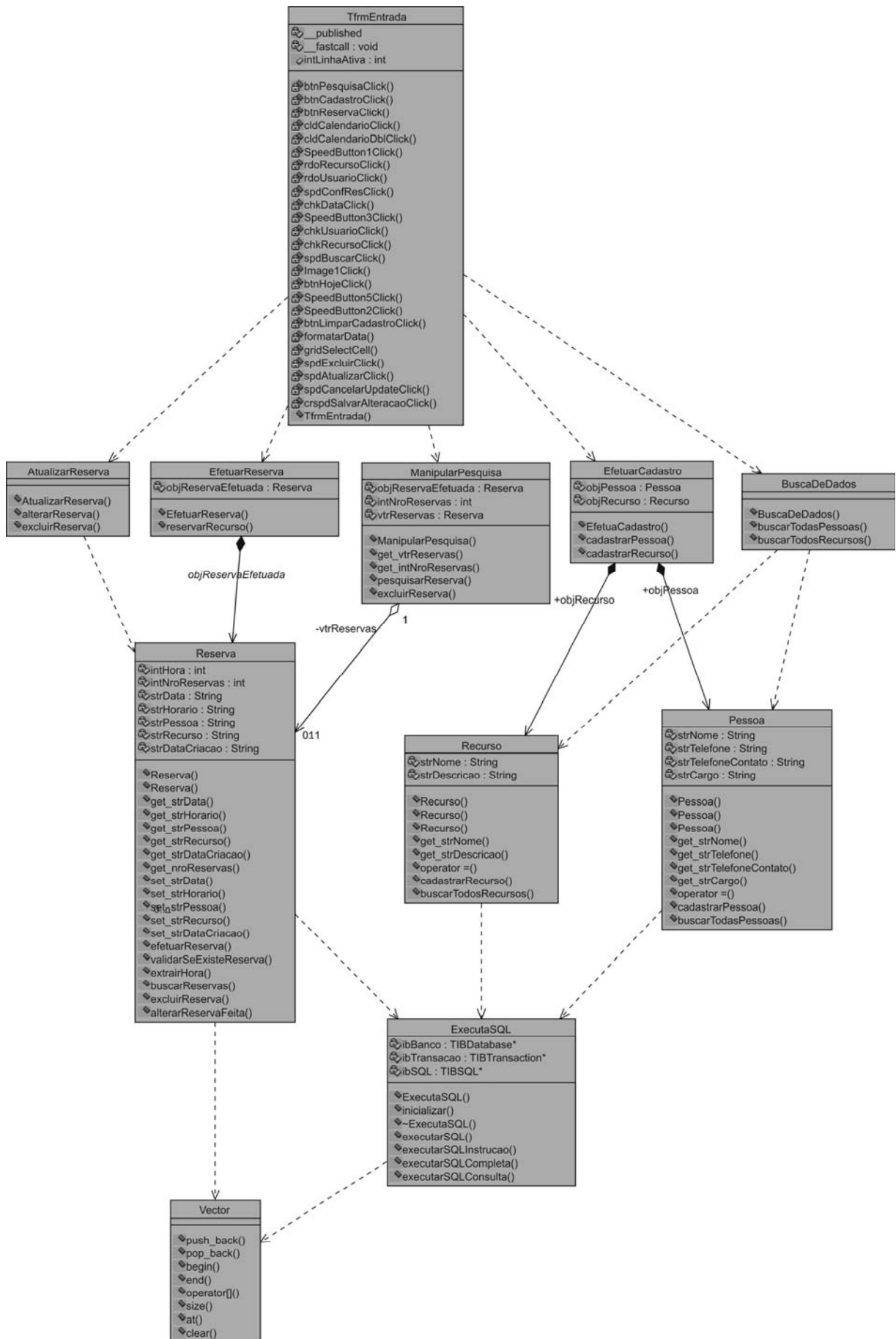


Figura 45 – Modelo de classes elaborado na atividade de Projeto Detalhado durante a segunda fase do estudo de caso 2

Durante o planejamento foi definido a aplicação do padrão *Persitence Layer* e padrões relacionados (YODER *et al.*, 1998) para a elaboração de uma camada de conexão com o banco de dados. Analisando o modelo de classes elaborado, não foi possível observar a aplicação de tais padrões, portanto acredita-se que o padrão *Persistence Layer* não foi aplicado.

Por fim, o produto final foi implementado em C++, usando o ambiente de desenvolvimento *Builder C++* da *Borland*. Foram realizados 6 testes no sistema, sendo todos de caixa preta.

3.4 – Estudo de Caso 3

O objetivo do terceiro estudo de caso é desenvolver um sistema de controle de informação de professores visitantes. Esse estudo de caso foi realizado com a participação dos alunos da disciplina de Tópicos Especiais em Engenharia de Software do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPG-CC) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ministrada no segundo semestre de 2004, em conjunto com as secretárias da Secretaria do PPG-CC.

Durante a primeira fase do estudo de caso, 3 alunos desempenharam o papel de especialistas enquanto que uma secretária participou como usuário final. Na segunda fase, participaram 5 alunos como especialistas em conjunto com o usuário final da primeira fase. É importante ressaltar que os alunos que participaram da primeira fase desse estudo de caso não participaram da segunda fase.

Os cronogramas definidos para a primeira e segunda fase deste estudo de caso são apresentados na Figura 46 e Figura 47, respectivamente.

Devido à limitação de tempo desse estudo de caso, o seguinte conjunto de padrões foi proposto para aplicação durante o desenvolvimento: um conjunto de padrões organizacionais identificados por Coplien (1995) (*Form Follows Function, Domain Expertise*

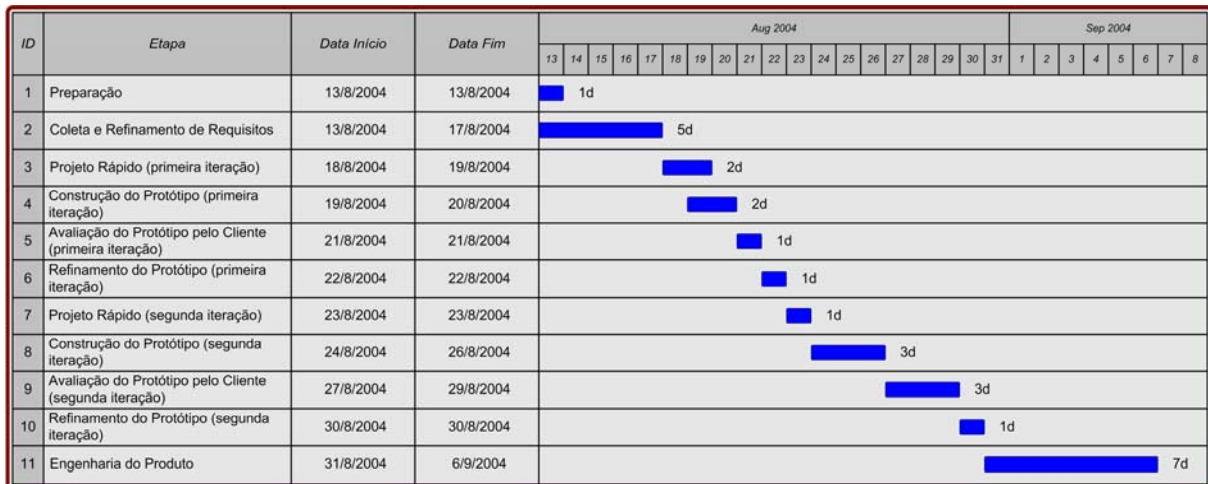


Figura 46 – Cronograma para a primeira fase do estudo de caso 3

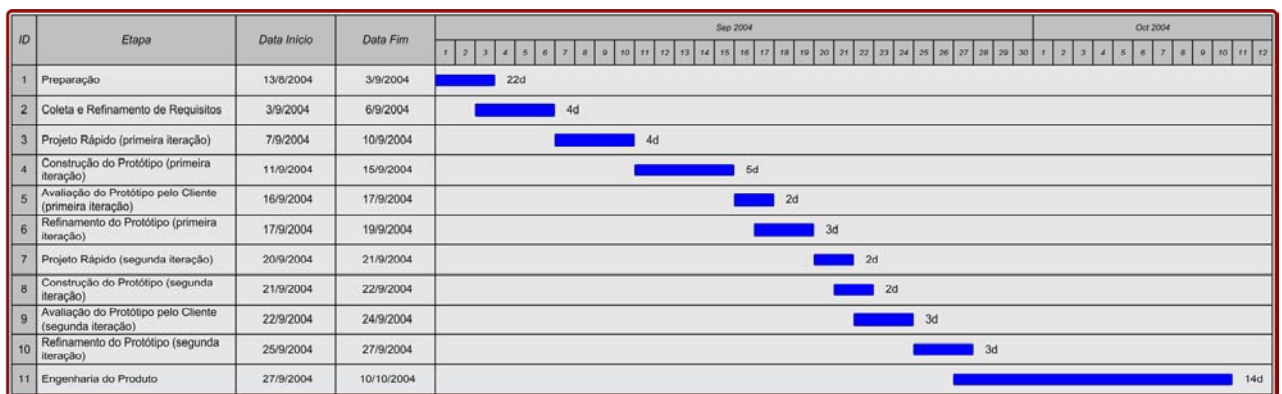


Figura 47 – Cronograma para a segunda fase do estudo de caso 3

in Roles, Apprentice, Organization Follows Location, Patron, Architect Controls Product, Developers Controls Process, Conway’s Law, Architect Also Implements, Review the Architecture, Code Ownership, Engage QA, Engage Customers, Mercenary Analyst, Firewalls, Gatekeeper, Shaping Circulation Realms, Move Responsibilities, Decouple Stages, Hub, Spoke and Rim e Developing in Pairs), um conjunto de padrões de processo de Coplien (1995) (*Application Design is Bounded by Test Design, Group Validation, Scenarios Define Problem, Prototype, Interrupts Unjam Blocking e Don’t Interrupt a Interrupt*), a linguagem de padrões de análise GRN, linguagem de padrões de interação humano-computador *Common Ground*, padrão MVC, padrões de interface com o usuário da coleção *UI Patterns & Techniques* e da coleção *GUI Design Patterns*, o padrão *Persistence Layer* em conjunto com seus padrões relacionados, e os padrões de projeto *Singleton* e *Observer*, totalizando 174

padrões de possível aplicação. O modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado com os padrões descritos é apresentado na Figura 48.

Os padrões de processo e organizacionais foram escolhidos considerando o modo de trabalho que possivelmente os participantes especialistas adotariam (geograficamente distribuído com encontros presenciais), enquanto que os padrões de IHC foram escolhidos considerando que o sistema seria *desktop* (por isso não foram escolhidos padrões de interação para web, por exemplo). O relacionamento com o domínio a qual pertence o sistema foi o critério adotado para seleção de padrões de análise, enquanto que padrões de projeto e de persistência foram selecionados a partir da literatura, considerando a sua possível aplicação no sistema.

O restante da Seção detalha o desenvolvimento do estudo de caso, apresentado a descrição do problema, e em seguida são detalhadas a primeira e a segunda fase do estudo de caso.

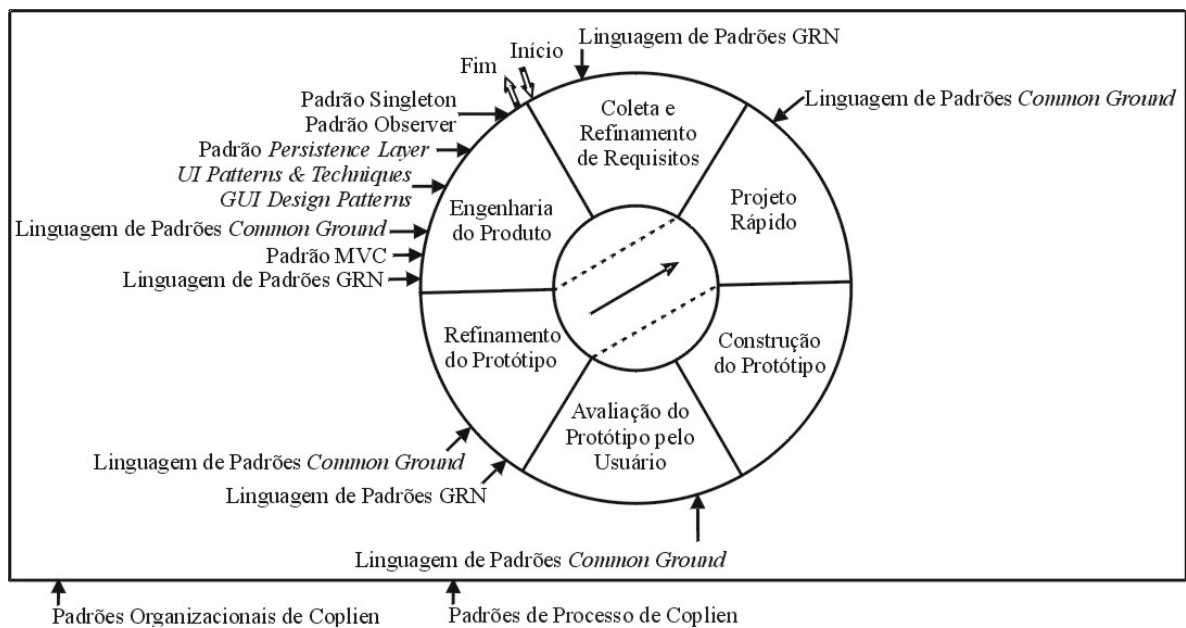


Figura 48 – Modelo de processo Prototipação apoiado por padrões instanciado para o estudo de caso 3

3.4.1. Descrição do Problema

Neste estudo de caso foi desenvolvido um sistema para a secretaria do PPG-CC, que consiste no controle de informações de professores visitantes, tais como dia e objetivo da visita, endereço e telefone de contato, etc, que participam de palestras e bancas de exame. O sistema deve ainda emitir diversos tipos de relatórios e consultas, possibilitando um melhor gerenciamento dessas informações.

3.4.2. Primeira Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação

I. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Nessa etapa foi elaborada a primeira versão do documento de especificação de requisitos, baseado em um processo de coleta e análise dos requisitos, conforme processo definido na Seção 2.6. Um planejamento foi elaborado para a entrevista, contendo 12 perguntas, que foram respondidas pelo usuário em aproximadamente 20 minutos de entrevista.

O áudio da entrevista foi gravado, com a permissão do usuário entrevistado, e utilizado para elaborar o documento de transcrição da entrevista. Através da análise desse documento, a primeira versão do documento de especificação de requisitos descrevia 5 requisitos funcionais e 4 requisito não funcional.

II. Etapa de Projeto Rápido

Após a identificação dos requisitos, foi elaborado um projeto da interface com o usuário para o protótipo, consistindo de 4 telas. Na Figura 50 é mostrada o projeto da tela de cadastro de visitantes.

Na segunda iteração, as telas que representam a interface com o usuário foram refinadas considerando as sugestões e críticas do documento de refinamento de protótipo, elaborado durante a etapa de Refinamento do Protótipo. Na Figura 49 é apresentada a tela de cadastro de visitantes, refinada para atender as modificações solicitadas.

Comparando as telas projetadas na primeira iteração (Figura 50) com a refinada na segunda iteração (Figura 49), percebe-se que a adição de novos campos de textos, devido a

Sistema de Controle de Professores Visitantes - Protótipo 1

Professores cadastrados	
Nome	CPF
Bruno Tavares Gregolin	306.356.138-08
Adriano Leite Gonçalves	456.489.456-15

Informações do Professor Selecionado

Informações Pessoais
Nome: Joaquim da Silva
RG: 123456789 CPF: 321.546.789-12

Endereço
Rua: Avenida do Joaquim
Número: 54 Bairro: Vila da Harmonia
Complemento: CEP: 12357-7
Cidade: Terra do Nunca Estado: SP

Informações para Pagamentos
Nome do Banco: Agência: Conta bancária: PIS/PASEP:

Visitas Realizadas

Consultar Novo Nova Visita Alterar Salvar Remover Sair

Figura 50 – Projeto da tela de cadastro de visitantes elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na primeira fase do estudo de caso 3

Sistema de Controle de Professores Visitantes - Versão 1.0

Professores cadastrados	
Nome	CPF
André Di Thommazo	152.348.645-34
BTG	306.356.138-08
Calby Peivotto	123.456.789-10
Marcos Martins	306.356.138-09
Tony	456.456.789-12

Cadastrar Novo Professor

Cadastro de novo professor visitante

Informações Pessoais
Nome: RG: CPF: Telefone: e-mail: Data: 23/06/2004

Endereço Residencial
Rua: Número: Bairro: Complemento: CEP: Cidade: Estado: SP

Dados Bancários
Nome do Banco: Agência: Conta bancária: PIS/PASEP:

Nova Visita

Consultar Usuários Alterar Salvar Cancelar Sair

Figura 49 – Projeto da tela de cadastro de visitantes refinada após avaliação pelo cliente na primeira fase do estudo de caso 3

identificação de outras informações sobre o visitante, a mudança na posição dos botão de ação localizados na parte inferior da tela, entre outras modificações realizadas.

III. Etapa de Construção do Protótipo

O protótipo foi implementado em C++, utilizando o ambiente de desenvolvimento *Builder C++* da *Borland*.

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário

Na primeira iteração, um plano de avaliação do protótipo foi elaborado, contendo 12 tarefas que foram realizadas pelo usuário durante a execução da avaliação. Um exemplo de tarefa elaborada para avaliar a tela de cadastro de visitantes é apresentado na Figura 51.

O plano de avaliação aplicado na avaliação da primeira versão do protótipo foi refinado para atender as modificações realizadas no protótipo, e aplicado na avaliação da segunda versão do protótipo. Foram definidas 11 tarefas para serem realizadas durante a segunda avaliação.

V. Etapa de Refinamento do Protótipo

Após a primeira avaliação do protótipo pelo cliente, foram elaborados um documento de refinamento do protótipo e uma segunda versão do documento de especificação de requisitos. Foram coletas 5 críticas apontadas pelo usuário e 4 crítica pelos especialistas e

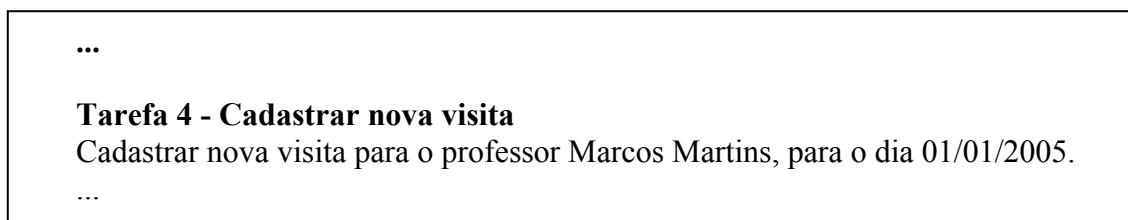


Figura 51 – Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente no estudo de caso 3

documentadas no documento de refinamento do protótipo. Considerando estas críticas e os requisitos coletados anteriormente, foram descritos 6 requisitos funcionais e 6 requisitos não funcionais na segunda versão do documento de especificação de requisitos.

Na segunda avaliação do protótipo pelo usuário foram coletadas 2 observações realizadas pelo usuário e mais 1 observação realizada pelos especialistas. Em seguida foi elaborada a última versão do documento de requisitos, contendo 7 requisitos funcionais e 7 requisitos não funcionais.

VI. Etapa de Engenharia do Produto

Nessa etapa os requisitos foram especificados através de casos de uso. Na Figura 52 é mostrado o modelo de caso de uso elaborado durante a primeira fase do estudo de caso. Foram identificados 9 casos de uso e 2 atores, o ator Usuário e o ator Administrador. Os casos de uso identificados foram: **1) LogarSistema**; **2) CadastrarProfessorVisitante**; **3) AtualizarDadosProfessor**; **4) CadastrarUsuário**; **5) EmitirRelatorioVisitas**; **6) ConsultarProfessorCPF**; **7) ConsultarProfessoresPeriodo**; **8) ConsultarProfessorNome**; e **9) ConsultarProfessorRG**. Foram elaborados 23 cursos, dos quais 9 são cursos normais e 14 são cursos alternativos.

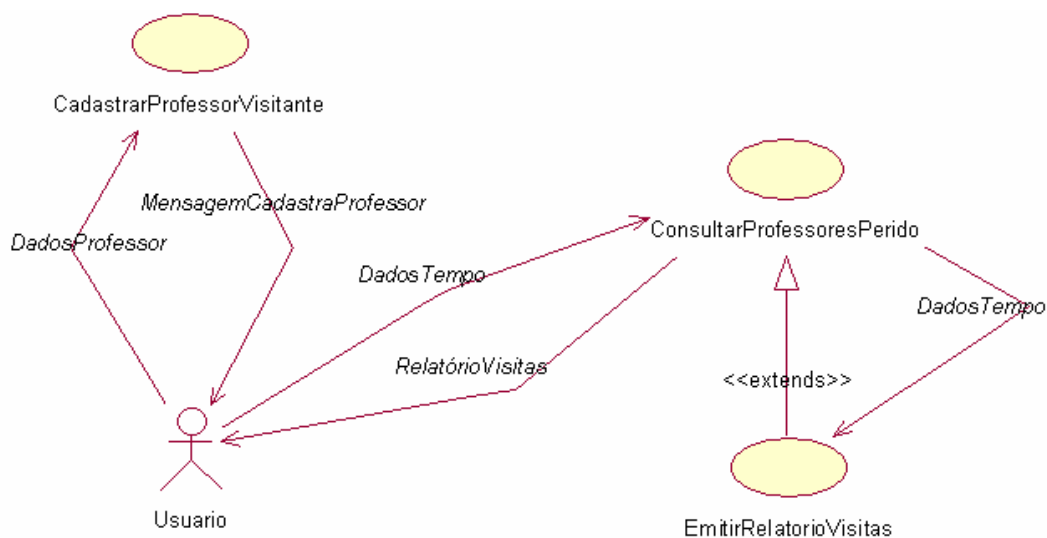


Figura 52 – Visão parcial do modelo de casos de uso elaborado durante a primeira fase do estudo de caso 3

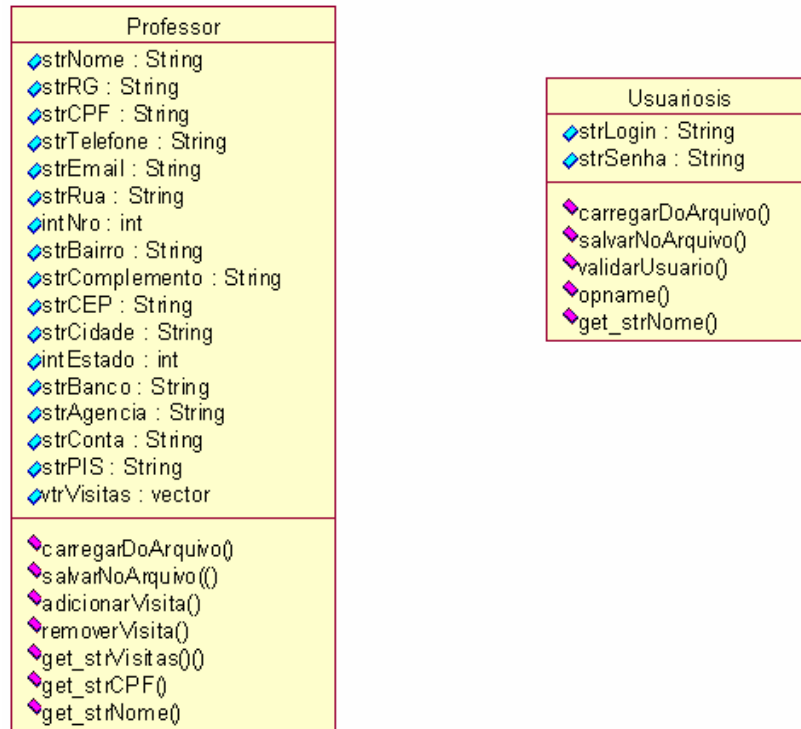


Figura 53 – Modelo de classes elaborado durante a primeira fase do estudo de caso 3

Na Figura 53 é apresentado o modelo de classes em nível de domínio elaborado para o sistema desenvolvido nessa fase. Foram identificadas 2 classes (Professor e Usuário). Percebe-se a inexistência de relacionamentos entre as classes identificadas, a preocupação com detalhes de implementação (persistência), o uso do padrão de nomes para atributos não serem comum no domínio, entre outros erros.

Os especialistas não detalharam qual o modelo arquitetural utilizado para o sistema desenvolvido. O sistema foi implementado na linguagem de programação C++, sendo elaborado no ambiente de desenvolvimento *Builder C++* da *Borland*. Para a persistência dos dados foi utilizado o sistema de armazenamento em arquivos em formato de textos.

3.4.3. Segunda Fase: Processo de Desenvolvimento por Prototipação apoiado por Padrões

Durante a realização deste estudo de caso diversos padrões organizacionais foram aplicados, podendo citar os padrões *Form Follows Function*, alocando conjuntos de tarefas relacionadas aos membros da equipe de desenvolvimento, *Organization Follows*

Location, dividindo as tarefas de modo que a localização da organização não atrapalhasse nas atividades a serem realizadas, *Code Ownership*, definindo que o especialista que elaborou o código seja o único a alterá-lo, *Engage Customers*, comentado sobre manter uma relação próxima entre a equipe de desenvolvimento e o cliente, e *Group Validation*, definindo a validação dos artefatos gerados pela equipe de desenvolvimento por todos os envolvidos. Também foi aplicado o padrão *Prototype*, desenvolvendo um protótipo em papel, e posteriormente, protótipos de alta fidelidade.

1. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Durante essa etapa foi realizada a elaboração de um plano de entrevista com o usuário, a execução da entrevista e a identificação e especificação dos requisitos. Para a elaboração das questões a serem perguntadas ao usuário durante a entrevista, foram utilizados 4 padrões da linguagem de padrões de GRN como base, resultando em um conjunto de 13 perguntas. Os padrões utilizados foram Identificar Recurso, Quantificar Recurso, Localizar o Recurso e Reservar o Recurso.

Como exemplo, as seguintes questões foram elaboradas com base no padrão Identificar Recurso: **1)** Quem são os visitantes?; **2)** Quais os dados dos visitantes precisam ser guardados?; **3)** Quais são os cargos dos visitantes? São todos professores, ou existem outros tipos de visitantes? **4)** É preciso fazer algum tipo de reserva? (Passagens, hotéis, restaurantes); **5)** Quais os dados que precisam ser guardados dessas reservas?

A entrevista foi realizada por dois membros da equipe de desenvolvimento, com duração de 1 hora, aproximadamente. O áudio da entrevista foi capturado com a permissão do usuário, e foi utilizado para elaborar o documento de transcrição da entrevista com o usuário. Baseado nesse documento, foram identificados 8 requisitos funcionais e 2 requisitos não funcionais, documentados na primeira versão do documento de especificação de requisitos. Na Figura 54 é apresentado uma parte do documento de especificação de

requisitos, descrevendo o requisito para cadastro de visitas. O restante dessa Seção mostra parte dos artefatos elaborados durante o processo, considerando somente a parte relacionada aos requisitos citados.

II. Etapa de Projeto Rápido

Considerando os requisitos levantados na etapa anterior, e em conjunto com a participação do usuário, um projeto de interface com o usuário foi elaborado para o protótipo na primeira iteração. Foram projetadas 7 telas, aplicando 15 padrões de IHC, em um total de 47 aplicações.

Segundo o planejamento do estudo de caso, para a elaboração do projeto da interface com o usuário, sugeriu-se aplicar a abordagem de Dearden *et al.* (2002), conforme descrita na Seção 2.6. Entretanto não foi possível aplicar tal abordagem, pois o usuário se negou a ler os padrões, ficando indignado com a necessidade de leitura. Para contornar tal dificuldade, a interface com o usuário foi projetada considerando os requisitos identificados e aplicando padrões os padrões de IHC. Em seguida, foram feitas várias reuniões curtas com o usuário, objetivando que este criticasse o projeto. Portanto, os especialistas elaboraram protótipos em papel, aplicando padrões conforme seus conhecimentos, e o usuário as criticavam posteriormente.

Na Figura 55 é apresentada a tela de cadastro de bancas. Os padrões de IHC

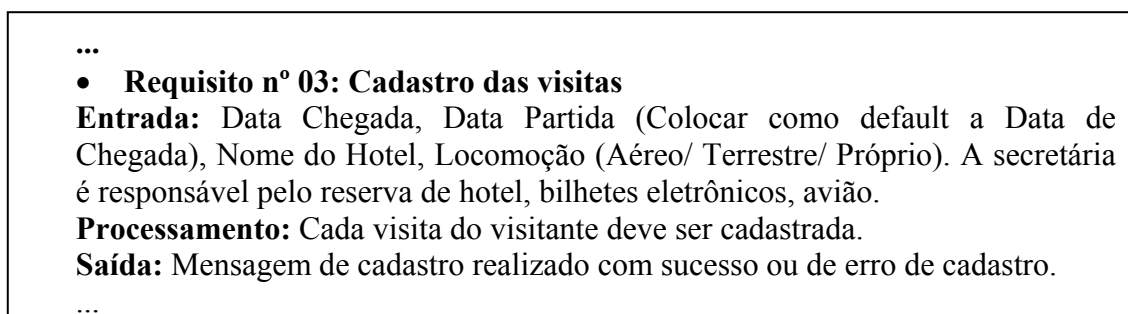


Figura 54 – Visão parcial do documento de especificação de requisitos elaborado na segunda fase do estudo de caso 3

PÓS-GRAD	CONTROLE DE VISITAS		UFSCAR
DOCENTE	BANCA	OUTRA ATIVIDADE	RELATÓRIO SAIR
Cadastro de Banca			
NOME DO DOCENTE VISITANTE	<input type="text"/>		OK
OBS - usuário digita o nome escolhido e depois cadastra banca			
BANCA :	<input type="text"/>	(digita nº)	
DATA :	<input type="text"/>	DD / MM / ANO	
Nome do Aluno	<input type="text"/>		
<input type="button" value="Cadastrar"/>			
OBS: o usuário não tem um modelo mental de como será feito isto no computador			

Figura 55 - Tela de cadastro de bancas elaborada durante a etapa de Projeto Rápido na segunda fase do estudo de caso 3

aplicados no desenvolvimento dessa tela foram *Contextual Menu*, *Control Panel*, *Color-Coded Section*, *Go Back to a Safe Place*, *Choice from a Small Set*, *Pointer Shows Affordance*, *Forgiving Text Entry*, *Structured Text Entry*, *Short Description* e *Disabled Irrelevant Things*.

Na segunda iteração, durante essa etapa, o projeto da interface com o usuário foi refinado considerando as críticas documentadas no documento de refinamento do protótipo. Na Figura 56 é apresentada a tela de cadastro de bancas, refinada com as críticas do usuário e dos especialistas. Modificações como a inclusão de um botão, para realizar a ação de limpar os campos do formulário, e fornecimento de valor *default* para a data foram realizadas para atender as críticas do usuário.

III. Etapa de Construção do Protótipo

O protótipo foi implementado usando a linguagem de programação Java.

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário

Para a primeira avaliação do protótipo pelo usuário foram elaboradas 5 tarefas durante o planejamento, que foram realizadas em aproximadamente 1 hora de avaliação. Na

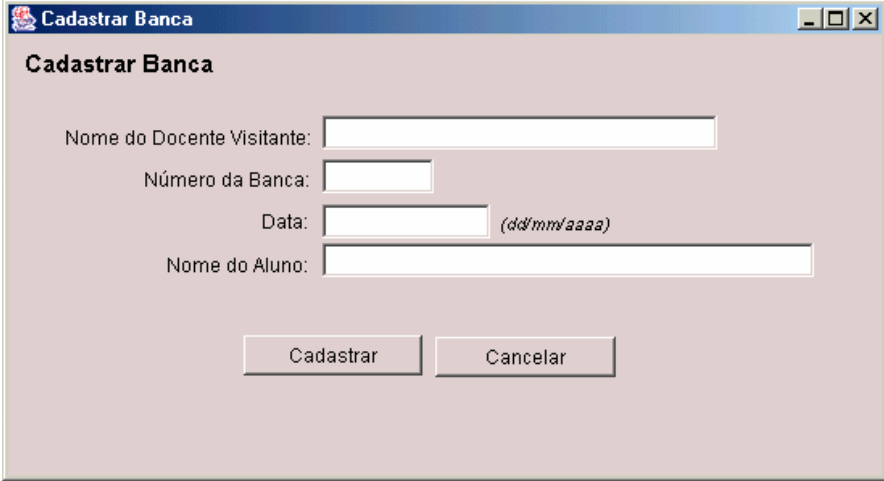


Figura 56 - Tela de cadastro de bancas refinada com as críticas levantadas pelo usuário e especialista na segunda fase do estudo de caso 3

Figura 57 é apresentado um exemplo de tarefa elaborada para a avaliação da tela de cadastro de bancas.

Na segunda avaliação do protótipo, o planejamento utilizado na primeira avaliação foi refinado para atender as mudanças dos requisitos, resultando em um total de 11 tarefas, que foram realizadas pelo usuário em aproximadamente 45 minutos.

V. Etapa de Refinamento do Protótipo

Analisando a avaliação do protótipo pelo usuário, foi elaborado um documento de refinamento do protótipo contendo 7 críticas realizadas pelo usuário e 3 críticas dos especialistas. Em seguida, uma nova versão do documento de especificação de requisitos foi elaborada, contendo 11 requisitos funcionais e 2 requisitos não funcionais.

...

Tarefa 4 – Cadastrar uma banca

Nesta tarefa o usuário deverá cadastrar uma banca na qual o professor Luiz Zambeli foi convidado a participar. Haverá uma defesa de tese do Fabiano Pinatti, orientado da professora Júnia. O título da defesa é “Integrando Padrões de Engenharia de Software com IHC no domínio de EAD-UWE e princípios de usabilidade”. A defesa será dia 29/07/2005 as 10:00.

...

Figura 57 - Exemplo de tarefa realizada pelo usuário durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente na segunda fase do estudo de caso 3

Após a segunda avaliação do protótipo pelo usuário, foi elaborado um outro documento de refinamento do protótipo, contendo 8 críticas realizadas pelo usuário. Em seguida foi elaborada a versão final do documento de especificação de requisitos, contendo 14 requisitos funcionais e 3 requisitos não funcionais.

VI. Etapa de Engenharia do Produto

Durante a atividade de Análise foi desenvolvido o modelo de casos de uso, identificando 1 ator, o ator Secretária, e elaborando 12 casos de uso. Os casos de uso identificados foram **1) EntrarSistema; 2) CadastrarDocente; 3) ConsultarDocente; 4) AlterarDocente; 5) AlterarVisitante; 6) GerarRelAtividadesDocente; 7) CadastrarBanca; 8) ConsultarBanca; 9) AlterarBanca; 10) CadastrarOutraAtiv; 11) ConsultarOutraAtiv; e 12) AlterarOutraAtiv.** Para a descrição desses casos de uso foram elaborados 37 cursos, dos quais 12 são cursos normais e 25 são cursos alternativos. O modelo de casos de uso elaborado é mostrado na Figura 58.

O modelo de classes em nível de domínio elaborado para o sistema

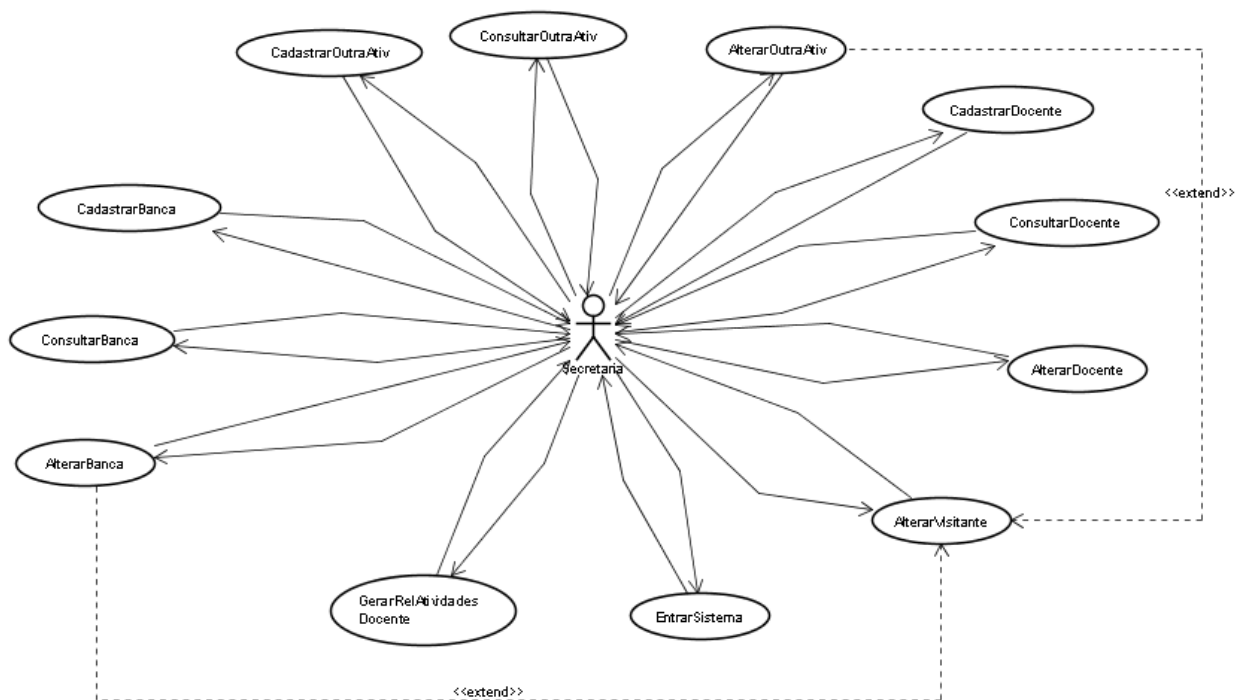


Figura 58 – Modelo de casos de uso elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 3

desenvolvido nessa fase. Foram identificadas 8 classes (Funcionário, Visita, Docente, Atividade, Banca, Outra Atividade, Seminário, Palestra, MiniCurso), e 8 relacionamentos entre essas classes. Para elaboração desse modelo foram aplicados os padrões Identificar Recurso, Quantificar Recurso, Localizar o Recurso, Itemizar Transação do Recurso e Identificar o Executor da Transação da linguagem de padrões GRN (BRAGA *et al.*, 1999). Entretanto, os especialistas tiveram dificuldades em identificar qual seria o recurso para o seu sistema durante a aplicação do padrão Identificar Recurso. Após a análise das possibilidades, chegaram a conclusão que o recurso é a atividade realizada pelo visitante.

Durante a atividade de projeto também foi elaborado o modelo de classes em nível de projeto, composto por classes responsáveis pela interface com o usuário e classes responsáveis pelas regras de negócio e persistência dos dados, conforme o padrão MVC (BUSCHMANN *et al.*, 1996) e *Persistence Layer* (YODER *et al.*, 1998). Cada componente definido no padrão MVC foi representado no projeto por um pacote.

Nesse estudo de caso foi proposto que os especialistas aplicassem os padrões de projeto *Singleton* e *Observer* (GAMMA *et al.*, 1995), conforme mostrado na Figura 48. Segundo os especialistas o padrão *Singleton* foi aplicado na classe GerenteConexao, pois somente uma conexão com o banco de dados é necessária durante a execução do sistema. O padrão *Observer* foi aplicado segundo diretrizes do padrão MVC.

Criando uma camada de abstração do banco de dados relacional, foi aplicado o os padrões propostos por Yoder *et al.* (1998). A aplicação dos padrões *Persistence Layer* e *CRUD* resultou na classe ObjetoPersistente e seus métodos, os padrões *SQL Descriptions* e *Attribute Mapping* foi aplicado nas classes Atividade, Banca, Docente e OutraAtividade, e o padrão *Connection Manager* resultando na classe GerenteConexao e seus métodos, responsável pelo gerenciamento da conexão com o banco de dados.

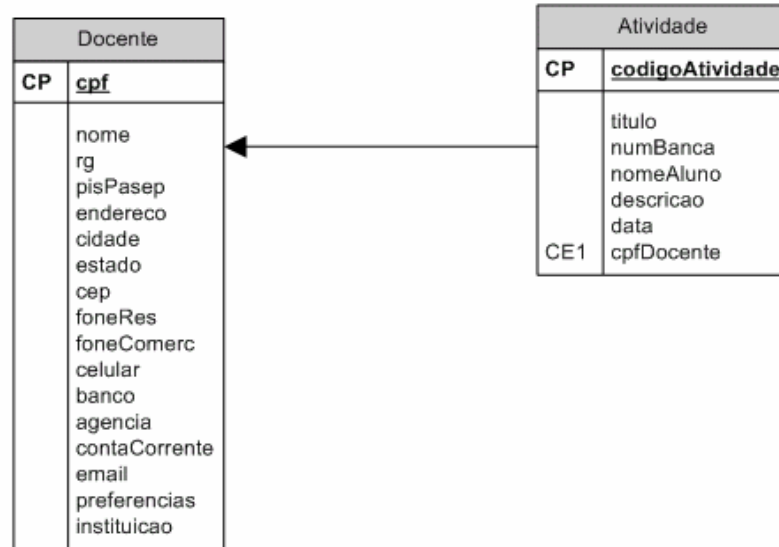


Figura 59 – Modelo entidade-relacionamento elaborado durante a segunda fase do estudo de caso 3

Para a persistência dos dados foi utilizado o sistema gerenciador de banco de dados MySQL, definindo um modelo entidade-relacionamento para representar as entidades e associações, conforme é mostrado na Figura 59. Posteriormente foi gerado o código SQL para criar as tabelas onde os dados são persistidos. Por fim, o produto final foi implementado na linguagem de programação Java.

3.5 – Considerações Finais

Foram desenvolvidos três estudos de caso, resultando em seis sistemas a partir de três propósitos distintos. Quatro dos sistemas desenvolvidos foram destinados à secretaria da pós-graduação em Ciência da Computação da UFSCar e os outros dois sistemas desenvolvidos para um estabelecimento de comércio. Participaram da realização dos estudos de caso 15 pessoas no total, sendo que:

- 10 participantes eram alunos da disciplina de Tópicos Especiais em Engenharia de Software do segundo semestre de 2004. Tal grupo consistia de alunos de mestrado e alunos especiais;
- 1 aluno de graduação em Bacharelado em Ciência da Computação no sexto semestre;

- 1 aluno no segundo ano de mestrado;
- 2 funcionários da secretaria de pós-graduação; e
- 1 empresário do comércio local.

Os estudos de caso 2 e 3 foram realizados pelos alunos da disciplina de pós graduação em conjunto com os dois funcionários da secretaria de pós-graduação durante os dois primeiros meses da disciplina.

Na realização do estudo de caso 1 participaram, durante a primeira fase, um aluno de graduação como especialista em desenvolvimento de software e um empresário como usuário final. Para a realização da segunda fase deste estudo de caso, o aluno de graduação foi substituído por um aluno de mestrado, que estudou os padrões descritos na Seção 2.4. Esse aluno desenvolveu o sistema da segunda fase em conjunto com o empresário.

Os participantes que desempenharam o papel de especialistas preencheram o relatório de perguntas individualmente, são encontrados no CD. A partir das informações coletadas foi realizada uma análise dos dados, cujos resultados são apresentados no próximo capítulo.

Capítulo 4 – Resultados e Discussão

4.1 – Considerações Iniciais

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos através da análise dos artefatos gerados durante a realização dos três estudos de caso, apresentados no Capítulo 3, em conjunto com as observações coletadas através dos relatórios de experiência dos participantes, encontrados no CD.

Ao todo foram coletados dez relatórios de experiência dos onze participantes que desenvolveram os estudos de caso. Julgou-se que um dos participantes do estudo de caso 3, no papel de especialista durante a primeira fase, não necessitava preencher tal relatório, pois esse documento é voltado para coletar as informações sobre a aplicação de padrões e a fase em que participou não se aplica padrões.

Na Seção 4.2 são descritos os critérios julgados para validar a aplicabilidade dos padrões no modelo de processo Prototipação Apoiado em Padrões, apresentando e discutindo os resultados. Baseado em tais resultados e nas observações coletadas durante o desenvolvimento dos estudos de caso, na Seção 4.3 são apresentados os avanços para a elaboração de uma linguagem de padrões para desenvolvimento de sistemas interativos que abrange padrões da ES e da IHC estudados durante a realização deste trabalho. Por fim as considerações finais são apresentadas na Seção 4.4.

4.2 – Validação da Aplicabilidade dos Padrões

Para verificar se a utilidade da aplicação conjunta dos padrões de ES e de IHC segundo as diretrizes fornecidas pelo modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões proposto, foi adotado um conjunto de critérios para cada aplicação de padrões proposta nas etapas, conforme o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões apresentado na

Seção 2.5. Aqui é discutido cada aplicação proposta de categoria de padrões segundo as etapas do modelo adotado descrevendo os critérios, e para cada critério é apresentado os dados observados, observações coletadas e por fim as conclusões obtidas.

I. Etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Para a etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos, na qual foi sugerida a aplicação de padrões de análise, dois critérios foram adotados:

a. Opinião dos participantes: a opinião dos participantes desenvolvedores quanto à aplicação de padrões de análise para elaboração de questões durante o levantamento de requisitos. Aqui é avaliado se a sugestão de aplicar padrões de análise é útil na elaboração de perguntas, e é considerada favorável ao processo de desenvolvimento tal aplicação se a maioria percentual (mais de 50%) concordar que a aplicação é útil;

b. Percentual de perguntas elaboradas com base em padrões: porcentagem do número de questões elaboradas com base em padrões sobre o número total de questões elaboradas. Se mais de 30 % das perguntas foram elaboradas com base em padrões, a aplicação de tais padrões é considerada favorável ao processo de desenvolvimento. Esse critério pode indicar que a aplicação pode compensar o tempo despendido com a leitura dos padrões, pois aproximadamente um terço das perguntas foram elaboradas com base nos padrões. Não foi realizada distinção entre perguntas, ou seja, foi considerado apenas o número de questões elaboradas, sejam elas de múltiplas respostas ou de resposta única.

Os dados coletados que fornecem base para se concluir, com base nesses dois critérios definidos, se há um ganho na aplicação de padrões durante a etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos, são apresentados na Tabela 2 e na Tabela 3.

Observando a Tabela 2, percebe-se que 70 % dos participantes acham útil a aplicação de padrões de análise na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos. A principal justificativa é a compreensão no domínio durante a leitura dos padrões.

Tabela 2 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Opinião	Participantes	Percentual
Acham útil	7	70,0 %
Não acham útil	0	0,0 %
Não responderam	3	30,0 %
Total	10	100,0 %

Tabela 3 – Questões elaboradas na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Estudo de Caso	Número de Perguntas	Número de Perguntas elaboradas com base em padrões	Percentual
1	46	35	76,1 %
2	13	9	69,2 %
3	67	64	95,5 %
Total	126	108	85,7 %

Na Tabela 3 observa-se que grande parte do número de perguntas realizadas durante essa etapa foram obtidas através da aplicação dos padrões propostos, pois o menor percentual foi do estudo de caso 2, com quase 70 % das perguntas baseadas nos padrões, valor que pode ser considerado muito expressivo.

Um fato percebido através das observações dos participantes foi que a aplicação de uma linguagem de padrões de análise permite elaborar questões para assuntos que só se tornariam conhecidos e investigados posteriormente à primeira reunião, como expresso pelo participante 6:

“Com o uso dessa linguagem de padrões de análise foi possível levantar questões do sistema (requisitos) já na primeira entrevista com o usuário, questões essas que normalmente só seriam abordadas em contatos posteriores com o cliente/usuário devido à falta de entendimento do domínio.”

Pode-se analisar também o número de questões elaboradas para validar o fornecimento de um conhecimento sobre o domínio, durante a leitura dos padrões propostos (critério **(b)**). Com o maior conhecimento sobre o domínio, é possível aos participantes

elaborar um maior número de questões, sendo essas questões mais claras e consistentes. Percebe-se o aumento do número de questões nos três estudos de casos realizados, conforme é mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Perguntas elaboradas na etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos

Estudo de Caso	Perguntas Elaboradas		
	Fase 1	Fase 2	Percentual Aumento
1	16	46	187,5 %
2	12	13	8,3 %
3	22	67	204,5 %

II. Etapa de Projeto Rápido

Para averiguar a aplicabilidade dos padrões durante a etapa de Projeto Rápido foram adotados os seguintes critérios:

c. Reação do usuário final: opinião dos participantes desenvolvedores sobre a reação do usuário ao ter que ler os padrões. É importante considerar a reação do usuário durante sua participação no processo de desenvolvimento, pois com seu engajamento pode-se identificar com maior facilidade os requisitos funcionais e de interface com o usuário (PREECE, 1993). Tal aplicação de padrões é considerada favorável ao processo de desenvolvimento se o usuário se sentir motivado a participar do processo de desenvolvimento conforme abordagem definida;

d. Melhoria na comunicação: opinião dos participantes sobre a melhoria na comunicação com o usuário final durante a elaboração do projeto das interfaces devido ao usuário se expressar pelos padrões. Melhoria na comunicação é considerada benéfica ao processo de desenvolvimento, pois permite um melhor entendimento do usuário e dos requisitos expressados por ele;

e. Diminuição na tomada de decisões pelos desenvolvedores: opinião dos participantes desenvolvedores sobre a diminuição na tomada de decisões durante a realização

da etapa de Construção do Protótipo, considerando as duas iterações realizadas. Esse critério foi adotado para averiguar se aplicação dos padrões de IHC na etapa de Projeto Rápido diminui o número de falhas potenciais no projeto das interfaces, e que seriam notadas somente durante a elaboração do protótipo ou em etapas posteriores. Essa constatação é relevante, pois realizar alterações devido a decisões tardias acarreta em custos para adotá-las.

Na Tabela 5 são apresentadas as opiniões dos participantes desenvolvedores sobre as reações do usuário durante a etapa de Projeto Rápido, fornecendo dados para o critério (c). As reações de indignação, rejeição ou incômodo foram consideradas reações negativas, pois tais reações expressam a vontade do usuário em não participar do projeto. Se nenhuma reação foi demonstrada ou alguma vontade de aprendizado for expressada, essas foram consideradas reações positivas, pois expressam a vontade do usuário estar participando do processo de desenvolvimento ou em não se negar a participar.

Tabela 5 – Opinião dos participantes sobre a reação dos usuários durante a etapa de Projeto Rápido

Estudo de Caso	Reação Positiva	Reação Negativa
1		X
2		X
3	X	
Total	1	2

Observa-se da Tabela 5 que em dois dos três estudos de caso (66 % dos estudos de caso) os usuários tiveram reações negativas quanto à abordagem aplicada para desenvolvimento do projeto da interface com o usuário do protótipo. Somente essa constatação é insuficiente para identificar a causa das reações negativas. Para obter uma conclusão consistente posteriormente é analisado as opiniões dos especialistas quanto a reação do usuário.

A melhoria na comunicação, critério **(d)**, pode ser observada a partir dos dados apresentados na Tabela 6, que apresenta a opinião de cada um dos participantes no papel de especialistas quanto ao usuário ter se expressado pelos padrões aprendidos.

Tabela 6 – Opinião dos participantes sobre a melhoria da comunicação com o usuário devido a aplicação de padrões durante a etapa de Projeto Rápido

Opinião	Participantes	Percentual
Houve melhoria na comunicação	2	20,0 %
Não houve melhoria na comunicação	2	20,0 %
Não é possível afirmar	3	30,0 %
Não participaram da etapa	3	30,0 %
Total	10	100,0 %

Para averiguar o critério **(e)** tomadas de decisões pelos desenvolvedores, foram levantadas opiniões dos participantes como especialistas quanto à diminuição das tomadas de decisões por parte dos desenvolvedores em cada iteração que se elaborou o protótipo, na etapa de Construção do Protótipo. A Tabela 7 apresenta tal opinião dos participantes.

Tabela 7 – Opinião dos participantes quanto a diminuição do número de decisões tomadas na etapa de Construção do Protótipo

Opinião	Iteração 1	Iteração 2	Total	Percentual
Diminui o número de decisões	5	2	7	35,0 %
Não diminuiu o número de decisões	1	0	1	5,0 %
Não participaram da etapa	4	6	10	50,0 %
Não responderam	0	2	2	10,0 %
Total	10	10	20	100,0 %

Observa-se através da análise da que a maior parte dos usuários apresentou reações negativas ao ter que ler os padrões. Pode-se obter o motivo através da análise das seguintes observações levantadas pelos participantes desenvolvedores:

“...Percebeu que eram muitos, o texto era grande e que tomava muito tempo, então, ele se recusou a ler. O usuário ficou até indignado de ter que ler tanto conteúdo.”

(Participante 9)

“Foi um processo bastante maçante para o usuário. O procedimento de perguntar ao usuário se ele entendeu o padrão não foi muito positivo, pois o usuário se sentiu muito pressionado e decorava trechos da leitura para responder às questões.”

(Participante 5)

Portanto percebe-se que as reações negativas foram causadas pela necessidade de leitura dos padrões, definida na abordagem de Dearden *et al.* (2002), apresentada na Seção 2.6. Para se chegar a uma conclusão sobre a abordagem, foram analisadas as opiniões dos participantes desenvolvedores. Do estudo de caso 2, no qual o usuário se sentiu incomodado em ler os padrões, pôde-se extrair os seguintes comentários:

“...exigir que o usuário aprenda sobre padrões por 2 horas seguidas não foi nada agradável para ela...”

(Participante 4)

“...eu diria que a pior parte foi o próprio estudo do padrão, pois demandou muito tempo e devido a quantidade de texto, era uma tarefa nada agradável. ...”

(Participante 5)

“... Outro problema constatado foi a longa duração dessa etapa, foram marcados 45 minutos para execução da tarefa, e ao contrário do esperado a tarefa se estendeu por 2 h.”

(Participante 6)

Percebe-se que o tempo de aprendizado do padrão na abordagem para elaboração do protótipo quando há participação do usuário é uma questão que deve ser melhor considerada e analisada em trabalhos futuros.

Alguns dos participantes ainda sugeriram modificações na abordagem para tornar a inserção do usuário no desenvolvimento mais amigável. Uma das modificações na abordagem criticava o material entregue ao usuário, enquanto uma outra modificação

criticava a simples leitura dos padrões, sugerindo que os padrões fossem introduzidos ao usuário através de apresentações, de forma mais simplificada do que no texto. Tais conclusões foram extraídas dos seguintes comentários:

“...o erro foi apresentar os padrões em linguagem escrita. O certo seria apresentar um “book” lindo, colorido, maravilhoso de milhares de exemplos de interface, semelhante a revista “Casa Cláudia” é para a arquitetura.”

(Participante 3)

“... Creio que a forma de apresentação dos padrões deveria ser feita de outra forma, e não em forma de leitura como fizemos. Com mais tempo, acredito que um membro da equipe poderia ter realizado uma apresentação ... dos padrões ao usuário, dando-lhes exemplos (sempre que possível com figuras) e discutindo possíveis aplicações.”

(Participante 2)

Entretanto, foram observados nos comentários coletados que a participação do usuário na escolha de quais padrões de IHC estar aplicando é pertinente e também permite ao usuário se expressar melhor. Os seguintes comentários expressam bem essa conclusão:

“... Os padrões de IHC usados facilitam a construção de protótipos, já que os padrões são selecionados junto ao usuário. ...”

(Participante 6)

“... Ajudou o usuário a descobrir e explicar o que queria. ...”

(Participante 4)

Através da aplicação de padrões em conjunto com a prototipação em papel acredita-se aqui que o usuário participa mais efetivamente do processo de desenvolvimento, melhorando a interação entre o especialista e o usuário, impactando no artefato elaborado. Observe a inversão de valores apresentada no seguinte comentário:

“...Para construir o protótipo em papel, o processo é inverso: o usuário é que acaba projetando a interface que ele deseja, isto é, é ele que toma as decisões e o projetista sugere algumas modificações no final.”

(Participante 9)

Durante o planejamento dos estudos de caso não foi considerada a possibilidade o usuário não ler os padrões para participar da etapa de Projeto Rápido. Com base no seguinte comentário pode-se concluir que a comunicação é prejudicada, visto que o especialista não pode se expressar pelo nome do padrão, que carregaria toda uma semântica de contexto, problema e solução:

“... a comunicação foi afetada, já que o facilitador não poderia utilizar os nomes dos padrões para a construção da interface.”

(Participante 9)

Percebe-se que há uma dificuldade de comunicação entre o projetista e o usuário final, pois o vocabulário entre esses profissionais se torna mais diferente quando o especialista conhece os padrões. Mais estudos são necessários para averiguar essa questão.

Considerando a discussão anterior, acredita-se que seja necessário elaborar uma abordagem para construção de projetos de interface com o usuário para protótipos que permita a participação do usuário, mas que permita outra forma de apresentação dos padrões para os usuários. Talvez o fato do uso da linguagem de padrões *Common Ground* (TIDWELL, 1999) sem exemplos visuais, somente textuais, e a quantidade de exemplos tenha impactado na reação do usuário. Observa-se tal conclusão através do seguinte comentário:

“... Creio que a forma de apresentação dos padrões deveria ser feita de outra forma, e não em forma de leitura como fizemos. Com mais tempo, acredito que um membro da equipe poderia ter realizado uma apresentação ... dos padrões ao usuário, dando-lhes exemplos (sempre que possível com figuras) e discutindo possíveis aplicações.”

(Participante 2)

Essa conclusão confirma comentários realizados pela autora dos padrões, pois Tidwell ao escrever a coleção *UI Patterns & Techniques* (TIDWELL, 2003a) enfatizou a apresentação de exemplos visuais em detrimento ao texto durante a elaboração dos padrões (TIDWELL, 2003b), o que não ocorreu durante a escrita da linguagem de padrões *Common Ground* (TIDWELL, 1999).

Embora a maioria dos usuários tiveram reações negativas, pode-se concluir que a aplicação de padrões na etapa de Projeto Rápido pode ser útil, pois há uma diminuição no número de decisões tomadas posteriormente pelos desenvolvedores, e considerando também esses dois comentários:

“... Tendo o conhecimento dos padrões de interface, soluções foram implementadas para problemas que ainda nem tínhamos, mas que com certeza, numa etapa mais adiante do trabalho, iria aparecer. Sendo assim, acredito que os padrões auxiliaram na prevenção de possíveis problemas.”

(Participante 2)

“... Acredito que com a utilização de padrões prevenimos futuros problemas e já implantamos suas soluções para eles.”

(Participante 2)

Esses comentários enfatizam que a aplicação de padrões de IHC no protótipo permite tratar previamente possíveis problemas que seriam identificados em fases posteriores ao processo de desenvolvimento, o que agiliza o processo de desenvolvimento.

Considerou-se também que os padrões complementam a abordagem de prototipação em papel, conforme indica o seguinte comentário:

“Mas o que facilitou a prototipação em papel foi o uso de exemplos gráficos dos padrões, exemplos de uso que faziam com que o usuário pensasse no uso daqueles padrões no seu sistema.”

(Participante 6)

Conclui-se que a aplicação conjunta da prototipação em papel com os padrões de IHC facilita o processo de desenvolvimento do protótipo.

III. Construção do Protótipo

Embora não tenha sido proposta a aplicação de padrões na etapa de Construção do Protótipo, percebe-se, analisando a diminuição do número de decisões tomadas pelos desenvolvedores durante essa etapa, conforme apresentado na Tabela 4, que a aplicação de padrões em etapas anteriores traz benefícios a essa etapa de desenvolvimento. A diminuição do número de decisões tomadas pelos desenvolvedores indica que foram tomadas anteriormente no processo. Esse dado também indica que o projeto da interface com o usuário do protótipo ao aplicar padrões foi melhor especificado do que o projeto da interface elaborado sem a aplicação de padrões.

O seguinte comentário expressa o motivo da diminuição do número de decisões tomadas comparando com o sistema desenvolvido sem a aplicação de padrões. Desse comentário, pode-se concluir que as diretrizes dos padrões de IHC são importantes para se lembrar dos assuntos que devem ser tratados durante a elaboração do projeto do protótipo.

“...porque as telas já estavam prontas e de acordo com o que o usuário esperava. No sistema sem aplicação de padrões foi preciso “inventar” muita coisa, que tinha sido esquecida no projeto rápido. Além disso, nem sempre as soluções adotadas eram as melhores...”

(Participante 4)

IV. Etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente

Para avaliar a aplicabilidade dos padrões na etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente, foi considerado o seguinte critério:

f. Usuário se expressando através de padrões: a utilização dos padrões pelo usuário final para se expressar durante a avaliação do protótipo. O usuário se expressar através dos padrões significa uma melhoria na comunicação entre ele e a equipe de desenvolvimento, beneficiando assim o processo de desenvolvimento.

A Tabela 8 apresenta o número de usuários que se expressaram através dos padrões durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Cliente em cada iteração realizada.

Tabela 8 –Usuário se expressar pelos padrões na etapa de Avaliação do Protótipo

Opinião	Iteração 1	Iteração 2	Total	Percentual
Usuário expressou-se usando padrões	3	2	5	83,3 %
Usuário não se expressou usando padrões	0	1	1	16,7 %
Total	3	3	6	100,0 %

Diversos comentários foram coletados sobre a aplicação de padrões nessa etapa de desenvolvimento. Por exemplo, o seguinte comentário mostra a eficiência com que o usuário realizou as tarefas durante a avaliação na segunda fase do estudo de caso:

“... O interessante nessa etapa foi a rapidez com que o usuário executou as tarefas que lhe foram propostas e também o número de modificações que foram solicitadas, foram poucas mudanças.”

(Participante 6)

Outro comentário coletado descreve que o motivo para o número de mudanças no protótipo ser menor, durante a fase do estudo de caso em que foram aplicados padrões, se deve ao fato de aplicar os padrões de análise em conjunto com os padrões de IHC:

“...Na minha opinião isso se deve ao uso dos padrões de análise (GRN) e padrões de IHC que facilitam o entendimento do sistema e ajudam na construção do sistema e interfaces. Devido a esses padrões, as mudanças, tanto em requisitos, quanto nas interfaces, foram poucas.”

(Participante 6)

Essa constatação do desenvolvedor também valida a proposta deste trabalho que é aplicar padrões de ES e de IHC conjuntamente para desenvolver sistemas interativos considerando as diferentes visões de ES e de IHC. A funcionalidade e a usabilidade são duas propriedades fundamentais de um sistema interativo, e são ambas consideradas pela ES e pela IHC. A aplicação conjunta dos padrões de análise e dos padrões de IHC abordam essas duas propriedades respectivamente, e mostram que a integração das duas áreas, bem como a aplicação conjunta de seus padrões, beneficia o processo de desenvolvimento de sistemas interativos.

V. Refinamento do Protótipo

Para validar a aplicabilidade dos padrões na etapa de Refinamento do Protótipo, o seguinte critério foi adotado:

g. Padrões aplicados para solucionar problemas levantados: se no estudo de caso realizado, padrões foram aplicados para apresentar soluções para os problemas encontrados em cada iteração. Aplicar boas soluções para problemas identificados é uma das dificuldades encontradas durante o refinamento de um projeto de interfaces com o usuário. Portanto é considerado benéfico ao processo de desenvolvimento se padrões fornecerem diretrizes de boas soluções para problemas encontrados durante as avaliações do protótipo pelo usuário.

Na Tabela 9 são apresentadas as informações coletadas sobre a aplicação de padrões para solucionar problemas encontrados durante o experimento, considerando a opinião dos participantes em cada uma das iterações realizadas.

Tabela 9 –Aplicação de padrões na etapa de Refinamento do Protótipo

Opinião	Iteração 1	Iteração 2	Total	Percentual
Houve aplicação de padrões	3	2	5	83,3 %
Não houve aplicação de padrões	0	1	1	16,7 %
Total	3	3	6	100,0 %

Percebe-se que houve um grande percentual no número de iterações que aplicaram padrões para solucionar problemas encontrados durante a avaliação do protótipo. O que é benéfico ao processo de desenvolvimento, pois boas soluções propostas pelos padrões foram adotadas. Antes de apresentar uma conclusão definitiva sobre o critério (g), resolveu-se analisar os artefatos e opiniões dos participantes do estudo de caso que não aplicaram padrões na segunda iteração da etapa de Refinamento do Protótipo. Através da análise, verificou-se que existe um potencial de aplicar padrões para solucionar os problemas identificados. Considere o seguinte comentário de um dos participantes dessa equipe:

“o que foi corrigido foram bugs e algumas sugestões de nomes de labels foram ouvidas e aplicadas. Além disso, o usuário sugeriu que a tela de fundo não ficasse vazia, que sempre houvesse um informação sendo mostrada ali; nesse caso, a especificação desse novo requisito não foi feita pensando-se em padrão nenhum.”

(Participante 4)

Nesse comentário é possível perceber duas aplicações de padrões. A primeira é quanto aos nomes dos rótulos para as caixas de texto. Caso a equipe aplicasse corretamente o padrão *Form* (TIDWELL, 1999), perceberiam a necessidade de levantar conteúdos significativos para os rótulos. A outra possível aplicação de padrão identificada através desse

comentário é a necessidade de aproveitamento do espaço para apresentar informações, que é previsto pelo padrão *Central Working Surface* (TIDWELL, 1999). Ambos os padrões foram estudados pelos membros da equipe. Isso significa que os desenvolvedores solucionaram, intuitivamente, os problemas solucionados de forma semelhante as soluções dos padrões. Outra conclusão que se pode chegar é que, se tais padrões tivessem sido aplicados durante a etapa de Projeto Rápido, tais problemas não seriam identificados nessa etapa, tornando o processo menos oneroso, pois quanto mais tarde uma mudança é solicitada, mais onerosa é satisfazer a mudança solicitada (PRESSMAN, 2002). Mas não é possível definir o que ocorreu, pois pode ser que os participantes tenham aplicado o padrão e tiveram algum problema durante a implementação das modificações no protótipo.

VI. Engenharia do Produto

Consideraram-se os seguintes critérios para validar a aplicação de padrões na etapa de Engenharia do Produto:

h. Porcentagem de classes identificadas através de padrões de análise:

número de classes identificadas a partir da aplicação de padrões de análise sobre o total de classes identificadas. Uma porcentagem de 30 % de classes identificadas através da aplicação de padrões de análise pode significar que tal aplicação é benéfica ao processo de desenvolvimento, pois quase 1/3 das classes foram identificadas através da aplicação dos padrões;

i. Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de análise:

opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de análise durante a atividade de Análise. A aplicação de tais padrões é considerada pouco benéfica ao processo de desenvolvimento se a opinião dos participantes indicar que os padrões não foram úteis para identificar as classes durante a Análise;

j. Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões arquiteturais:

opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões arquiteturais durante a atividade de Projeto Detalhado. Definir a arquitetura de um sistema interativo não é uma tarefa trivial, pois requisitos não-funcionais, como a usabilidade e manutenibilidade, influenciam na definição da arquitetura. Aplicar padrões arquiteturais é benéfico ao processo de desenvolvimento se os participantes desenvolvedores forem favoráveis a aplicação de tais padrões;

Na Tabela 10 são apresentadas as informações quanto ao número de classes identificadas pelos desenvolvedores durante a análise, ao número de classes identificadas pelos desenvolvedores através da aplicação dos padrões de análise, e ao percentual de classes identificadas pelos desenvolvedores por padrões sobre o total de classes identificadas. O estudo de caso 2 não foi considerado, pois a equipe não desenvolveu os artefatos de análise durante a segunda fase.

Tabela 10 – Classes identificadas na atividade de Análise

Estudo de Caso	Número de classes identificadas	Número de classes identificadas por padrões	Percentual
1	9	9	100,0 %
3	22	14	63,7 %
Total	31	23	74,2 %

A opinião sobre a aplicação de padrões na atividade de análise é apresentada na Tabela 11. Devido ao fato da equipe que realizou a fase do estudo de caso 2 não apresentar os artefatos de análise solicitados, julgou-se conveniente não considerar as opiniões de seus membros nesse critério, que seriam irrelevantes no contexto de análise de resultados dos estudos de caso.

Tabela 11 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de análise na atividade de análise

Opinião	Número de Participantes	Percentual
Acharam útil	4	80,0 %
Não acharam útil	1	20,0 %
Total	5	100,0 %

Embora não tenha sido incluídas as opiniões dos membros da equipe que realizou a segunda fase do estudo de caso 2, o seguinte comentário coletado “...*Não vimos a necessidade de usar a GRN para modelar, mas ela foi muito útil para levantar os requisitos...*” (Participante 6) é interessante, pois enfatiza a aplicabilidade dos padrões de análise durante a etapa de Coleta e Refinamento de Requisitos. E um de seus membros indica que a aplicação de padrões de análise seria útil a uma equipe com pouca experiência através do comentário “...*em outro tipo de sistema, com tamanho um pouco maior e com uma equipe menos experiente, a linguagem de padrões pode ser muito útil e esclarecer diversas dúvidas.*” (Participante 2).

Na Tabela 12 são apresentadas as opiniões dos participantes quanto a aplicação dos padrões arquiteturais. Pode-se concluir que a maioria dos participantes acredita que aplicar padrões arquiteturais é útil na etapa de Projeto Arquitetural.

Tabela 12 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões arquiteturais na atividade de Projeto Arquitetural

Opinião	Número de Participantes	Percentual
Acham útil	3	30,0 %
Não acham útil	1	10,0 %
Não participaram	6	60,0 %
Total	10	100,0 %

A principal justificativa para os participantes que acharam útil a aplicação de tais padrões foi o impacto na divisão das tarefas, tornando-a mais fácil. A falta de experiência com a linguagem de programação e com o padrão arquitetural adotado foi a principal justificativa para os participantes que não acharam útil tal aplicação.

Não foram coletadas informações sobre o benefício da aplicação de padrões de projeto e padrões de persistência de dados no relatório de experiência aplicado. Questões sobre tais padrões estavam relacionadas ao processo de aplicação, entretanto os comentários obtidos sobre o processo de aplicação de padrões de projeto e de persistência de dados foram

considerados irrelevantes para este trabalho, pois a identificação das aplicações foram triviais (comparação da necessidade com o propósito do padrão para aplicação dos padrões de projeto, e a aplicação obrigatória dos padrões de persistência de dados, pois os dados precisavam ser persistidos).

VII. Síntese da Discussão dos Padrões nas Etapas do Modelo de Processo

Prototipação Apoiado por Padrões

A Tabela 13 sumariza as discussões realizada até este momento. Percebe-se que 8 das 11 aplicações de padrões propostas foram consideradas favoráveis pela análise dos critérios adotados. Como comentado anteriormente, é importante considerar a reação do usuário no processo de desenvolvimento, pois o foco de um sistema interativo é o seu usuário. Permitir ao usuário participar do processo de desenvolvimento pode trazer diversos benefícios

Tabela 13 – Classificação dos critérios considerados para cada aplicação de padrões nas etapas do modelo de processo Prototipação apoiado por padrões

Etapa	Critério Adotado	Resultado	
		Favorável	Desfavorável
Coleta e Refinamento de Requisitos	a. Opinião dos participantes	X	
	b. Percentual de perguntas elaboradas com base em padrões	X	
Projeto Rápido	c. Reação do usuário		X
	d. Melhoria na comunicação	X	X
	e. Diminuição na tomada de decisões	X	
Construção do Protótipo	e. Diminuição na tomada de decisões	X	
Avaliação do Protótipo pelo Cliente	f. Usuário expressando através de padrões	X	X
Refinamento do Protótipo	g. Padrões aplicados para solucionar problemas levantados	X	
Engenharia do Produto	h. Porcentagem de classes identificadas através de padrões de análise	X	
	i. Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de análise	X	
	j. Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões arquiteturais	X	

em relação à usabilidade e à funcionalidade do sistema, tais como identificação de um conjunto de funcionalidades que atendam satisfatoriamente o usuário final, melhor disponibilização de tais funcionalidades no sistema, além de engajamento no processo de desenvolvimento e confiança na equipe de desenvolvimento.

VIII. Padrões de Processo e Organizacionais

Devido aos padrões de processo e organizacionais estarem apoiando toda a atividade de desenvolvimento, foi necessário apresentar sua aplicabilidade separado dos demais padrões. Para avaliar a aplicabilidade de tais padrões foram considerados os seguintes critérios:

k. Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de processo:

opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de processo durante todo o processo de desenvolvimento para definições de tarefas. Aplicar padrões de processo no processo de desenvolvimento pode ser benéfico para definição de tarefas e artefatos, bem como diretivas para elaboração de tais artefatos. É considerado benéfico aplicar tais padrões se os participantes desenvolvedores acreditam que aplicar tais padrões é útil ao processo de desenvolvimento;

l. Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões

organizacionais: opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões organizacionais durante todo o processo de desenvolvimento para definição dos papéis da equipe e alocação de responsabilidades. As tarefas de definição de papéis, alocação dos papéis a determinados profissionais e a comunicação entre esses profissionais deve ser realizada de forma que seja benéfico ao processo de desenvolvimento. A aplicação de padrões organizacionais pode facilitar nessas tarefas. A aplicação de padrões organizacionais é considerada útil ao processo de desenvolvimento se os participantes considerarem que tais padrões auxiliam na realização de tais tarefas.

Na Tabela 14 são apresentadas as opiniões dos participantes quanto à aplicação de padrões de processo e padrões organizacionais. Para a aplicação dos padrões organizacionais não foi considerada a opinião do participante desenvolvedor do estudo de caso 1, pois o enfoque dos padrões organizacionais é a comunicação entre a equipe de desenvolvimento.

Tabela 14 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de processo e organizacionais durante o processo de desenvolvimento

Opinião	Aplicação de Padrões de Processo		Aplicação de Padrões Organizacionais	
	Número de Participantes	Percentual	Número de Participantes	Percentual
Acharam útil	7	70,0 %	3	33,3 %
Não acharam útil	0	0,0 %	4	44,5 %
Não participaram	3	30,0 %	2	22,2 %
Total	10	100,0 %	9	100,0 %

A principal justificativa que os participantes apresentam para achar útil a aplicação de padrões de processo é o fato dos padrões fornecerem diretrizes para as atividades a serem realizadas, enquanto na aplicação dos padrões organizacionais é o fornecimento de uma melhoria na comunicação entre os membros da equipe.

IX. Aplicação de Padrões no Processo de Desenvolvimento

Baseado nas informações coletadas pelos relatórios de experiência foi possível extrair também informações sobre a quantidade e a porcentagem de participantes que acreditam que a aplicação dos padrões, tanto de ES quanto de IHC, no processo de desenvolvimento foi útil ou não. Esses dados são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de ES e de IHC no processo de desenvolvimento

Opinião	Número de Participantes	Percentual
Acham útil	7	70,0 %
Não acham útil	1	10,0 %
Não responderam	2	20,0 %
Total	10	100,0

Segundo os dados coletados, a principal justificativa para os participantes acharem útil a aplicação de padrões no processo de desenvolvimento foi à melhoria na organização e na clareza dos artefatos gerados durante o desenvolvimento. Tais melhorias podem facilitar na compreensão do sistema durante uma manutenção futura, portanto benéfica também o processo de desenvolvimento.

A principal justificativa para os participantes que não acham útil a aplicação de padrões no desenvolvimento foi o aumento da complexidade do processo de desenvolvimento do sistema em questão, pois acreditam que o sistema desenvolvido era simples e não necessitava aplicar todos os padrões propostos para aplicação. Entretanto não havia recursos necessários para a realização de um estudo de caso que considere um sistema de maior porte a ser desenvolvido. Portanto esse ponto deve ser explorados em trabalhos futuros.

Na Tabela 16 são apresentadas as opiniões dos participantes sobre a melhoria na comunicação entre os membros da equipe através da aplicação de padrões de ES e de IHC, considerando todo o processo de desenvolvimento. A opinião do participante do estudo de caso 3 não foi considerada, pois havia somente um participante como especialista.

Tabela 16 – Opinião dos participantes sobre a aplicação de padrões de ES e de IHC para melhorar a comunicação entre os participantes

Opinião	Participantes	%
Houve uma melhoria	4	44,5
Não houve uma melhoria	2	22,2
Não responderam	3	33,3
Total	9	100,0

A principal justificativa para os participantes acharem que a aplicação de padrões resultou em uma melhoria na comunicação entre os participantes foi o fornecimento de um vocabulário comum. Enquanto que a principal justificativa para os participantes que acharam que a aplicação de padrões não resultou em uma melhoria na comunicação foi o pequeno número de padrões utilizados. Tal justificativa é questionável, devido ao alto número

de padrões propostos para aplicação (342 padrões no estudo de caso 1 e 174 padrões nos estudos de caso 2 e 3), conforme apresentado no Capítulo 3.

Na Tabela 17 são apresentadas as opiniões dos participantes sobre a transferência de conhecimentos através da aplicação de padrões de ES e de IHC. Destaca-se que a maioria (80%) dos participantes acredita que houve um aumento no seu conhecimento quando eles aplicaram padrões no processo de desenvolvimento.

Tabela 17 – Opinião dos participantes sobre a transferência de conhecimento dos padrões de ES e de IHC

Opinião	Participantes	Percentual
Houve aumento de conhecimento	8	80,0 %
Não houve aumento de conhecimento	0	22,2 %
Não responderam	2	20,0 %
Total	10	100,0 %

Através da análise da Tabela 15, da Tabela 16 e da Tabela 17, e considerando as justificativas e os comentários apresentados durante essa Seção, pode-se concluir que a aplicação de padrões foi útil ao processo de desenvolvimento, melhorando a comunicação entre os participantes e a transferência de conhecimento. Esses resultados mostram que ao se aplicar padrões, os participantes percebem os dois principais benefícios da aplicação de padrões: fornecimento de vocabulário, o que leva à melhor comunicação, e a transferência de conhecimento.

4.3 – Relacionamentos entre padrões de ES e de IHC

Durante a realização do estudo de caso percebeu-se que padrões de ES e de IHC se complementam durante o desenvolvimento de um sistema interativo. Vários relacionamentos foram identificados através da leitura dos padrões e validados com o estudo de caso 1, descrito no capítulo anterior. Os relacionamentos identificados foram divididos em três tipos, conforme os padrões que estão relacionados: **1)** padrões de IHC complementando

padrões de ES, **2)** padrões de ES complementando padrões de IHC e **3)** padrões de ES complementando padrões de ES.

Três relacionamentos entre padrões de IHC complementado padrões de ES foram identificados, conforme Figura 60. Na Tabela 18 são apresentados os padrões de ES que são complementados pela aplicação de padrões de IHC, juntamente com a justificativa do relacionamento.

Observando os relacionamentos identificados entre os padrões de IHC complementando os padrões de ES, percebe-se que os relacionamentos partem dos padrões de processo de ES que tratam de alguma forma o desenvolvimento de interfaces com o usuário, seja durante a elaboração de protótipos (padrão *Prototypes* (COPLIEN, 1995)), seja na elaboração do produto final (padrão MVC (BUSCHMANN *et al.*, 1996), aplicado durante a definição da arquitetura do sistema, e o padrão *User Interface Role Is a Special Interface Role* (KERTH, 1995), aplicado durante a definição da solução para o sistema, especificando através de um projeto de software).

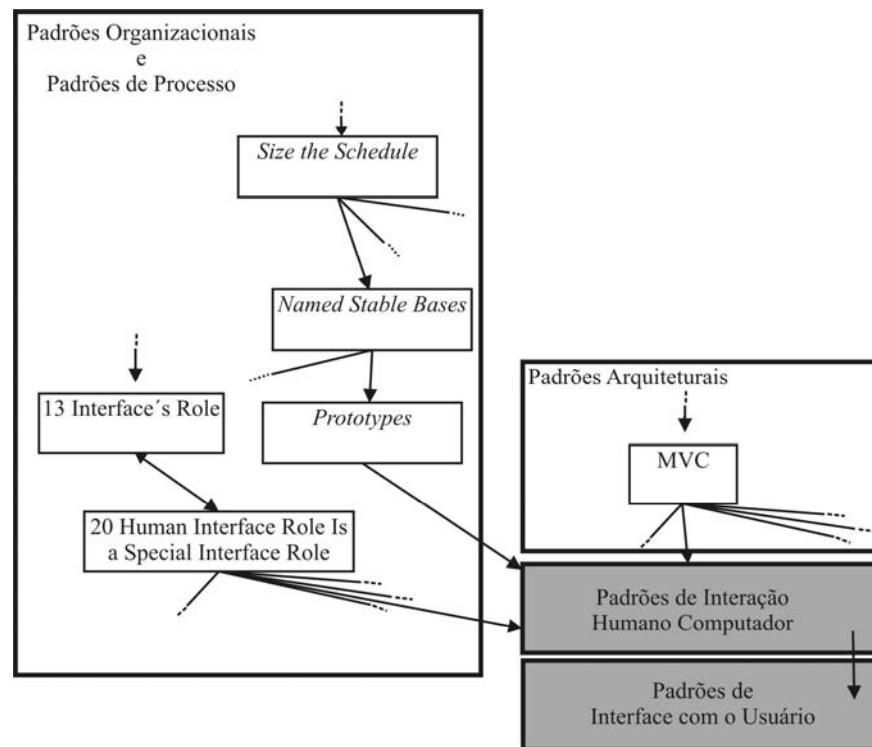


Figura 60 – Relacionamentos identificados entre padrões de ES e IHC

Tabela 18 – Relacionamento dos padrões de ES complementados pelos padrões de IHC

Padrão de ES	Relacionamento
<i>Prototypes</i>	Padrões de IHC complementam o padrão <i>Prototypes</i> , pois fornecem diretrizes para elaboração da interação e do layout de sistemas interativos, inclusive para os protótipos, que podem ser desenvolvidos resultantes da aplicação do padrão <i>Prototypes</i> .
<i>Human Interface Role is a Special Interface Role</i>	Padrões de IHC podem ser aplicados em conjunto com esse padrão para auxiliar a definir uma boa solução quando realizar o projeto da interface com o usuário, resultante da aplicação desse padrão de ES. Os relacionamentos entre padrões de IHC com os padrões de projeto podem auxiliar a definir responsabilidades dos objetos da interface com o usuário, que segundo esse padrão de ES, devem ser identificados.
MVC	No projeto das Visões (<i>View</i>), que representa a interface com o usuário, é possível aplicar padrões de IHC.

Através dos estudos de caso também foram coletados relacionamentos entre os padrões de ES que complementavam os padrões de IHC, mais precisamente entre os padrões de projeto e os padrões de interação humano-computador, conforme Figura 61. A Tabela 19 resume os relacionamentos identificados, comentando o motivo do relacionamento.

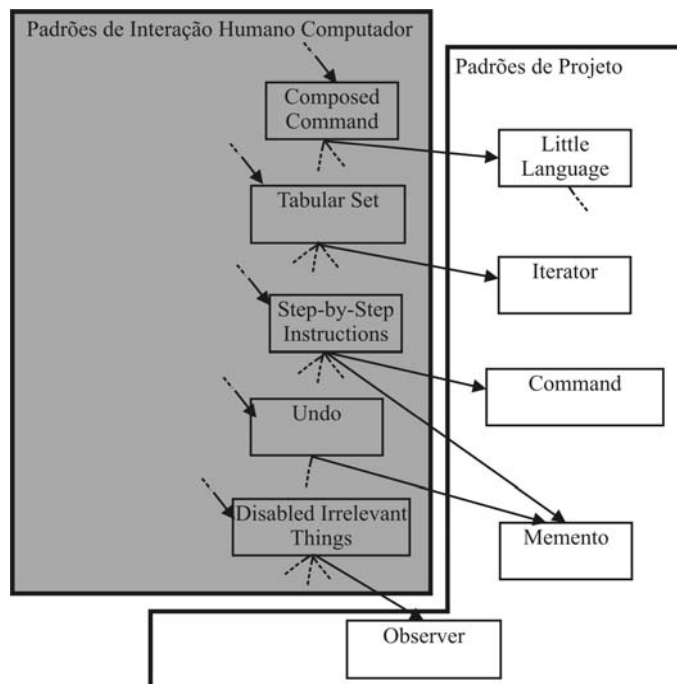


Figura 61 – Relacionamentos identificados entre padrões de IHC e ES

Tabela 19 – Relacionamento dos padrões de IHC complementados pelos padrões de ES

Padrão de IHC	Padrão de ES	Relacionamento
<i>Composed Command</i>	<i>Little Language</i>	O padrão <i>Composed Command</i> apresenta diretivas para a linguagem que será utilizada pelo usuário para a interação com o sistema. O padrão <i>Little Language</i> define como objetos colaboram para analisar e realizar a ação correspondente ao comando fornecido.
<i>Undo</i>	<i>Memento + Command</i>	O padrão <i>Undo</i> apresenta diretivas para disponibilizar a operação de desfazer, enquanto que o padrão <i>Command</i> define uma interface para os comandos possíveis (e com isso é possível elaborar uma lista de operações a desfazer) e o padrão <i>Memento</i> realiza a operação desfazer em si, retornando o objeto ao estado anterior.
<i>Tabular Set</i>	<i>Iterator</i>	O padrão <i>Tabular Set</i> apresenta diretivas para apresentar dados através de uma tabela, entretanto é desejável que o objeto que apresenta a tabela não dependa do modo como os dados sejam representados. A aplicação do padrão <i>Iterator</i> permite essa independência.
<i>Step-by-Step Instructions</i>	<i>Memento</i>	Uma das diretivas do padrão <i>Step-by-Step Instructions</i> é fornecer a possibilidade do usuário retornar a um passo. Possivelmente um passo realizado altera o estado de um ou mais objetos. O padrão <i>Memento</i> permite que o estado anterior do objeto seja recuperado ao retornar um passo, sem que o encapsulamento seja violado.
<i>Disabled Irrelevant Things</i>	<i>Observer</i>	Um determinado objeto que pode se tornar irrelevante está relacionado ao contexto que define se ele é irrelevante ou não. Esse contexto pode ser formado por outros objetos. O padrão <i>Observer</i> pode ser aplicado para informar ao objeto que houve mudanças em seu contexto. Quando o objeto é informado sobre a mudança do seu contexto, ele é capaz de determinar se é irrelevante ou não nesse novo contexto.

Como exemplo de complementação entre padrões de ES e de IHC, cita-se a relação entre o padrão de interação humano-computador *Disabled Irrelevant Things* (TIDWELL, 1999) e o padrão de projeto *Observer* (GAMMA *et al.*, 1995). Durante o estudo de caso percebeu-se que um objeto de interface com o usuário que pode se tornar relevante está associado a um contexto. Quando esse contexto é alterado é necessário informar ao objeto de interface com o usuário, e esse verificar se é irrelevante ou não para o novo contexto. Caso ele verifique que seu estado de relevância foi alterado, o objeto faz as mudanças de modo que seja perceptível ao usuário. Percebe-se nesse cenário que o objeto de

interface observa o seu contexto, portanto aplica-se o padrão *Observer* durante o projeto desse padrão de interação humano-computador. O padrão *Observer* propõe uma solução para o problema de propagação da informação de mudança de um objeto.

Um projeto para o padrão *Disabled Irrelevant Things*, aplicando em conjunto o padrão *Observer*, é proposto na Figura 62. A classe *ConcreteSubject* representa o contexto em que um objeto de interface com o usuário, representado pela classe *ConcreteThing*, depende para determinar se é relevante ou irrelevante. A classe abstrata *DisabledIrrelevantThing* define um método de verificação de relevância, que é executado sempre que o contexto é alterado, e representa a classe *ConcreteObserver* do padrão *Observer*. Devido a classe *DisabledIrrelevantThing* ser um objeto de interface com o usuário, e portanto ser perceptível ao usuário, essa classe herda da classe abstrata *UserInterfaceObject*, que define métodos para a exibição visual do objeto. Os nomes foram mantidos em inglês para facilitar a visualização da aplicação dos padrões pelo leitor.

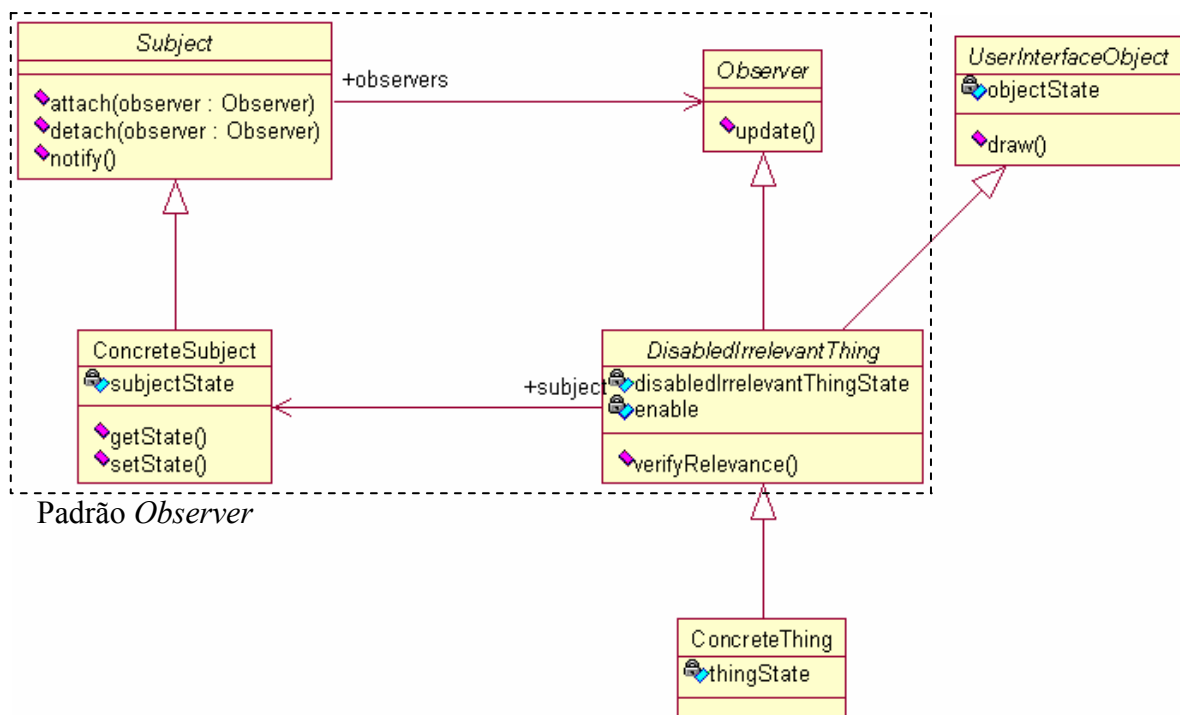


Figura 62 – Modelo de Classes para o padrão *Disabled Irrelevant Things* aplicando o padrão *Observer*

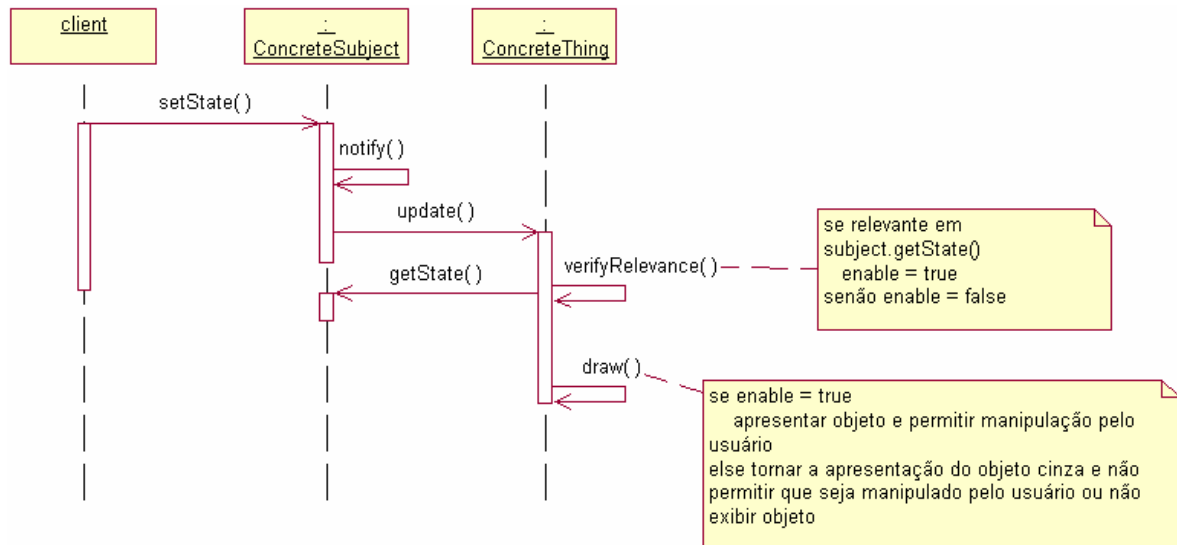


Figura 63 – Modelo de seqüência descrevendo a verificação da relevância de um objeto de interface com o usuário da aplicação

Na Figura 63 é apresentada uma seqüência de mensagens trocadas para informar ao objeto de interface com o usuário que houve uma mudança em seu contexto. Após receber essa informação, o objeto verifica se é relevante ou não para esse novo contexto, e faz mudanças em suas propriedades para refletir seu novo estado, inclusive na sua apresentação visual.

Na Tabela 20 é apresentada uma síntese dos relacionamentos identificados entre os padrões de ES, identificados através dos estudos de caso realizados. Diversos outros relacionamentos entre padrões de ES foram identificados e apresentados por seus autores, principalmente os relacionamentos com os padrões de projeto, conforme é possível perceber durante a leitura de tais padrões.

Coletou-se através deste trabalho relacionamento entre padrões da categoria de padrões de processo com os padrões de caso de uso, padrões de análise, padrões arquiteturais, padrões de interação humano-computador e padrões de interface com o usuário. Também foram coletados relacionamentos entre padrões de interação humano-computador e padrões de projeto. A Figura 64 apresenta uma visualização dos relacionamentos identificados, considerando as categorias dos padrões.

Tabela 20 – Relacionamento dos padrões de ES complementados pelos padrões de ES

Padrão de ES	Padrão de ES	Relacionamento
<i>Customer Rapport</i>	<i>Engage the Client Early</i>	O padrão <i>Customer Rapport</i> apresenta diretivas para estabelecer um bom relacionamento com o cliente, enfatizando na solução criar uma boa comunicação com o cliente, focando o usuário e os envolvendo no projeto da interface com o usuário. Outra diretiva é a elaboração de protótipos. O padrão <i>Engage the Client Early</i> também trata do desenvolvimento de diversos protótipos, considerando engajar o usuário e sua participação, permitindo-o “dirigir” os esforços do desenvolvimento.
<i>Customer Rapport</i>	<i>Come on Baby, Light My Fire</i>	O padrão <i>Customer Rapport</i> apresenta diretivas para estabelecer um bom relacionamento com o cliente, enfatizando na solução criar uma boa comunicação com o cliente, focando o usuário e os envolvendo no projeto da interface com o usuário. Outra diretiva é a elaboração de protótipos. O padrão <i>Come on Baby, Light My Fire</i> também trata do desenvolvimento de protótipo, considerando engajar o usuário e sua participação, mas sem distraí-lo com questões particulares de interface.
<i>Prototypes</i>	<i>Use It and Lose It</i>	O padrão <i>Prototypes</i> apresenta diretivas para elaborar protótipos, descartáveis ou evolucionários. Para o desenvolvimento de protótipos descartáveis pode-se aplicar em seguida o padrão <i>Use It and Lose It</i> que também fornece diretivas para a elaboração de protótipos descartáveis, considerando o desenvolvimento rápido do protótipo e engajar o cliente.
<i>Prototype</i>	<i>Use It and Lose It</i>	O padrão <i>Prototype</i> comenta sobre a elaboração de protótipos descartáveis para auxiliar a compreender os requisitos. Diversos fatores estão relacionados ao desenvolvimento de protótipos, inclusive a redução do tempo de desenvolvimento do protótipo, como apresenta o padrão <i>Use It and Lose It</i> .
<i>Prototypes</i>	<i>Prototype</i>	O padrão <i>Prototypes</i> apresenta diretivas para elaborar protótipos, descartáveis ou evolucionários. O padrão <i>Prototype</i> comenta sobre a elaboração de protótipos descartáveis para auxiliar a compreender os requisitos.
<i>Let's Make a Deal</i>	<i>Requirements Specification</i>	O padrão <i>Let's Make a Deal</i> apresenta diretivas informando quando a elaboração de protótipos pode ser finalizada e a elaboração de um documento de requisitos apropriado pode ser iniciada. O padrão <i>Requirements Specification</i> define diretivas para a elaboração de um documento de requisitos.
<i>Requirements Validation</i>	<i>Technical Review</i>	O padrão <i>Requirements Validation</i> comenta que todos os interessados devem ler o documento de requisitos em reuniões de revisão. O padrão <i>Technical Review</i> apresenta diretivas para o planejamento, execução e coleta de resultados para um processo de revisão de um artefato elaborado.

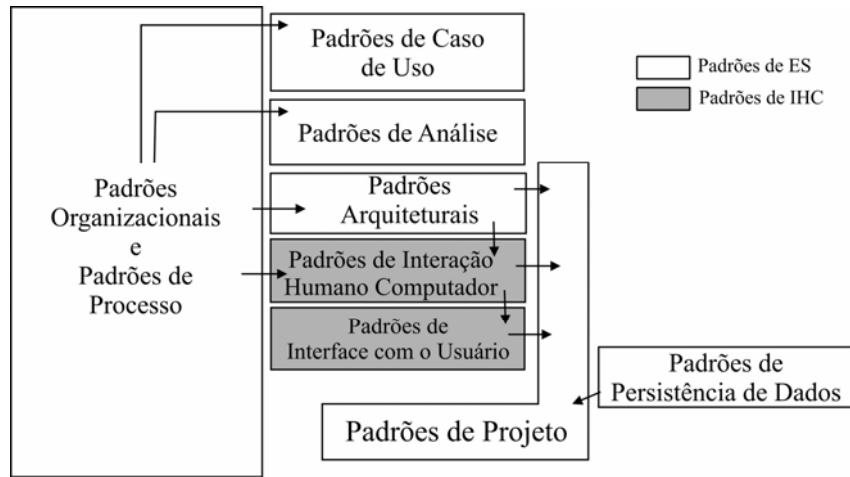


Figura 64 – Visão geral dos relacionamentos identificados considerando as categorias dos padrões

Tabela 20 – Relacionamento dos padrões de ES complementados pelos padrões de ES (continuação)

Padrão de ES	Padrão de ES	Relacionamento
<i>Problem Domain Analysis</i>	Padrões de Análise	O padrão <i>Problem Domain Analysis</i> comenta sobre a necessidade de elaborar uma representação para o domínio do sistema a ser elaborado, levando questões comuns que são deparadas durante a realização de uma análise. Para apoiar a realização da análise, podem ser aplicados padrões de análise encontrados na literatura.
<i>Behavioral Requirements</i>	Padrões de Caso de Uso	O padrão <i>Behavioral Requirements</i> apresenta diretivas para representar o comportamento do sistema através de casos de uso. Apresenta também algumas diretivas para a elaboração dos casos de uso. Caso sejam necessárias mais diretivas, é possível aplicar os padrões voltados para a elaboração de casos de uso.
<i>Scenarios Define Problem</i>	Padrões de Caso de Uso	O padrão <i>Scenarios Define Problem</i> propõe como solução para o problema dos documentos de projeto serem veículos ineficientes para comunicação com o usuário o uso de casos de uso. Para escrever casos de uso que permita uma leitura fácil ao usuário, entre outras características, podem-se aplicar os padrões para elaboração de casos de uso.
<i>Scenarios Define Problem</i>	<i>Behavioral Requirements</i>	O padrão <i>Scenarios Define Problem</i> propõe como solução para o problema dos documentos de projeto serem veículos ineficientes para comunicação com o usuário o uso de casos de uso. O padrão <i>Behavioral Requirements</i> aprofunda essa questão e apresenta também algumas diretivas para a elaboração dos casos de uso.

Embora se tenha coletado diversos relacionamentos entre padrões de diversas categorias, percebe-se que para elaborar uma linguagem de padrões, conforme a sua definição e os padrões de Meszaros e Double (1996), é necessário que a linguagem:

- 1) apóie todos os aspectos importantes em um dado domínio;
- 2) apresente todos os possíveis relacionamentos entre os padrões da linguagem;
- 3) uso de um mesmo exemplo em toda a linguagem (padrão *Running Example*);
- 4) ofereça um glossário de termos (padrão *Glossary*); e
- 5) os relacionamentos sejam descritos dentro do texto que descreve o padrão (padrão *Pattern Language*).

Portanto todas essas questões serão consideradas em trabalhos futuros.

4.4 – Considerações Finais

Três estudos de caso foram realizados para mostrar a aplicabilidade dos padrões de ES e de IHC no desenvolvimento de sistemas interativos considerando um modelo de processo consagrado por ambas as áreas, o Prototipação. Verificou-se que os padrões podem ser aplicados, trazendo benefícios ao processo de desenvolvimento, conforme definido no modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões, definido no Seção 2.5.

Entretanto, a aplicação dos padrões de IHC conforme a abordagem de Dearden *et al.* (2002) não se mostrou satisfatória analisando a ótica do usuário, visto que dois dos três participantes como usuário final tiveram reações negativas quanto a abordagem aplicada. Acredita-se que novas abordagens participativas que considerem a psicologia do usuário devem ser definidas para aplicar padrões de IHC como meio de comunicação entre o usuário e os especialistas em desenvolvimento.

Levando em consideração as críticas feitas sobre o modelo de processo Prototipação, os padrões estudados para a realização deste trabalho, e os resultados coletados dos estudos de caso, foram discutidos os avanços para a elaboração de uma linguagem de padrões para sistemas interativos. Mais estudos são necessários para coletar e refinar os relacionamentos entre os padrões estudados neste trabalho, entretanto o potencial deste

trabalho está em mostrar como padrões de ES e de IHC se complementam para desenvolver um sistema interativo de melhor qualidade, atendendo as necessidades do usuário.

Pode-se concluir que realizar a identificação de relacionamentos entre os padrões das duas áreas é uma tarefa árdua (uma das motivações do padrão *Relationship to Other Patterns* (MESZAROS; DOUBLE, 1996)), pois diversos são os padrões existentes. Entretanto acredita-se que esses esforços trazem benefícios, pois através de uma linguagem de padrões é possível um melhor aproveitamento dos benefícios que padrões trazem ao serem aplicados em um processo de desenvolvimento, realizando a transferência de conhecimento entre os participantes de níveis diferentes e facilitando a comunicação entre eles. Relacionar os padrões das duas áreas também é útil para motivar os especialistas de ambas as áreas a desenvolver o sistema em parceria, o que muitas vezes não ocorre devido à falta de comunicação, divergência de foco e por possuírem formação diferentes.

No próximo capítulo são apresentadas as conclusões referentes a este trabalho, conjuntamente com uma síntese dos principais resultados, uma análise crítica sobre o trabalho realizado, dificuldades a serem superadas e trabalhos futuros.

Capítulo 5 – Conclusões

5.1 – Considerações Iniciais

O objetivo deste trabalho é mostrar como padrões de IHC e de ES podem ser aplicados conjuntamente em um processo de desenvolvimento de sistemas interativos, considerando as visões das duas áreas, com a adoção da seguinte metodologia para a realização deste trabalho:

- 1) Estudo de modelos de processo de ES e de IHC e adoção do modelo de processo Prototipação;
- 2) Estudo de padrões de ES e de IHC e a divisão dos padrões estudados em categorias;
- 3) Elaboração do modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões;
- 4) Investigação da aplicação dos padrões através de estudos de caso seguindo o modelo de processo elaborado.

Discute-se neste capítulo os principais resultados do trabalho, bem como uma comparação com outros trabalhos correlatos, apontando para possíveis desdobramentos desta pesquisa.

Na Seção 5.2 é apresentada uma síntese dos principais resultados obtidos com a realização deste trabalho. Em seguida, na Seção 5.3, este trabalho é comparado com alguns trabalhos que aplicam padrões de ES ou de IHC encontrados na literatura. Na Seção 5.4 são discutidos alguns pontos positivos e negativos deste trabalho. Os artigos publicados, resultantes da realização deste trabalho são listados na Seção 5.5, enquanto que os trabalhos futuros são apresentados na Seção 5.6.

5.2 – Síntese dos Principais Resultados

Os principais resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho são:

• **Apresentação de uma classificação de padrões mais ampla que considera padrões de IHC e de ES conjuntamente:** acredita-se que categorias de padrões são úteis para organizar os padrões conhecidos na literatura e compará-los. Embora não seja o objetivo deste trabalho propor um grupo de categorias que abrange todas as possíveis categorias de padrões, aqui se propõe um conjunto de categorias que considera padrões de ES e de IHC que estão relacionadas com as preocupações ao desenvolver um sistema interativo, definido assim as categorias de padrões de processo, padrões organizacionais, padrões de análise, padrões arquiteturais, padrões de projeto, padrões de interação humano-computador, padrões de interface com o usuário, padrões de persistência de dados e padrões de testes;

1) Análise crítica das visões de ES e de IHC no modelo de processo Prototipação e a integração dessas visões nesse modelo: encontra-se na literatura diversos textos que comentam modelos de processo de ES e de IHC, inclusive o modelo de processo Prototipação. Entretanto pouco se discute a integração das visões dessas duas áreas em modelos de processo. Neste trabalho foi estudado o modelo de processo Prototipação e realizado uma análise crítica sobre a visão de ES e de IHC ao desenvolver um sistema interativo, apresentando também as dificuldades encontradas ao integrar essas duas visões;

2) Estudo da aplicação de padrões no modelo de processo Prototipação, resultado no modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões: na literatura pouco é encontrado sobre estudos da aplicação de padrões em um modelo de processo, principalmente considerando padrões de ES e de IHC conjuntamente. Este trabalho propõe a aplicação de padrões das duas áreas para amenizar os problemas que surgem ao integrar as duas visões ao desenvolver um sistema interativo segundo o modelo de processo Prototipação. Relacionando as categorias identificadas com as etapas desse modelo de processo foi elaborado neste trabalho o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões;

3) Aplicação de padrões em alguns dos artefatos elaborados durante o desenvolvimento de um sistema interativo: padrões são aplicados durante a elaboração de artefatos definidos pelo processo de desenvolvimento. Poucos trabalhos discutem a aplicação conjunta de uma quantidade tão considerável de padrões quanto a aplicada neste trabalho, principalmente ao fato de aplicar padrões de ES em conjunto aos padrões de IHC;

4) Utilização de padrões de ES e de IHC para aumentar a comunicação entre o usuário final e os profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento: padrões de ES e de IHC são aplicados focando aumentar a qualidade dos artefatos produzidos no processo de desenvolvimento. Neste trabalho também foi explorada a aplicação de tais padrões na comunicação entre os envolvidos em um processo de desenvolvimento, ou seja, entre membros da equipe de desenvolvimento e os usuários finais;

5) Aplicação de padrões de análise para elaboração de questões a serem realizadas durante o levantamento de requisitos: este trabalho propõe a aplicação de padrões de análise para a elaboração de questões a serem respondidas pelo usuário durante a entrevista para coleta de requisitos. Acredita-se que também tais padrões podem ser aplicados para questões de questionários e outros métodos de coleta de requisitos;

6) Utilização de padrões de IHC para facilitar ao usuário expressar o seu modelo mental em conjunto com a prototipação em papel: poucos estudos mostram resultados envolvendo a aplicação de padrões de IHC, a prototipação em papel e o design participativo para o usuário expressar o seu modelo mental do sistema a ser desenvolvido. Acredita-se aqui, baseando-se nas conclusões, que a aplicação dessas três práticas em conjunto possui um potencial para ser aplicado na indústria de desenvolvimento; e

7) Validar a proposta de padrões de ES e a IHC se complementando para desenvolver sistemas interativos: o objetivo deste trabalho é mostrar que padrões de ES de IHC, aplicados conjuntamente em um processo de desenvolvimento de sistemas interativos,

pode trazer benefícios, permitindo considerar os aspectos relevantes das duas áreas conjuntamente. O fato da ES e a IHC se complementarem durante o desenvolvimento de tal sistema também se reflete nos padrões das duas áreas, resultando em relacionamentos entre esses padrões.

Com base nesses resultados, pode-se concluir que o objetivo deste trabalho, mostrar como padrões de IHC e de ES podem ser aplicados conjuntamente em um processo de desenvolvimento de sistemas interativos, considerando as visões das duas áreas, foi alcançado.

5.3 – Comparação com Outros Trabalhos

Não foram encontrados na literatura trabalhos que apliquem padrões de ES e de IHC conjuntamente, entretanto existem trabalhos que aplicam padrões de uma ou duas categorias de uma mesma área. Aqui é apresentada uma discussão de alguns desses trabalhos.

Dearden *et al.* (2002) descrevem a aplicação de duas linguagens de padrões de IHC no projeto de páginas WEB, uma endereçando questões para *sites* de viagens enquanto que a outra tratando de questões de aprendizagem, no *design* participativo. Esse trabalho diferencia do realizado por este autor nas seguintes questões:

Formato dos padrões: neste trabalho foi adotado o mesmo formato utilizado para descrever os padrões aplicados, ou seja, foi aplicado o formato definido por Tidwell (1999). Enquanto que o formato dos padrões utilizados por Dearden *et al.* seguia o formato definido por Alexander (1977);

Domínio do sistema: Dearden *et al.* (2002) aplicaram padrões para desenvolver projeto de sites WEB para um site de viagens e de aprendizagem. Os estudos de caso realizados neste trabalho enfocaram o desenvolvimento de sistemas interativos *desktop* no domínio de sistemas de gerência de informação. Entretanto, acredita-se que o modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões pode ser aplicado em outros domínios,

independente de ser uma aplicação *desktop*, WEB ou embutido, instanciando o modelo proposto com padrões do domínio escolhido.

Obteve-se os seguintes resultados em comum:

Papel facilitador: o facilitador desempenha um papel fundamental para a introdução dos padrões ao usuário durante a realização da abordagem;

Termos empregados nos padrões: alguns termos utilizados nos padrões (tais como *GUI*, *checkbox* e *radiobox*) não são conhecidos por usuários finais leigos em computação. Para contornar a dificuldade encontrada, nos dois trabalhos, o facilitador explicava o significado do termo ao usuário;

Uso do conjunto de padrões como *checklist*: nos dois trabalhos padrões foram utilizados para garantir que todas as questões fossem discutidas. No estudo de caso 1 deste trabalho, o processo de checagem não foi realizado em conjunto com o usuário, conforme discutido na Seção 3.2. Portanto, foi necessário um retorno ao usuário final para coletar informações ausentes ou incompletas;

Entretanto houve as seguintes controvérsias:

Tempo de leitura dos padrões: no trabalho de Dearden *et al.* é comentado que usuários finais utilizavam de 20 segundos a 90 segundos para a leitura de um padrão. Segundo esses autores a variação de tempo se deve ao fato de que às vezes o usuário lia partes do texto, e em outras vezes os usuários liam todo o padrão. Neste trabalho, foi solicitado aos usuários a leitura de todo o padrão, verificando que em média um usuário final necessita de 6 minutos para a leitura de um padrão;

Tempo de realização da abordagem: Segundo relatos de Dearden *et al.*, as sessões com o usuário final foram de 1 a 2 horas. Neste trabalho, a realização da abordagem com o usuário final do estudo de caso 1 durou aproximadamente 8 horas no total, e

aproximadamente 2 horas no estudo de caso 2. Possivelmente a discrepância se deve a diferença de escopo de cada estudo de caso, ou então de diferença de domínio.

O trabalho de Fernandez (1998) discute a aplicação de padrões de análise durante a elaboração do modelo conceitual. Fernandez (1998) apresenta 4 categorias para os padrões de ES (idiomas, padrões de projeto, padrões arquiteturais e padrões de análise), enquanto que este trabalho apresenta um conjunto de 7 categorias (padrões de processo, padrões organizacionais, padrões de análise, padrões arquiteturais, padrões de projeto, padrões de persistência de dados, padrões de implementação e padrões de testes). Fernandez (1998), embora defina quatro categorias de padrões de ES, discute somente a aplicação de padrões de análise, destacando que a aplicação de tais padrões torna o modelo conceitual obtido mais fácil de ser entendido e estendido, resultando em um artefato de maior qualidade do que um modelo definido diretamente dos requisitos.

Aqui neste trabalho, considerando um maior número de categorias, acredita-se que não somente o modelo conceitual do sistema, mas também o projeto do software elaborado, é mais fácil de ser entendido e estendido por um especialista que conhece os padrões. Também acredita-se que a aplicação de padrões de IHC beneficia a interface com o usuário do sistema elaborado, aumentando a satisfação do usuário final, pois com a participação desse usuário no processo de desenvolvimento e a expressão de seus interesses através de tais padrões permite elaborar um projeto de interface mais próxima do modelo mental do usuário do que uma abordagem que não aplique padrões. Por fim, padrões de IHC e de ES se complementam, como discutido no capítulo anterior, permitindo desenvolver o sistema de uma forma mais abrangente, considerando aspectos das duas áreas conjuntamente.

Diversos padrões são identificados e propostos na literatura, como é o caso dos padrões de avaliação de usabilidade de Gellner e Forbrig (2003), os padrões arquiteturais de usabilidade identificados por Ferré *et al.* (2003), padrões para organização, otimização e

robustez do código (GRAND, 1998), entre outros e que são considerados como trabalhos futuros a sua inclusão no modelo de processo de Prototipação Apoiado por Padrões e no conjunto de padrões para desenvolvimento de sistemas interativos definidos neste trabalho.

5.4 – Análise Crítica da Metodologia Adotada

Inicialmente foi proposto o estudo do desenvolvimento de sistemas interativos considerando os principais modelos de processo de IHC e de ES. Entretanto, como desenvolver um sistema que considere os anseios das duas áreas e integrá-los antes de realizar estudos de caso para o desenvolvimento é uma tarefa árdua, decidiu-se focar em um modelo de processo, o Prototipação, investigando-o em profundidade, ao invés de quantidade de modelos estudados.

Embora a maioria dos padrões é divulgada em sites na Internet e em conferências, sendo que alguns padrões são encontrados em livros, como é o caso dos padrões de Ambler (1998, 1999), e outros autores não divulgaram seus padrões à comunidade, como é o caso da linguagem de padrões para avaliação de usabilidade de Gellner e Forbrig (2003). Devido a restrições de acesso aos padrões desses dois trabalhos, não foi possível aplicar os padrões propostos por esses autores.

Através dos estudos realizados, categorias de padrões de ES e de IHC foram definidas, entretanto esse grupo de categorias pode ser reformulado caso seja necessária de uma extensão para se adequar a novos padrões identificados pela comunidade ou a padrões não considerados durante a realização deste trabalho.

Para considerar o conjunto de padrões aplicado neste trabalho como uma linguagem de padrões para desenvolvimento de sistemas interativos é necessário avaliar as seguintes questões, retiradas da definição de linguagem de padrões e dos padrões de Meszaros e Double (1996):

1) apoiar todos os aspectos importantes em um dado domínio: foram considerados padrões que **auxiliem** na **a)** identificação, análise, especificação e verificação de requisitos; **b)** elaboração da interação e da interface com o usuário; **c)** definição e alocação de papéis; **d)** elaboração dos modelos de casos de uso, de classes em nível conceitual, de classes em nível de projeto; entre outros. Entretanto não foram considerados padrões para **a)** definição, planejamento e coleta de resultados de avaliações do protótipo pelo usuário; **b)** padrões que definem o papel e responsabilidade do especialista em IHC; entre outros. Tais questões são consideradas como trabalhos futuros;

2) apresentar todos os possíveis relacionamentos entre os padrões da linguagem: neste trabalho foram coletados alguns relacionamentos entre os padrões de IHC e de ES, conforme apresentado na Seção 4.3, entretanto não era objetivo do trabalho realizar a identificação de tais relacionamentos até a exaustão, resultando assim em trabalhos futuros a identificação de mais relacionamentos entre os padrões estudados neste trabalho;

3) usar um mesmo exemplo em toda a linguagem: devido aos padrões utilizados serem de diversos autores, é necessário a adaptação dos padrões selecionados para satisfazer este quesito. Questiona-se também a possibilidade de haver tal exemplo, uma vez que uma linguagem para desenvolver sistemas interativos é muito ampla, e caso seja possível, questiona-se a dificuldade em se compreender tal exemplo;

4) oferecer um glossário de termos: para facilitar a compreensão dos padrões é sugerido que um glossário de termos seja fornecido. Entretanto a elaboração desse glossário de termos não é uma tarefa trivial devido à terminologia empregada por essas áreas se distinguirem, ou seja, as áreas de IHC e de ES possuem nomes diferentes para um determinado termo, e nomes semelhantes empregados com significados diferentes; e

5) descrever os relacionamentos no texto que descreve o padrão: para satisfazer esse quesito é necessária a adição da justificativa de relacionamento entre os

padrões no texto que descreve o padrão, apresentada na Seção 4.3. Entretanto esta tarefa não é trivial devido aos diferentes formatos entre os padrões estudados neste trabalho.

Este trabalho mostrou como padrões de IHC e de ES se complementam para desenvolver sistemas interativos, identificando alguns relacionamentos entre tais padrões. Entretanto mais estudos são necessários para coletar todos os relacionamentos possíveis entre tais padrões, principalmente entre os padrões de IHC e os padrões de projeto de ES.

5.5 – Dificuldades a Serem Superadas

Padrões de ES e de IHC são identificados e sugeridos à comunidade todos os anos. Portanto o número de padrões é crescente, tornando difícil estudar quais padrões podem ser aplicados em um determinado processo de desenvolvimento. É necessário um método de estudo e avaliação dos padrões antes de adotá-los em um processo de desenvolvimento. Neste trabalho foram indicados padrões a serem lidos pelos participantes dos estudos de caso antes da realização dos mesmos. Sugere-se a elaboração de um método para adoção gradual de padrões no processo de desenvolvimento, através de análises do processo de desenvolvimento.

A vasta quantidade de padrões encontrada na literatura também impactou na realização deste trabalho, dificultando a coleta de informações para validar o benefício da aplicação dos padrões de cada categoria no modelo de processo de desenvolvimento adotado.

Comparar os artefatos de um sistema desenvolvido sem a aplicação de padrões com os artefatos de um sistema desenvolvido aplicando padrões foi o grande desafio encontrado durante a análise dos dados coletados, portanto os resultados deste trabalho são baseados nos relatos e opiniões dos participantes dos estudos de caso. Estudos devem ser realizados para definir um método de comparação dos artefatos elaborados pelos participantes durante as duas fases dos estudos de caso realizados.

Abordagens de integração de ES com IHC que considerem padrões são úteis para o desenvolvimento mais completo de sistemas interativos, bem como identificar o relacionamento entre os padrões dessas duas áreas. Também são úteis para identificação de padrões de ES e IHC, ou seja, padrões que apresentam boas soluções para problemas decorrentes da integração de ES com IHC em um determinado contexto. Acredita-se que padrões de processo e organizacionais, unindo as duas visões de ES e IHC, possam ser identificados, e sua aplicação possa auxiliar a minimizar o impacto da integração dessas duas áreas no desenvolvimento de sistemas interativos.

O modo de apresentação de padrões de IHC ao usuário mostrou-se insatisfatória durante o desenvolvimento do projeto da interface com o usuário no estudo de caso com participação do usuário. Percebe-se aqui a necessidade de mais estudos para analisar essa questão e definição de uma abordagem para elaboração do projeto da interface com o usuário aplicando padrões com participação do usuário.

Durante a realização deste trabalho, percebeu-se a dificuldade em tornar os padrões escolhidos uma prática comum entre os especialistas. Acredita-se que isso se deve à quantidade de padrões adotados para cada estudo de caso. Para uma empresa de desenvolvimento de sistemas, acredita-se que, definindo um método para adoção gradativa de padrões, melhores resultados podem ser obtidos se comparado com um método que aplica padrões aleatoriamente.

5.6 – Publicações

Os seguintes artigos e capítulo de livro foram publicados:

- DA SILVA, A. C.; SILVA, J. C. A.; PENTEADO, R. A. D.; DA SILVA, S. R. P. Aplicabilidade de Padrões de Engenharia de Software e de IHC no Desenvolvimento de Sistemas Interativos. In: CBCOMP 2004 - IV CONGRESSO BRASILEIRO DE
-

COMPUTAÇÃO. 4., 2004. **Anais...** Itajaí – SC: Univali, 8 a 12 de Outubro de 2004, p. 118-123. ISSN 1677-2822. /Artigo Completo/

• DA SILVA, A. C.; SILVA, J. C. A.; PENTEADO, R. A. D.; DA SILVA, S. R. P. Integrando a Visão da ES e da IHC através da Aplicação de Padrões sobre o Modelo de Prototipação. In: IHC'2004 – VI WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 6., 2004. **Anais...** Curitiba-PR: SBC, 17 a 20 de Outubro de 2004. 266 p., p. 193-197. ISBN 85-7669-017-9. /Artigo Resumido/

• DA SILVA, A. C.; SILVA, J. C. A.; PENTEADO, R. A. D.; DA SILVA, S. R. P. Investigando a Aplicabilidade de Padrões de IHC e de Engenharia de Software no Processo de Desenvolvimento de Sistemas Interativos. In: WTDES'2004 – IX WORKSHOP DE TESES E DISSERTAÇÕES EM ENGENHARIA DE SOFTWARE, XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 9., 2004. **Anais...** Brasília - DF: SBC, 18 a 22 de outubro de 2004, 92p., p. 50-55. ISBN 85-7669-003-9. /Artigo Completo/

• TALARICO NETTO, A.; DA SILVA, A. C.; SILVA, J. C. A.; PENTEADO, R. A. D. *Padrões de Interação para Projetos WEB – Uma Visão Geral*. In: TÓPICOS EM TECNOLOGIAS WEB & MULTIMÍDIA. Editores Teixeira, C. A. C.; Goularte, R. p. 197-222. Ribeirão Preto-SP: SBC, 2004. ISBN 85-7669-011-X. /Capítulo de livro/

Também foram apresentados um tutorial e um mini-curso, resultados da pesquisa realizada para a fundamentação deste trabalho:

• TALARICO NETTO, A.; DA SILVA, A. C.; SILVA, J. C. A.; PENTEADO, R. A. D. Padrões de Interação - O Contexto WEB. In: IHC'2004 – VI WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 6., 2004. /Tutorial/

• TALARICO NETTO, A.; DA SILVA, A. C.; SILVA, J. C. A.; PENTEADO, R. A. D. Padrões de Interação para Projetos WEB – Uma Visão Geral. In: WEBMIDIA & LA 2004 –

WEB - II LATIN AMERICAN WEB CONGRESS AND X BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB, 10., 2004. /Mini-curso/

5.7 – Trabalhos Futuros

Observa-se as seguintes possibilidades de trabalhos futuros durante a realização da pesquisa que resultou neste trabalho:

- Estudo dos demais modelos de processo de ES e de IHC, integrando as visões dessas áreas ao desenvolver sistemas interativos considerando tais modelos;

- Agregação de mais padrões que tratem do desenvolvimento de sistemas interativos na linguagem de padrões proposta por este trabalho, principalmente padrões de processo e padrões organizacionais divulgados mais recentemente;

- A extensão da linguagem de padrões para considerar outros tipos de padrões, como:

- Padrões para avaliação de usabilidade: tais padrões foram identificados e estão sendo escritos por Gellner e Forbrig (2003), entretanto eles não foram divulgados até ao final deste trabalho. Acredita-se que tais padrões podem ser aplicados durante a etapa de Avaliação do Protótipo pelo Usuário e durante a etapa de Engenharia do Produto, fornecendo diretrizes para o planejamento, execução e coleta de resultados de avaliações de usabilidade. Tais padrões, aplicados em conjunto com padrões de testes de ES, podem mostrar a complementação de ES com IHC durante tal atividade;

- Padrões arquiteturais de usabilidade: tais padrões estão sendo identificados e escritos por Ferré *et al.* (2003). Esses autores discutem como considerar heurísticas de usabilidade na arquitetura do sistema através da aplicação de padrões que descrevem boas soluções arquiteturais. No desenvolvimento de protótipos descartáveis, tais padrões podem ser aplicados na etapa de Engenharia do Produto, e no desenvolvimento de protótipos

evolucionários ou incrementais podem ser aplicados na etapa de Projeto Rápido, ambos após a aplicação dos padrões arquiteturais;

- Padrões de testes e Idiomas: realização de estudos de caso que considerem a aplicação de tais padrões, conforme diretrizes do modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões;

- Padrões de Tarefa: levantamento de padrões de tarefa (MAHEMOFF; JOHNSTON, 1998), analisando e considerando-os no modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões para apoiar na identificação de requisitos;

- Análise dos sistemas desenvolvidos durante os estudos de caso realizados, comparando o sistema desenvolvido sem padrões com o sistema desenvolvido com padrões segundo o conceito de qualidade, considerando a ótica de ES e a ótica de IHC;

- Discussão da aplicação da linguagem de padrões proposta neste trabalho em outros modelos de processo de ES e de IHC, principalmente em modelos de processo ágeis. Tem-se a necessidade de estudar os padrões, principalmente os de processo e organizacionais, para que não haja uma dificuldade para manter os requisitos dos modelos ágeis;

- Identificação de padrões de integração ES e IHC, que considere aspectos relevantes das duas áreas, apresentando boas soluções para conflitos que surgem da integração entre essas duas áreas;

- Elaboração de padrões de processo e organizacionais para fornecer as diretrizes de definição e apresentação das responsabilidades do especialista em IHC, definindo como pode ser a comunicação desse especialista com os demais envolvidos no processo de desenvolvimento;

- Elaboração de uma abordagem para adoção gradativa de padrões no processo de desenvolvimento. Durante a realização deste trabalho verificou-se a necessidade de adotar os padrões gradativamente, pois a adoção de todos os padrões em um único conjunto nos

estudos de caso, conforme especificado no modelo de processo Prototipação Apoiado por Padrões, mostra um aumento 40 % a 60 % de tempo em relação ao modelo de processo Prototipação sem a aplicação de padrões. Essa abordagem deve considerar o estudo e compreensão dos padrões, os objetivos da empresa e a adaptação das práticas utilizadas pela equipe de desenvolvimento, definido assim diretrizes para a adoção dos padrões de forma iterativa.

Referências Bibliográficas

- (ALEXANDER, 1979) ALEXANDER, C. *The Timeless Way of Building*. Oxford: Oxford University Press, 1979. 568 p.
- (ALEXANDER *et al.*, 1977) ALEXANDER, C.; ISHIKAWA, S.; SILVERSTEIN, M.; JACOBSON, M.; FIKSDAHL-KING, I.; ANGEL, S. *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. Oxford: Oxford University Press, 1977. 1216 p.
- (ALPERT, 2003) ALPERT, S. R. Getting Organized: Some Outstanding Questions and Issues Regarding Interaciton Design Patterns. In: WORKSHOP ON “PERSPECTIVES ON HCI PATTERNS”, no CHI, 20., 2003. Flórida. **Position Paper...** Flória, EUA: ACM Press, 2003.
- (AMBLER, 1998) AMBLER, S. W. *An Introduction to Process Patterns*. Melbourne, Australia: Cambridge University Press, 1998, 582 p.
- (AMBLER, 1999) AMBLER, S. W. *More Process Patterns*. Melbourne, Australia: Cambridge University Press, 1999, 313 p.
- (BELL, 1989) BELL, J. *Doing your research project: a guide for the first-time researchers in education and social science*. Buckingham: Open University Press, 1989. 145p. Guidelines disponível em: <<http://www.mantex.co.uk/ou/a819/a819-02.htm>>. Acessado em: ago. 2004.
- (BORCHERS, 2000) BORCHERS, J. O. CHI Meets PLoP: An Interaction Patterns Workshop. *SIGCHI Bulletin*, Nova Iorque, EUA, v. 32, n. 1, p. 9-12. jan., 2000.
- (BRAGA *et al.*, 1999) BRAGA, R. T. V.; GERMANO, F. S. R.; MASIERO, P. C. A Pattern Language for Business Resource Management. In: PLOP – PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMMING CONFERENCE, 6., 1999, Monticello, EUA.
- (BROWN, 1996) BROWN, J. *Methodologies for the Creation of Interactive Software*. 1996. 17f. Relatório Técnico – Departamento de Ciência da Computação, Victoria University of Wellington, Wellington, Nova Zelândia. 1996.
- (BUSCHMANN *et al.*, 1996) BUSCHMANN, F.; MEUNIER, R.; ROHNERT, H.; SOMMERLAD, P.; E STAL, M. *Pattern-Oriented Software Architecture, Volume 1: A System of Patterns*. Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd., 1996. 476 p.
- (COPLIEN, 1995) COPLIEN, J. O. A Generative Development-Process Pattern Language, In: PATTERN LANGUAGE OF PROGRAMMING DESIGN, Edited by J. O. Coplien and D. C. Schmidt, Reading, EUA: Addison Wesley Longman Inc., 1995, 562 p.
- (DEARDEN *et al.*, 2002) DEARDEN, A., FINLAY, J., ALLGAR, E. AND MCMANUS, B. Using Pattern Languages in Participatory Design. In: PARTICIPATORY DESIGN CONFERENCE, 2002, Palo Alto, EUA. **Proceedings...** Palo Alto, EUA, 2002, p. 104-113.

- (DIAS, 2000) DIAS, C. Estudo de Caso: idéias importantes e referências. Disponível em <http://www.geocities.com/claudiaad/case_study.pdf>. Acesso em: ago. 2004. 2004.
- (FERNANDEZ, 1998) FERNANDEZ, E. B. Building Systems Using Analysis Patterns. In: THIRD INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOFTWARE ARCHITECTURE, 3., 1998, Florida - EUA. **Proceedings...** Nova Iorque - EUA: ACM Press, 1998, 166p., p. 37-40.
- (FERRÉ *et al.*, 2003) FERRÉ, X.; JURISTO, N.; MORENO, A. M.; SÁNCHEZ, M. I. A Software Architectural View of Usability Pattern. In: WORKSHOP ON SOFTWARE AND USABILITY CROSS-POLLINATION, 2., no INTERACT, 2003, Zürich, Suíça. **Proceedings...** Zürich, Suíça: IFIP, 2003.
- (FIDEL, 1993) FIDEL, R. Quality Methods in Information Retrieval Research. *Library and Information Science Research*, v. 15, n. 3, p. 219-247. ago. de 2004. Disponível em <<http://www.ischool.washington.edu/fidelr/RayaPubs/QualitativeMethodsInInformationRetrievalResearch.pdf>>
- (FINCHER, 1999) FINCHER, S. What is a Pattern Language?. In: CHI, 16., 1999, Pittsburgh. **Proceedings...** Pittsburgh, EUA: ACM Press. 1999.
- (FOWLER, 1996) FOWLER, M. *Analysis Patterns: Reusable Object Models*. Boston: Addison-Wesley Pub Co, 1996. 384 p.
- (GAMMA *et al.*, 1995) GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; E VLISSIDES, J. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Boston, EUA: Addison-Wesley, 1995. 395 p.
- (GELLNER; FORBRIG, 2003) GELLNER, M.; FORBRIG, P. A Usability Evaluation Pattern Language. In: INTERACT, 9., 2003. **Proceedings...** Zürich, Suíça: IFIP, 2003.
- (GRAND, 1998) GRAND, M. *Patterns in Java Volume 1*. EUA: John Wiley & Sons Inc., 1998. 467 p.
- (GRAND, 1999) GRAND, M. *Patterns in Java Volume 2*. EUA: John Wiley & Sons Inc., 1999. 354 p.
- (HAMEL *et al.*, 1991) HAMEL, J.; DUFOUR, S.; FORTIN, D. *Case study methods*. Newbury Park, CA: Sage, 1993. 77p.
- (HARTLEY, 1994) HARTLEY, J. F. Case studies in organizational research. In: CASSELL, C. & SYMON, G. *Qualitative methods in organizational research: a practical guide*. London: Sage Publications, 1994. 253 p. p. 208-229.
- (HIX; HARTSON, 1993) HIX, D.; HARTSON, H. R. *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process*. EUA: Wiley & Sons Inc., 1993. 381 p.
- (IEEE, 1993) IEEE Computer Society. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. In: SOFTWARE REQUIREMENTS ENGINEERING.

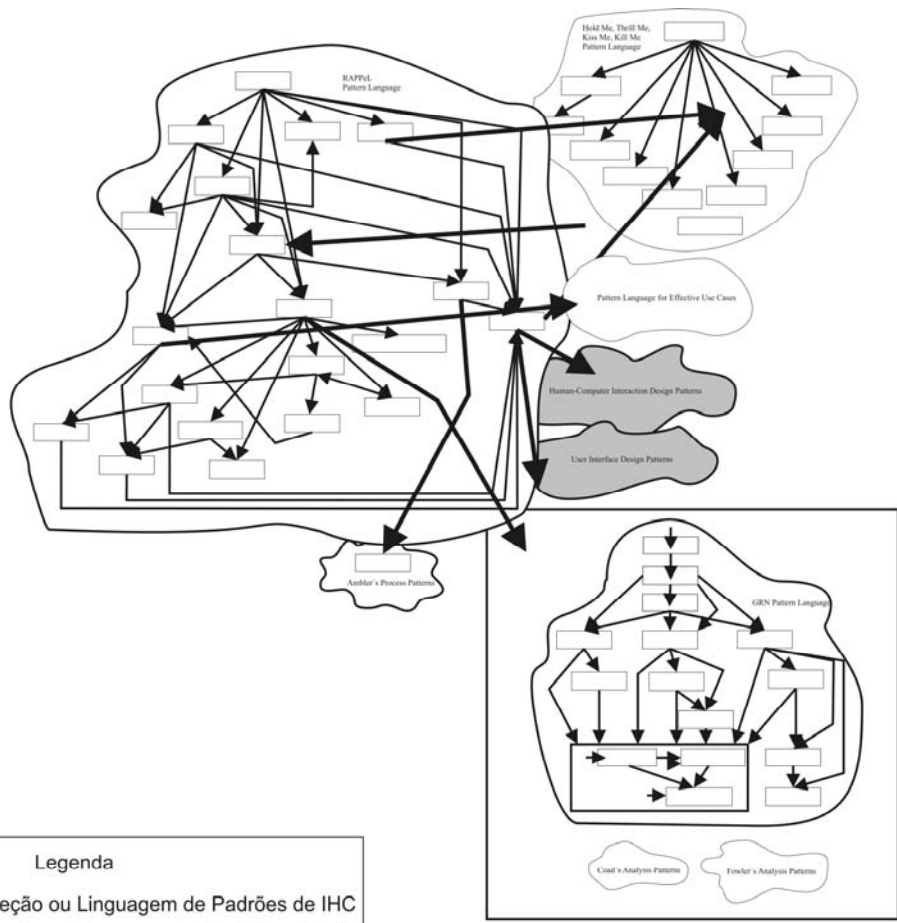
Edited by R. H. Thayer e M. Dorfman. Los Angeles, EUA: IEEE Computer Society Press, 1993, 549 p.

- (KERTH, 1995)** KERTH, N. L. Caterpillar's Fate: A Pattern Language for the Transformation from Analysis to Design. In: PATTERN LANGUAGE OF PROGRAMMING DESIGN, Edited by J. O. Coplien and D. C. Schmidt, Reading, EUA: Addison Wesley Longman Inc., 1995, 562 p.
- (LARMAN, 2001)** LARMAN, C. *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process*. 2.ed. EUA: Prentice Hall, 2001. 627 p.
- (MAHEMOFF; JOHNSTON, 1998)** MAHEMOFF, M. J.; JOHNSTON, L. J. Pattern Languages for Usability: An Investigation of Alternative Approaches. In: ASIA-PACIFIC CONFERENCE ON HUMAN COMPUTER INTERACTION, 3., 1998, Kangawa, Japão. **Proceedings...** Los Alamitos, EUA: IEEE Computer Society Press, 2003, 496 p. p. 25-31.
- (MAYHEW, 1999)** MAYHEW, D. J. *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design*. San Diego, EUA: Morgan Kaufmann Publishers, 1999. 542 p.
- (MESZAROS; DOUBLE, 1996)** MESZAROS, G., AND DOBLE, J. Metapatterns: A pattern language for pattern writing, In: PLOP – PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMMING CONFERENCE, 3., 1996, Monticello, EUA.
- (NIELSEN, 1993)** NIELSEN, J. *Usability Engineering*. California, EUA: Academic Press, 1993. 362 p.
- (NIELSEN, 2004)** Nielsen, J. Risks of Quantitative Studies. Alertbox. Disponível em <<http://www.useit.com/alertbox/20040301.html>>. Acessado em: ago. de 2004.
- (PREECE, 1993)** PREECE, J. *A Guide to Usability: Human factors in computing*. Reading, EUA: Addison-Wesley Pub. Co., 1993. 143 p.
- (PRESSMAN, 2002)** PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora McGraw-Hill, 2002. 843 p.
- (RIHLE; ZÜLLIGHOVEN, 1996)** RIHLE, D.; ZÜLLIGHOVEN, H. Understanding and Using Patterns in Software Development. *Theory and Practice of Object Systems*. Boston, v. 2, n. 1, p. 3-13, 1996.
- (SOMMERVILLE, 2003)** SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 6.ed. São Paulo: Addison-Wesley Pub. Co., 2003. 592 p.
- (STIMMEL, 1999)** STIMMEL, C. L. Hold Me, Thrill Me, Kiss Me, Kill Me Pattern Language for Developing Effective Concept Prototypes. In: PLOP – PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMMING CONFERENCE, 6., 1999, Monticello, EUA.

- (TIDWELL, 1999)** TIDWELL, J. Common Ground: a Pattern Language for Human-Computer Interface Design. Disponível em <http://www.mit.edu/~jtidwell/interaction_patterns.html>. Acessado em: nov. 2003. 1999.
- (TIDWELL, 2003a)** TIDWELL, J. User Interface Patterns And Techniques. Disponível em <<http://time-tripper.com/uipatterns>>. Acessado em: dez. 2003.
- (TIDWELL, 2003b)** TIDWELL, J. Perspectives on HCI Patterns: Concepts an Tools. Position Paper. In: WORKSHOP ON “PERSPECTIVES ON HCI PATTERNS”, no CHI, 20., 2003. Flórida. **Position Paper...** Flória, EUA: ACM SIGCHI, 2003.
- (TRAUTH *et al.*, 1991)** TRAUTH, E.M.; O'CONNOR, B. A study of the interaction between information, technology and society: an illustration of combined qualitative research methods. In: Information Systems Research: Contemporary Approaches & Emergent Traditions. Edited by H.E. Nissen, H.K. Klein and R. Amsterdam, Holanda: 1991, p. 131-144.
- (VLISSIDES, 1997)** VLISSIDES, J. Patterns: The Top Ten Misconceptions. *Object Magazine*, 1997.
- (WELIE, 2003)** WELIE, M. VAN. Pattern in Interaction Design. Disponível em <<http://www.welie.com>>. Acessado em: nov. 2003. 2003.
- (WELIE; TROETTEBERG, 2000)** WELIE, M. VAN.; TROETTEBERG, H. Interaction Patterns in User Interfaces. In: PATTERNS LANGUAGES OF PROGRAMMING – PLOP, 7., 2000, Monticello, EUA.
- (WHITENACK, 1995)** WHITENACK, B. RAPPeL: A Requirements-Analysis-Process Pattern Language for Object-Oriented Development, In: PATTERN LANGUAGE OF PROGRAMMING DESIGN, Edited by J. O. Coplien and D. C. Schmidt, Reading, EUA: Addison Wesley Longman Inc., 1995, 562 p.
- (YODER *et al.*, 1998)** YODER, J. W.; JOHNSON, R. E.; WILSON, Q. D. Connecting Business Objects to Relational Database. In: PLOP – PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMMING CONFERENCE, 5., 1998, Monticello, EUA.

Apêndice I – Visualização Gráfica dos Relacionamentos entre os Padrões Estudados

Neste Apêndice encontram-se figuras que mostram os relacionamentos entre os padrões de IHC e de ES que foram aplicados neste trabalho, considerando tanto relacionamentos identificados pela literatura quanto os relacionamentos identificados neste trabalho.



Legenda

- Coleção ou Linguagem de Padrões de IHC
- Coleção ou Linguagem de Padrões de ES
- Padrões
- Relacionamento entre Padrões

