

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Edgar Sarmiento Calisaya

Elicitação de Interações entre Requisitos de Sistemas

Rio de Janeiro
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Edgar Sarmiento Calisaya

Elicitação de Interações entre Requisitos de Sistemas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Informática

Orientador: Marcos Roberto da Silva Borges
Co-orientador: Maria Luiza Machado Campos

Rio de Janeiro
2009

S246 Sarmiento Calisaya, Edgar.

Elicitação de interações entre requisitos de sistemas / Edgar Sarmiento Calisaya – Rio de Janeiro, 2009.

204 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, 2009.

Orientador.: Marcos Roberto da Silva Borges

Co-orientador.: Maria Luiza Machado Campos

1. Elicitação de Interações – Teses. 2. Requisitos de Sistemas- Teses. I. Marcos Roberto da Silva Borges (Orient.). II. Maria Luiza Machado Campos (Co-orient.). III Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. IV Título.

CDD

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Edgar Sarmiento Calisaya

Elicitação de Interações entre Requisitos de Sistemas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Informática

Aprovada em:

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida.

Agradeço aos meus pais Antonia e Fabio Estanislao por terem me dado todo o apoio necessário para que eu pudesse chegar até aqui e ter condições para realizar este trabalho.

Aos meus irmãos Lourdes, Juan Estanislao e Alberto que me oferecem uma família de união, companheirismo e amor. Pelo incentivo e pela paciência que tiveram em me escutar todas às vezes que precisei.

Aos meus orientadores Marcos e Maria Luiza que acreditaram no trabalho e com paciência e dedicação me corrigiram e guiaram na consolidação de idéias. Pela amizade e por tudo que me ensinaram.

Agradeço a minha amiga Giovana e ao meu amigo Rafael pela torcida e pelo companheirismo. Enfim, a todos os meus amigos que, mesmo sem saber, contribuem a cada dia para o meu crescimento pessoal.

Aos professores do PPGI por tudo o que aprendi com eles.

RESUMO

SARMIENTO CALISAYA, Edgar. **Elicitação de interações entre requisitos de sistemas.** 2009.204 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009

É na etapa de Análise de Requisitos de qualquer metodologia de desenvolvimento de software que a maioria dos problemas que podem comprometer o tempo de entrega e os custos de desenvolvimento e manutenção devem ser identificados e resolvidos; representando considerável desafio especialmente por causa das imprecisões, problemas de comunicação e os diferentes pontos de vista entre os diversos envolvidos nesta etapa. Em geral, o conjunto de requisitos obtidos nesta etapa apresenta diferentes relações ou interações entre uns e os outros. Algumas de estas interações, dificultam ou impossibilitam o avanço de algumas atividades do processo de desenvolvimento. A detecção de estas interações é uma importante tarefa que pode prevenir alguns dos problemas e evitar que estes se propaguem no restante das atividades do processo. A maioria dos trabalhos propostos nesta área foca o seu escopo principalmente na fase de requisitos, especificamente na detecção das interações de inconsistência ou conflito. Este trabalho apresenta uma abordagem semi-formal baseada em eventos para modelar e identificar os diferentes tipos de interação entre os requisitos, e pesquisar os tipos que influenciam as outras fases do processo de desenvolvimento. O enfoque é baseado em eventos, uma vez que o fluxo de eventos descreve o comportamento do sistema através de um conjunto de interações entre objetos. Cada um dos tipos de interação considerados neste trabalho tem um conjunto de cenários que descrevem quando e por que acontece uma interação, e cada cenário tem associado uma regra de detecção que descreve como a interação pode ser detectada. Finalmente, para ilustrar e avaliar os conceitos e a abordagem introduzida neste trabalho foram realizados quatro estudos de caso.

Palavras-chave: Interação entre Requisitos. Tipos de Interação. Cenários de Interação. Regras de Detecção de Interação. Enfoque de Detecção de Interações.

ABSTRACT

SARMIENTO CALISAYA, Edgar. **Elicitação de interações entre requisitos de sistemas.** 2009.204 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009

At the software development cycle, is in the requirements analysis phase that most of the problems, which can compromise the delivery time and the development and maintenance costs, must be identified and resolved; representing, considerable challenge specially because of the imprecision, problems of communication, and different viewpoints of distinct stakeholders. In general, the requirements obtained in this phase have different relationships with each other. Some of these relationships, commonly called negative interactions, make difficult or impossible the progress of some activities of the development process. The detection of interactions between requirements is an important activity that may prevent some of the problems and avoid their propagation throughout the remainder activities of the software development process. Most of the existent research in this area only focuses on the requirements phase, mainly in the identification of conflict and/or inconsistency interactions. This work presents a semi-formal approach based on events to model and identify the interactions between requirements, and investigates the interactions that influence the other phases of the software development process. The approach is based on events because the flow of events describes the behavior of the system through a set of interactions between objects. Each interaction type considered has a set of interaction scenarios and each one of them has a corresponding interaction detection rule that describes how the interaction can be detected. It provides a detailed description of when and why two requirements interact. Finally, four case studies are used to illustrate the concepts and approach introduced in this work.

KEYWORDS: Requirements Interaction. Interaction Type. Interaction Scenario. Interaction Detection Rule. Interaction Detection Approach.

Lista de Figuras

Figura 2.1 O Ciclo de Vida Clássico (PRESSMAN, 2002)	20
Figura 2.2 As Tres Dimensões da Engenharia de Requisitos (POHL, 1993).....	22
Figura 3.1 O Modelo de Quatro Variáveis SCR (Adaptada de Robinson et al. (2003))	33
Figura 4.1 Tipos de Dependências Segundo Dahlstedt e Persson (2003)	41
Figura 4.2 Tipos de Dependências Segundo Pohl (1996)	41
Figura 4.3 Tipos de Interação Segundo Shehata (2005).....	43
Figura 4.4 Tipos de Dependências entre Características Segundo Zhang et al. (2005)	45
Figura 4.5 Tipos de Dependências entre Características Segundo Yuqin et al. (2006)	46
Figura 4.6 Taxonomia de Interação de Requisitos	48
Figura 5.1a O Papel dos Eventos na Interação entre Requisitos	59
Figura 5.1b O Papel dos Eventos na Interação entre Requisitos	59
Figura 5.2 Macro-Processo de Detecção de Interações entre Requisitos	69
Figura 5.3 Processo de Listagem dos Requisitos	69
Figura 5.4 Processo de Extração de Atributos dos Requisitos	70
Figura 5.5 Processo de Associação entre Requisitos e Eventos	71
Figura 5.6 Processo de Detecção de Interações entre Requisitos.....	72
Figura 5.7 Processo de Verificação de Interações entre Requisitos	72
Figura 6.1a Arquitetura da Ferramenta Proposta	79
Figura 6.1b Arquitetura da Ferramenta Proposta – Diagrama de Componentes.....	80
Figura 6.1c Diagrama de Atividades	80
Figura 6.2a Diagrama de Casos de Uso da Ferramenta Proposta.....	81
Figura 6.2b Diagrama de Casos de Uso da Ferramenta Proposta	81
Figura 6.3 Diagrama de Classes da Ferramenta Proposta	83
Figura 6.4 Diagrama de Entidade – Relacionamento	83
Figura 6.5 Interface Principal da Ferramenta Proposta	85
Figura 6.6 Interface de Cadastro de Projeto	86
Figura 6.7 Interface de Seleção do Projeto de Trabalho	86
Figura 6.8 Interface de Cadastro de Usuário	87
Figura 6.9 Interface de Associação de Usuários a Projetos de Trabalho	88
Figura 6.10 Interface de Cadastro de Requisito	89
Figura 6.11 Interface de Seleção de Requisito de Trabalho	90
Figura 6.12 Interface de Cadastro e Edição de Ações.....	91
Figura 6.13 Interface de Cadastro e Edição de Eventos.....	93
Figura 6.14 Interface de Identificação de Atributos de Requisito.....	94
Figura 6.15 Interface de Associação de Requisito e Evento	95
Figura 6.16 Interface de Identificação dos Eventos Comuns	96
Figura 6.17 Interface de Identificação das Ações Comuns	97
Figura 6.18 Interface de Identificação de Interações.....	97
Figura 6.19 Interface de Especificação de Atributos de Requisito	98
Figura 6.20 Interface de Especificação de Eventos de Requisito.....	99
Figura 7.1 Diagrama de Classes Inicial – O Sistema do Elevador.....	108
Figura 7.2 Características das Casas Inteligentes.....	109
Figura 7.3 Diagrama de Classes Inicial – O Sistema da Biblioteca.....	134
Figura 7.4 Diagrama de Classes Inicial – O Sistema Gerenciador de E-Mails.....	140

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Linguagens de Especificação Formal de Requisitos	24
Tabela 3.1 Métodos Baseados em Classificação	29
Tabela 3.2 Métodos Baseados em Padrões.....	30
Tabela 3.3 Métodos Baseados em Técnicas de Planejamento de Inteligência Artificial	30
Tabela 3.4 Métodos Baseados em Técnicas de Análise de Cenário.....	30
Tabela 3.5 Métodos Baseados em Métodos Formais	31
Tabela 3.6 Métodos Baseados em Métodos Semi – Formais	31
Tabela 3.7 Tabela de Transição SCR para a Variável Injection Pressure (Adaptada de Robinson et al. (2003))	34
Tabela 3.8 Métodos Baseados em Eventos	37
Tabela 3.9 Resumo dos Enfoques de Detecção de Interação entre Requisitos.	38
Tabela 4.1 Resumo das Classificações dos Tipos de Interação entre Requisitos.....	47
Tabela 4.2 Tipos de Interação Considerados pelo Método Proposto	49
Tabela 5.1 Atributos de um Requisito	57
Tabela 5.2 Atributos Básicos de um Evento	58
Tabela 5.3 Relacionando Eventos e Requisitos.....	58
Tabela 5.4 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Conflito.....	61
Tabela 5.5 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Cancela	61
Tabela 5.6 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Cancela	62
Tabela 5.7 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Cancela	62
Tabela 5.8 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Impacto Negativo	63
Tabela 5.9 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Impacto Negativo	63
Tabela 5.10 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Conflito Recurso.....	64
Tabela 5.11 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Bloqueio Recurso	65
Tabela 5.12 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Requer	66
Tabela 5.13 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Informa	66
Tabela 5.14 Regra de Detecção do Tipo de Interação de ConFigura.....	67
Tabela 5.15 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Fluxo.....	67
Tabela 5.16 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Collateral	68
Tabela 5.17 Atributos Básicos de um Requisito	73
Tabela 5.18 Especificação de Requisitos Baseado nos seus Atributos	74
Tabela 5.19 Atributos Básicos de um Evento	74
Tabela 5.20 Associando Requisitos e Eventos	74
Tabela 5.21 Resumo de Interações Detectadas	75
Tabela 6.1 Funcionalidades do Módulo de Projeto	76
Tabela 6.2 Funcionalidades do Módulo de Requisitos.....	77
Tabela 6.3 Funcionalidades do Módulo de Taxonomia de Interações	77
Tabela 6.4 Funcionalidades do Módulo de Identificação de Interações	77
Tabela 6.5 Funcionalidades do Módulo de Resultados	78
Tabela 6.6 Funcionalidades do Módulo de Especificação de Requisitos.....	78
Tabela 7.1 Requisitos do Estudo de Caso – O Sistema do Elevador	101
Tabela 7.2 Identificando os Atributos de cada Requisito – O Sistema do Elevador.....	101
Tabela 7.3 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – O Sistema do Elevador	102
Tabela 7.4 Identificando as Ações Comuns entre os Requisitos – O Sistema do Elevador...	103
Tabela 7.5 Resumo de Interações – O Sistema do Elevador	104
Tabela 7.6 Verificação de Interações – O Sistema do Elevador	105
Tabela 7.7 Comparação de Resultados Obtidos – O Sistema do Elevador	107

Tabela 7.8 Identificando os Atributos de cada Requisito – As Casas Inteligentes	117
Tabela 7.9 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – As Casas Inteligentes ..	120
Tabela 7.10 Resumo de Interações – As Casas Inteligentes	122
Tabela 7.11 Comparação de Resultados Obtidos – As Casas Inteligentes.....	129
Tabela 7.12 Requisitos do Estudo de Caso – O Problema da Biblioteca	129
Tabela 7.13 Identificando os Atributos de cada Requisito – O Problema da Biblioteca	130
Tabela 7.14 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – O Problema da Biblioteca	131
Tabela 7.15 Resumo de Interações – O Problema da Biblioteca	132
Tabela 7.16 Resultados Obtidos – O Problema da Biblioteca.....	133
Tabela 7.17 Requisitos do Estudo de Caso – O Sistema Gerenciador de E-Mails	135
Tabela 7.18 Identificando os Atributos de cada Requisito – O Sistema Gerenciador de E-Mails	136
Tabela 7.19 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – O Sistema Gerenciador de E-Mails	137
Tabela 7.20 Identificando as Ações Comuns entre os Requisitos – O Sistema Gerenciador de E-Mails	137
Tabela 7.21 Resumo de Interações – O Sistema Gerenciador de E-Mails.....	138
Tabela 7.22 Verificação de Interações – O Sistema Gerenciador de E-Mails	138
Tabela 7.23 Comparação de Resultados Obtidos – O Sistema Gerenciador de E-Mails	139
Tabela A.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – O Sistema do Elevador	153
Tabela B.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – As Casas Inteligentes	158
Tabela C.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – O Problema da Biblioteca	197
Tabela D.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – O Sistema Gerenciador de E-Mails	201

SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
1.1	Motivação.....	13
1.2	Caracterização do Problema.....	14
1.3	Hipótese.....	15
1.4	Enfoque da Solução.....	16
1.5	Contribuições Esperadas.....	16
1.6	Estrutura do Trabalho.....	17
2	Interações entre Requisitos de Software.....	19
2.1	Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Software.....	19
2.2	Engenharia de Requisitos.....	20
2.3	Especificação de Requisitos.....	22
2.3.1	Técnicas de Especificação de Requisitos.....	22
2.3.1.1	Técnicas de Especificação Informal.....	23
2.3.1.2	Técnicas de Especificação Formal.....	23
2.3.1.3	Técnicas de Especificação Semi – Formal.....	24
2.3.2	Técnicas de Especificação de Requisitos Utilizadas pelos enfoques OO.....	24
2.4	Definições de Interação entre Requisitos.....	25
2.5	Identificação de Interações Entre Requisitos.....	25
3	O Estado da Arte - Métodos de Identificação de Interações Entre Requisitos.....	28
3.1	Métodos de Identificação de Interações Entre Requisitos.....	28
3.1.1	Métodos Baseados em Classificação.....	29
3.1.2	Métodos Baseados em Padrões.....	29
3.1.3	Métodos Baseados em Técnicas de Planejamento de Inteligência Artificial.....	29
3.1.4	Métodos Baseados em Técnicas de Análise de Cenário.....	30
3.1.5	Baseados em Métodos Formais.....	30
3.1.6	Baseado em Métodos Semi – Formais.....	31
3.2	Métodos de Identificação de Interações Entre Requisitos Baseado em Eventos.....	33
3.2.1	<i>Software Cost Reduction (SCR)</i>	33
3.2.2	<i>Behavioral Pattern Analysis (BPA)</i>	34
3.2.3	<i>Semi-formal Approach for Detecting Requirements Interactions (IRIS)</i>	35
3.3	Considerações Finais.....	36
4	Classificação dos Tipos de Interações entre Requisitos.....	39
4.1	Tipos de Interações entre Requisitos.....	39
4.2	Classificação dos tipos de Interação entre Requisitos.....	40
4.3	Taxonomia de Interações entre Requisitos Considerada.....	46
4.4	Considerações Finais.....	51
5	Método de Identificação de Interações entre Requisitos Proposto.....	52
5.1	Especificação de Requisitos Baseado em Eventos.....	52
5.2	Definição dos Conceitos ou Atributos Usados pelo Enfoque.....	55
5.2.1	Evento.....	55
5.2.2	Ação.....	56
5.2.3	Objetos.....	56
5.2.4	Recurso.....	56
5.2.5	Agente.....	56
5.3	Especificando Requisitos Usando Eventos.....	57
5.3.1	Atributos Básicos de Requisitos.....	57
5.3.2	O Papel dos Eventos na Interação entre Requisitos.....	57

5.4	Regras de Detecção de Interações entre Requisitos	60
5.5.1	Regras de Detecção de Interações Negativas	61
5.5.2	Regras de Detecção de Interações Positivas.....	66
5.5	Identificação de Interações entre Requisitos – Processo Proposto.....	68
5.5.1	Listar Requisitos	69
5.5.2	Extrair Atributos dos Requisitos.....	70
5.5.3	Associar Requisitos e Eventos.....	70
5.5.4	Identificar Interações	71
5.5.5	Verificar Interações	72
5.5.6	Especificar os Requisitos.....	73
5.6	Processo Proposto – Passo a Passo.....	73
5.7	Considerações Finais	75
6	Arquitetura da Ferramenta Proposta.....	76
6.1	Especificação da Solução.	76
6.2	Módulos	78
6.3	Resumo da Especificação	80
6.4	Aspectos Técnicos	84
6.5	Implementação do Processo de Identificação Passo a Passo.....	84
6.5.1	Funcionalidades do Módulo de Projeto	85
6.5.1.1	Cadastro e Atualização de Projeto.....	85
6.5.1.2	Seleção de Projeto de Trabalho	86
6.5.2	Funcionalidades do Módulo de Usuário	87
6.5.2.1	Cadastro e Atualização de Usuário.....	87
6.5.2.2	Associação de Usuários a Projetos de Trabalho.....	88
6.5.3	Funcionalidades do Módulo de Requisito	88
6.5.3.1	Cadastro e Atualização de Requisito	89
6.5.3.2	Seleção de Requisito de Trabalho	90
6.5.3.3	Cadastro e Edição de Ações	90
6.5.3.4	Cadastro e Edição de Eventos	92
6.5.3.5	Identificação de Atributos de Requisito	93
6.5.3.6	Associação de Requisito e Evento.....	94
6.5.4	Funcionalidades do Módulo de Identificação de Interações	96
6.5.4.1	Identificação dos Eventos Comuns	96
6.5.4.2	Identificação das Ações Comuns.....	96
6.5.4.3	Identificação de Interações	97
6.5.5	Funcionalidades do Módulo de Especificação	98
6.5.5.1	Especificação de Atributos de Requisito.....	98
6.5.5.2	Especificação de Eventos de Requisito	98
6.5.5.3	Especificação de Interações de Requisito.....	99
7	Estudos de Caso.....	100
7.1	O Sistema do Elevador	100
7.1.1	Preparação do Estudo de Caso.....	100
7.1.2	Aplicação do Método.....	101
7.1.2.1	Listando os Requisitos do Sistema	101
7.1.2.2	Identificando os Atributos de cada Requisito.....	101
7.1.2.3	Associando Requisitos e Eventos	101
7.1.2.4	Identificando as Interações entre os Requisitos.....	104
7.1.2.5	Verificando as Interações Identificadas.....	104
7.1.2.6	Especificando os Requisitos e as suas Interações.....	106
7.1.3	Análise e Avaliação de Resultados.....	106

7.2 As Características das Casas Inteligentes.....	108
7.2.1 Preparação do Estudo de Caso.....	108
7.2.2 Aplicação do Método.....	116
7.2.2.1 Listando os Requisitos do Sistema.....	116
7.2.2.2 Identificando os Atributos de cada Requisito.....	116
7.2.2.3 Associando Requisitos e Eventos.....	120
7.2.2.4 Identificando as Interações entre os Requisitos.....	122
7.2.2.5 Verificando as Interações Identificadas.....	128
7.2.2.6 Especificando os Requisitos e as suas Interações.....	128
7.2.3 Análise e Avaliação de Resultados.....	128
7.3 O Problema da Biblioteca.....	129
7.3.1 Preparação do Estudo de Caso.....	129
7.3.2 Aplicação do Método.....	130
7.3.2.1 Listando os Requisitos do Sistema.....	130
7.3.2.2 Identificando os Atributos de cada Requisito.....	131
7.3.2.3 Associando Requisitos e Eventos.....	131
7.3.2.4 Identificando as Interações entre os Requisitos.....	132
7.3.2.5 Verificando as Interações Identificadas.....	133
7.3.2.6 Especificando os Requisitos e as suas Interações.....	133
7.3.3 Análise e Avaliação de Resultados.....	133
7.4 O Sistema Gerenciador de E-Mails.....	135
7.4.1 Preparação do Estudo de Caso.....	135
7.4.2 Aplicação do Método.....	135
7.4.2.1 Listando os Requisitos do Sistema.....	135
7.4.2.2 Identificando os Atributos de cada Requisito.....	136
7.4.2.3 Associando Requisitos e Eventos.....	136
7.4.2.4 Identificando as Interações entre os Requisitos.....	138
7.4.2.5 Verificando as Interações Identificadas.....	138
7.4.3 Análise e Avaliação de Resultados.....	139
8 Conclusões.....	141
8.1 Contribuições.....	142
8.2 Limitações do Trabalho.....	144
8.3 Trabalhos Futuros.....	145
Referências Bibliográficas.....	146
Apêndice A – O Estudo do Sistema do Elevador.....	153
Apêndice B – O Estudo de Caso das Casas Inteligentes.....	158
Apêndice C – O Estudo de Caso do Problema da Biblioteca.....	197
Apêndice D – O Estudo de Caso do Sistema Gerenciador de E-Mails.....	201

1 Introdução

1.1 Motivação

A Engenharia de Requisitos é a primeira e mais crítica etapa de qualquer metodologia de desenvolvimento de software. No entanto, esta não é uma tarefa fácil de realizar; especialmente por causa das imprecisões, problemas de comunicação e os diferentes pontos de vista entre a diversidade de participantes. O sucesso no desenvolvimento de sistemas de software depende da correta, completa, não ambígua e não conflitante definição do conjunto de requisitos. Em geral, muitos problemas que deveriam ser resolvidos nesta etapa são postergados e se propagam por todo o ciclo de desenvolvimento, provocando forte impacto no processo e comprometendo o custo, o prazo e a qualidade do produto. Segundo Dawson e Swatman (2003) o principal fator que origina a falha e/ou custos de manutenção de um sistema de software são as inconsistências, omissões e ambigüidades na especificação dos requisitos.

Diversas metodologias e técnicas foram propostas para a análise e especificação de requisitos, no entanto, nenhuma delas garante a completa e correta definição de requisitos. Na maioria das vezes os requisitos são definidos com imprecisão ou ambigüidade, escondendo ou dificultando a descoberta das diferentes interações que possam eventualmente existir entre os requisitos. Esses requisitos são denominados dependentes ou interdependentes, já que dependem e/ou afetam outros. Uma das tarefas chave para obter um conjunto de requisitos especificados com grau de detalhamento aceitável é o gerenciamento das interações entre requisitos e a resolução de conflitos nessas interações.

Liu e Yen (1996) definiram três desafios fundamentais na análise de requisitos que, por ainda não estarem resolvidos, são freqüentemente mencionadas em pesquisas recentes, tais como as realizadas por Dahlstedt e Persson (2003) e Shehata (2005):

- É necessário estabelecer uma ponte entre os requisitos especificados informalmente, mesmo que imprecisos, e os métodos de especificação formal.
- *Requisitos podem interagir e estar em conflito com outros.*
- Existem metodologias que não dão suporte à análise de requisitos em conflito.

As interações entre requisitos são causadas principalmente por duas razões:

- Os requisitos são usualmente levantados tendo como fontes diferentes *stakeholders* com diferentes perspectivas e visões. Isto pode resultar em relações de conflito ou interações entre os requisitos levantados.
- Muitos projetos fazem reuso com o objetivo de reduzir o tempo e o custo de desenvolvimento. No entanto, o reuso de requisitos pode ter efeitos negativos sobre os novos requisitos.

1.2 Caracterização do Problema

Diversas pesquisas reconheceram e demonstraram que os requisitos de um sistema não são geralmente independentes, existindo na verdade, diferentes tipos de interdependências ou interações entre eles (ROBINSON et al., 2003; DAHLSTEDT & PERSSON, 2003; GIESEN&VOLKER, 2002; LIU&YEN, 1996; SHEHATA, 2005). Isto porque os diferentes elementos que compõem um sistema não são entidades isoladas, os relacionamentos ou interações entre essas entidades possibilitam o funcionamento do sistema.

O Problema de Interação entre Requisitos foi inicialmente introduzido e bem pesquisado no domínio de telecomunicações, com a denominação de o Problema de Interação de Características. O problema de interação de características (*Feature Interaction Problem*) pode ser entendido como a situação onde a integração de diversas características em um sistema, pode interferir ou impactar negativamente umas a outras. Calder e Magill (2000) apresentam uma extensa revisão dos diferentes enfoques de detecção de interações entre características.

No domínio de software, o *Problema de Interação entre Requisitos* foi bem pesquisado por Robinson et al. (2003) com o nome de *Gerência de Interação entre Requisitos* (RIM), e definido como um conjunto de atividades direcionadas à descoberta, ao gerenciamento e à disposição de relações críticas entre um conjunto de requisitos. As razões pelas quais os requisitos interagem são definidas com maior detalhe por Shehata (2005).

O Problema de Interação de Características é similar à Interação de Requisitos, por que ambos tentam identificar as relações entre os requisitos. Shehata (2005) demonstra que requisitos e características podem ser relacionados, onde um requisito de alto nível consiste de diversas características e uma característica pode ser definida como um conjunto de requisitos. Além disto segundo Zhang et al. (2006), uma característica encapsula um conjunto

de requisitos. Robinson *et al.* (2003) e Shehata (2005) discutem extensamente a maioria dos enfoques de detecção de interações entre requisitos existentes na literatura. Conseqüentemente, se uma característica é um conjunto de requisitos, então, é preciso conhecer e identificar cada uma das interações entre estes requisitos e os outros requisitos.

A identificação das diversas interações entre os requisitos nas primeiras etapas do ciclo de desenvolvimento de software permite-nos conhecer o impacto dessas interações nas etapas posteriores. Mais do que isso, algumas das interações são críticas e devem ser resolvidas nesta etapa, e outras contribuem para que o documento de especificação de requisitos tenha um nível de detalhamento aceitável. Ou seja, cada um dos requisitos é descrito considerando cada um dos requisitos com os quais interage.

Existem diferentes tipos de interação entre os requisitos de um sistema; a definição de cada uma destas são apresentadas no Capítulo 4, a seguir são apresentados alguns exemplos:

- Interações de dependência
 - O requisito **R1** é pré-requisito do requisito **R2**;
 - O requisito **R1** configura algum recurso usado pelo requisito **R2**.
- Interações de conflito ou impacto negativo
 - O requisito **R1** é conflitante com o requisito **R2**;
 - O requisito **R1** impacta negativamente no requisito **R2**.

1.3 Hipótese

A engenharia de requisitos é um processo vital e complexo; porém, seu produto final, os requisitos especificados, nem sempre se apresenta numa forma correta, completa e não ambígua. Este fato compromete o entendimento preciso de sua mensagem durante as etapas posteriores do processo de desenvolvimento de sistemas.

A proposta deste trabalho está focada principalmente na especificação de requisitos; baseada na necessidade de aperfeiçoar esta atividade, se propõe um enfoque que permita especificar o conjunto de requisitos de forma clara e precisa, explicitando o conjunto de interações existentes entre estes. A visualização de estas interações permite produzir um

documento de especificação de requisitos melhor descrito e que possa ser entendido pelas equipes das outras etapas do processo de desenvolvimento.

A hipótese do presente trabalho pode ser descrita da seguinte forma:

A utilização de um enfoque de especificação de requisitos, baseado na identificação das interações existentes entre o conjunto de requisitos, possibilita a construção de requisitos menos ambíguos e melhor descritos.

1.4 Enfoque da Solução

O enfoque ou método que se propõe visa aproveitar as vantagens de cada um dos enfoques existentes (*Problema de Interação entre Requisitos e Características*) o qual permitirá:

- a) Prover um método de especificação de requisitos com maior grau de detalhamento;
- b) A identificação de interações com um grau de dificuldade e complexidade menores;
- c) Não depender fortemente de linguagens de especificação formal;
- d) Reduzir o número de comparações na identificação das interações;
- e) Fazer uso de heurísticas de detecção de interações;
- f) Visualizar as interações na forma de gráficos e tabelas;
- g) Permitir a descoberta de interações implícitas.

Este trabalho propõe um enfoque de especificação de requisitos, baseado na identificação e detecção das diferentes interações existentes entre estes, que por sua vez faz uso de um método semi-formal baseado em eventos e ações. O enfoque é baseado em eventos, uma vez que os fluxos de eventos descrevem o comportamento do sistema através de um conjunto de interações entre objetos, ao contrário de outros enfoques que não evidenciam estas interações.

1.5 Contribuições Esperadas

A contribuição principal deste trabalho é um método de especificação de requisitos que possibilite a identificação das interações existentes entre o conjunto de requisitos.

Incluem-se ainda entre os benefícios da identificação de interações entre requisitos:

- a) A resolução de conflitos; as interações de conflito que possam eventualmente existir são identificadas e resolvidas nesta etapa;
- b) Análise de Impacto; conhecer as diversas interações existentes entre um conjunto de requisitos poder-nos-ia dar uma idéia do impacto produzido no conjunto como um todo quando um requisito R é mudado, é eliminado ou simplesmente quando é acrescentado um novo requisito;
- c) Um método (implementado numa ferramenta de software) de identificação de interações reduz o número de comparações realizadas manualmente, especialmente em situações onde se tem uma quantidade significativa de requisitos e o número de comparações é de ordem exponencial;
- d) Planejar melhor a implementação dos requisitos; a seleção de requisitos para implementação considera não somente a prioridade, mas também as interações (principalmente as dependências) que possam existir;
- e) O conhecimento das interações entre requisitos nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento também permite melhor rastreabilidade da implementação dos requisitos em etapas posteriores do processo;
- f) Planejar os testes considerando as interações com os quais um requisito interage;
- g) O conhecimento das interações entre os diferentes requisitos nos da uma idéia do modelo conceitual (diagrama de classes inicial) que servirá como base para as etapas seguintes do processo de desenvolvimento.

1.6 Estrutura do Trabalho

O desenvolvimento do trabalho está organizado em 8 capítulos, sendo este o primeiro, apresentando sua introdução.

No Capítulo 2 apresentamos as definições e as técnicas de especificação de requisitos, incluindo as definições de interações entre estes. No Capítulo 3 apresentamos o estado da arte e uma avaliação dos métodos de identificação de interações existentes, além da sua classificação. No Capítulo 4 apresentamos as diferentes classificações dos tipos de interações existentes, além da classificação considerada para este trabalho. No Capítulo 5 apresentamos o método de identificação de interações proposto, além das definições dos

conceitos ou atributos utilizados para a especificação e posterior identificação de interações entre requisitos. No Capítulo 6 apresentamos a especificação da solução e os módulos da ferramenta proposta, que evidencia como o processo pode ser utilizado através de uma ferramenta de apoio. No Capítulo 7 apresentamos os estudos de caso para avaliação do método, a aplicação do método passo a passo e os resultados dos experimentos. E finalmente, no Capítulo 8 damos nossas conclusões e direções para futuros trabalhos.

2 Interações entre Requisitos de Software

2.1 Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Software

O desenvolvimento de sistemas de software com maior qualidade, menores custos, facilidade de manutenção, etc. é preocupação constante, tanto por parte das empresas de desenvolvimento como os consumidores de software (cliente). Um grande transtorno no desenvolvimento de software é o entendimento errôneo ou incompleto do problema que o software pretende resolver, o que pode levar a produtos de software implementados corretamente, mas que resolvem os problemas errados. O principal fator para o sucesso das atividades envolvidas no ciclo de desenvolvimento do software, também conhecidas como metodologias de desenvolvimento de software; é o correto entendimento do domínio do problema, conseqüentemente uma clara e precisa especificação dos requisitos do sistema; mas isto não é sempre possível por que cada um dos atores envolvidos no ciclo de desenvolvimento tem suas próprias suposições e diferentes pontos de vista sobre o domínio.

Segundo Palmer e Fields (1992), para o sucesso no desenvolvimento de sistemas de software de qualidade, é preciso ter requisitos corretos e não ambíguos.

Segundo Shehata (2005) e Jiang et al. (2004); a afirmação anterior pode ser alcançada tendo um gerenciamento adequado das interações ou relações negativas entre requisitos. A interação de requisitos é a situação onde dois ou mais requisitos tem efeito um sobre o outro.

A utilização de uma metodologia de desenvolvimento de software esta estreitamente ligada ou comprometida com a boa qualidade dos produtos de software elaborados; conseqüentemente é um fator primordial para o sucesso de empresas de desenvolvimento de software.

Existem diversas metodologias, cada uma abordando um tipo de desenvolvimento ou uma necessidade diferente. Algumas propõem pequenas variações de outros modelos, outras apresentam abordagens completamente distintas. Pressman (2002) apresenta os seguintes modelos: ciclo de vida clássico (ou modelo seqüencial linear); prototipagem; RAD (Rapid Application Development); os modelos evolucionários: incremental, espiral, espiral ganha-

ganha e o desenvolvimento concorrente; desenvolvimento baseado em componentes e o modelo de métodos formais. Não é foco de este trabalho analisar as diversas metodologias, mas é importante registrar que todas tratam a atividade de análise de requisitos com grande relevância.

Para entender o ciclo de desenvolvimento do software, geralmente se utiliza o modelo clássico (seqüencial linear) descrito por Pressman (2002) apresentado na Figura 2.1 e descrito a seguir:

- a) Análise de requisitos de software; O processo de definição dos requisitos é intensificado e focalizado especificamente no software. Para entender a natureza dos programas a construir o engenheiro de software deve conhecer o domínio da informação do software, a função necessária, o comportamento, o desempenho e a interface;
- b) Projeto; As estruturas de dados, a arquitetura do software, a representação das interfaces e detalhes procedimentais (algorítmicos) são modelados. Os requisitos são traduzidos para uma representação técnica;
- c) Codificação; O software é construído através da transformação do projeto em linguagem de programação e compilado em linguagem de máquina;
- d) Testes; Os módulos são codificados e as interfaces de integração são validadas.



Figura 2.1 O Ciclo de Vida Clássico (PRESSMAN, 2002)

Uma metodologia de desenvolvimento de software pode ser entendida como um conjunto de atividades associadas que produzem um produto de software. Estas atividades são agrupadas basicamente em 4 etapas de desenvolvimento. Ver Figura 2.1.

2.2 Engenharia de Requisitos

A necessidade de desenvolver software cada vez mais rápido e de qualidade tem consumido grande esforço em pesquisas para melhoria do processo de desenvolvimento; a engenharia de requisitos (ER) é a etapa inicial deste ciclo, uma área de fundamental importância, por causa dos diferentes problemas existentes nesta. Dentre as principais causas do fracasso e/ou problemas de custo e tempo dos projetos de software estão a ambigüidade

com que são especificados os requisitos, geralmente documentados ou descritos utilizando a linguagem natural ou alguma técnica de especificação informal. Ambigüidade é um problema porque os diferentes leitores (programadores, usuários, etc.) do documento de requisitos podem ter diferentes interpretações.

Os requisitos são a especificação das funcionalidades e propriedades do software. Os requisitos determinam como o sistema deve se comportar, incluindo as restrições de operação. Descrevem o que o sistema deve fazer, sem preocupação quanto à forma de fazer.

Segundo Sommerville (2003):

“Requisito é a especificação do que deve ser implementado. Eles são descrições de como o sistema deve comportar-se, ou das propriedades do sistema, ou atributos do sistema. Eles podem ser uma restrição no processo de desenvolvimento do sistema”.

Segundo Pohl (1993), a ER pode ser entendida como um processo com um conjunto de atividades; onde a saída desejada deste processo é um completo documento de especificação de requisitos de sistema expressado usando uma linguagem formal sobre a qual todos os envolvidos concordem. E a entrada deste processo são os pontos de vista pessoais opacos ou ambíguos do sistema que será construído, algumas destas características do sistema são óbvias; todas estas entradas são obtidas usando uma linguagem informal e / ou fazendo uso de gráficos, geralmente a linguagem natural. Estas atividades são direcionadas a alcançar três objetivos principais, estes objetivos são representados ou classificados como as três dimensões da ER (*The Three Dimensions of Requirements Engineering*):

- a) A Dimensão de Especificação tem como objetivo melhorar a compreensão ambígua do sistema numa especificação de sistema completa. Inclui a elicitação e captura, além da validação;
- b) A Dimensão de Representação, no processo de ER diversas linguagens de especificação são usados gradualmente, começando por uma representação informal até chegar numa representação formal;
- c) A Dimensão de Aceitação, Inicialmente no processo de ER cada pessoa envolvida tem diferentes pontos de vista do sistema, cada um destes pontos de vista evolui até chegar a um consenso sobre o documento de especificação final.

Os diferentes enfoques ou metodologias existentes para ER se encaixam perfeitamente nestas três dimensões mencionadas anteriormente.

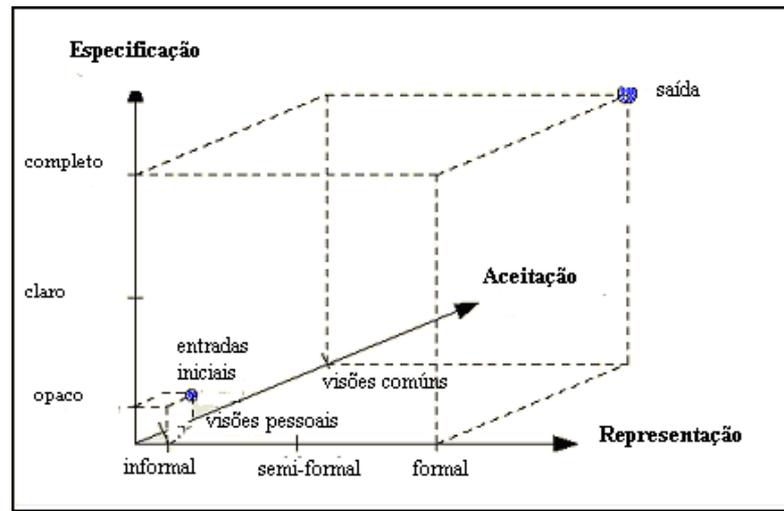


Figura 2.2 As Tres Dimensões da Engenharia de Requisitos (POHL, 1993)

2.3 Especificação de Requisitos

Quando os requisitos são identificados eles devem ser documentados ou especificados de alguma forma, desde as descrições textuais até as diagramáticas. A especificação de requisitos é a documentação das diferentes perspectivas das tarefas existentes ou vitais e as desejadas para um sistema a ser construído.

Nesta etapa as atividades iniciais a serem tratadas são a identificação e o entendimento dos requisitos, geralmente, no início, visões opacas do sistema e seu ambiente. Através de um processo iterativo os requisitos devem ser especificados em forma completa, não ambígua e correta; de acordo a padrões e guias recomendados. Nesta etapa também se faz a diferenciação entre os requisitos funcionais e os não funcionais:

- a) *Requisito Funcional (FR)*: define um serviço que relaciona entradas/saídas; ou seja, especifica o que o sistema deve fazer (ROBINSON et al., 2003);
- b) *Requisito Não Funcional (NFR)*: Descreve ou restringe com atributos tais como eficiência e disponibilidade um requisito funcional (*FR*). (ROBINSON et al., 2003).

2.3.1 Técnicas de Especificação de Requisitos

Para a especificação dos requisitos, diversas linguagens de especificação formal e semi-formal foram desenvolvidas, cada uma delas usado para representar o conhecimento do sistema.

Segundo Wieringa e Dubois (1994), a especificação formal é uma das técnicas existentes usadas para representar alguns aspectos dos requisitos de software, os outros aspectos podem ser representados informalmente ou com uma técnica semi-formal. Um exemplo de uso de técnicas formais é na representação de sistemas críticos.

O ideal da aplicação de cada um destes métodos seria ter uma forma de integrar a transformação de requisitos representados informalmente numa representação formal, passando por uma semi-formal. Uma representação semi-formal é importante por que a representação formal é somente entendida pelos desenvolvedores e analistas, em alguns casos nem isso. No entanto, uma representação semi-formal pode ser entendida por todos os envolvidos no processo de desenvolvimento (analistas, desenvolvedores, usuários, etc.).

Em resumo no processo de ER diversas linguagens de especificação são usadas gradualmente, começando por uma representação informal até chegar numa representação formal.

As 3 técnicas de especificação são descritas a seguir.

2.3.1.1 Técnicas de Especificação Informal

São utilizadas todas as representações informais, tais como os gráficos, descrições com exemplos, animações, descrições textuais; a linguagem natural é frequentemente utilizada para a documentação dos requisitos. A vantagem da linguagem natural é que é flexível, e de ampla difusão, mas desafortunadamente ambígua. São técnicas que podem ser entendidas ou apreendidas sem treinamento específico.

2.3.1.2 Técnicas de Especificação Formal

Fazem uso de linguagens de especificação formal (*Lógica Temporal, Lógica de Primeira Ordem, SCR, Z, B, etc.*); estas linguagens têm sua fundamentação principalmente na matemática ou na lógica, com uma semântica e sintaxe já definidas. As vantagens destes métodos é que são bastante precisos e eliminam as ambigüidades, permite-nos raciocinar sobre os requisitos, permite-nos executar os requisitos, mas são muito custosos e consumidores de tempo. São técnicas que somente podem ser entendidas ou apreendidas com um treinamento específico, e requerem um conhecimento matemático.

Na Tabela 2.1, se apresentam alguns exemplos das diferentes linguagens de especificação formal existentes e a respectiva classificação de acordo a sua fundamentação matemática (EASTERBROOK et al., 1998), (EASTERBROOK, 2003).

Tabela 2.1 Linguagens de Especificação Formal de Requisitos

Exemplos de Linguagens de Especificação Formal de Requisitos de Software	
SCR	(HENINGER, 1980), (PARNAS, MADEY, 1995), (HEITMEYER et al., 1995) e (HEITMEYER et al., 1998). “Software Cost Reduction” Desenvolvido para formalizar a especificação de requisitos da A7e aircraft. Descreve o comportamento de um sistema como um conjunto de relações matemáticas entre variáveis monitoradas e controladas, além de dados de entrada e saída; expressados dentro de uma notação tabular. Usa a Lógica temporal como mecanismo de especificação. Estende o enfoque A7e ao incluir dicionários e Tabelas.
RML - Requirements Modeling Language	(GREENSPAN et al, 1994) Primeira maior intenção no uso de técnicas de representação do conhecimento em ER. É basicamente uma linguagem orientada a objetos, com classes para atividades, entidades e regras. Usa a Lógica de predicados de primeira ordem como mecanismo de raciocínio.
Albert II	(DUBOIS et al., 1997) Modela um conjunto de agentes de interação que executam ações que mudam seu estado. Usa uma Lógica temporal orientada a objetos para raciocinar.

2.3.1.3 Técnicas de Especificação Semi – Formal

Aqueles técnicas que tentam cobrir o espaço entre as duas anteriores, baseados no uso de tabelas, gráficos e diagramas que representam a informação numa forma estruturada, alguns com uma semântica e regras definidas. Exemplos disto são a *UML* (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 1999), *OMT* (RUMBAUGH et al., 1991), *ER* (CHEN, 1976), *etc.*

Alguns autores classificam a UML (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 1999) e o OCL (OCL, 2008) como linguagens formais, mas dentro do domínio da engenharia de software.

2.3.2 Técnicas de Especificação de Requisitos Utilizadas pelos enfoques OO

Dentre as técnicas utilizadas pelos enfoques de desenvolvimento Orientados a Objetos podem-se mencionar, cada uma delas combináveis entre elas e aplicáveis em diversas

etapas do ciclo de desenvolvimento, conforme os requisitos estejam amadurecendo (PREECE et al., 2005):

- a) *Cenários de Uso*: Descrição narrativa informal das atividades ou tarefas humanas que permitem a descoberta de requisitos ou necessidades;
- b) *Casos de Uso*: Descrevem a interação do usuário com o sistema, mas que as tarefas do usuário;
- c) *Casos de Uso Essenciais*: Similar aos casos de uso, com a diferença que descrevem de uma forma mais geral, sem entrar muito no design.

Dentre estas técnicas de especificação de requisitos temos os Casos de Uso, usados pelo UML e os outros enfoques Orientados a Objetos; entretanto alguns problemas foram identificados no uso desta técnica, citados no trabalho de El-Ansary (2002), dentre as quais se podem mencionar:

- a) Falta de definição precisa, a qual originou que diversas companhias reinventaram suas próprias versões;
- b) Considera somente as interações do usuário com o sistema;
- c) Não amostram explicitamente as interações entre os diferentes requisitos do sistema.

2.4 Definições de Interação entre Requisitos

Diversas pesquisas reconheceram e demonstraram que o conjunto de requisitos de um sistema não são independentes, pelo contrário existem diferentes tipos de interações entre uns e outros (ROBINSON et al., 2003; DAHLSTEDT, PERSSON, 2003; GIESEN, VOLKER, 2002; LIU, YEN, 1996; SHEHATA, 2005). Isto acontece principalmente, por que os diferentes elementos que compõem um sistema de software não são entidades isoladas, os relacionamentos ou interações entre estas entidades possibilitam o funcionamento do sistema.

A interação de requisitos é a situação onde dois ou mais requisitos tem efeito um sobre o outro. Para Dahlstedt e Persson (2005) estes requisitos são denominados interdependentes ou dependentes, que como se entende depende e/ou afetam a outros.

2.5 Identificação de Interações Entre Requisitos

A identificação das diversas interações entre os requisitos nas primeiras etapas do ciclo de desenvolvimento de software, principalmente na análise de requisitos, permite-nos

conhecer o impacto destas interações nas posteriores etapas do processo de desenvolvimento. A identificação destas interações permite-nos detectar e resolver muitos dos problemas que pudessem existir entre o conjunto de requisitos nas etapas iniciais e evitar que estas se propaguem nas etapas subsequentes (Alguns destes benefícios foram apresentados no Capítulo 1). Diversas pesquisas sobre estes benefícios foram feitas (DAHLSTEDT, PERSSON, 2003; ZHANG et al., 2006; YUQIN et al., 2006), no entanto a maioria delas não mostram explicitamente como é que estas interações influenciam no restante das etapas do processo de desenvolvimento.

As interações são elementos essenciais entre o conjunto de requisitos, sobre tudo pela complexidade dos projetos. Geralmente este conjunto de requisitos possui além das interações ou dependências intrínsecas outro conjunto de interações denominadas como as interações negativas (conflitos ou inconsistências), os quais devem ser identificadas e resolvidas nas fases iniciais do ciclo de desenvolvimento, antes que estas possam ser implementadas. As interações negativas são causadas porque os requisitos são originados por diversos *stakeholders* com diferentes pontos de vista.

A maioria dos enfoques de detecção de interações ou interdependências entre requisitos existentes na literatura e que são extensamente discutidas por Robinson *et al.* (2003) e Shehata (2005), são baseadas fundamentalmente nas técnicas discutidas na Seção 2.3.

No domínio de engenharia de software, alguns enfoques para identificação de interações entre requisitos baseados em características foram propostos (ZHANG et al., 2006; YUQIN et al., 2006). O problema de interação de características; pode ser entendido como uma situação onde a integração de diversas características em um sistema, pode interferir ou afetar umas a outras.

Uma característica é definida como uma peça coerente e identificável de um sistema que ajuda a caracterizar o sistema desde a perspectiva de um usuário. Uma característica possui um conjunto de funcionalidades que satisfazem as necessidades do usuário (HEISEL, SOUQUIÈRES, 2001; SHEHATA, 2005; ZHANG et al., 2006).

A interação de características pode ser similar à interação de requisitos, por que ambos tentam identificar as relações entre eles; no entanto isto não acontece por que o

problema de interação de características tem um escopo mais limitado do que o problema interação entre requisitos. As razões são identificadas por Shehata (2005) e definidas a seguir:

- Interação de características somente considera requisitos funcionais;
- Interação de requisitos considera inconsistências e conflitos entre requisitos;
- Interação de requisitos considera as interações originadas pela diversidade de *stakeholders*, além das interações de dependência.

Segundo Zhang et al. (2006), uma característica essencialmente denota um conjunto de requisitos estreitamente relacionados de visões de usuários/clientes, e verdadeiramente a orientação a característica prove uma forma modular de organizar os requisitos. Uma característica no domínio da Engenharia de Software pode ser definida em base a dois aspectos:

- Intenção, uma característica é um conjunto coeso de requisitos individuais;
- Extensão, uma característica é uma capacidade visível pelo usuário de um sistema de software.

A maioria dos enfoques baseados em características depende muito de conhecimento do domínio; e isso nem sempre é possível nas fases iniciais do ciclo de desenvolvimento do software. Além disto, se uma característica é uma coleção de requisitos estreitamente relacionados, então é preciso conhecer e identificar as relações existentes entre estes requisitos.

No domínio da Engenharia de Software, o problema de interação entre características pode ser focado num nível acima do problema de interação entre requisitos (*RIP – Requirement Interaction Problem*), além de que este trabalho seria enormemente facilitado. Assim como é feito por Zhang et al. (2006) em *Feature-driven Requirement Dependency Analysis and High-level Software Design*.

3 O Estado da Arte - Métodos de Identificação de Interações Entre Requisitos

Neste Capítulo é apresentada a classificação dos diferentes métodos de detecção de interações entre requisitos baseada nas diversas técnicas que estes usam. Na Seção 3.1 se apresentam a maioria dos métodos existentes e citados nos trabalhos de Robinson et al. (2003), Shehata (2005) e Lamsweerde et al. (1998). Na Seção 3.2 se apresenta uma descrição mais detalhada dos métodos baseados em eventos; por serem a base do enfoque proposto no presente trabalho.

3.1 Métodos de Identificação de Interações Entre Requisitos

Nesta Seção se apresenta na forma de Tabelas a classificação dos diferentes métodos utilizados na detecção de possíveis interações entre requisitos. A classificação nas Tabelas foi feita tomando em conta as pesquisas de Robinson et al. (2003) e Shehata (2005). Alguns outros métodos não foram incluídos por que não se conhece reportes de estudos de caso no domínio da Engenharia de Software. Ver Tabelas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6.

Diversas pesquisas sobre interações entre requisitos na etapa de requisitos foram feitas. Robinson et al. (2003) e Lamsweerde et al. (1998) apresentam *surveys* mostrando os diferentes tipos de interações, focando-se principalmente em como identificar e eliminar as interações negativas (inconsistências); a maioria destes enfoques é baseado no uso de linguagens de especificação formal, principalmente a lógica temporal e a lógica de primeira ordem, fazendo o seu uso muito custoso.

Entre as pesquisas que focam as interações na fase de especificação do software, podem se mencionar principalmente aqueles apresentados por Zhang et al. (2006) e Yuqin et al. (2006). Estes enfoques são baseados em características, onde uma característica é definida como um conjunto de requisitos estreitamente relacionados. Estes enfoques consideram principalmente as interações de dependência. Para o seu correto funcionamento é preciso identificar em etapas anteriores as interações de conflito ou inconsistências, além disto, se uma característica é uma coleção de requisitos estreitamente relacionados, então é preciso conhecer e identificar as relações existentes entre estes.

3.1.1 Métodos Baseados em Classificação

As interações são identificadas e classificadas comparando os requisitos contra um modelo pré-definido de interação de requisitos. Na Tabela 3.1 se apresentam uma descrição dos principais métodos de esta categoria.

Tabela 3.1 Métodos Baseados em Classificação

Exemplo	Detalhe Exemplo	Limitações
WINWIN (BOEHM, 1996)	Um analista ingressa um novo requisito R ; este é classificado na categoria C1 ; baseado no modelo pré-definido, se procura outras categorias C2 que interagem com C1 ; finalmente todos os requisitos de C2 interagem com R	<ul style="list-style-type: none"> • O método depende de um modelo pré-definido. • Não é possível identificar novas interações. • Detecta principalmente interações de conflito.
<i>NFR</i> (MYLOPOULOS et al., 1992), (MYLOPOULUS et al., 1999)	Um analista ingressa um novo requisito R ; este é relacionado com outros requisitos existentes, baseado no modelo pré-definido; o efeito de R pode ser positivo/negativo; finalmente se propaga o efeito de R para calcular o efeito acumulado de R sobre os outros requisitos. Os requisitos funcionais e não funcionais são representados como uma hierarquia AND/OR, onde a satisfação de um requisito é determinada pela satisfação dos seus sub-requisitos. Neste enfoque a interação entre os requisitos é determinada pelo impacto (positivo/negativo) de um requisito não funcional sobre um funcional.	<ul style="list-style-type: none"> • O método depende de um modelo pré-definido. • A construção do modelo depende da experiência de pessoas. • Não é possível identificar novas interações. • O modelo final fica complexo demais, sobre tudo quando se tem muitos requisitos o modelo fica confuso. • O modelo é usado para detectar principalmente interações entre requisitos não funcionais.

3.1.2 Métodos Baseados em Padrões

As interações são identificadas comparando com padrões de detecção condicionais, uma interação é detectada quando se tem uma ligação (match). Na Tabela 3.2 se apresentam uma descrição dos principais métodos de esta categoria.

3.1.3 Métodos Baseados em Técnicas de Planejamento de Inteligência Artificial

As interações são identificadas através de técnicas de planejamento de inteligência artificial. Os requisitos são representados como objetivos e as operações são representados como operadoras de planejamento. As operações são um conjunto de ações que um agente realiza para alcançar o objetivo. Na Tabela 3.3 é apresentada uma descrição do principal método de esta categoria.

Os enfoques que utilizam este tipo de métodos utilizam técnicas de Inteligência Artificial, mais exatamente o raciocínio baseado em objetivos.

Tabela 3.2 Métodos Baseados em Padrões

Exemplo	Detalhe Exemplo	Limitações
KAOS (LAMSWEERDE, LETIER, 2000)	O <i>Knowledge Acquisition in autOmated Specification of software</i> (KAOS), é um projeto amplo que inclui identificação de interações entre outros. Entre eles detecção de interações com padrões. Para cada tipo de interação se tem padrões de detecção, entre eles: Conflitantes, Divergentes, de Competição, Obstrução, etc. Cada um dos requisitos é considerado como um objetivo que deve ser satisfeito por um agente.	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza notação formal (lógica temporal) para representar os requisitos. • Utiliza notação formal (lógica temporal) para definir os padrões de interação. • Detecta interações de inconsistência e conflito principalmente.

Tabela 3.3 Métodos Baseados em Técnicas de Planejamento de Inteligência Artificial

Exemplo	Detalhe Exemplo	Limitações
DDRA (FICKAS, 1985)	A detecção de interação é feita por simulação. Simula a execução de um agente num ambiente restrito, onde o agente lida com a satisfação ou falha de um requisito. Este método é usado para validar requisitos simples ou individuais em ambientes com restrições.	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza notação formal, lógica de predicados, para representar os requisitos. • A validação das restrições do ambiente simulado é arbitrária. • Detecta somente interações de conflito.

3.1.4 Métodos Baseados em Técnicas de Análise de Cenário

As interações são identificadas simulando uma seqüência de eventos que representam um aspecto reduzido do comportamento de um sistema. Este cenário ajuda a verificar se este pode satisfazer os requisitos em consideração. Na Tabela 3.4 é apresentada uma descrição do principal método desta categoria.

3.1.5 Baseados em Métodos Formais

As interações são identificadas utilizando algoritmos de verificação (SPIN, SMV), verificação dedutiva (PVS, HOL) e linguagens de especificação formais (SCR, RSML). Ver tabela 3.5.

Tabela 3.4 Métodos Baseados em Técnicas de Análise de Cenário

Exemplo	Detalhe Exemplo	Limitações
SCR (Heninger, 1980), (Heitmeyer et al., 1995), (Heitmeyer et al., 1998).	Utilizado para análise e especificação de sistemas embarcados em tempo real. Os requisitos são modelados formalmente, e um conjunto de ferramentas pode ser usado. Detectam dois tipos de interações, as estáticas (inconsistências e bloqueios) e as que modelam o comportamento do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza modelagem formal para representar requisitos e comportamento do sistema. • Usa a Lógica temporal como mecanismo de especificação. • SCR requer informação de projeto (Design) detalhada. • Detecta interações de inconsistência e conflito principalmente.

Tabela 3.5 Métodos Baseados em Métodos Formais

Exemplo	Detalhe Exemplo	Limitações
<i>SPIN</i> (Holzmann, 1997), <i>SMV</i> (McMillan, 1992), <i>PVS</i> (Crow et al., 1995; Owre et al., 1995), <i>HOL</i> (Gordon e Melham, 1993), <i>SCR</i> (Heninger, 1980), <i>RSML</i> (Leveson et al., 1994).	Todos os enfoques modelam e representam os requisitos baseados numa notação formal. Maiores detalhes nos surveys do Robinson et al. (2003) e Shehata (2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza linguagens de especificação formal para representar requisitos e o comportamento do sistema. • A maioria de estes enfoques requer informação de projeto (Design) detalhada.

3.1.6 Baseado em Métodos Semi – Formais

Os métodos considerados nesta categoria são aqueles que utilizam métodos ou notações do domínio da Engenharia de Software.

Todos os enfoques apresentados na Tabela 3.6 foram projetados para a detecção de interações entre requisitos baseadas em características, com exceção do *IRIS* (Shehata, 2005), que foi projetado para a detecção de interações entre requisitos além de características.

Principalmente os três últimos métodos serão frequentemente mencionados nas seções seguintes, por que estes utilizam uma classificação dos tipos de interações entre requisitos.

Tabela 3.6 Métodos Baseados em Métodos Semi – Formais

Método	Baseado em Métodos Semi – Formais	
Descrição	As interações são identificadas utilizando Tabelas, gráficos, critérios de detecção subjetiva humana e notação formal em alguns casos.	
Exemplo	Detalhe Exemplo	Limitações

<p><i>Use Case Driven Analysis of Feature Interactions.</i> (KIMBLER, SOBIRK, 1994)</p>	<p>O enfoque representa o sistema como um conjunto de cenários de uso representados a traves de modelos de casos de uso. Uma pessoa experiente analisa os modelos e identifica as interações entre características. Utiliza como notação o <i>Modelo de Casos de Uso</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Não se tem reportes de estudos de caso na área de Engenharia de Software, só no domínio de telecomunicações. • O enfoque depende da experiência de pessoas, e algumas interações podem não ser descobertas. • Detecta interações de incompatibilidade entre características.
<p><i>Service Interaction in an Object-Oriented Environment.</i> (MIEROP et al., 1993)</p>	<p>O enfoque representa o sistema e o comportamento do sistema como <i>Objetos com interfaces</i>. Durante a especificação de características, as ambigüidades que surgem são identificadas como interação de características. Utiliza notação <i>OO</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Não se tem reportes de estudos de caso na área de Engenharia de Software, só no domínio de telecomunicações. • Detecta interações somente quando se tem situações de ambigüidade.
<p><i>IRIS.</i> (SHEHATA, 2005)</p>	<p>Este enfoque usa Tabelas e gráficos junto com cenários de interação para detectar as interações entre requisitos. Um sistema é considerado composto pelos seguintes componentes: os requisitos estáticos e os dinâmicos e os recursos; cada uno destes elementos consiste de atributos. Consiste de seis passos, no passo final uma pessoa experiente identifica as interações baseado numa guia de detecção de interações. Utiliza uma taxonomia de classificação de interações de 4 camadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O enfoque depende da intervenção de usuários, e algumas interações podem não ser detectadas. • Detecta interações de conflito e dependência.
<p><i>Feature Oriented Approach to Modeling Requirements Dependencies.</i> (ZHANG et al., 2005)</p>	<p>Método baseado na operacionalização de características. Uma característica é dividida em varias responsabilidades que são atribuídas a contedores de características como unidades de trabalho (ou especificação). Uma característica tem só um contendor de características (CF). Uma CF pode conter responsabilidades de outras características. Uma característica é um conjunto coesivo de requisitos $F = R1, R2, \dots, Rn; n > 0$. A identificação de dependências entre características pode-nos dar uma idéia vaga sobre a arquitetura do sistema (interação de componentes). O método foi desenvolvido para o domínio de engenharia de software.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Não possibilita a descoberta de dependências negativas (conflitos ou inconsistências). • O método depende da correta operacionalização das características, informação detalhada no nível de especificação. • O método depende da complexidade de procedimentos aplicados implicitamente por pessoas para a detecção das interações.
<p><i>An Approach to Managing Feature Dependencies for Product Releasing in Software Product Lines.</i> (YUQUIN et al., 2006)</p>	<p>Similar ao método anterior, onde uma característica é um conjunto coesivo de requisitos $F = R1, R2, \dots, Rn; n > 0$. O método precisa de informação complexa e muito detalhada do nível de especificação do software. O método visualiza as dependências na forma de grafos dirigidos e vetores. Permite a descoberta de dependências implícitas. Apresenta algoritmos para a geração dos grafos de interação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Não possibilita a descoberta de dependências negativas (conflitos ou inconsistências). • O método depende da complexidade de procedimentos aplicados implicitamente por pessoas para a detecção das interações.

3.2 Métodos de Identificação de Interações Entre Requisitos Baseado em Eventos

Nesta Seção são descritos os enfoques baseados em eventos; isto por que o enfoque proposto é baseado nos conceitos e definições apresentadas nestes trabalhos, principalmente em eventos.

3.2.1 Software Cost Reduction (SCR)

O método SCR (HENINGER, 1980; HEITMEYER et al., 1998) baseado no modelo de quatro variáveis de Parnas e Madey (1995); descreve os requisitos como um conjunto de relações matemáticas entre variáveis monitoradas e controladas, e dados de entrada e de saída, expressados dentro de uma notação tabular. Ver Figura 3.1.

As variáveis monitoradas são as entidades do ambiente que influenciam o comportamento do sistema. Estes produzem dados de entrada que o sistema processa; e o sistema produz os dados de saída que são processados pelas entidades do ambiente que o sistema controla (variáveis controladas).

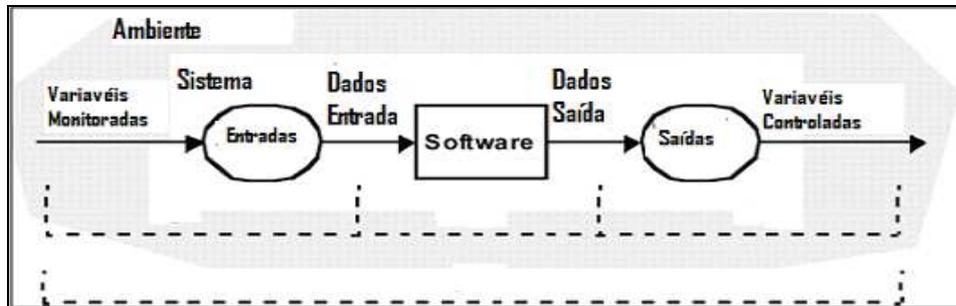


Figura 3.1 O Modelo de Quatro Variáveis SCR (Adaptada de Robinson et al. (2003))

O SCR define as mudanças de valor ou estado das variáveis numa forma tabular. Cada tabela define como um evento muda o valor de uma variável. Um evento é um predicado expressado numa condição que define dois estados consecutivos que indicam a mudança de estado do sistema. Quando esta condição (evento) não é satisfeita se tem uma *interação de inconsistência*.

Esta mudança de estado é representada como:

@T(c) =: c ^ c', Onde c é a condição inicialmente falsa (false) que chega a ser satisfeita (true) no seguinte estado, denotado por c'.

Como exemplo, se considerou a tabela de transição da variável *InjectionPressure* (Ver Tabela 3.7). Esta Tabela pode ser usada para definir quando um refrigerador pode ser injetado num contendor pressurizado de acordo à pressão da água no contendor. Os extremos da Tabela representam as mudanças de estado e a parte intermédia são as condições que possibilitam estas mudanças. Maiores detalhes do exemplo podem ser encontrados em Robinson et al. (2003) e Heitmeyer et al. (1998).

Tabela 3.7 Tabela de Transição SCR para a Variável Injection Pressure (Adaptada de Robinson et al. (2003))

Modo Antigo	Evento	Modo Novo
TooLow	@T(WaterPressure \geq Low)	Permitted
Permitted	@T(WaterPressure \geq Permit)	High
Permitted	@T(WaterPressure $<$ Low)	TooLow
High	@T(WaterPressure $<$ Permit)	Permitted

3.2.2 Behavioral Pattern Analysis (BPA)

El-Ansary (2002) propõe um enfoque no qual os eventos são considerados as entidades primárias dos modelos do mundo; este enfoque propõe a representação de requisitos baseado nas ações e eventos do sistema, e os relacionamentos entre estes.

Neste enfoque a construção de sistemas é dirigida desde a perspectiva de eventos, por que é assumido que a criação de um objeto é um evento e o uso do sistema vem depois da criação deste.

Eventos = Objetos + Interação de Objetos.

Sistema = Objetos + Interação de Objetos (comportamento)

O padrão básico que representa um requisito inclui: papeis, ações, instrumentos e os estados resultantes. O padrão é formalmente representado como segue:

- a) Ação(x): a ação executada no requisito;
- b) Agente(a): a entidade que executa a ação;
- c) Afetado(b): a entidade afetada pela ação;
- d) Evento(y): o evento que dispara a execução da ação;
- e) Instrumento(i): o instrumento usado para completar a execução do requisito;
- f) Estado(z): a entidade afetada muda o seu estado após a execução do requisito.

A seguir a representação lógica do padrão:

$$\exists x \exists y \exists z (\text{Agente}(a) \wedge \text{Ação}(x) \wedge \text{Agente}(a,x) \wedge \text{Afetado}(b) \wedge \text{Evento}(y) \wedge \text{Afetado}(b,y) \wedge \text{Instrumento}(i) \wedge \text{Instrumento}(i,y) \wedge \text{Estado}(z))$$

A seguir se apresenta um exemplo de uso deste enfoque, para o caso do Sistema Therac-25, que é uma máquina de raios-x e eletros para o tratamento médico. A efetividade do funcionamento desta máquina depende do correto posicionamento dos pacientes sobre a mesa de tratamento.

Exemplo: Posicionamento do Paciente.

Operador posiciona o paciente usando o campo de luz (field light).

$$\exists x \exists y \exists z (\text{Operador}(a) \wedge \text{Posicionar}(x) \wedge \text{Operador}(a,x) \wedge \text{Paciente}(b) \wedge \text{Posicionando Paciente}(y) \wedge \text{Paciente}(b,y) \wedge \text{Campo de Luz}(i) \wedge \text{Posicionado}(z))$$

O conjunto de passos necessários, para chegar a esta representação se baseia em três dimensões, sobre as quais decisões são feitas recursivamente desde os eventos maiores e complexos ate chegar aos eventos mais simples:

- Identificação do Problema (Missão e requisitos de Operação);
- Seleção de localização / divisão;
- Seleção de eventos (causal, temporal, estados do mundo).

3.2.3 Semi-formal Approach for Detecting Requirements Interactions (IRIS)

Este enfoque usa Tabelas e gráficos junto com cenários de interação para detectar as interações entre requisitos. O processo de detecção de interações consiste de seis passos, no passo final uma pessoa experiente identifica as interações baseados numa guia de detecção de interações. Este processo faz uso de uma taxonomia de classificação de interações de 4 camadas, na última camada se tem os cenários de interação que explicam detalhadamente os tipos de interação e a forma de como detectá-los.

Um sistema é considerado composto pelos seguintes componentes, onde cada tipo de requisito (estático ou dinâmico) consiste de atributos (SHEHATA, 2005):

- a) Axiomas de sistema: que descrevem uma propriedade que deve ser preservada (requisito estático). Consiste de um ID, uma Descrição e a Regra que descreve a propriedade que deve ser preservada;
- b) Requisitos de comportamento Dinâmico; que descrevem os estados do sistema quando um evento acontece. Consiste de um ID, uma Descrição, a Ação executada, o Evento Disparador que causa a execução do requisito e o Pré-Estado e Pós-estado que representam os estados do sistema antes e depois da execução do requisito;
- c) Recursos: que correspondem aos recursos físicos que o sistema usa para alcançar os seus requisitos. Consiste de um ID, uma Descrição, além da Disponibilidade, a Performance e as Interfaces do recurso (interfaces de comunicação).

Um dos pontos que merece ser destacado neste enfoque é a classificação dos requisitos baseado nas diferentes visões ou propriedades dentro do sistema (estática ou dinâmica). Além disso a representação de requisitos através dos seus atributos.

O enfoque depende da intervenção de usuários, e algumas interações podem não ser detectadas.

3.3 Considerações Finais

Neste Capítulo foi apresentado um resumo dos principais enfoques ou métodos de detecção de interações entre requisitos, cada um deles categorizado segundo a técnica no qual eles se baseiam. Para cada uma das categorias foi apresentado um ou mais métodos como exemplo, descrevendo o funcionamento destes, além das limitações e vantagens. Foi dado um tratamento especial aos enfoques baseados em eventos, por que estes serão usados como base para o desenvolvimento do enfoque proposto. Também foi percebido que a maioria dos enfoques mencionados se baseiam no uso de linguagens de especificação formal, na construção de grafos e nas técnicas de inteligência artificial; fazendo o seu uso custoso e difícil. Na Tabela 3.8 é apresentado um resumo dos principais enfoques baseados em eventos considerados para a elaboração do presente trabalho. Na Tabela 3.9 é apresentada um resumo dos enfoques existentes descrevendo a técnica usada, a etapa de aplicação no processo de software e os tipos de interações detectadas por estes.

Tabela 3.8 Métodos Baseados em Eventos

Método	Baseado em Eventos	
Descrição	Estes enfoques se baseiam no fato de que os eventos são as entidades que possibilitam o funcionamento de um sistema. E que principalmente as mudanças de estado do sistema se devem à presença de um evento produzido no sistema ou fora deste.	
Exemplo:	Detalhe Exemplo	Limitações
<i>SCR</i> (HENINGER, 1980)	Descreve os requisitos do sistema como um conjunto de relações matemáticas entre variáveis monitoradas e controladas, e dados de entrada e de saída, expressados dentro de uma notação tabular. As mudanças de valor das variáveis são induzidas pela satisfação de uma condição (evento).	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza modelagem formal para representar requisitos e comportamento do sistema. • SCR requer informação de projeto (Design) detalhada. • Adequado para a especificação de sistemas que tem uma forte ligação ou dependência do ambiente físico. • Detecta interações de inconsistência e conflito principalmente.
<i>BPA</i> (EL-ANSARY, 2002)	É um enfoque no qual os eventos são considerados as entidades primárias dos modelos do mundo; este enfoque propõe a representação de requisitos baseada nas ações e eventos do sistema, e os relacionamentos entre estes. Neste enfoque o problema é analisado desde a perspectiva de eventos: Eventos = Objetos + Interação de Objetos.	<ul style="list-style-type: none"> • O BPA identifica as Interações de dependência entre entidades do sistema, mas não as interações entre requisitos, nem os tipos destas. • Adequados para a especificação de sistemas que tem uma forte ligação ou dependência do ambiente físico.
<i>IRIS</i> (SHEHATA, 2005)	Este enfoque usa Tabelas e gráficos junto com cenários de interação para detectar as interações entre requisitos. Um sistema é considerado composto pelos seguintes componentes: os requisitos estáticos e os dinâmicos e os recursos; cada um destes elementos consiste de atributos. O método consiste de seis passos, o passo final precisa da intervenção de um usuário que identifica as interações baseados numa guia de detecção de interações.	<ul style="list-style-type: none"> • O enfoque depende da intervenção de usuários, e algumas interações podem não ser detectadas.

Tabela 3.9 Resumo dos Enfoques de Detecção de Interação entre Requisitos.

Enfoque	Técnica ou Notação Usada	Etapa do Processo de Software	Interações Detectadas
WINWIN (BOEHM, 1996)	Baseado em classificação, depende de um modelo pré-definido.	Etapa de requisitos.	Detecta principalmente interações de conflito.
<i>NFR</i> (MYLOPOULOS et al., 1992)	Baseado em classificação, depende de um modelo pré-definido.	Etapa de requisitos.	Detecta interações entre requisitos não funcionais.
KAOS (LAMSWEERDE, LETIER, 2000)	Baseado em padrões de interação, usa lógica temporal.	Etapa de requisitos.	Detecta principalmente interações de conflito.
DDRA (FICKAS, 1985)	Baseado em Técnicas de planejamento de inteligência artificial, usa lógica temporal.	Etapa de requisitos.	Detecta somente interações de conflito.
SCR (Heninger, 1980), (Heitmeyer et al., 1995), (Heitmeyer et al., 1998).	Baseados em Técnicas de Análise de Cenário, usa lógica temporal.	Etapa de requisitos e projeto de software.	Detecta interações de inconsistência ou conflito e as que modelam o comportamento do sistema.
<i>Use Case Driven Analysis of Feature Interactions.</i> (KIMBLER, SOBIRK, 1994)	Utiliza como notação o <i>Modelo de Casos de Uso</i>	Etapa de requisitos.	Detecta interações de incompatibilidade entre características.
Service Interaction in an Object-Oriented Environment. (MIEROP et al., 1993)	Utiliza notação Orientada a Objetos.	Etapa de requisitos.	Detecta interações de ambigüidade.
<i>IRIS.</i> (SHEHATA, 2005)	Baseado em cenários de interação.	Etapa de requisitos.	Detecta interações de conflito e dependência.
<i>Feature Oriented Approach to Modeling Requirements Dependencies.</i> (ZHANG et al., 2005)	Baseado na operacionalização de características.	Etapa de requisitos e projeto de software.	Detecta interações de dependência.
<i>An Approach to Managing Feature Dependencies for Product Releasing in Software Product Lines.</i> (YUQUIN et al., 2006)	Baseado em características.	Etapa de requisitos e projeto de software.	Detecta interações de dependência.
<i>BPA</i> (EL-ANSARY, 2002)	Baseado em eventos.	Etapa de requisitos e projeto de software.	Detecta interações de dependência principalmente.

4 Classificação dos Tipos de Interações entre Requisitos

4.1 Tipos de Interações entre Requisitos

Não existem muitas pesquisas direcionadas ao estudo da classificação dos tipos de interações fundamentais existentes entre requisitos de sistemas de software, e entre as existentes, não se tem um consenso de classificação que represente os diferentes tipos através de uma taxonomia geral destes.

No contexto da Qualidade de Software, inspeções de software são realizadas como propósito reduzir o número de defeitos transmitidos de uma fase para outra do desenvolvimento (YOUNESSI, 2002).

A inspeção de software é um processo rigoroso, formal e com papéis bem definidos que pode ser aplicado em todas as fases do processo e em diferentes artefatos, incluindo requisitos, projeto de alto nível, projeto detalhado, código e plano de testes. A identificação de defeitos pode ser realizada de forma *ad-hoc*, com a utilização de *checklists* ou com a adoção de uma técnica específica. O maior objetivo da realização da inspeção é se chegar numa lista de defeitos que devem ser corrigidos antes do início das próximas fases de desenvolvimento (SILVA et al., 2004).

É importante mencionar esta técnica por que a identificação de defeitos na etapa ou fase de requisitos implica na identificação de interações entre o conjunto de requisitos. As abordagens para a identificação de defeitos em documentos de requisitos de software têm focado em duas áreas principais (CHENG e JEFFERY, 1996):

- Evitar defeitos: através do uso de linguagens formais de especificação.
- Identificar defeitos: através da realização de revisões como inspeções formais e *walkthroughs*.

Dentre os tipos de interações fundamentais entre requisitos podem se identificar claramente dois tipos de interação geral, um do tipo positivo e o outro do tipo negativo. As do tipo *positivo* correspondem aqueles relacionamentos de dependência que acontecem entre um requisito e outro (Requisito **R1** para sua realização requer de **R2**); e as do tipo *negativo* são principalmente as interações de conflito ou inconsistência, que acontecem pelas razões

mencionadas nos capítulos anteriores. Esta classificação foi mencionada por Robinson et al.(2003).

Neste Capítulo, apresentam-se as classificações identificadas por diferentes autores, incluindo-se algumas bastante simples e outras mais elaboradas e detalhadas. Na Seção 4.3 é apresentada a classificação considerada para este trabalho, esta classificação foi elaborada considerando todas as classificações descritas na Seção 4.2.

4.2 Classificação dos tipos de Interação entre Requisitos

Uma das classificações mais interessantes e simples foi feita por Liu e Yen (1996), de forma similar foi classificada por Lee (1998), na qual as relações entre requisitos são organizadas em quatro categorias:

- a) Conflitantes: aqueles requisitos que entram em conflito com outros (satisfação);
- b) Cooperativas: aqueles requisitos que influem ou dependem de outros;
- c) Mutuamente exclusivas: aqueles requisitos que não podem existir ao mesmo tempo com outros;
- d) Irrelevantes: aqueles requisitos que não têm dependências.

Segundo Dahlstedt e Persson (2003) a classificação de interações contempla 2 categorias e 6 tipos de interdependências descritas a seguir (figura 4.1):

- a) Dependências Estruturais, nas quais os requisitos são organizados numa estrutura hierárquica;
 - Requer: um requisito depende da realização de outro requisito;
 - Explica: um requisito geral é explicado ou detalhado por outros requisitos mais específicos (Deriva, Elabora, É, Parte de);
 - Similar a: o resultado da execução de um requisito é similar ao resultado de outro requisito;
 - Em conflito: um requisito esta em conflito com outro (satisfação).
- b) Dependências de Custo/Valor, relacionada com os custos de implementação de um requisito.
 - Incrementa/Reduz custo, a implementação de um requisito incrementa ou reduz o custo de implementação de outro requisito;

- Incrementa/Reduz valor, a implementação de um requisito incrementa ou reduz o valor de outro requisito para o usuário.

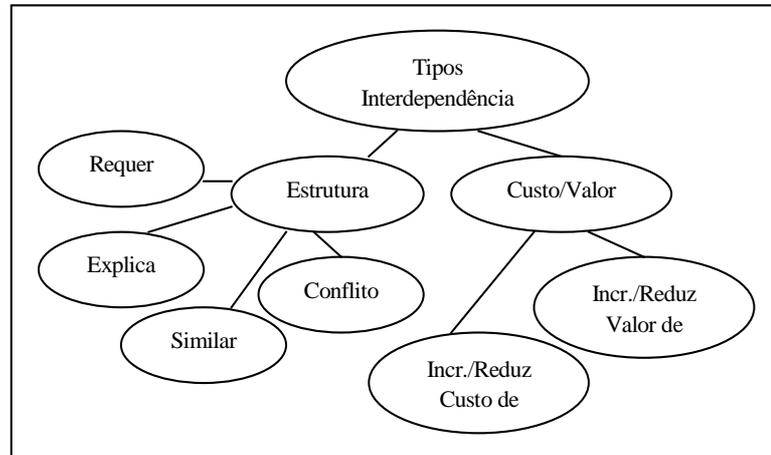


Figura 4.1 Tipos de Dependências Segundo Dahlstedt e Persson (2003)

Segundo Pohl (1996), a classificação compreende 5 categorias e 18 tipos de interdependências, tal como é representado na Figura 4.2. Essa classificação descreve as dependências que podem existir entre qualquer tipo de objetos identificáveis no processo de engenharia de requisitos.

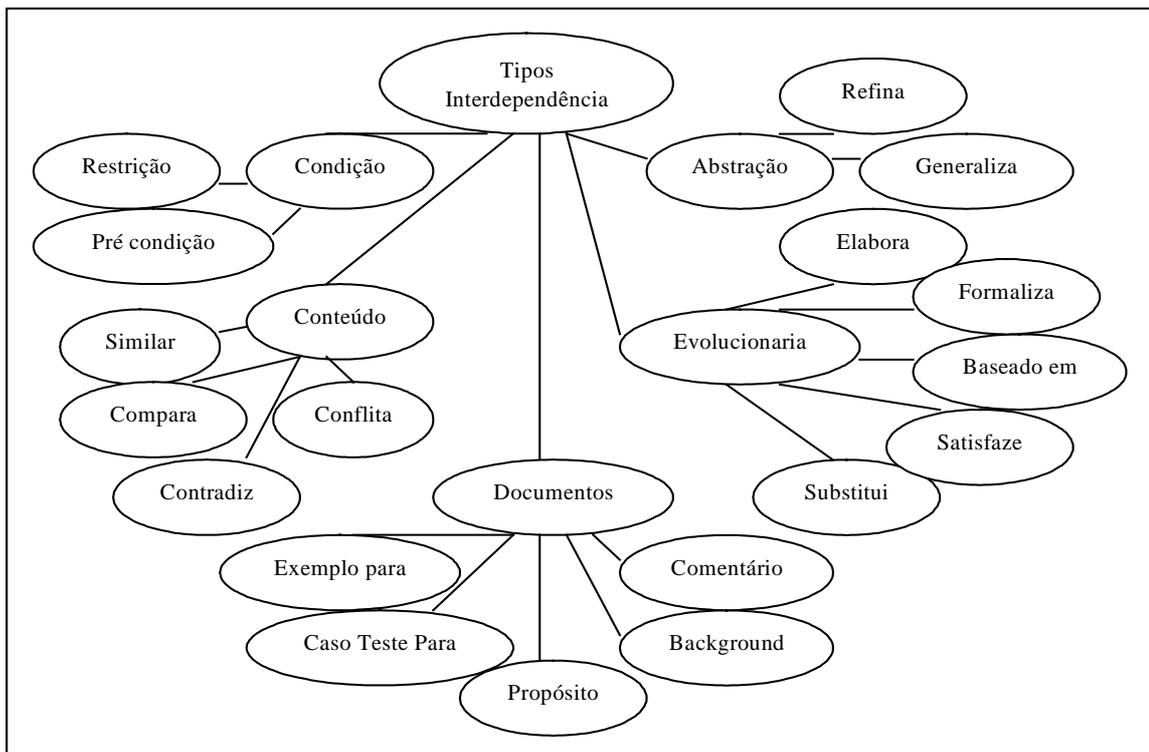


Figura 4.2 Tipos de Dependências Segundo Pohl (1996)

Lamsweerde et al. (1998), apresentam uma extensa classificação dos tipos de interação de conflito ou inconsistência e que são descritas a seguir:

- a) Desvio Nível Processo: uma transição de estado no processo de ER que resulta numa inconsistência entre uma regra do processo de ER e um estado do processo de ER;
- b) Desvio Nível Instancia: uma transição de estado na execução do sistema que resulta numa inconsistência entre um produto do nível de requisitos e um estado do sistema em execução;
- c) Conflito de Terminologia: um simples conceito do mundo real tem diferentes nomes sintáticos nos requisitos;
- d) Conflito de Designação: um simples nome sintático na especificação de requisitos representa diferentes conceitos do mundo real;
- e) Conflito de Estrutura: um simples conceito do mundo real é representado com diferentes estruturas na especificação de requisitos;
- f) Conflito: um conflito entre afirmações ocorre quando o conjunto de afirmações é logicamente inconsistente com o domínio. Remover qualquer uma das afirmações remove a inconsistência;
- g) Divergência: uma divergência entre afirmações ocorre quando existe uma condição limite (B) tal que o conjunto de afirmações é logicamente inconsistente com o domínio quando B é verdadeira. Remover qualquer uma das afirmações remove a inconsistência;
- h) Competição: é um tipo particular de divergência que ocorre quando as diversas instancias de um requisito são divergentes;
- i) Obstrução: é um caso extremo de divergência que envolve somente uma afirmação, onde a condição limite (B) é um obstáculo para a satisfação de um requisito.

Shehata (2005), por sua vez apresenta uma taxonomia de interação na forma de uma pirâmide de 4 camadas (Figura 4.3):

- a) Camada 1: composta por 9 categorias principais de interação, de acordo com as interações entre os componentes do sistema;
- b) Camada 2: composta por 24 subcategorias de interação, de acordo com a interação dos atributos de 2 componentes do sistema;
- c) Camada 3: composta por 37 tipos de interação, descrevendo as razões porque os atributos interagem na camada 2;

- d) Camada 4: composta por 37 cenários de interação que explicam detalhadamente os tipos de interação da camada 3 e a forma como detectá-los.

Para Shehata (2005), um sistema é considerado composto pelos seguintes elementos, onde cada tipo de requisito (estático ou dinâmico) consiste de atributos:

- d) Axiomas de sistema: que descrevem uma propriedade que deve ser preservada (requisito estático). Consiste de um ID, uma Descrição e a Regra que descreve a propriedade que deve ser preservada;
- e) Requisitos de comportamento Dinâmico; que descrevem os estados do sistema quando um evento acontece. Consiste de um ID, uma Descrição, a Ação executada, o Evento Trigger que causa a execução do requisito e o Pré-Estado e Pós-estado que representam os estados do sistema antes e depois da execução do requisito;
- f) Recursos: que correspondem aos recursos físicos que o sistema usa para alcançar os seus requisitos. Consiste de um ID, uma Descrição, além da Disponibilidade, a Performance e as Interfaces do recurso.

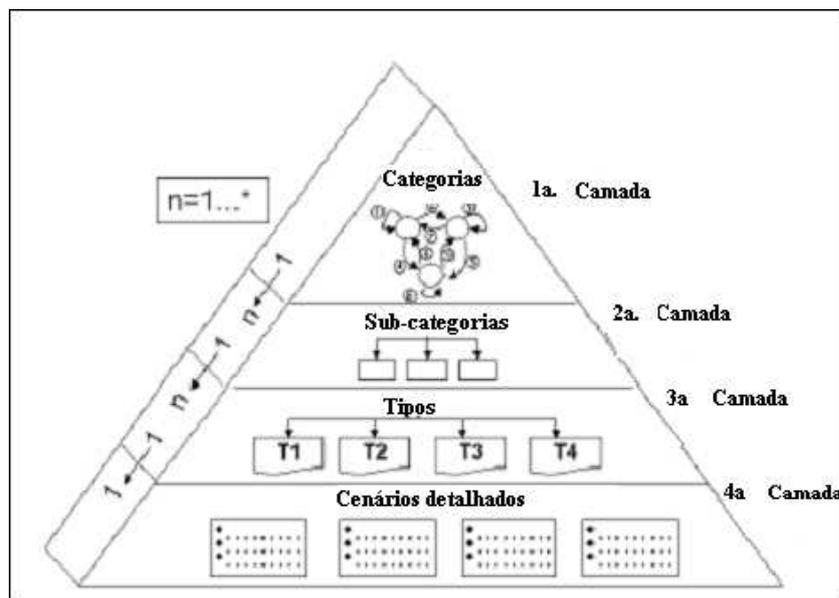


Figura 4.3 Tipos de Interação Segundo Shehata (2005)

As duas classificações apresentadas a seguir descrevem com maior grau de detalhe os diversos tipos de interação, Os dois enfoques foram projetados para a identificação de interações entre requisitos baseada em características. Os dois enfoques apresentam cada um dos tipos de interações com um maior numero de exemplos (ZHANG et al., 2005 ; YUQIN et al., 2006).

Estes enfoques requerem informação detalhada do domínio, isto se deve ao fato de que as interações entre características consideram informação mais específica e pertinente para o domínio em questão, enquanto as interações entre requisitos não são específicas para um domínio em particular.

Zhang et al. (2005), introduz quatro tipos de dependências entre características (Figura 4.4):

- a) Refinamento: relacionamento binário de características, o qual integra características em diferentes níveis de abstração em estruturas hierárquicas;
 - Decomposição: quando uma característica é decomposta em suas características que a compõem;
 - Especialização: quando uma característica é especializada incorporando-a novos detalhes;
 - Caracterização: quando uma característica é caracterizada identificando seus atributos.
- b) Restrição: é um tipo de dependência estática entre características, mais especificamente entre a ligação dos estados das características;
 - Binário: restrições entre duas características, pode ser do tipo requer ou exclui;
 - Grupo: restrições entre grupos de características, de forma similar ao tipo anterior pode ser do tipo requer ou exclui;
 - Complexa: são restrições entre dois conjuntos de características, estende os tipos das restrições binárias a predicados de grupo.
- c) Influência: quando uma característica atribui uma responsabilidade em outra característica;
- d) Interação: quando uma característica interage com outra característica.
 - Informa: uma característica envia uma peça de informação (mensagem) para outra característica;
 - Configura-Recurso: uma característica configura um recurso usado por outra característica;
 - Configura-Meta-Nível: uma característica configura uma outra característica de acordo a uma solicitação de usuário em tempo de execução;
 - Fluxo: quando um dado é processado por uma característica e é enviada a outra característica para futuros processamentos.

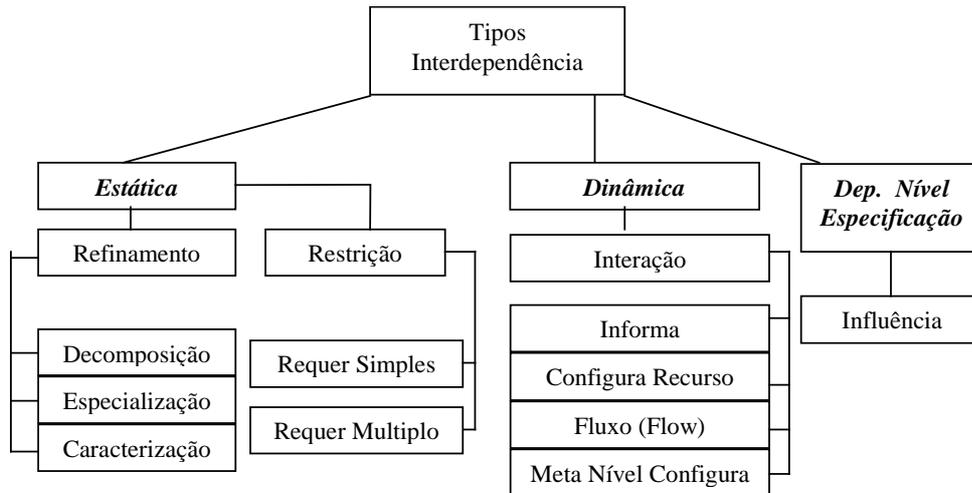


Figura 4.4 Tipos de Dependências entre Características Segundo Zhang et al. (2005)

Yuqin et al. (2006), introduz dois tipos de dependências entre características e descritas a seguir (Figura 4.5):

- a) Estática: representa relacionamentos hierárquicos e restrições estáticas entre características;
 - Decomposição: quando uma característica é decomposta em um número de características que a compõem;
 - Generalização: quando uma característica é generalizada a partir de um número de característica filho;
 - Restrição: quando uma característica é requerida ou excluída por uma outra característica.
- b) Dinâmica: representa os relacionamentos dinâmicos entre características;
 - Serial: quando dois características são ativadas imediatamente uma após a outra;
 - *Synergetic*: quando dois características são sincronizadas durante seu período ativo, é uma relacionamento serial bi-direcional;
 - Colateral: quando dois características são ativadas simultaneamente para completar a execução de outra característica;
 - Mudança: quando uma característica pode ser mudada por outra característica:
 - Estado: quando uma característica muda o estado de outra característica;

- Comportamento: quando uma característica muda o comportamento de outra característica;
- Dado: quando uma característica muda o dado enquanto este esta sendo usado por outra característica;
- Código: quando uma característica pode mudar o código de outra característica.

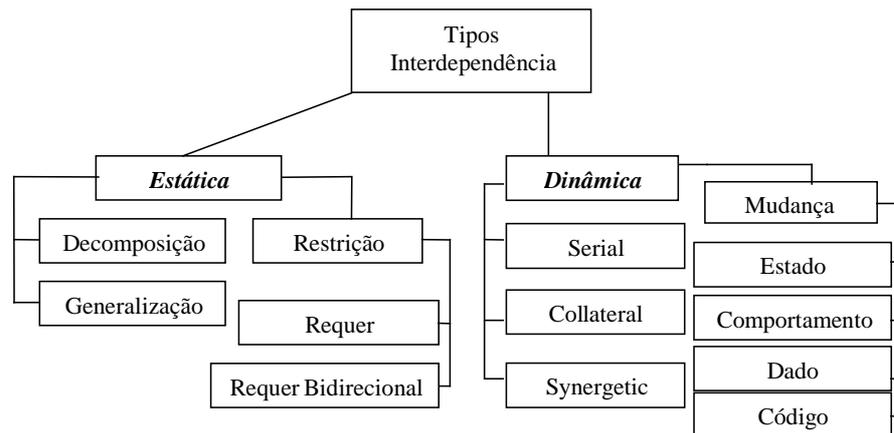


Figura 4.5 Tipos de Dependências entre Características Segundo Yuqin et al. (2006)

O enfoque que se desenvolverá visa aproveitar as vantagens de cada um dos enfoques existentes (*Interação entre Características & Requisitos*) estabelecendo uma abordagem intermediária que permitirá a identificação de interações com um grau de dificuldade e complexidade menores.

4.3 Taxonomia de Interações entre Requisitos Considerada

Várias classificações foram feitas para representar os tipos de interações entre requisitos (DAHLSTEDT, PERSSON, 2003; LIU, YEN, 1996; SHEHATA, 2005; ZHANG et al., 2006; YUQIN et al., 2006). A classificação que se apresenta na Figura 4.6 foi elaborada considerando essas classificações existentes na literatura, mais especificamente focando naqueles tipos de interações que são fundamentais e tem um efeito significativo no restante do processo de desenvolvimento de software, principalmente no projeto do software.

Dos enfoques baseados em características foram considerados os tipos de interação de dependência por que estes não consideram as interações de inconsistência ou conflito. E dos enfoques de interação entre Requisitos foram considerados os tipos de interação de

conflito. Na Tabela 4.1 é apresentada um resumo das principais características das classificações consideradas.

Tabela 4.1 Resumo das Classificações dos Tipos de Interação entre Requisitos.

Enfoque	Tipos de Requisitos Considerados	Etapa do Processo de Software	Tipos de Interações Considerados
Liu e Yen (1996)	Requisitos funcionais.	Etapa de requisitos.	Interações de conflito e dependência
Dahlstedt e Persson (2003)	Requisitos funcionais e não funcionais.	Etapa de requisitos.	Interações de conflito e dependência
Pohl (1996)	Requisitos funcionais e não funcionais.	Etapa de requisitos.	Interações de conflito e dependência
Lamsweerde et al. (1998)	Requisitos funcionais e não funcionais.	Etapa de requisitos.	Interações de conflito ou inconsistência
Shehata (2005)	Requisitos funcionais e não funcionais.	Etapa de requisitos e projeto de software	Interações de conflito e dependência
Zhang et al. (2005)	Requisitos funcionais.	Etapa de requisitos e projeto de software.	Interações de dependência
Yuqin et al. (2006)	Requisitos funcionais.	Etapa de requisitos e projeto de software.	Interações de dependência

Os tipos de interação negativos considerados neste trabalho foram extraídas principalmente do trabalho de Lamsweerde et al. (1998), no qual é apresentada uma extensa e detalhada revisão dos tipos de interação de conflito ou inconsistências. Outro trabalho importante considerado é a classificação apresentada por Shehata (2005), no qual o autor faz uma extensa revisão dos outros trabalhos e apresenta uma classificação dos principais tipos, além dos cenários sob as quais acontece cada tipo de interação. Esses tipos de interação devem ser analisados e, em alguns casos, resolvidos e eliminados antes de passar às etapas subsequentes do processo de desenvolvimento.

Os tipos de interação positivos e estáticos considerados foram extraídos principalmente dos trabalhos de Zhang et al. (2006) e Yuqin et al. (2006); nesses trabalhos são apresentados os tipos de interação que têm influência e que devem ser considerados nas atividades de implementação dos requisitos. Estes tipos de interações dão uma idéia da arquitetura do software a ser construído, isto porque evidenciam as dependências entre os requisitos.

Alguns tipos de interação mencionados nas classificações anteriores não foram considerados por que não foi possível encontrar as regras ou guias que nos permitam

identificar quando acontece e como detectar estas interações. Os tipos de interação não considerados serão incorporados em trabalhos futuros.

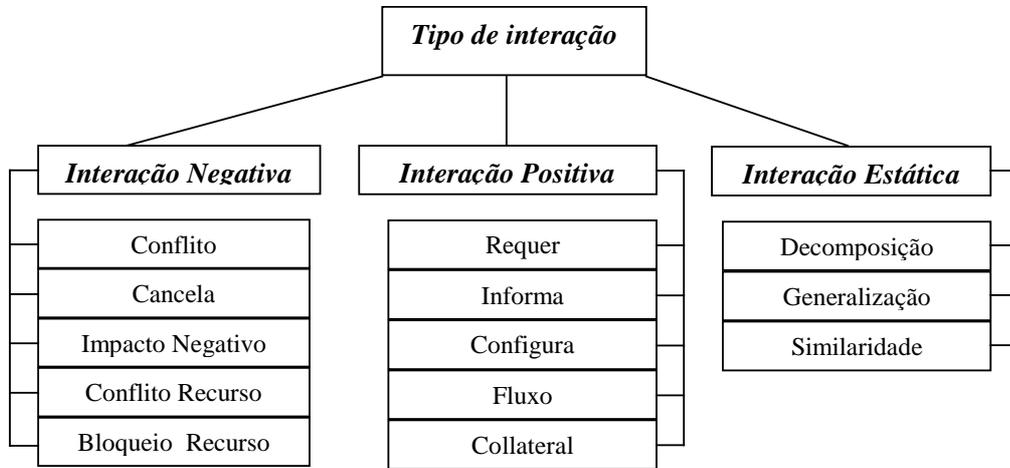


Figure 4.6 Taxonomia de Interação de Requisitos

Na Tabela 4.2 apresenta-se uma descrição mais detalhada dos tipos de interação considerados. Cada um dos tipos de interação é apresentado com o respectivo exemplo. Para esses exemplos foram utilizados os estudos de caso apresentados no Capítulo 7.

Dado um conjunto de Requisitos **R** e um conjunto de Recursos **RC**.

RC: Os recursos que são consumidos e acessados pelos requisitos na sua execução.

R_x e **R_y**: Os Requisitos que interagem num ambiente **E**.

Existe uma interação se alguma conclusão **C** pode ser inferida depois de incluir ambos os requisitos no conjunto de requisitos **R**.

E, R_x, R_y |= C

Tabela 4.2 Tipos de Interação Considerados pelo Método Proposto

<i>Tipo De Interação Geral</i>	<i>Tipo De Interação Especifica</i>	<i>Descrição</i>	<i>Exemplo</i>
<p><i>Interação Negativa</i></p> <p>$E, Rx, Ry \neq C$</p> <p>$C \neq False$</p> <p><i>False</i> é derivado da conjunção dos requisitos.</p>	Incrementar a satisfação de R_x diminui a satisfação de R_y .		
	Conflito	Sejam R_x e R_y , existe uma condição $B \in E$ (evento) que pode causar um conflito.	<p><u>As Casas Inteligentes:</u> P2-R6.1 → P2-R6.2.</p> <p>P2-R6.1 Aumentar/diminuir a temperatura ambiente dentro da casa a uma temperatura pré-definida quando as leituras dos termostatos são diferentes desta temperatura pré-definida.</p> <p>P2-R6.2 Os ocupantes podem definir um programa para aumentar/diminuir a temperatura da casa em intervalos de tempo pré-definidos.</p> <p>Se um ocupante da casa estabelece uma temperatura pré-definida; e um outro ocupante define outra temperatura para um intervalo de tempo; então se as duas temperaturas são diferentes, os dois requisitos estão em conflito.</p>
	Cancela ou Anula (Override)	Quando a execução de R_x se sobrepõe e cancela a execução de R_y .	<p><u>O Elevador:</u> P1-R14 → P1-R5.</p> <p>P1-R14 Quando o elevador é sobrecarregado, a porta não se fechará.</p> <p>P1-R5 Quando as portas do elevador forem abertas, fechar-se-ão automaticamente após d unidades de tempo.</p> <p>Quando as portas do elevador forem abertas, o fechamento será cancelado quando o elevador estiver sobrecarregado.</p>
Impacto Negativo	Quando a execução de R_x se sobrepõe, mas não cancela a execução de R_y .	<p>R_y sofre um impacto negativo na sua execução por parte de R_x.</p>	<p><u>As Casas Inteligentes:</u> P2-R8.1 → P2-R8.2</p> <p>P2-R8.1 Aumentar/diminuir a intensidade de luz para equivaler ao aumento/redução de um regulador de luz.</p> <p>P2-R8.2 Aumentar a intensidade de luz em uma certa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos quando um sinal de PIR positivo é recebido daquela parte durante a noite.</p> <p>Quando um sinal positivo do sensor de movimento PIR for recebido, a intensidade de luz definida através do regulador será impactada negativamente.</p>

	Bloqueio Recurso	Quando a execução de R_x e R_y toma por completo e bloqueia RC a outros requisitos em execução.	<u>As Casas Inteligentes:</u> P2-R15.1 → P2-R15.2 P2-R15.1 Ligar automaticamente o ventilador da cozinha quando o sensor de umidade é disparado. P2-R15.2 Desligar automaticamente o ventilador de cozinha quando o sinal de umidade é perdido durante 20 minutos enquanto o ventilador é ligado. Quando se tem uma situação onde o nível de umidade sofre variações constantes, estes dois requisitos se executarão sequencialmente, bloqueando o sensor de umidade a outros requisitos.
	Conflito Recurso.	R_x e R_y acessam o mesmo recurso RC simultaneamente.	<u>As Casas Inteligentes:</u> P2-R8.2 → P2-R1.5 P2-R8.2 Aumentar a intensidade de luz em uma certa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos quando um sinal de PIR positivo é recebido daquela parte durante a noite. P2-R1.5 O alarme contra intrusos pode ser disparado por um sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR) que indica movimento em algumas áreas. O Alarme de Intrusos pode não ser disparado, se o valor do sinal recebido do Sensor PIR é mudado por P2-R8.2 quando a intensidade de luz for aumentada ao máximo.
<p>Interação Positiva</p> <p>E, R_x, R_y = C</p> <p>C = False</p> <p>False não é derivado da conjunção dos requisitos.</p>	Incrementar a satisfação de R_x incrementa a satisfação de R_y .		
	Requer	R_x para sua execução requer de R_y . R_x requer R_y para funcionar.	<u>E-mails:</u> P4-R10 → P4-R1 P4-R10 Os e-mails enviados devem ser criptografados. P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. Para que um e-mail seja criptografado, este deve ter sido enviado por algum usuário.
	Informa	R_x envia uma peça de informação a R_y para indicar que certa condição foi alcançada. Tipo de interação direta.	<u>E-mails:</u> P4-R2 → P4-R3 P4-R2 Detectar e-mails no caso de algum e-mail ser enviado. P4-R3 Salvar uma cópia do e-mail enviado na caixa de e-mails enviados. Quando um e-mail é detectado, este informa para que o e-mail seja salvo na caixa de mensagens enviadas.
	Configura	R_x e R_y interagem através de um recurso RC , R_x configura o RC que é acessado por R_y . Tipo de interação indireta.	<u>E-mails:</u> P4-R5 → P4-R1 P4-R5 O envio de e-mails será via o protocolo SMTP. P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. O envio de e-mails é via o protocolo SMTP. O protocolo SMTP é um recurso.

	Fluxo	R_x processa um dado que é passado a R_y a traves de um fluxo (Flow). Dados, controle.	<i>E-mails:</i> P4-R1 → P4-R2 P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. P4-R2 Detectar e-mails no caso de algum e-mail ser enviado. Quando um e-mail é enviado, este tem que ser detectado para que seja salvo na caixa de mensagens enviadas.
	Collateral	R_x e R_y são ativados simultaneamente para completar a execução de R_z .	<i>E-mails:</i> P4-R1 → P4-R10, P4-R6 P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. P4-R10 Os e-mails enviados devem ser criptografados. P4-R6 Receber os e-mails enviados por outros usuários. Quando um e-mail é enviado por um usuário, este deve ser criptografado e recebido por outro usuário.
Interação Estática	R_x e R_y têm uma relação de especialização ou generalização.		
E, R _x , R _y = C C = False False não é derivado da conjunção dos requisitos.	Decomposição	Quando um R_x pai é decomposto em um número de Requisitos filho (R_x : R_{x1} , R_{x2} ,..., R_{xn} . $n > 0$), a relação entre pai e filhos é denominada de Decomposição.	<i>E-mails:</i> P4-R4 → P4-R4.1, P4-R4.2, P4-R4.3. A edição de e-mails é decomposta em Copiar (P4-R4.1), Colar (P4-R4.2) e Cortar (P4-R4.3).
	Generalização	Quando um R_x pai é generalizado desde um numero de Requisitos filho (R_x : R_{x1} , R_{x2} ,..., R_{xn} . $n > 0$), a relação entre filho e pai é denominada de Generalização.	<i>E-mails:</i> P4-R11 → P4-R11.1, P4-R11.2. O movimento da tecla de direção para edição pode ser nos sentidos: movimento horizontal (P4-R11.1) e vertical (P4-R11.2).
	Similaridade	R_x é similar a R_y .	

4.4 Considerações Finais

Neste Capítulo foi apresentada uma descrição das principais classificações dos tipos de interação entre requisitos existentes na literatura. Entre esses tipos de interação foi percebida uma clara diferenciação entre dois tipos de interação, os do tipo positivo e os do tipo negativo. Baseada nas classificações descritas foi elaborada uma classificação que será considerada e utilizada pelo enfoque de detecção de interações proposto neste trabalho.

5 Método de Identificação de Interações entre Requisitos Proposto

5.1 Especificação de Requisitos Baseado em Eventos

Diversas técnicas e ferramentas de *elicitação* de requisitos foram propostas, todas estas solucionam um grande número dos problemas relacionados ao levantamento de requisitos. Não obstante, alguns dos problemas ainda necessitam de solução, e entre estes temos as dificuldades do usuário em saber o que ele realmente precisa, conflitos de interesse entre usuários e desenvolvedores e, conseqüentemente, dificuldade em organizar e especificar os requisitos com um maior nível de detalhamento para o desenvolvimento futuro ainda constituem um desafio a ser superado. Na maioria das vezes os requisitos são *especificados* sem a prévia resolução destes problemas e estes são propagados à etapa de implementação, gerando assim instabilidade nas atividades do ciclo de desenvolvimento do software.

*O foco deste trabalho não é propor uma técnica que solucione os problemas relacionados ao processo de levantamento de requisitos; mas sim propor um enfoque que tenta explicitar as diversas interações entre o conjunto de **requisitos já levantados**, esta explicitação facilita a resolução de alguns dos problemas, principalmente as inconsistências ou conflitos, além de que permite melhorar o nível de detalhamento destes requisitos.*

A maioria dos problemas nesta etapa se apresentam na forma de interações entre o conjunto de requisitos. Algumas destas interações têm um impacto crítico sobre os outros requisitos e devem ser solucionados, os outros têm uma influência positiva e devem ser considerados nas etapas de projeto e implementação. Então para resolver estes problemas é preciso conhecer estas interações, além dos seus tipos.

Com o propósito de explicitar estas interações é preciso especificar cada um dos requisitos baseado nos atributos que o descrevem. A especificação permite descrever cenários sob as quais acontece uma interação entre dois requisitos, além de criar regras de detecção de interação (Ver Seção 5.4). A escolha de cada um dos atributos foi baseada nos seguintes fatos:

- a) *Evento*; o fato que estimula a execução do requisito ou é um produto da execução deste;
- b) *Ação*: é a atividade ou operação que deve ser realizada durante a execução do requisito;

- c) *Objeto*; a execução de um requisito causa a mudança de estado do(s) objeto(s) envolvido(s) neste;
- d) *Recurso*; a execução de um requisito faz uso de instrumentos ou ferramentas externas ao sistema;
- e) *Agente*; A entidade com a função de solicitar ou executar o requisito.

No enfoque proposto um requisito é descrito e representado como um conjunto de atributos. Por exemplo, o requisito P1-R1 do Sistema do Elevador:

- *Requisito*: Detectar o e-mail caso algum e-mail for enviado.
 - *Evento*: Pressionar o botão de chamada, O elevador é chamado desde o andar K;
 - *Ação*: Chamar o elevador;
 - *Objeto*: O elevador;
 - *Pré-estado*: O elevador não chamado.
 - *Pós-estado*: O elevador chamado.
 - *Recurso*:
- *Agente*: Usuário.

A seguir se apresenta outro exemplo de identificação dos atributos do requisito **P4-R2** do estudo de caso do Sistema Gerenciador de E-Mails, este exemplo é apresentado com maior detalhe na Seção 7.4.

- *Requisito*: Detectar o e-mail caso algum e-mail for enviado.
 - *Evento*: E-mail enviado;
 - *Ação*: Detectar e-mail enviado;
 - *Objeto*: E-mail;
 - *Pré-estado*: E-mail enviado.
 - *Pós-estado*: E-mail detectado.
 - *Recurso*:
 - *Agente*: Usuário.

Dos atributos listados, os eventos têm uma importância maior; isto pelo fato de que na Análise Orientada a Objetos, o comportamento do sistema, ou seja as interações entre os diferentes objetos se dá principalmente na ocorrência de algum evento gerado por um outro objeto ou alguma entidade externa ao sistema. Na Seção 5.2 se dão definições mais detalhadas

destes atributos. Estes atributos foram considerados nas pesquisas realizadas por Shehata (2005) e El-Ansary (2002)

A identificação dos eventos nas primeiras etapas do ciclo de desenvolvimento de software, principalmente na **ER**, também nos permite conhecer e detectar as diferentes interações que existem entre o conjunto de requisitos, e posteriormente conhecer o conjunto de interações entre os diferentes objetos ou entidades do sistema.

A continuação se apresenta algumas razões pelas quais é importante descrever os requisitos em função dos eventos que estes controlam:

- a) A execução de um *requisito* produz algum resultado (*evento*);
- b) Os *eventos* estimulam a execução da *ação* executada pelo requisito;
- c) Os *eventos* causam a execução de uma *funcionalidade* ou a criação de um *objeto*;
- d) Todas as *funcionalidades* no sistema são como resposta à presença ou ocorrência de um *evento*;
- e) Os *objetos* do sistema interagem a traves de *eventos*.

O conhecimento dos eventos e ações envolvidas em cada um dos requisitos de software, nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento de software possibilita ter uma melhor rastreabilidade da implementação dos requisitos (eventos e ações) em posteriores etapas do ciclo de desenvolvimento.

El-Ansary (2002) identificou as seguintes razões pelas quais a modelagem ou desenvolvimento de sistemas deveria ser dirigida por Eventos e não por Casos de Uso:

- A criação de um objeto é um evento;
- O uso do sistema é possível depois da criação dele;
- Os objetos ou entidades interagem a traves de eventos.

Em conclusão, o comportamento do sistema se baseia na ocorrência ou disparo de algum evento.

5.2 Definição dos Conceitos ou Atributos Usados pelo Enfoque

A continuação se apresenta as definições dos elementos utilizados pelo enfoque. Algumas das definições apresentadas nesta Seção foram extraídas de Modelagem Dinâmica Orientada a Objetos: Uma Análise Comparativa de Técnicas de (BUSTOS, HEUSER, 1995) e a Especificação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) (BPMN, 2006).

5.2.1 Evento

Um evento pode ser entendido como os incidentes ou fatos acontecidos dentro ou fora do próprio objeto, os fatos podem ser gerados por outros objetos ou ainda podem ser gerados no exterior do sistema. Estes usualmente têm uma causa e um impacto.

Podem ser considerados eventos: o início de uma atividade, o fim de uma atividade, uma mensagem, *principalmente a mudança de estado de um documento ou um objeto*, etc.

A seguir se amostra uma listagem dos principais tipos de eventos identificados como necessários para o nosso trabalho, os quais nos ajudaram na tarefa de identificação de cada um dos eventos envolvidos em cada um dos requisitos; os tipos apresentados foram extraídas e adaptadas da Especificação BPMN, adotada pela OMG (*Business Process Modeling Notation*) (BPMN, 2006).

Tipos de eventos:

- a) **Mensagem** (*message*), uma mensagem pode chegar como produto de um objeto ou requisito (source) e iniciar a execução de outro requisito (target), ou ser o produto da execução deste último;
- b) **Tempo** (*time*), algumas propriedades ou ações de um requisito podem-se ativar depois de um tempo **T**; são dependentes do tempo (p.ex. Todas as segundas feiras às 9:00 am.);
- c) **Regra** (*rule*), este tipo de evento se dispara quando a condição para uma regra dada é verdadeira (p.ex. Temperatura acima de 300° C.); geralmente são propriedades que devem ser preservadas durante o funcionamento do sistema;

- d) **Link**, este é um mecanismo para conectar o resultado da execução de um requisito (produto) a outro requisito. Algum produto ou dado (*input*) que será processado por uma ação que afetará ou alterará o estado de algum objeto;
- e) **Múltiplo**, existem múltiplas formas de executar um requisito, somente uma será necessária; o evento pode estar composto da combinação de outros eventos mais simples (condição);
- f) **Cancela** (*cancel*), este tipo de evento se aplica sobre uma ação de um requisito; se o requisito recebe um evento de tipo **cancela**, a ação que estiver em execução se cancela automaticamente ou sofre um efeito negativo (retardar a execução da ação).

Para efeitos do trabalho cada um dos tipos de eventos listados acima pode ser categorizado como um evento de entrada ou de saída (Input/ Output):

- **Input**, quando o evento estimula a execução de uma ação;
- **Output**, quando o evento é produto do resultado da execução de uma ação.

5.2.2 Ação

São atividades ou operações que devem ser realizadas durante a execução do requisito pelos objetos envolvidos, tais como cálculos, geração de eventos para outro (s) objeto (s) do sistema ou agente (s) externo (s) ao mesmo, modificação de atributos ou de outros objetos.

5.2.3 Objetos

A execução de um requisito causa a mudança de estado do(s) objeto(s) envolvido(s) neste. Estes objetos têm estágios dentro do seu ciclo de vida.

- *Pré-estado*, o estado inicial;
- *Pós-estado*, o estado depois da execução de alguma ação.

5.2.4 Recurso

Instrumentos ou ferramentas utilizadas, os recursos que cada requisito precisa para completar a sua execução.

5.2.5 Agente

A entidade com a função de executar alguma *ação*. “Solicitante da ação”

5.3 Especificando Requisitos Usando Eventos

5.3.1 Atributos Básicos de Requisitos

Uma vez que cada um dos requisitos é descrito e listado textualmente, posteriormente devem ser descompostos e representados como seqüência de atributos que consistem de eventos, ações, objetos, recursos e agentes. Ver Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Atributos de um Requisito

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
IDR	O identificador do requisito.
Descrição	A descrição do requisito.
Evento	São os incidentes ou fatos acontecidos dentro ou fora de um objeto. Estes usualmente têm uma causa e um impacto.
Ação	É a atividade realizada durante a execução do requisito
Objeto	Os objetos envolvidos na execução de um requisito.
Recurso	Instrumentos ou ferramentas utilizadas pelo requisito para completar a sua execução.
Agente	A entidade com a função de executar alguma ação. "Solicitantes da ação"

5.3.2 O Papel dos Eventos na Interação entre Requisitos

Cada um dos eventos identificados pode ser categorizado como de entrada ou de saída (*input / output*), dependendo se o evento é ou não produzido por alguma ação dentro do requisito. Um evento pode estimular a execução de uma ação, ou causar algum efeito sobre esta (p.ex. cancelar a execução de uma ação). Um evento pode também ser o produto da execução de uma ação.

Segundo a Especificação BPMN (BPMN, 2006), um evento pode ser ou causar a mudança de estado de um objeto.

Para pesquisar os possíveis papéis dos eventos no conjunto de interações entre requisitos, é preciso entender melhor a definição e descrição de cada um destes. Baseado nesta observação se identificou a necessidade de especificar um evento. Para isto cada requisito tem um conjunto de eventos associados, e é preciso especificar cada um deles. Ver as Tabelas 5.2 e 5.3.

Tabela 5.2 Atributos Básicos de um Evento

<i>ID</i>	<i>Descrição</i>	<i>Requisitos Relacionados</i>
O identificador do evento	A descrição do evento	Os requisitos relacionados a este evento.

Tabela 5.3 Relacionando Eventos e Requisitos

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
IDE	O identificador do evento.
IDR	O identificador do requisito.
Tipo	Mensagem, Tempo, Regra, Link, Múltiplo e Cancela (BPMN, 2006).
Categoria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Input: estimula uma ação no requisito. ▪ Output: gerado por uma ação no requisito.
Ação	A Atividade que gera ou é estimulada pelo evento.
Objeto	<p>O evento causa mudanças de estado de algum objeto.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pré-estado. ▪ Pós-estado.
Recurso	Recurso estimulado ou utilizado pelo evento.

Por exemplo, o evento P1-E1 do requisito P1-R1 do Sistema do Elevador:

- *Evento*: Pressionar o botão de chamada.
- *ID Evento*: P1-E1;
- *ID Requisito*: P1-R1;
- *Tipo Evento*: Mensagem;
- *Categoria Evento*: Input;
- *Ação*: Chamar o elevador.
- *Objeto*: O elevador;
 - *Pré-estado*: O elevador não chamado.
 - *Pós-estado*: O elevador chamado.
- *Recurso*:

As Figuras 5.1 e 5.1b ilustram o papel dos eventos e ações na interação entre os requisitos. Na Figura 5.1a, o Requisito **R1** executa a ação **R1A1**; **R1A1** gera (output) o evento **R1E1**. No outro lado o Requisito **R2** executa a ação **R2A1**, **R2A1** é estimulada ou cancelada pelo evento **R1E1** (input).

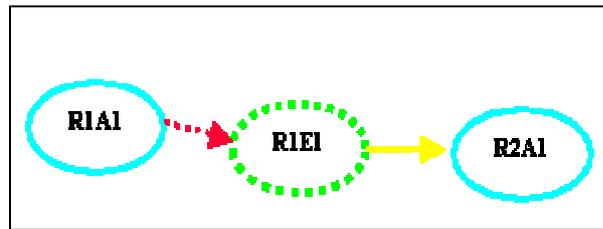


Figura 5.1a O Papel dos Eventos na Interação entre Requisitos

Na Figura 5.1b o evento **E1** estimula ou cancela as ações **R1A1** e **R2A1** dos requisitos **R1** e **R2** respectivamente. Os eventos produzidos em **R1** e **R2** podem ser iguais.

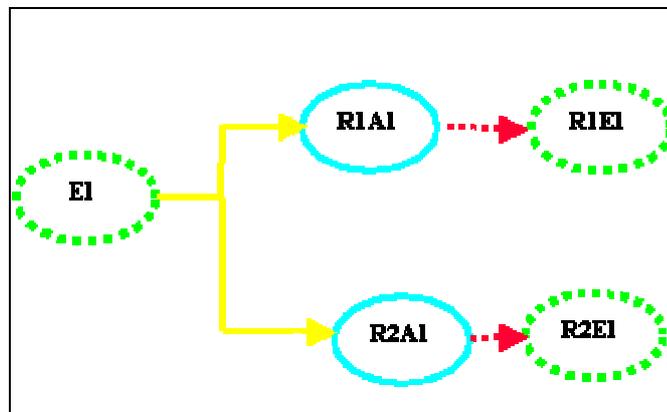


Figura 5.1b O Papel dos Eventos na Interação entre Requisitos

Analisado o papel dos eventos na interação entre requisitos pode se concluir que requisitos interagem através de eventos e ações comuns. Nos seguintes parágrafos se apresentam exemplos de interação descrevendo estes dois cenários:

- **Requisitos interagem através de eventos comuns.**
 - **P1-R1: *O elevador é chamado*** pressionando um botão de chamada desde qualquer andar K ou desde o interior do elevador.
 - **P1-R3:** Quando o elevador passa pelo andar K, e *há uma chamada* para este andar, a seguir o elevador parará no andar K.
 - **P1-R1 *informa* P1-R3:** O evento “*chamada ao elevador*” possibilita a interação entre estes dois requisitos.

- **Requisitos interagem através de ações comuns.**
 - **P1-R5:** Quando as portas do elevador forem abertas, *fechar-se-ão automaticamente* após d unidades de tempo.
 - **P1-R14:** Quando o elevador é sobrecarregado, *a porta não se fechará*.

- **P1-R14 cancela P1-R5:** A ação “fechar as portas do elevador” possibilita a interação entre estes dois requisitos.

5.4 Regras de Detecção de Interações entre Requisitos

Diversos tipos de interações entre requisitos têm sido definidas na literatura, no entanto se consideraram aqueles que terão uma influência nas fases posteriores do ciclo de desenvolvimento, tal como mostradas na Figura 4.6. Para cada um destes tipos definidos foi criada um conjunto de regras de detecção de interação, que envolve cada um dos atributos definidos nas Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3. Todas as regras identificadas foram elaboradas baseadas no seguinte *template*:

```
WHEN <Event>
(IF <Pre-condition >); relaciona os objetos, eventos, ação e recursos de dois requisitos.
THEN <Interaction Type>
```

Dependendo do tipo de evento ou ação que afeta ou relaciona dois requisitos pode-se conhecer os tipos de interação existentes entre estes. A seguir nas Tabelas 5.4 a 5.16 se apresentam as regras identificadas para alguns dos tipos de interação.

Para cada um dos tipos de interação foram identificados alguns cenários que exemplificam e mostram quando e por que acontece uma interação, além de como detectá-la. Para os exemplos, se utilizaram os estudos de caso apresentados no Capítulo 7. Também são apresentadas as diversas etapas do ciclo de desenvolvimento de software afetadas, além de como e por que estes diferentes tipos de interação influenciam nestas.

Dado um conjunto de Requisitos **R** e Recursos **RC**.

- RC:** Os recursos utilizados ou acessados pelos requisitos na sua execução;
- R_x e R_y:** os requisitos que podem interagir num ambiente **E**;
- Evento:** é um dos eventos que estimula ou é produzido no funcionamento do sistema;
- Evento_X:** é o evento que estimula ou é produzido pelo requisito **R_x**;
- Evento_Y:** é o evento que estimula ou é produzido pelo requisito **R_y**;
- Tipo:** é o tipo do evento (Mensagem, Tempo, Regra, Link, Múltiplo e Cancela);
- Categoria:** é a categoria do evento (Input, Output);
- Ação:** é a ação executada em **R_x** ou **R_y**;
- Objeto:** é o objeto envolvido na execução de **R_x** ou **R_y**;
- Pré-Estado:** é o Pré-estado do objeto envolvido na execução de **R_x** ou **R_y**;

- k) **Pós-Estado**: é o Pós-estado do objeto envolvido na execução de **Rx** ou **Ry**;
- l) **Recurso**: é o recurso utilizado na execução de **Rx** ou **Ry**.

5.5.1 Regras de Detecção de Interações Negativas

Tabela 5.4 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Conflito

Tipo de Interação	Conflito
Descrição	Sejam Rx e Ry, existe uma condição $B \in E$ (evento) que pode causar um conflito.
Cenário de Interação	Rx e Ry são estimulados pelo mesmo evento e compartilham a mesma ação e o mesmo objeto (pré-estado), com a diferença que o objeto de Rx tem diferente pós-estado que o objeto de Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação afeta todas as fases, mas principalmente a fase de <i>Requisitos</i> . Estas interações devem ser analisadas e resolvidas nesta fase, por que o avanço das atividades restantes depende da resolução destes problemas.
Regra	Exemplo
<pre> Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Ry.Evento_Y.Categoria) AND (Rx.Evento_X.Ação = Ry.Evento_Y.Ação) AND (Rx.Evento_X.Objeto = Ry.Evento_Y.Objeto) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pré-Estado = Ry.Evento_Y.Objeto.Pré-Estado) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pós-Estado != Ry.Evento_Y.Objeto.Pós-Estado) } THEN Rx Conflito Ry </pre>	<p>As Casas Inteligentes: P2-R6.1 → P2-R6.2</p> <p>P2-R6.1 Aumentar/diminuir a temperatura ambiente dentro da casa a uma temperatura pré-definida quando as leituras dos termostatos são diferentes desta temperatura pré-definida.</p> <p>P2-R6.2 Os ocupantes podem definir um programa para aumentar/diminuir a temperatura da casa em intervalos de tempo pré-definidos.</p> <p>Se um ocupante da casa estabelece uma temperatura pré-definida; e um outro ocupante define outra temperatura para um intervalo de tempo; então se as duas temperaturas são diferentes, os dois requisitos estão em conflito.</p>

Tabela 5.5 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Cancela

Tipo de Interação	Cancela ou Anula (Override)
Descrição	Quando a execução de Rx se sobrepõe e cancela a execução de Ry.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, quando o evento que estimula Rx cancela a ação executada em Ry. Rx e Ry compartilham a mesma ação e o mesmo objeto (diferente pós-estado).
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisada e resolvida nesta fase, por que o requisito afetado pode nunca ser executado.
Regra	Exemplo
<pre> Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y != Evento) AND (Rx.Evento_X.Tipo = Cancel) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Ação = Ry.Evento_Y.Ação) AND (Rx.Evento_X.Objeto = Ry.Evento_Y.Objeto) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pré-Estado = Ry.Evento_Y.Objeto.Pré-Estado) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pós-Estado != Ry.Evento_Y.Objeto.Pós-Estado) } THEN Rx Cancela Ry </pre>	<p>O Elevador: P1-R13 → P1-R8</p> <p>P1-R13 Quando algo obstrui a porta, o elevador interrompe o processo de fechar a porta e reabre as portas.</p> <p>P1-R8 Contanto existam chamadas não atendidas, o elevador atenderá estas chamadas.</p> <p>Quando as portas do elevador estão obstruídas, o elevador não pode atender as chamadas recebidas.</p>

Tabela 5.6 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Cancela

Tipo de Interação	Cancela ou Anula (Override)
Descrição	Quando a execução de Rx se sobrepõe e cancela a execução de Ry.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, quando o evento produzido em Rx cancela a ação executada em Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisada e resolvida nesta fase, por que o requisito afetado pode nunca ser executado. Implementação: Este tipo de interação deve ser implementando através da verificação das condições do ambiente; ou seja, para a execução de um ou outro requisito é preciso verificar as condições ou eventos que o cancelam.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Output) AND (Ry.Evento_Y.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Tipo = Cancel) } THEN Rx Cancela Ry	O Elevador: P1-R14 → P1-R5 P1-R14 Quando o elevador é sobrecarregado, a porta não se fechará. P1-R5 Quando as portas do elevador foram abertas, fechar-se-ão automaticamente após d unidades de tempo. Quando as portas do elevador foram abertas, o fechamento é cancelado quando o elevador é sobrecarregado.

Tabela 5.7 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Cancela

Tipo de Interação	Cancela ou Anula (Override)
Descrição	Quando a execução de Rx se sobrepõe e cancela a execução de Ry.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, ambos os requisitos são estimulados simultaneamente pelo mesmo evento, compartilham o mesmo objeto (pré-estado); então, a ação de Rx pode cancelar a ação de Ry. A ação de Rx é diferente da ação de Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisada e resolvida nesta fase, por que o requisito afetado pode nunca ser executado. Implementação: Este tipo de interação deve ser implementando através da verificação das condições do ambiente; ou seja, para a execução de um ou outro requisito é preciso verificar as condições ou eventos que o cancelam.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Ry.Evento_Y.Categoria) AND (Rx.Evento_X.Ação != Ry.Evento_Y.Ação) AND (Rx.Evento_X.Objeto = Ry.Evento_Y.Objeto) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pré-Estado = Ry.Evento_Y.Objeto.Pré-Estado) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pós-Estado != Ry.Evento_Y.Objeto.Pós-Estado) } THEN Rx Cancela Ry	As Casas Inteligentes: P2-R1.2 → P2-R1.3 P2-R1.2 Os ocupantes podem desativar o alarme contra intrusos do interior da casa usando o switch do alarme. P2-R1.3 O alarme contra intrusos, pode ser disparada por um sensor de tubos magnéticos que indica que uma janela foi aberta. Se o Alarme de Intrusos esta ativada e um ocupante a desativa enquanto uma janela é aberta, então não será possível dispará-lo.

Tabela 5.8 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Impacto Negativo

Tipo de Interação	Impacto Negativo
Descrição	Quando a execução de Rx se sobrepõe, mas não cancela a execução de Ry. Ry sofre um impacto negativo na sua execução por parte de Rx.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, ambos os requisitos são estimulados simultaneamente pelo mesmo evento, compartilham o mesmo recurso; então, a ação de Rx pode ter um Impacto Negativo sobre a ação de Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisado nesta fase, por que é preciso identificar as condições que impactam negativamente no requisito afetado. Implementação: As condições identificadas na fase de Requisitos devem ser analisadas, com a finalidade de que o efeito de estas sobre o requisito afetado seja reduzido e controlado.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Ry.Evento_Y.Categoria) AND (Rx.Evento_X.Resource = NOT NULL) AND (Rx.Evento_X.Resource = Ry.Evento_Y.Resource) } THEN Rx Impacto Negativo Ry	As Casas Inteligentes: P2-R1.5 → P2-R8.2 P2-R1.5 O alarme contra intrusos, pode ser disparada por um sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR) que indica movimento em algumas áreas. P2-R8.2 Aumentar a intensidade de luz em uma parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos quando um sinal de PIR positivo é recebido daquela parte durante a noite. A Intensidade da Luz e o Alarme contra Intrusos serão ativados quando o Sensor de movimento PIR for positivo; então, P2-R1.5 pode retardar a execução de P2-R8.2 ou vice-versa.

Tabela 5.9 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Impacto Negativo

Tipo de Interação	Impacto Negativo
Descrição	Quando a execução de Rx se sobrepõe, mas não cancela a execução de Ry. Ry sofre um impacto negativo na sua execução por parte de Rx.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, ambos os requisitos são estimulados simultaneamente pelo mesmo evento, compartilham o mesmo objeto (pré-estado); então a ação de Rx pode ter um Impacto Negativo sobre a ação de Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisada nesta fase, por que é preciso identificar as condições que impactam negativamente no requisito afetado. Implementação: As condições identificadas na fase de Requisitos devem ser analisadas, com a finalidade de que o efeito de estas sobre o requisito afetado seja reduzido e controlado.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Ry.Evento_Y.Categoria) AND (Rx.Evento_X.Ação != Ry.Evento_Y.Ação) AND (Rx.Evento_X.Objeto = Ry.Evento_Y.Objeto) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pré-Estado = Ry.Evento_Y.Objeto.Pré-Estado) AND (Rx.Evento_X.Objeto.Pós-Estado= Ry.Evento_Y.Objeto.Pós-Estado) } THEN Rx Impacto Negativo Ry	As Casas Inteligentes: P2-R8.1 → P2-R8.2 P2-R8.1 Aumentar/diminuir a intensidade de luz para equivaler ao aumento/redução de um regulador de luz. P2-R8.2 Aumentar a intensidade de luz em uma certa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos quando um sinal de PIR positivo é recebido daquela parte durante a noite. Quando um sinal positivo do Sensor de movimento PIR é recebido, a Intensidade de Luz definida através do regulador será impactada negativamente. <u>E-mails:</u> P4 - R4 -> P4 - R11

	<p>P4 - R4 Editar a mensagem enviada no e-mail (copiar, colar cortar).</p> <p>P4 - R11 O movimento da tecla de direção para edição pode ser nos sentidos Horizontal e vertical.</p> <p>A edição da mensagem do e-mail pode retardar o movimento das teclas de direção, por que a edição faz uso de um recurso (Clipboard).</p>
--	--

Tabela 5.10 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Conflito Recurso

Tipo de Interação	Conflito Recurso
Descrição	Rx e Ry acessam o mesmo recurso RC simultaneamente.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, ambos os requisitos acessam ao mesmo recurso simultaneamente; então, os dados processados pela ação de Rx podem ser inconsistentes com os dados processados pela ação de Ry. Os eventos que estimulam Rx e Ry podem ser os mesmos.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisado nesta fase, por que é preciso identificar os recursos que podem possibilitar um conflito no uso dos recursos. Implementação: A utilização dos recursos compartilhados deve ser implementado através de algoritmos que controlem o acesso simultâneo a estes.
Regra	Exemplo
<pre> Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y != Evento) AND (Rx.Evento_X.Resource = NOT NULL) AND(Rx.Evento_X.Resource = Ry.Evento_Y. Resource) } THEN Rx Conflito Recurso Ry </pre>	<p>As Casas Inteligentes: P2 - R8.2 → P2 - R1.5</p> <p>P2-R8.2 Aumentar a intensidade de luz em uma certa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos quando um sinal de PIR positivo é recebido daquela parte durante a noite.</p> <p>P2-R1.5 O alarme contra intrusos, pode ser disparado por um sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR) que indica movimento em algumas áreas.</p> <p>O Alarme de Intrusos pode não ser disparado, se é que o valor do sinal recebido do Sensor PIR é mudado por P2-R8.2 quando a intensidade de luz foi aumentada ao máximo.</p>

Tabela 5.11 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Bloqueio Recurso

Tipo de Interação	Bloqueio Recurso
Descrição	Quando a execução de Rx e Ry toma por completo e bloqueia o recurso RC a outros requisitos em execução.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry; se Rx é estimulada por algum evento e sua ação produz o evento que estimula Ry, e a ação de Ry produz o evento que estimula Rx; então, Rx e Ry entram num ciclo infinito de interação. Os dois requisitos compartilham o mesmo recurso. IF { Rx requer Ry AND Ry requer Rx } THEN Rx Bloqueio Recurso Ry
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisado nesta fase, por que é preciso identificar os recursos que podem possibilitar um conflito ou bloqueio no uso dos recursos. Implementação: A utilização dos recursos compartilhados deve ser implementado através de algoritmos que controlem o acesso a estes, com a finalidade de evitar o bloqueio ou falha destes.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento_1, Evento_2; Evento_1 != Evento_2 IF { (Rx.Evento_X1 = Evento_1 AND Ry.Evento_Y1 = Evento_1) AND (Rx.Evento_X2 = Evento_2 AND Ry.Evento_Y2 = Evento_2) AND (Rx.Evento_X1.Resource = NOT NULL) AND (Rx.Evento_X1.Resource = Ry.Evento_Y2.Resource) AND (Rx.Evento_X1.Categoria = OutPut AND (Ry.Evento_Y1.Categoria = InPut) AND (Ry.Evento_Y2.Categoria = OutPut AND Rx.Evento_X2.Categoria = InPut) } THEN Rx Bloqueio Recurso Ry	As Casas Inteligentes: P2 - R15.1 → P2 - R15.2 P2-R15.1 Ligar automaticamente o ventilador da cozinha quando o sensor de umidade é disparado. P2-R15.2 Desligar automaticamente o ventilador de cozinha quando o sinal de umidade é perdido durante 20 minutos enquanto o ventilador é ligado. Quando se tem uma situação onde o nível de umidade sofre variações constantes, estes dois requisitos se executaram seqüencialmente, bloqueando o Sensor de Umidade a outros requisitos.

5.5.2 Regras de Detecção de Interações Positivas

Tabela 5.12 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Requer

Tipo de Interação	Requer
Descrição	Rx para sua execução requer de Ry. Rx requer Ry para funcionar
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, quando o evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisado nesta fase, por que é preciso identificar os requisitos que são necessários para a execução ou implementação dos outros. Projeto: O conhecimento das dependências entre requisitos pode nos dar uma idéia das dependências entre os componentes e/ou objetos do sistema. Implementação: Os requisitos que são pré-requisitos de outros devem ser implementados com um nível de prioridade maior.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Ry.Evento_Y.Categoria = Output) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Input) AND (Ry.Evento_Y.Tipo != Cancel) } THEN Rx Requer Ry	E-mails: P4 - R10 → P4 - R1 P4-R10 Os e-mails enviados devem ser criptografados. P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. Para que um e-mail seja criptografado, este deve ter sido enviado por algum usuário.

Tabela 5.13 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Informa

Tipo de Interação	Informa
Descrição	Rx envia uma peça de informação a Ry para indicar que certa condição foi alcançada. Tipo de interação direta.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, quando o evento (Tipo: Mensagem) produzido em Rx estimula a ação executada em Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisado nesta fase, por que é preciso identificar a condição que possibilita a execução do requisito relacionado. Projeto: O conhecimento das dependências entre requisitos pode nos dar uma idéia das dependências entre os componentes e/ou objetos do sistema. Implementação: Os requisitos que geram as condições para a execução dos outros devem ser implementados com um nível de prioridade maior.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Ry.Evento_Y.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Output) AND (Rx.Evento_X.Tipo= Message) AND (Ry.Evento_Y.Tipo= Message) } THEN Rx Informa Ry	E-mails: P4 - R2 → P4 - R3 P4-R2 Detectar e-mails em caso algum e-mail fosse enviado. P4-R3 Salvar uma cópia do e-mail enviado na caixa de e-mails enviados. Quando um e-mail é detectado, este informa para que o e-mail seja salvo na caixa de mensagens enviadas.

Tabela 5.14 Regra de Detecção do Tipo de Interação de ConFigura

Tipo de Interação	ConFigura
Descrição	Rx e Ry interagem a través de um recurso RC, Rx configura o RC que é acessado por Ry. Tipo de interação indireta.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, ambos os requisitos acessam ao mesmo recurso seqüencialmente, Rx configura o recurso acessado por Ry. Os eventos de Rx e Ry podem ser os mesmos. Os dois requisitos compartilham o mesmo recurso.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisado nesta fase, por que é preciso identificar o recurso que possibilita a colaboração entre os requisitos relacionados. Projeto: A dependência indireta entre dois requisitos pode nos dar uma idéia da colaboração de dois componentes e/ou objetos do sistema através de um recurso. Implementação: A implementação e colaboração entre os requisitos relacionados através do acesso seqüencial a um recurso.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Output) AND (Ry.Evento_Y.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Resource = Ry.Evento_Y.Resource) AND (Rx.Evento_X.Resource = NOT NULL) } THEN Rx ConFigura Ry	E-mails: P4 – R5 → P4 – R1 P4-R5 O envio de e-mails será via o protocolo SMTP. P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. O envio de e-mails é via o protocolo SMTP. O protocolo SMTP é um recurso.

Tabela 5.15 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Fluxo

Tipo de Interação	Fluxo (Flow)
Descrição	Rx processa um dado que é passado a Ry a través de um fluxo (Flow). Dados, controle.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, quando o evento (Tipo: Link) produzido em Rx estimula a ação executada em Ry.
Fases Influenciadas	Requisitos: Este tipo de interação deve ser analisado nesta fase, por que é preciso identificar o dado ou insumo que possibilita a execução do requisito relacionado. Projeto: O conhecimento das dependências entre requisitos pode nos dar uma idéia das dependências entre os componentes e/ou objetos do sistema. Implementação: Os requisitos que produzem os dados para a execução dos outros devem ser implementados com um nível de prioridade maior.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento IF { (Rx.Evento_X = Evento AND Ry.Evento_Y = Evento) AND (Ry.Evento_Y.Categoria = Input) AND (Rx.Evento_X.Categoria = Output) AND (Rx.Evento_X.Tipo= Link) AND (Ry.Evento_Y.Tipo= Link) } THEN Rx Fluxo Ry	E-mails: P4 - R1 → P4 – R2 P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. P4-R2 Detectar e-mails no caso de algum e-mail ser enviado. Quando um e-mail é enviado, este tem que ser detectado para que seja salvo na caixa de mensagens enviadas.

Tabela 5.16 Regra de Detecção do Tipo de Interação de Collateral

Tipo de Interação	Colateral
Descrição	Rx e Ry são ativados simultaneamente para completar a execução de Rz.
Cenário de Interação	Sejam Rx e Ry, ambos os requisitos são estimulados pelos eventos produzidos em Rz; Rx requer Rz e Ry requer de Rz.. Os eventos que estimulam Rx e Ry podem ser os mesmos. IF { Rx requer Rz AND Ry requer Rz } THEN Rz Collateral Rx e Rz Collateral Ry
Fases Influenciadas	Implementação: Os requisitos que produzem os dados ou possibilitam a execução dos outros devem ser implementados com um nível de prioridade maior.
Regra	Exemplo
Rx != Ry WHEN Evento_1, Evento_2 IF { (Rz.Evento_Z1 = Evento_1 AND Rz.Evento_Z2 = Evento_2) AND ((Rx.Evento_X = Evento_1 AND Ry.Evento_Y = Evento_2) OR (Rx.Evento_X = Evento_2 AND Ry.Evento_Y = Evento_1)) AND (Rz.Evento_Z1.Categoria = OutPut) AND (Rz.Evento_Z2.Categoria = OutPut) AND (Rx.Evento_X.Categoria = InPut) AND (Ry.Evento_Y.Categoria = InPut) } THEN Rz Collateral Rx e Rz Collateral Ry	E-mails: P4 - R1 → P4 – R10, P4 – R6 P4-R1 Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário. P4-R10 Os e-mails enviados devem ser criptografados. P4-R6 Receber os e-mails enviados por outros usuários. Quando um e-mail é enviado por um usuário, este deve ser criptografado e recebido por outro usuário.

5.5 Identificação de Interações entre Requisitos – Processo Proposto

O processo proposto está dividido em fases ou etapas. Esta organização facilita o seu melhor entendimento assim como oferece uma melhor visibilidade do estado do projeto ao longo do tempo. Considerou-se também que a divisão em etapas permite um mecanismo eficiente para a revisão dos resultados de cada uma das etapas e decidir em forma negociada a passagem à etapa mais importante do processo (Identificar Interações).

Um requisito é complexo quando este envolve a execução de várias ações ou operações (pode ser uma Característica). No enfoque proposto é preciso decompor este requisito em vários requisitos menos complexos. Um requisito é considerado menos complexo quando este executa uma única ação em particular.

A entrada deste processo é um conjunto de requisitos.

A saída deste processo é um conjunto de requisitos especificados com maior nível de detalhamento.

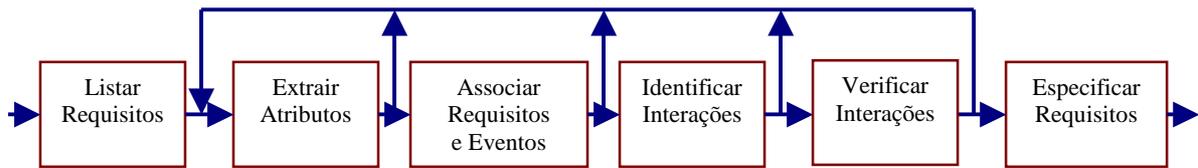


Figura 5.2 Macro-Processo de Detecção de Interações entre Requisitos

O enfoque proposto consiste de seis passos principais organizados numa ordem específica para facilitar a detecção de interações entre os requisitos. Em cada uma das etapas, diferentes tabelas e gráficos são produzidos ou desenvolvidos com o propósito de facilitar e aumentar a precisão do processo de detecção de interações. Na etapa principal o analista identifica os diferentes tipos de interação baseado nas regras de detecção de interações definidas na Seção 5.4. O enfoque reduz a participação humana, porque o processo de detecção de interações (regras de detecção de interações) pode ser automatizado e implementado através de uma ferramenta computacional de apoio. Assim, desta forma reduzir o número de comparações não necessárias. A descrição da arquitetura da ferramenta de apoio é apresentada no Capítulo 6.

As etapas serão detalhadas a seguir e são representadas em forma de camadas como mostra a Figura 5.2.

5.5.1 Listar Requisitos

Inicialmente os *requisitos são listados e descritos* textualmente usando a linguagem natural. Nesta etapa os requisitos são ordenados tomando em consideração a complexidade de cada um deles, e os mais complexos são descompostos em outros mais simples. Tal como se apresenta na Figura 5.3.

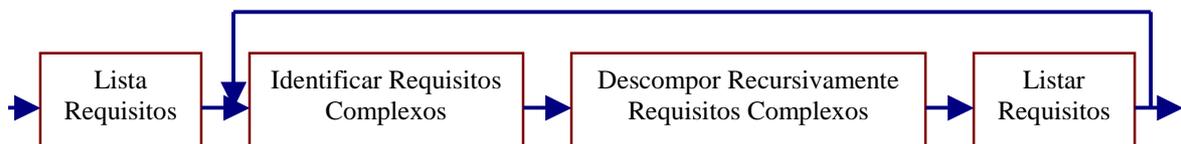


Figura 5.3 Processo de Listagem dos Requisitos

A entrada deste processo é um conjunto de requisitos.

A saída deste processo é um conjunto de requisitos com menor complexidade.

5.5.2 Extrair Atributos dos Requisitos

Após os requisitos serem descompostos em requisitos menos complexos, inicia-se o processo de *extração de atributos* destes, ou seja, para cada um dos requisitos devem ser identificados a ação, eventos, objetos, recursos e agentes. Tal como se ilustra na Figura 5.4.

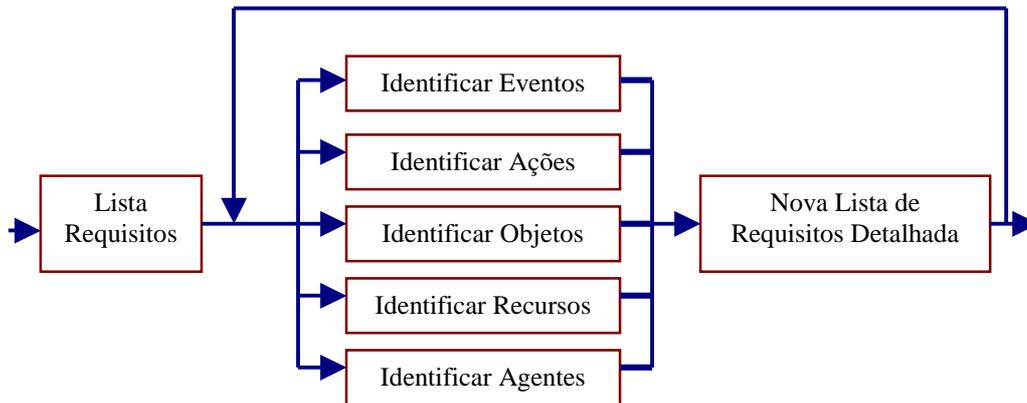


Figura 5.4 Processo de Extração de Atributos dos Requisitos

A entrada deste processo é um conjunto de requisitos.

A saída deste processo é um conjunto de requisitos e os atributos de cada um destes.

5.5.3 Associar Requisitos e Eventos

Após os requisitos serem descompostos nos seus atributos, inicia-se o processo de *associação de cada um dos requisitos e os seus eventos relacionados* (requisitos e eventos associados). Neste processo os eventos devem ser especificados com um tipo e uma categoria, além do objeto e recurso envolvidos. Tal como se mostra na Figura 5.5.

Para facilitar e evitar comparações não necessárias no processo de detecção de interações é feito o processo de identificação dos eventos e as ações comuns aos requisitos. Este processo é feito por que requisitos interagem principalmente através de eventos; além de ações, recursos e objetos comuns.

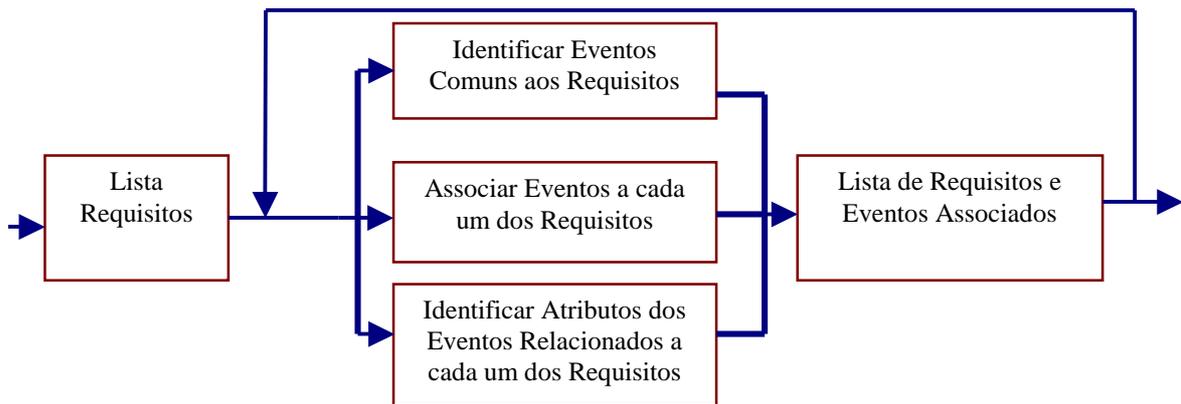


Figura 5.5 Processo de Associação entre Requisitos e Eventos

A entrada deste processo é um conjunto de requisitos e os atributos de cada um destes.

A saída deste processo é um conjunto de requisitos e os seus eventos associados a cada um destes.

5.5.4 Identificar Interações

Após os requisitos serem associados aos seus eventos, inicia-se o processo de *identificação de cada uma das interações entre os requisitos* (requisitos interagem com outros). Para isto um conjunto de regras de detecção de interações é aplicado sobre estes requisitos. Tal como se mostra na Figura 5.6.

Requisitos interagem principalmente através de eventos comuns. Então, para facilitar e evitar um número de comparações não necessárias no processo de detecção de interações, as comparações são realizadas somente nos requisitos relacionados a cada um dos eventos.

Para cada um dos eventos, são considerados de dois em dois os seus requisitos relacionados. O conjunto de regras de detecção de interações é aplicado com o propósito de verificar a existência ou não de alguma interação entre estes.

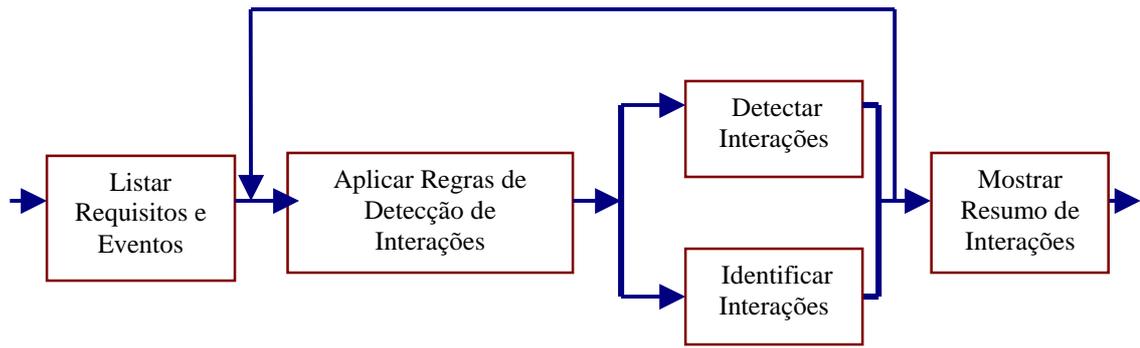


Figura 5.6 Processo de Detecção de Interações entre Requisitos

A entrada deste processo é um conjunto de requisitos e os eventos associados a cada um destes.

A saída deste processo é um conjunto de requisitos e os requisitos que interagem com cada um destes.

5.5.5 Verificar Interações

Após as interações serem identificadas estas devem ser verificadas. Inicia-se então o processo de *verificação das interações identificadas*, ou seja, as interações identificadas são analisadas, discutidas e algumas consideradas. No processo de negociação com os usuários, as interações de conflito ou inconsistências devem ser resolvidas, tal como se mostra na Figura 5.7.

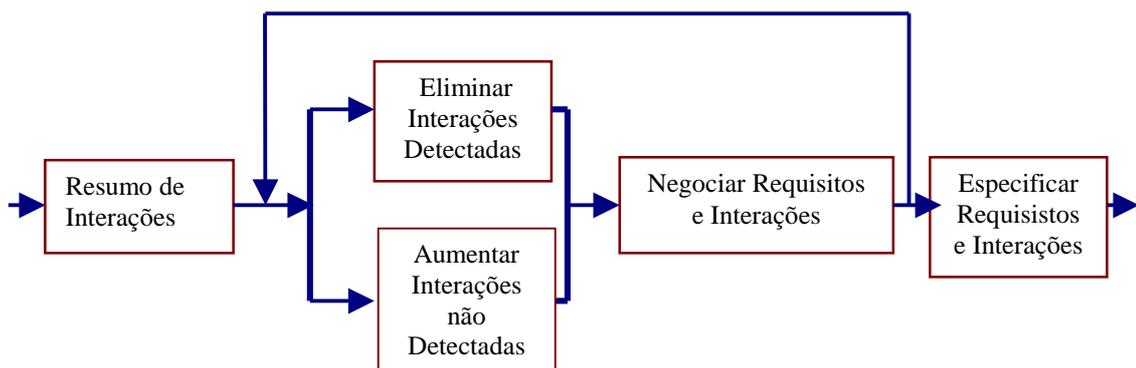


Figura 5.7 Processo de Verificação de Interações entre Requisitos

A entrada deste processo é um conjunto de requisitos e os requisitos que interagem com cada um destes.

A saída deste processo é um conjunto verificado e especificado de requisitos e as interações de cada um destes.

5.5.6 Especificar os Requisitos

Uma vez que as interações foram detectadas e verificadas, finaliza-se com o processo de *especificação de requisitos*. Para isto os requisitos são documentados com uma informação adicional (conflitos já negociados e resolvidos; requisitos com os quais interagem, tipos), a qual será de muita utilidade nas seguintes etapas do ciclo de desenvolvimento do software.

A entrada deste processo é um conjunto de requisitos e as suas interações já validadas.

A saída deste processo é um documento detalhado de especificação de requisitos.

5.6 Processo Proposto – Passo a Passo

A seguir apresenta-se o processo proposto como um conjunto de passos básicos para a identificação das interações entre requisitos. Como exemplo foi utilizado o estudo de caso do Sistema do Elevador descrito na Seção 7.1:

Passo 1. Listar o conjunto de requisitos numa forma textual. Tal como é feito na Tabela 5.17

Passo 2. Identificar os requisitos mais complexos ou críticos.

2.1. Identificar os requisitos complexos ou críticos, porque eles contêm o maior número de ações e eventos associados.

2.2. Fazer uma listagem dos requisitos, baseada na complexidade ou quão crítico é cada um deles.

2.3. Decompor recursivamente os requisitos complexos em requisitos mais simples.

Tabela 5.17 Atributos Básicos de um Requisito

<i>Requisito ID</i>	<i>Descrição</i>
P1 - R1	O elevador é chamado pressionando um botão de chamada desde qualquer andar K ou desde o interior do elevador.

Passo 3. Identificar os eventos e ações para cada requisito listado no passo anterior.

Passo 4. Identificar os recursos utilizados na execução de cada um dos requisitos.

Passo 5. Identificar os agentes que executam ou são responsáveis pela execução de cada um dos requisitos.

Passo 6. Identificar os objetos ou entidades envolvidas em cada um dos requisitos.

Pré-estado, estado inicial.

Pós-estado, estado final.

Passo 7. Criar Tabelas que representem a decomposição de cada um dos requisitos nos seus atributos. Tal como é feito na Tabela 5.18.

Tabela 5.18 Especificação de Requisitos Baseado nos seus Atributos

<i>IDR</i>	<i>Descrição</i>	<i>Evento</i>	<i>Ação</i>	<i>Objeto</i>	<i>Recurso</i>	<i>Agente</i>
P1 - R1	O elevador é chamado pressionando um botão de chamada desde qualquer andar K ou desde o interior do elevador.	Pressionar o botão de chamada. O Elevador é chamado desde o andar K.	Chamar o elevador	O Elevador. O Botão de chamada(in/out).		

Passo 8. Identificar os eventos comuns entre os requisitos, estes são aqueles que controlam o funcionamento do sistema completo. Tal como é feito na Tabela 5.19.

Tabela 5.19 Atributos Básicos de um Evento

<i>ID</i>	<i>Descrição</i>	<i>Requisitos Relacionados</i>
P1 – E1	Pressionar o botão de chamada.	P1 – R2, P1 – R1

Passo 9. Identificar os atributos de cada um dos eventos consumidos ou produzidos por um requisito. Tal como é feito na Tabela 5.20.

Tabela 5.20 Associando Requisitos e Eventos

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P1 - R12
ID Evento	P1 - E10
Tipo Evento	Cancela
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas abertas
Recurso	

Passo 10. Aplicar o conjunto de regras de detecção de interações ou condições sob as quais é possível a existência de algum tipo de interação. Para cada um dos eventos, são

considerados dois a dois os seus requisitos relacionados, e o conjunto de regras de detecção de interações é aplicado com o propósito de verificar a existência ou não de alguma interação entre estes.

Passo 11. Criar a Tabela de relacionamentos ou interações entre requisitos. Tal como é feito na Tabela 5.21.

Tabela 5.21 Resumo de Interações Detectadas

<i>Requisito</i>	<i>Requisito Relacionado</i>	<i>Tipo Interação</i>
P1 - R12	P1 – R5	Cancela

Passo 12. Representar na forma de grafos as diferentes interações entre requisitos por segmentos ou subconjuntos, e / ou o conjunto de interações totais existentes.

Passo 13. Verificar o conjunto de interações identificadas:

Eliminar interações.

Aumentar interações não detectadas.

Negociar e resolver as interações de conflito ou inconsistência.

Passo 14. Armazenar o conjunto de interações entre requisitos para posterior uso nas seguintes etapas do ciclo de desenvolvimento de software.

Passo 15. Derivar o modelo conceitual ou diagrama de classes inicial baseado nas interações entre requisitos e os objetos identificados.

Passo 16. Verificar o modelo conceitual.

5.7 Considerações Finais

Neste Capítulo foi apresentado o processo proposto, assim como, uma descrição detalhada de cada um dos passos para a identificação das interações entre os requisitos. Em cada um dos passos foram detalhados as entradas e as saídas ou resultados esperados, além dos *templates* usados para representar cada um dos resultados. Esta organização facilita o seu melhor entendimento assim como oferece uma melhor visualização dos resultados de cada uma das etapas.

6 Arquitetura da Ferramenta Proposta

6.1 Especificação da Solução.

A ferramenta de *detecção de interações* foi desenvolvida com o objetivo de acelerar o processo de detecção de interações entre os requisitos, além de visualizar de forma gráfica a apresentação dos resultados.

Já nos primeiros experimentos realizados durante os estudos de caso para a identificação das interações, constatou-se que a aplicação do método era trabalhosa. Além deste fato, a aplicação das regras de detecção de interações, sem a utilização de um processo direcionado, pode ter diferentes interpretações, dependendo da experiência do profissional que as interpreta. Estes motivos mostraram a necessidade de tornar esta tarefa mais rápida e imparcial, optando-se então pelo desenvolvimento da ferramenta de *detecção de interações* que atendesse estes requisitos.

A ferramenta é apresentada a partir das funções do processo que são apoiadas. Cada uma das funcionalidades é agrupada em módulos e sub-módulos. Cada módulo foi dividido em função do tipo de informação que é processada. Os módulos, sub-módulos e as respectivas funcionalidades são apresentadas nas Tabelas 6.1 a 6.6.

Tabela 6.1 Funcionalidades do Módulo de Projeto

<i>Módulo</i>	<i>Projeto</i>
<i>Sub - Módulo</i>	<i>Funcionalidade</i>
<i>Projeto</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir o cadastro de Projetos pelo ID e Descrição. ▪ Permitir a edição de Projetos pelo ID e Descrição. ▪ Permitir a Seleção de um Projeto de trabalho.
<i>Usuário</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir o cadastro de Usuários pelo Nome e Tipo de Usuário (Administrador ou Usuário comum). ▪ Permitir a edição de Usuários pelo Nome e Tipo de Usuário. ▪ Permitir a associação de Usuários a Projetos de trabalho.

Tabela 6.2 Funcionalidades do Módulo de Requisitos

<i>Módulo</i>	<i>Requisitos</i>
<i>Sub - Módulo</i>	<i>Funcionalidade</i>
<i>Requisitos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir o cadastro de <i>Requisitos</i> pelo ID e Descrição. ▪ Permitir a edição de <i>Requisitos</i> pelo ID e Descrição. ▪ Permitir a decomposição de <i>Requisitos</i> complexos em requisitos mais simples. ▪ Permitir a Seleção de um <i>Requisito</i> de trabalho.
<i>Extração de Atributos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir a decomposição de <i>Requisitos</i> nos seus atributos (evento, ação, recurso, objeto, agente). ▪ Permitir o cadastro e edição de <i>Eventos</i> pelo ID e Descrição. ▪ Permitir o cadastro e edição de <i>Ações</i> pelo ID e Descrição. ▪ Permitir o cadastro e edição de <i>Objetos</i> pelo ID e Descrição. ▪ Permitir o cadastro e edição de <i>Recursos</i> pelo ID e Descrição. ▪ Permitir o cadastro e edição de <i>Agentes</i> pelo ID e Descrição.
<i>Associação de Requisitos e Eventos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir a Associação dos <i>Eventos</i> a cada um dos <i>Requisitos</i>. ▪ Permitir a Identificação dos <i>Atributos</i> dos <i>Eventos</i> Relacionados a cada um dos <i>Requisitos</i>.

Tabela 6.3 Funcionalidades do Módulo de Taxonomia de Interações

<i>Módulo</i>	<i>Taxonomia de Interações</i>
<i>Sub - Módulo</i>	<i>Funcionalidade</i>
<i>Taxonomia de Interações</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir o cadastro dos tipos de interação que o método identifica. ▪ Permitir o cadastro das regras de detecção para cada um dos tipos de interação.

Tabela 6.4 Funcionalidades do Módulo de Identificação de Interações

<i>Módulo</i>	<i>Identificação de Interações</i>
<i>Sub - Módulo</i>	<i>Funcionalidade</i>
<i>Identificação de Eventos e Ações Comuns</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir a Identificação dos <i>Eventos</i> Comuns aos <i>Requisitos</i>. ▪ Permitir a Identificação das <i>Ações</i> Comuns aos <i>Requisitos</i>.
<i>Identificação de Interações</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicar automaticamente as Regras de Detecção de Interações. ▪ Detectar automaticamente quando uma interação acontece. ▪ Identificar o tipo de interação quando esta acontece.

Tabela 6.5 Funcionalidades do Módulo de Resultados

<i>Módulo</i>	<i>Resultados</i>
<i>Sub - Módulo</i>	<i>Funcionalidade</i>
<i>Resultados</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mostrar as interações detectadas através de gráficos e tabelas de interação.
<i>Verificação de interações</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir Eliminar Interações Detectadas. ▪ Permitir Aumentar Interações não Detectadas. ▪ Permitir a negociação e resolução de interações de conflito ou inconsistências.

Tabela 6.6 Funcionalidades do Módulo de Especificação de Requisitos

<i>Módulo</i>	<i>Especificação de Requisitos</i>
<i>Sub - Módulo</i>	<i>Funcionalidade</i>
<i>Especificação de Requisitos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visualizar o documento de especificação de requisitos. ▪ Visualizar as interações entre o conjunto de requisitos.

6.2 Módulos

Nesta Seção nós descrevemos a arquitetura da ferramenta proposta (Figuras 6.1a, 6.1b e 6.1c) e cada um dos módulos deste. Na Figura 6.1c é apresentado o diagrama de atividades que representa as principais funções do sistema proposto, a descrição detalhada de estas funções foi apresentada na seção 5.5. A ferramenta consiste de vários módulos que armazenam e trabalham com diferentes tipos de informação para determinar e detectar as interações existentes entre o conjunto de requisitos apresentados ao framework. A seguir é brevemente descrito cada um dos módulos:

- a) **Projeto**: Inicialmente o projeto de trabalho e os participantes do projeto são cadastrados. Após o projeto ser cadastrado, os requisitos relacionados a este são definidos e cadastrados;
- b) **Requisitos**: Este módulo armazena os requisitos descritos textualmente. Uma vez que os requisitos são listados e descompostos em requisitos mais simples, estes são armazenados no repositório. Após os requisitos serem armazenados, se inicia o processo de identificação de atributos para cada um dos requisitos, além da identificação dos eventos relacionados a estes. Também deve-se identificar os atributos de cada um dos eventos que controlam o funcionamento do sistema;

- c) **Taxonomia de Interações:** Este módulo armazena a taxonomia dos tipos de interações entre requisitos, além das regras de detecção de interação, como ilustrado na Figura 4.6;
- d) **Identificação de Interações:** Após os requisitos serem armazenados, este módulo executa o processo de detecção das interações entre os requisitos. Este processo é realizado usando o conjunto de regras de detecção armazenadas no módulo de *Taxonomia de Interações*;
- e) **Resultados:** Uma vez que as interações foram detectadas e identificadas, os resultados são apresentados na forma de tabelas e gráficos de interação, possibilitando desta forma a validação destes;
- f) **Especificação de Requisitos:** Este módulo armazena o conjunto de requisitos especificados baseado nos atributos listados nas Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3.

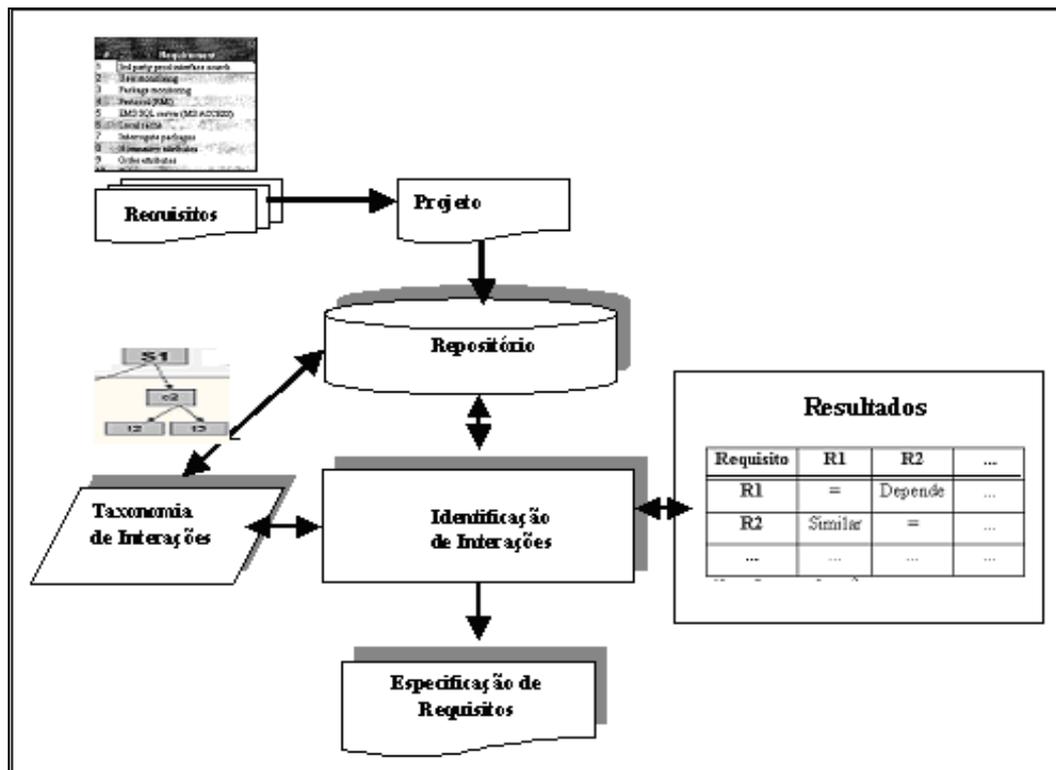


Figura 6.1a Arquitetura da Ferramenta Proposta

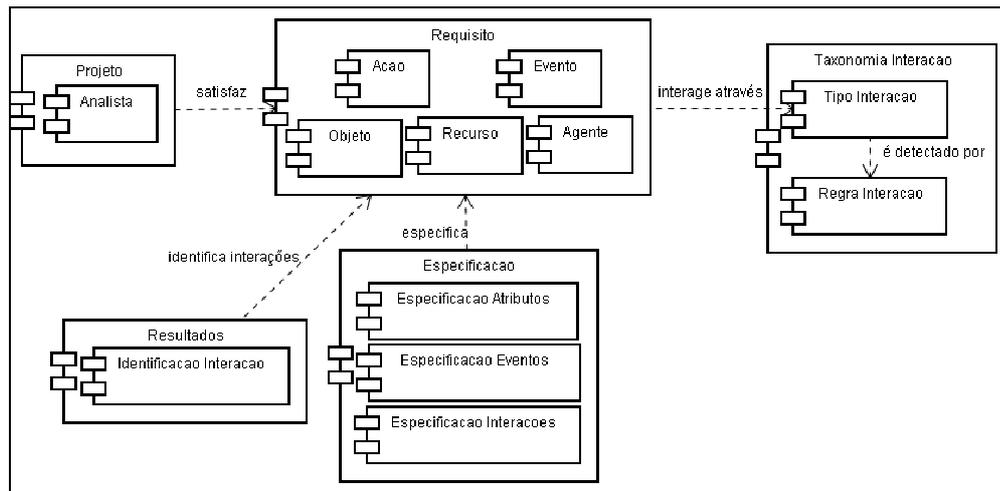


Figura 6.1b Arquitetura da Ferramenta Proposta – Diagrama de Componentes

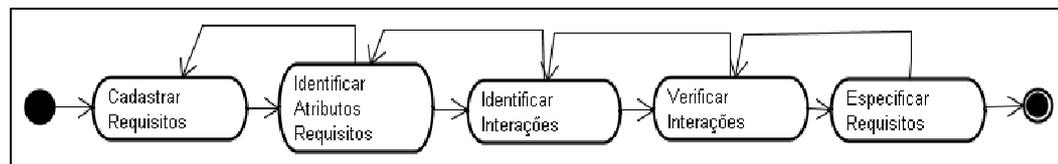


Figura 6.1c Diagrama de Atividades

6.3 Resumo da Especificação

Em termos de especificação das funcionalidades utilizou-se a notação da UML para modelar a solução, com o diagrama de casos de uso e o diagrama de classes (Figuras 6.2 e 6.3). O diagrama de entidade – relacionamento é apresentado na Figura 6.4.

No Diagrama de Casos de Uso é possível distinguir claramente dois tipos de Atores:

- a) **Administrador**: com as responsabilidades de cadastro e edição dos projetos de trabalho, os requisitos e os usuários associados a um projeto, além de participar no processo de identificação e associação dos atributos para cada um dos requisitos, e na identificação das interações;
- b) **Participante**: com a responsabilidade de participar no processo de identificação e associação dos atributos para cada um dos requisitos, e na identificação das interações.

A descrição detalhada de cada um dos Casos de Uso e as suas interfaces são dadas na Seção 6.5

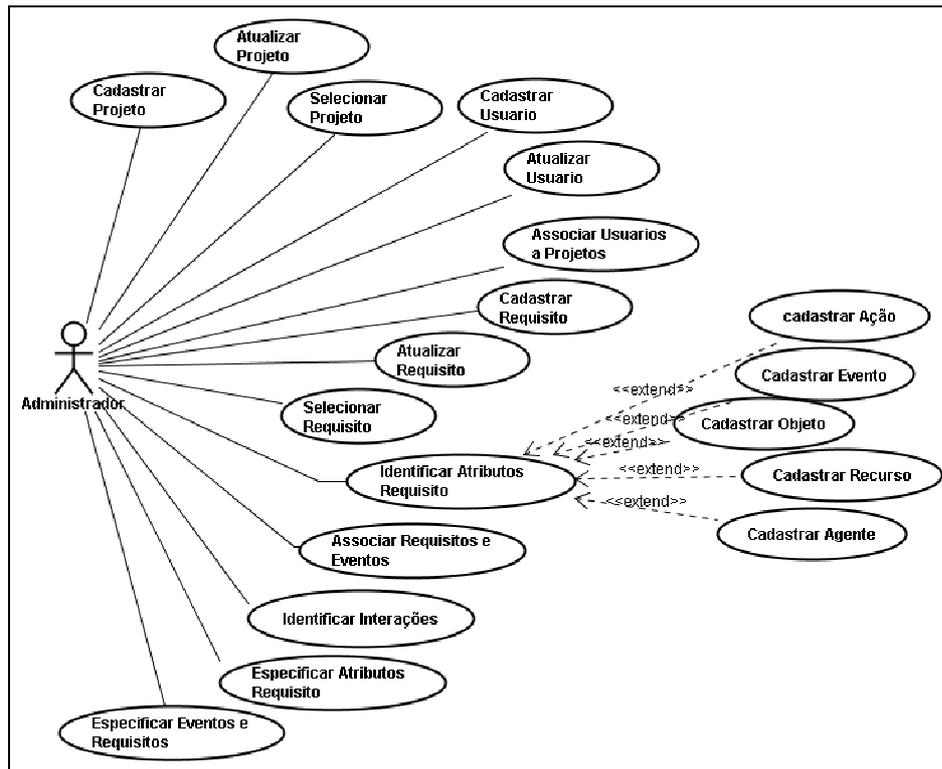


Figura 6.2a Diagrama de Casos de Uso da Ferramenta Proposta

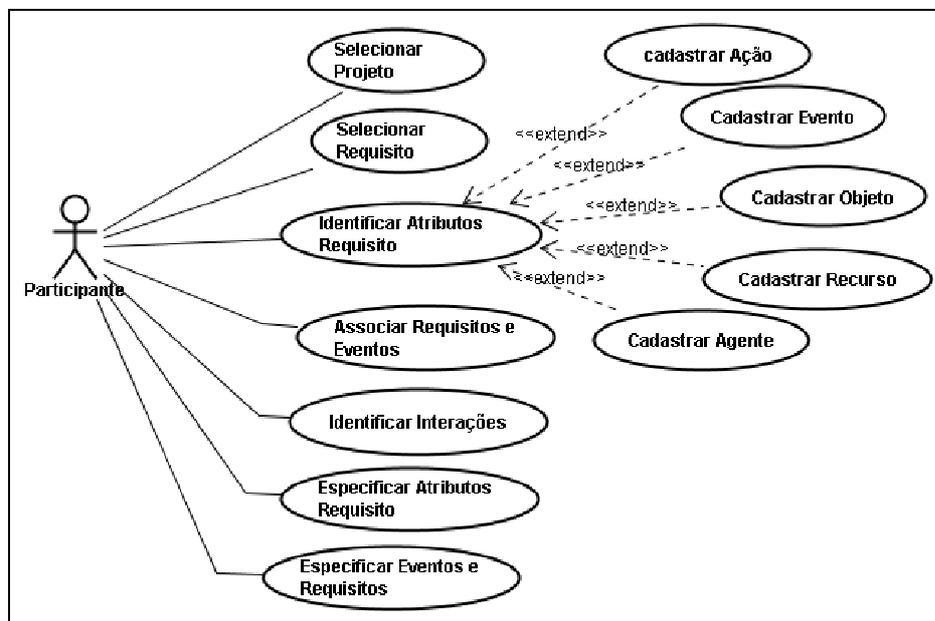


Figura 6.2b Diagrama de Casos de Uso da Ferramenta Proposta

Cada uma das funções da ferramenta proposta está associada diretamente a objetos ou entidades que são organizados e manipulados pelos participantes do projeto. Os objetos utilizados na ferramenta são:

- a) **Projeto**: é o trabalho que deve ser realizado pelos participantes ou usuários do projeto;
- b) **Analista**: é o participante do projeto, aquele que contribui na identificação das interações. Este pode ter o perfil de **Administrador** ou **Participante**;
- c) **Requisito**: são as definições das necessidades que se pretende construir através do projeto. Este poder ser Funcional e Não Funcional;
- d) **Ação**: é a ação executada pelo Requisito;
- e) **Evento**: são os eventos que disparam ou são produzidos pelo Requisito. Este tem um **Tipo** e uma **Categoria**;
- f) **Objeto**: são os objetos impactados pela ocorrência de um evento;
- g) **Recurso**: são os recursos ou instrumentos utilizados pelo Requisito;
- h) **Agente**: são os agentes com a responsabilidade de executar o Requisito;
- i) **Tipo de Interação**: são as situações nas quais dois requisitos interagem. Este tem diversos Cenários de Interação representados e identificáveis através de **Regras de Interação**;
- j) **Regra de Interação**: é o cenário ou explicação do por que dois requisitos interagem, através de um tipo de interação;
- k) **Especificação**: é o documento que especifica os requisitos do projeto. Este documento pode especificar os requisitos e os seus atributos (**Especificação Atributos**), especificar os eventos de cada um dos requisitos (**Especificação Eventos**) e especificar os requisitos e as suas interações com outros requisitos (**Especificação Interações**);
- l) **Identificação Interação**: é o resumo das interações existentes entre os requisitos do projeto.

6.4 Aspectos Técnicos

A ferramenta proposta neste trabalho foi desenvolvida para ser utilizada através da web. Ela foi implementada utilizando-se a linguagem de programação Java por ser esta multiplataforma; ou seja, pode ser utilizada em Linux, Windows e outros; disponibilidade de suporte e facilidade de manutenção; permite a integração com outros produtos ou frameworks desenvolvidos por diferentes empresas.

Para a realização do controle de fluxo da aplicação foi utilizado o framework MVC Java Server Faces (JSF, 2008). Para a realização do mapeamento objeto relacional foi utilizado o framework Hibernate (HIBERNATE, 2008). O uso destes frameworks permite acelerar o processo de desenvolvimento da aplicação, já que a maioria dos serviços necessários já foram implementados e estão disponíveis para serem usados.

As interfaces do usuário foram desenvolvidas usando-se os componentes do framework Java Server Faces (JSF, 2008). Optou-se por estas alternativas, porque a aplicação é baseada principalmente em formulários, e estes frameworks proporcionam componentes de interface de usuário muito avançados, similares aos componentes de aplicações desktop; além de que a programação é baseada em eventos.

Para a persistência das informações foi usado o Banco de Dados MySQL (MYSQL, 2008); por ser este open source e multiplataforma, além de oferecer consistência, alta performance, confiabilidade e facilidade de uso.

6.5 Implementação do Processo de Identificação Passo a Passo

Cada uma das funcionalidades da ferramenta proposta é organizada em módulos, por sua vez estes módulos são apresentados como menus e sub-menus na tela principal da ferramenta, tal como é apresentado na Figura 6.5.

Cada uma das funcionalidades apresentadas é descrita seguindo cuidadosamente e na ordem especificada cada um dos passos ou etapas do enfoque de identificação de interações proposto.

Para poder fazer uso da ferramenta; primeiramente é preciso realizar o *login*. Dependendo do perfil do usuário, a ferramenta providenciará as funcionalidades e os projetos atribuídos ao usuário.



Figura 6.5 Interface Principal da Ferramenta Proposta

6.5.1 Funcionalidades do Módulo de Projeto

6.5.1.1 Cadastro e Atualização de Projeto

No início do processo de identificação de interações é preciso registrar o projeto de trabalho, proporcionando as informações solicitadas do projeto, tal como é apresentado na Figura 6.6. Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Projeto -> Projeto -> Cadastrar Projeto, sempre e quando o Usuário tenha o perfil de Administrador.

Para cadastrar um projeto siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Cadastrar Projeto;
- 2 – Usuário informa o Nome e a Descrição do Projeto;
- 3 – Usuário clica no botão Cadastrar Projeto;
- 4 – Sistema armazena o Projeto.

Após conclusão do passo 4, o sistema apresenta uma mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta ao passo 1.

Figura 6.6 Interface de Cadastro de Projeto

Uma vez registrados os projetos de trabalho, se algumas informações precisam ser alteradas, primeiramente se deve selecionar o projeto a ser alterado e depois serão proporcionadas as informações a serem alteradas. A interface de atualização é similar à interface apresentada na Figura 6.6.

6.5.1.2 Seleção de Projeto de Trabalho

Uma vez registrados os projetos, é preciso selecionar o projeto de trabalho, tal como é apresentado na Figura 6.7.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Projeto -> Projeto -> Selecionar Projeto.

Para selecionar um projeto de trabalho siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Selecionar Projeto;
- 2 – Usuário escolhe o Projeto de trabalho;
- 3 – Sistema estabelece o Projeto de trabalho.

Figura 6.7 Interface de Seleção do Projeto de Trabalho

6.5.2 Funcionalidades do Módulo de Usuário

6.5.2.1 Cadastro e Atualização de Usuário

Após de selecionar o projeto de trabalho é preciso registrar os usuários ou analistas que participaram do projeto e contribuíram no processo de identificação de interações. Para isto, serão proporcionados as informações solicitadas do usuário, tal como é apresentado na Figura 6.8.

Os usuários que participam do projeto têm dois perfis, com algumas funcionalidades limitadas dependendo do perfil, tal como é apresentada na Figura 6.2:

- a) Administrador: executa todas as funcionalidades do sistema, como cadastros e atualizações;
- b) Participante: participa somente no processo de identificação de interações.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Projeto -> Usuário -> Cadastrar Usuário, sempre e quando o Usuário tenha o perfil de Administrador.

Para cadastrar um Usuário siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Cadastrar Usuário;
- 2 – Usuário informa o Nome, Login, Senha e o Perfil do Usuário;
- 3 – Usuário clica no botão Cadastrar Usuário;
- 4 – Sistema armazena o Usuário.

Após conclusão do passo 4, o Sistema apresenta mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta passo 1.

A interface de usuário para o cadastro de um novo usuário. No topo, há uma barra de navegação com links para 'Inicio', 'Projeto', 'Requisitos', 'Identificação de Interações' e 'Resultados'. Abaixo, o usuário atual é identificado como 'Edgar sarmiento calisaya'. O formulário principal, intitulado 'Cadastro de Usuario', possui os seguintes campos: 'Nome' com o valor 'Marcos R. S. Borges', 'Login' com 'marcos', 'Senha' com caracteres ocultos por pontos, e 'Perfil' com o menu suspenso 'Administrador' selecionado. Na base do formulário, há dois botões: 'Cadastrar Usuario' e 'Cancelar'.

Figura 6.8 Interface de Cadastro de Usuário

Uma vez registrados os usuários, se algumas informações precisam ser alteradas, primeiramente se deve selecionar o usuário a ser alterado e depois serão proporcionadas as informações a serem alteradas. A interface de atualização é similar à interface de cadastro de usuário.

6.5.2.2 Associação de Usuários a Projetos de Trabalho

Uma vez registrados os usuários, estes devem ser alocados para participar no projeto de trabalho selecionado, tal como é apresentado na Figura 6.9.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Projeto -> Associar Usuários a Projetos, sempre e quando o Usuário tenha o perfil de Administrador.

Para associar Usuários a Projetos siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Associar Usuários a Projetos;
- 2 – Usuário escolhe os Usuários a serem associados;
- 3 – Usuário clica no botão agregar (>>);
- 4 – Usuário clica no botão Salvar Usuários;
- 5 – Sistema atualiza e armazena os Usuários Associados a um Projeto.

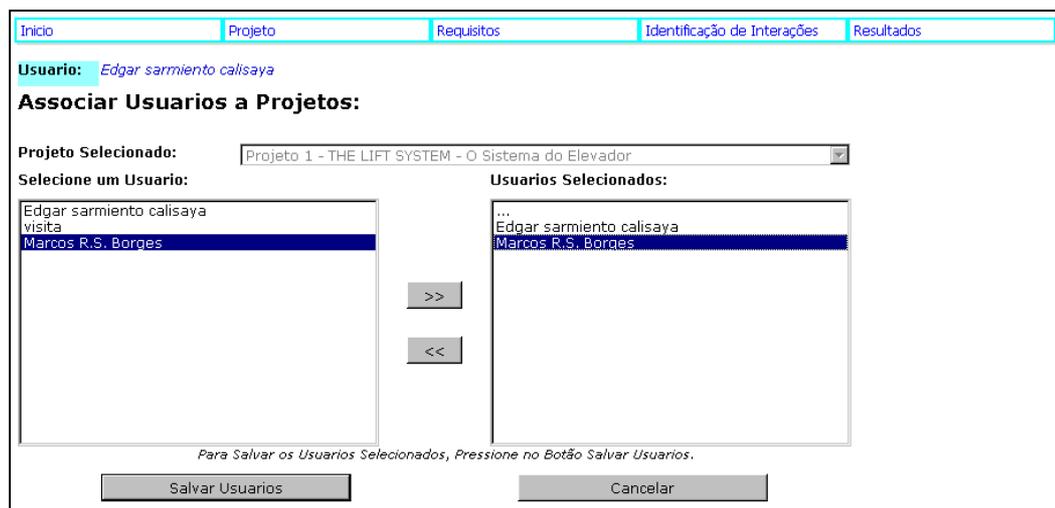


Figura 6.9 Interface de Associação de Usuários a Projetos de Trabalho

6.5.3 Funcionalidades do Módulo de Requisito

Antes de fazer uso das funcionalidades do módulo de requisitos é preciso selecionar o projeto ao qual pertencem os requisitos a serem cadastrados ou editados.

6.5.3.1 Cadastro e Atualização de Requisito

Para registrar um requisito é preciso proporcionar as informações solicitadas, tal como é apresentado na Figura 6.10.

Os requisitos podem ser classificados em dois tipos:

- a) Requisito Funcional;
- b) Requisito Não Funcional.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Requisito -> Cadastrar Requisito, sempre e quando o Usuário tenha o perfil de Administrador.

Para cadastrar um Requisito siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Cadastrar Requisito;
- 2 – Usuário informa o Tipo, Nome ou ID e a Descrição;
- 3 – Usuário clica no botão Cadastrar Requisito;
- 4 – Sistema armazena o Requisito.

Após conclusão do passo 4, o Sistema apresenta mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta ao passo 1.

Figura 6.10 Interface de Cadastro de Requisito

Uma vez registrados os requisitos, se algumas informações precisam ser alteradas, primeiramente se deve selecionar o requisito a ser alterado e depois serão proporcionados as informações a serem alteradas. A interface é similar à apresentada na Figura 6.10. Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Requisito -> Atualizar Requisito, sempre e quando o Usuário tenha o perfil de Administrador.

6.5.3.2 Seleção de Requisito de Trabalho

Uma vez registrados os requisitos, é preciso selecionar o requisito de trabalho, tal como é apresentado na Figura 6.11.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Requisito -> Selecionar Requisito.

Para selecionar um Requisito de trabalho siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Selecionar Requisito;
- 2 – Usuário escolhe o Requisito de trabalho;
- 3 – Sistema estabelece o Requisito de trabalho.

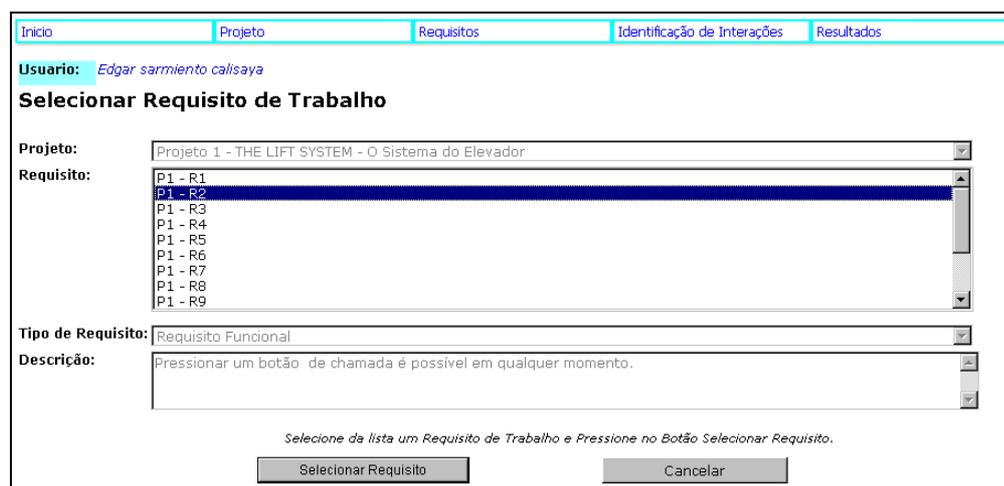


Figura 6.11 Interface de Seleção de Requisito de Trabalho

6.5.3.3 Cadastro e Edição de Ações

Uma vez selecionado o requisito de trabalho, se inicia o processo de identificação dos atributos (ações) deste. Para isto, é preciso cadastrar o atributo (ação) do requisito, se é que este não foi cadastrado, tal como é apresentado na Figura 6.12.

Através desta interface é possível cadastrar e atualizar o atributo (ação) selecionado.

Para Cadastrar uma Ação o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Identificar Atributos Requisito -> Cadastrar Nova Ação.

Para cadastrar uma Ação siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Cadastro e Edição de Ações;
- 2 – Usuário informa a Descrição;
- 3 – Usuário clica no botão Cadastrar Nova Ação;
- 4 – Sistema armazena a Ação.

Após a conclusão do passo 4, o Sistema apresenta mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta ao passo 1.

Para Atualizar uma Ação o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -
> Identificar Atributos Requisito -> Cadastrar Nova Ação.

Para atualizar uma Ação siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Cadastro e Edição de Ações;
- 2 – Usuário Seleciona a Ação a ser atualizada;
- 3 – Usuário informa a Descrição;
- 4 – Usuário clica no botão Atualizar Ação Selecionada;
- 5 – Sistema atualiza e armazena a Ação.

Após a conclusão do passo 5, Sistema apresenta uma mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta ao passo 1.

Edição de Ações

Projeto:

Selecione uma Ação:

Chamar o elevador.

O Elevador para no andar K.
O Elevador abre as portas.
As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Mudar o sentido do Elevador é possível.
O Elevador permanece no andar atendido por ultimo.
O elevador atende a chamada.
As portas do elevador permanecem fechadas.

Descrição:

Para Atualizar uma Ação Selecionada, Pressione no Botão Atualizar. Para Cadastrar uma Nova Ação Pressione no Botão Cadastrar Nova Ação.

[Voltar a Identificação de Atributos de Requisito](#)

Figura 6.12 Interface de Cadastro e Edição de Ações

6.5.3.4 Cadastro e Edição de Eventos

Uma vez selecionado o requisito de trabalho, se inicia o processo de identificação dos atributos (eventos) deste. Para isto, é preciso cadastrar o atributo (evento) do requisito, se é que este ainda não foi cadastrado, tal como é apresentado na Figura 6.13.

Através desta interface é possível cadastrar e atualizar o atributo (evento) selecionado.

Para Cadastrar um Novo Evento o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Identificar Atributos Requisito -> Cadastrar Novo Evento.

Para cadastrar um Evento siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Cadastro e Edição de Eventos;
- 2 – Usuário informa o Nome e a Descrição;
- 3 – Usuário clica no botão Cadastrar Novo Evento;
- 4 – Sistema armazena o Evento.

Após a conclusão do passo 4, o Sistema apresenta uma mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta ao passo 1.

Para Atualizar um Evento, o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Identificar Atributos Requisito -> Cadastrar Novo Evento.

Para atualizar um Evento siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta tela de Cadastro e Edição de Eventos;
- 2 – Usuário Seleciona o Evento a ser atualizado;
- 3 – Usuário informa o Nome e a Descrição;
- 4 – Usuário clica no botão Atualizar Evento Selecionado;
- 5 – Sistema atualiza e armazena o Evento.

Após conclusão do passo 5, o Sistema apresenta uma mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta ao passo 1.

Edição de Eventos

Projeto:

Selecione um Evento:

- O Elevador passa pelo andar K.
- O Elevador parado.
- As portas do Elevador estão fechadas.
- As portas do Elevador estão abertas.
- Não existem chamadas no sentido atual.
- O Elevador em movimento.
- Pressionar o botão de abrir as portas.
- Alguma coisa Obstrui as portas.
- O Elevador é sobrecarregado.

Nome:

Descrição:

Para Atualizar um Evento Selecionado, Pressione no Botão Atualizar. Para Cadastrar um Novo Evento Pressione no Botão Cadastrar Novo Evento.

[Voltar a Identificação de Atributos de Requisito](#)

Figura 6.13 Interface de Cadastro e Edição de Eventos

Os mesmos procedimentos definidos nesta seção são seguidos para o cadastro e a edição de objetos, recursos e agentes.

6.5.3.5 Identificação de Atributos de Requisito

Uma vez selecionado o requisito de trabalho e cadastrados cada um dos atributos deste, se inicia o processo de associação do requisito selecionado e os seus atributos (ação, eventos, objetos, recursos e agentes), tal como é apresentado na Figura 6.14.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Identificar Atributos Requisito.

Para Identificar os Atributos de um Requisito siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta a tela de Identificar Atributos Requisito;
- 2 – Usuário escolhe a Ação a ser associada;
 - 2a – Usuário clica no botão Agregar Ação;
 - 2b – Usuário clica no botão Salvar Ação Selecionada;
 - 2c – Sistema atualiza e armazena os atributos do Requisito Selecionado;
- 3 – Usuário escolhe os Eventos a serem associados;
 - 3a – Usuário clica no botão Agregar Evento (>>);
 - 3b – Usuário clica no botão Salvar Eventos Selecionados;
 - 3c – Sistema atualiza e armazena os atributos do Requisito Selecionado;

- 4 – Usuário escolhe os Objetos a serem associados;
- 4a – Usuário clica no botão Agregar Objeto (>>);
- 4b – Usuário clica no botão Salvar Objetos Seleccionados;
- 4c – Sistema atualiza e armazena os atributos do Requisito Seleccionado;
- 5 – Usuário escolhe os Recursos a serem associados;
- 5a – Usuário clica no botão Agregar Recurso (>>);
- 5b – Usuário clica no botão Salvar Recursos Seleccionados;
- 5c – Sistema atualiza e armazena os atributos do Requisito Seleccionado;
- 6 – Usuário escolhe os Agentes a serem associados;
- 6a – Usuário clica no botão Agregar Agente (>>);
- 6b – Usuário clica no botão Salvar Agentes Seleccionados;
- 6c – Sistema atualiza e armazena os atributos do Requisito Seleccionado;
- 7 – Sistema atualiza e armazena os atributos do Requisito Seleccionado.

Figura 6.14 Interface de Identificação de Atributos de Requisito

6.5.3.6 Associação de Requisito e Evento

Uma vez seleccionado o requisito de trabalho e identificados os seus atributos (ação, eventos, objetos, recursos e agentes), tal como é apresentado na Figura 6.20. Inicia – se o processo de associação e especificação do requisito e os seus eventos relacionados, tal como é apresentado na Figura 6.15.

O evento selecionado tem um tipo e uma categoria; além de que o objeto associado tem um pré – estado e um pós - estado.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Requisito -> Associar Eventos a Requisito.

Para Associar e Especificar os Eventos de um Requisito siga os seguintes passos:

- 1 – Sistema apresenta a tela de Associar Eventos a Requisito;
- 2 – Usuário escolhe o Evento a ser associado;
- 3 – Usuário escolhe e informa a Categoria do Evento;
- 4 – Usuário escolhe e informa o Tipo do Evento;
- 5 – Usuário escolhe o Objeto a ser associado;
- 5a – Usuário informa o pré-estado;
- 5b – Usuário informa o pós-estado;
- 6 – Usuário escolhe o Recurso associado;
- 7 – Usuário clica no botão Salvar Associações;
- 8 – Sistema atualiza e armazena os atributos do Requisito Selecionado.

Após conclusão do passo 8, o Sistema apresenta uma mensagem de sucesso e o Usuário toma ciência. Em caso de erro, o Sistema volta ao passo 1.

Associação de Requisitos e os seus Eventos

Projeto:

Requisito:

Descrição:

Evento:

Categoria: Tipo:

Ação:

Objeto:

Pre-Estado: Pós-Estado:

Recurso:

Figura 6.15 Interface de Associação de Requisito e Evento

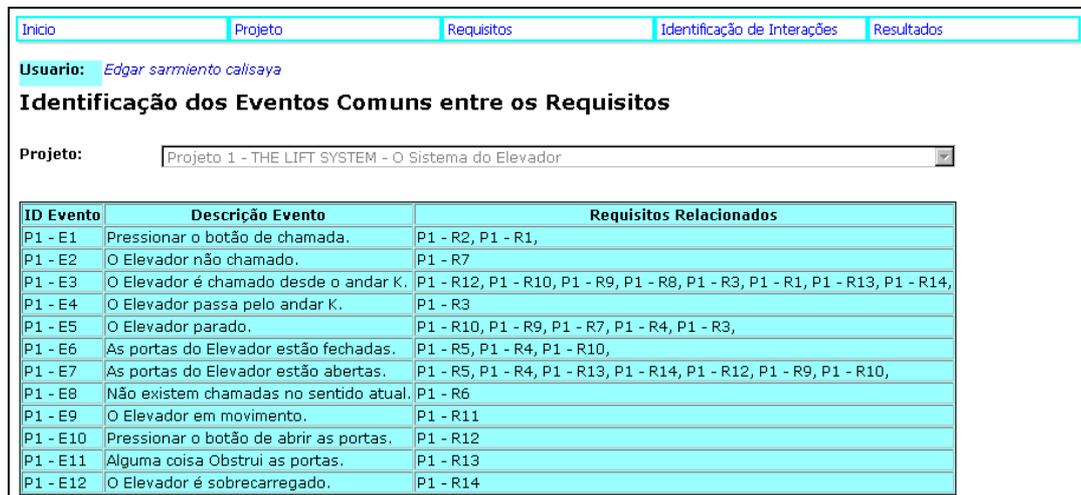
6.5.4 Funcionalidades do Módulo de Identificação de Interações

6.5.4.1 Identificação dos Eventos Comuns

Uma vez identificados os atributos de cada um dos requisitos, é possível conhecer os eventos comuns entre os requisitos do projeto, tal como é apresentado na Figura 6.16.

A ferramenta mostra para cada um dos eventos do projeto, os requisitos que são estimulados ou produzem tal evento.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Identificação de Interações -> Identificar Eventos Comuns.



ID Evento	Descrição Evento	Requisitos Relacionados
P1 - E1	Pressionar o botão de chamada.	P1 - R2, P1 - R1,
P1 - E2	O Elevador não chamado.	P1 - R7
P1 - E3	O Elevador é chamado desde o andar K.	P1 - R12, P1 - R10, P1 - R9, P1 - R8, P1 - R3, P1 - R1, P1 - R13, P1 - R14,
P1 - E4	O Elevador passa pelo andar K.	P1 - R3
P1 - E5	O Elevador parado.	P1 - R10, P1 - R9, P1 - R7, P1 - R4, P1 - R3,
P1 - E6	As portas do Elevador estão fechadas.	P1 - R5, P1 - R4, P1 - R10,
P1 - E7	As portas do Elevador estão abertas.	P1 - R5, P1 - R4, P1 - R13, P1 - R14, P1 - R12, P1 - R9, P1 - R10,
P1 - E8	Não existem chamadas no sentido atual.	P1 - R6
P1 - E9	O Elevador em movimento.	P1 - R11
P1 - E10	Pressionar o botão de abrir as portas.	P1 - R12
P1 - E11	Alguma coisa Obstrui as portas.	P1 - R13
P1 - E12	O Elevador é sobrecarregado.	P1 - R14

Figura 6.16 Interface de Identificação dos Eventos Comuns

6.5.4.2 Identificação das Ações Comuns

Uma vez identificados os atributos de cada um dos requisitos, é possível conhecer as ações comuns entre os requisitos do projeto, tal como é apresentado na Figura 6.17.

A ferramenta amostra para cada um das ações do projeto, os requisitos que executam tal ação.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Identificação de Interações -> Identificar Ações Comuns.

Inicio	Projeto	Requisitos	Identificação de Interações	Resultados
Usuario: <i>Edgar sarmiento calisaya</i>				
Identificação dos Ações Comuns entre os Requisitos				
Projeto: <input type="text" value="Projeto 1 - THE LIFT SYSTEM - O Sistema do Elevador"/>				
ID Ação	Descrição Ação	Requisitos Relacionados		
1	Chamar o elevador.	P1 - R9, P1 - R1,		
2	O Elevador para no andar K.	P1 - R3		
3	O Elevador abre as portas.	P1 - R10, P1 - R4,		
4	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.	P1 - R14, P1 - R13, P1 - R12, P1 - R5,		
5	Mudar o sentido do Elevador é possível.	P1 - R6		
6	O Elevador permanece no andar atendido por ultimo.	P1 - R7		
7	O elevador atende a chamada.	P1 - R8		
8	As portas do elevador permanecem fechadas.	P1 - R11		

Figura 6.17 Interface de Identificação das Ações Comuns

6.5.4.3 Identificação de Interações

Uma vez identificados os atributos de cada um dos requisitos e feitas as associações requisito – evento, é possível conhecer as interações detectadas pela ferramenta, tal como é apresentado na Figura 6.18.

A ferramenta amostra para cada um dos requisitos, o requisito com o qual interage, além do tipo de interação existente entre eles.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função Identificação de Interações -> Identificar Interações.

Inicio	Projeto	Requisitos	Identificação de Interações	Resultados
Usuario: <i>Edgar sarmiento calisaya</i>				
Identificação de Interações entre os Requisitos				
Projeto: <input type="text" value="Projeto 1 - THE LIFT SYSTEM - O Sistema do Elevador"/>				
Requisito	Requisito Relacionado	Tipo de Interação		
P1 - R5	P1 - R13	Conflito FR		
P1 - R5	P1 - R14	Conflito FR		
P1 - R12	P1 - R5	Cancela		
P1 - R13	P1 - R5	Cancela		
P1 - R14	P1 - R5	Cancela		
P1 - R8	P1 - R9	Cancela		
P1 - R9	P1 - R12	Cancela		
P1 - R9	P1 - R13	Cancela		
P1 - R9	P1 - R14	Cancela		
P1 - R8	P1 - R12	Impacto Negativo		
P1 - R8	P1 - R13	Impacto Negativo		
P1 - R8	P1 - R14	Impacto Negativo		
P1 - R1	P1 - R3	Informa		
P1 - R1	P1 - R8	Informa		
P1 - R1	P1 - R9	Informa		
P1 - R1	P1 - R10	Informa		
P1 - R1	P1 - R12	Informa		
P1 - R1	P1 - R13	Informa		
P1 - R1	P1 - R14	Informa		

Figura 6.18 Interface de Identificação de Interações

6.5.5 Funcionalidades do Módulo de Especificação

Este módulo possibilita a especificação dos requisitos do projeto, dependendo da informação adicional desejada.

6.5.5.1 Especificação de Atributos de Requisito

Através desta funcionalidade é possível especificar cada um dos requisitos e os seus atributos relacionados. Onde ID e Descrição são o identificador e a descrição do requisito, os outros campos são os seus atributos, tal como é apresentado na Figura 6.19.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função de Resultados -> Especificação -> Especificar Atributos Requisitos.

ID	Descrição	Ação	Evento	Objeto	Recurso	Agente
P1 - R1	O elevador é chamado pressionando um botão da chamada desde qualquer andar K ou desde o interior do elevador.	Chamar o elevador.	Pressionar o botão de chamada. O Elevador é chamado desde o andar K.	O Elevador. O Botão de chamada (in/out).		
P1 - R2	Pressionar um botão de chamada é possível em qualquer momento.		Pressionar o botão de chamada.	O Elevador. O Botão de chamada (in/out).		
P1 - R3	Quando o elevador passa pelo andar K, e há uma chamada para este andar, a seguir o elevador parará no andar K.	O Elevador para no andar K.	O Elevador é chamado desde o andar K. O Elevador passa pelo andar K. O Elevador parado.	O Elevador. O Andar.		
P1 - R4	Quando o elevador há parado, o elevador abrirá as portas.	O Elevador abre as portas.	O Elevador parado. As portas do Elevador estão fechadas. As portas do Elevador estão abertas.	O Elevador. As Portas.		
P1 - R5	Quando as portas do elevador foram abertas, fechar-se-ão automaticamente após d unidades de tempo.	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.	As portas do Elevador estão fechadas. As portas do Elevador estão abertas.	O Elevador. As Portas. O Contador de Tempo.		

Figura 6.19 Interface de Especificação de Atributos de Requisito

6.5.5.2 Especificação de Eventos de Requisito

Através desta funcionalidade é possível especificar cada um dos requisitos e os seus eventos relacionados, tal como é apresentado na Figura 6.20.

Para cada um dos requisitos são especificados os eventos relacionados a este. Cada um dos seus eventos tem um tipo e uma categoria, o objeto impactado pelo evento (pré e pós-estado) e os recursos utilizados na execução do requisito.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função de Resultados -> Especificação -> Especificar Eventos e Requisitos.

Início	Projeto	Requisitos	Identificação de Interações	Resultados
Usuario: <i>Edgar sarmiento calisaya</i>				
Especificação de Requisitos e os seus Eventos				
Projeto: <input type="text" value="Projeto 1 - THE LIFT SYSTEM - O Sistema do Elevador"/>				
ID	Descrição			
ID Requisito	P1 - R1			
ID Evento	P1 - E1			
Tipo Evento	Mensagem			
Categoria Evento	Input			
Ação	Chamar o elevador.			
Objeto	O Elevador <i>Pre-Estado:</i> O Elevador Não Chamado <i>Pós-Estado:</i> O Elevador Chamado			
Recurso				
ID	Descrição			
ID Requisito	P1 - R1			
ID Evento	P1 - E3			
Tipo Evento	Mensagem			
Categoria Evento	Output			
Ação	Chamar o elevador.			
Objeto	O Elevador <i>Pre-Estado:</i> O Elevador Não Chamado <i>Pós-Estado:</i> O Elevador Chamado			
Recurso				

Figura 6.20 Interface de Especificação de Eventos de Requisito

6.5.5.3 Especificação de Interações de Requisito

Uma vez identificados os atributos de cada um dos requisitos e feitas as associações requisito – evento, é possível conhecer as interações detectadas pela ferramenta, tal como é apresentado na Figura 6.18.

A ferramenta mostra para cada um dos requisitos, o requisito com o qual interage, além do tipo de interação existente entre eles.

Para isto o Usuário escolhe no menu do sistema a função de Resultados -> Tabela de Interação.

7 Estudos de Caso

Nesta Seção são apresentados quatro estudos de caso com a finalidade de mostrar a utilização do enfoque proposto em problemas ou exemplos conhecidos. A escolha dos estudos de caso foi feita levando em consideração aqueles problemas que apresentam um número maior de interações. Os dois primeiros foram escolhidos por que apresentam mais interações negativas por causa da complexidade dos relacionamentos dos requisitos, principalmente o segundo caso. Os dois últimos estudos de caso foram escolhidos para amostrar a aplicabilidade do enfoque em problemas reais, ou seja, aqueles que envolvem diretamente a construção de um sistema de software.

7.1 O Sistema do Elevador

7.1.1 Preparação do Estudo de Caso

O sistema do elevador é um sistema bem reconhecido no domínio de controle, usado freqüentemente como um modelo para validar novos enfoques para a detecção de interações no nível de requisitos.

Os requisitos que descrevem o comportamento básico de um elevador simples foram identificados por Heisel e Souquières(1998), Heisel e Souquières (2001) e Shehata(2005).

O elevador consta de:

- a) Um botão de chamada em cada andar;
- b) Um botão de abrir porta dentro da cabina do elevador;
- c) Vários botões para cada andar dentro da cabina do elevador.

O estudo de caso do sistema do elevador consiste de um conjunto de 14 requisitos que descrevem a operação básica de um sistema simples de elevador, e que serão usados para a avaliação do método são descritas a seguir na Tabela 7.1, onde são apresentados o identificador e a descrição de cada um dos requisitos.

Cada Requisito tem um ID único que começa com um P e o número do projeto, seguido de uma R com o número do requisito (p.ex. P1-R1 significa o requisito número 1 do projeto 1).

Tabela 7.1 Requisitos do Estudo de Caso – O Sistema do Elevador

<i>Requisito ID</i>	<i>Descrição</i>
P1 - R1	O elevador é chamado pressionando um botão de chamada desde qualquer andar K ou desde o interior do elevador.
P1 - R2	Pressionar um botão de chamada é possível em qualquer momento.
P1 - R3	Quando o elevador passa pelo andar K, e há uma chamada para este andar, a seguir o elevador parará no andar K.
P1 - R4	Quando o elevador para, o elevador abrirá as portas.
P1 - R5	Quando as portas do elevador forem abertas, fechar-se-ão automaticamente após d unidades de tempo.
P1 - R6	O elevador muda somente seu sentido quando não há mais chamadas no sentido atual.
P1 - R7	Quando não há mais chamadas, o elevador permanece no andar atendido por último.
P1 - R8	Contanto existam chamadas não atendidas, o elevador atenderá estas chamadas.
P1 - R9	Quando o elevador está parado no andar K com as portas abertas e recebe uma chamada do andar K, a chamada do andar K não é tomada em conta.
P1 - R10	Quando o elevador é parado no andar K com as portas fechadas e recebe uma chamada do andar K, o elevador reabre suas portas.
P1 - R11	Sempre que o elevador se move, as portas devem permanecer fechadas.
P1 - R12	O fechamento de uma porta pode ser prevenido por pressionar o botão de abrir porta.
P1 - R13	Quando algo obstrui a porta, o elevador interrompe o processo de fechar a porta e reabre as portas.
P1 - R14	Quando o elevador é sobrecarregado, a porta não se fechará.

7.1.2 Aplicação do Método

7.1.2.1 Listando os Requisitos do Sistema

Inicialmente os requisitos são listados e descritos textualmente usando a linguagem natural, tal como é feito na Tabela 7.1.

7.1.2.2 Identificando os Atributos de cada Requisito

Após os requisitos serem decompostos em requisitos menos complexos e listados, inicia-se o processo de extração de atributos de cada um destes; ou seja, a identificação da ação, os eventos, os objetos, os recursos e os agentes envolvidos na execução do requisito (tal como mostra a Tabela 7.2).

7.1.2.3 Associando Requisitos e Eventos

Para facilitar o processo de identificação de interações é preciso identificar os eventos comuns entre os requisitos, já que requisitos interagem principalmente através de eventos. A Tabela 7.3 amostra o identificador e a descrição do evento, além dos requisitos relacionados a este.

Tabela 7.2 Identificando os Atributos de cada Requisito – O Sistema do Elevador

<i>IDR</i>	<i>Evento</i>	<i>Ação</i>	<i>Objeto</i>	<i>Recurso</i>	<i>Agente</i>
P1 - R1	Pressionar o botão de chamada. O Elevador é chamado desde o andar K.	Chamar o elevador	O Elevador. O Botão de chamada(in/out).		
P1 - R2	Pressionar o botão de chamada.	Pressionar o botão de chamada.	O Elevador. O Botão de chamada (in/out).		
P1 - R3	O Elevador passa pelo andar K. O Elevador é chamado desde o andar K. O Elevador parado.	O Elevador para no andar K.	O Elevador. O Andar.		
P1 - R4	O Elevador parado. As portas do Elevador estão fechadas. As portas do Elevador estão abertas.	O Elevador abre as portas.	O Elevador. As Portas.		
P1 - R5	As portas do Elevador estão abertas. As portas do Elevador estão fechadas.	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.	O Elevador. As Portas. O Contador de Tempo.		
P1 - R6	Não existem chamadas no sentido atual.	Mudar o sentido do Elevador é possível.	O Elevador. Uma Chamada ao Elevador.		
P1 - R7	O Elevador não chamado. O Elevador parado.	O Elevador permanece no andar atendido por último.	O Elevador. Uma Chamada ao Elevador.		
P1 - R8	O Elevador é chamado desde o andar K.	O elevador atende a chamada.	O Elevador. Uma Chamada ao Elevador.		
P1 - R9	O Elevador é chamado desde o andar K. O Elevador parado. As portas do Elevador estão abertas.	Chamar o elevador.	O Elevador. O Andar. As Portas.		
P1 - R10	O Elevador é chamado desde o andar K. O Elevador parado. As portas do Elevador estão fechadas. As portas do Elevador estão abertas.	O Elevador abre as portas.	O Elevador. O Andar. As Portas.		
P1 - R11	O Elevador em movimento.	As portas do elevador permanecem fechadas.	O Elevador. As Portas.		
P1 - R12	Pressionar o botão de abrir as portas. As portas do Elevador estão abertas. O Elevador é chamado desde o andar K.	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.	O Elevador. As Portas. O Botão Abrir Porta (in).		
P1 - R13	Alguma coisa obstrui as portas. As portas do Elevador estão abertas. O Elevador é chamado desde o andar K.	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.	O Elevador. As Portas.	O Sensor de Obstrução.	
P1 - R14	O Elevador é sobrecarregado. As portas do Elevador estão abertas. O Elevador é chamado desde o andar K.	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.	O Elevador. As Portas.	O Sensor de Overload.	

Tabela 7.3 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – O Sistema do Elevador

<i>ID</i>	<i>Descrição</i>	<i>Requisitos Relacionados</i>
P1 – E1	Pressionar o botão de chamada.	P1 – R2, P1 – R1
P1 – E2	O Elevador não chamado.	P1 – R7
P1 – E3	O Elevador é chamado desde o andar K.	P1 – R12, P1 – R10, P1 – R9, P1 – R8, P1 – R3, P1 – R1, P1 – R13, P1 – R14
P1 – E4	O Elevador passa pelo andar K.	P1 – R3
P1 – E5	O Elevador parado.	P1 – R10, P1 – R9, P1 – R7, P1 – R4, P1 – R3
P1 – E6	As portas do Elevador estão fechadas.	P1 – R5, P1 – R4, P1 – R10
P1 – E7	As portas do Elevador estão abertas.	P1 – R5, P1 – R4, P1 – R13, P1 – R14, P1 – R12, P1 – R9, P1 – R10
P1 – E8	Não existem chamadas no sentido atual.	P1 – R6
P1 – E9	O Elevador em movimento.	P1 – R11
P1 – E10	Pressionar o botão de abrir as portas.	P1 – R12
P1 – E11	Alguma coisa obstrui as portas.	P1 – R13
P1 – E12	O Elevador é sobrecarregado.	P1 – R14

Para facilitar o processo de identificação de interações é preciso também identificar as ações comuns entre os requisitos, já que os requisitos executam ou cancelam alguma ação. A Tabela 7.4 amostra o identificador e a descrição da ação, além dos requisitos relacionados a este.

Tabela 7.4 Identificando as Ações Comuns entre os Requisitos – O Sistema do Elevador

<i>Ação</i>	<i>Descrição Ação</i>	<i>Requisitos Relacionados</i>
1	Chamar o elevador.	P1 – R9, P1 – R1
2	Pressionar o botão de chamada.	P1 – R2
3	O Elevador para no andar K.	P1 – R3
4	O Elevador abre as portas.	P1 – R10, P1 – R4
5	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.	P1 – R14, P1 – R13, P1 – R12, P1 – R5
6	Mudar o sentido do Elevador é possível.	P1 – R6
7	O Elevador permanece no andar atendido por ultimo.	P1 – R7
8	O elevador atende a chamada.	P1 – R8
9	As portas do elevador permanecem fechadas.	P1 – R11

Após ser feita a identificação dos eventos comuns entre os requisitos, é preciso associar cada um dos requisitos aos seus eventos relacionados; além de especificar o tipo e a categoria do evento, é preciso também especificar o objeto (pré – estado e pós - estado) e o recurso associado (ver Apêndice A).

7.1.2.4 Identificando as Interações entre os Requisitos

Depois de realizados os procedimentos anteriores se procede a “Identificar as Interações entre os Requisitos”. Para isso é aplicado o conjunto de regras de detecção de interação propostos na Seção 5.4. A Tabela 7.5 amostra todas as interações identificadas, além do tipo de interação identificada entre dois requisitos. Um Requisito interage com outro Requisito Relacionado através de um Tipo de Interação.

Tabela 7.5 Resumo de Interações – O Sistema do Elevador

<i>Requisito</i>	<i>Requisito Relacionado</i>	<i>Tipo de Interação</i>
P1 - R5	P1 - R13	Conflito FR
P1 - R5	P1 - R14	Conflito FR
P1 - R12	P1 - R5	Cancela
P1 - R13	P1 - R5	Cancela
P1 - R14	P1 - R5	Cancela
P1 - R8	P1 - R9	Cancela
P1 - R9	P1 - R1	Cancela
P1 - R9	P1 - R12	Cancela
P1 - R9	P1 - R13	Cancela
P1 - R9	P1 - R14	Cancela
P1 - R8	P1 - R12	Impacto Negativo
P1 - R8	P1 - R13	Impacto Negativo
P1 - R8	P1 - R14	Impacto Negativo
P1 - R1	P1 - R3	Informa
P1 - R1	P1 - R8	Informa
P1 - R1	P1 - R9	Informa
P1 - R1	P1 - R10	Informa
P1 - R1	P1 - R12	Informa
P1 - R1	P1 - R13	Informa
P1 - R1	P1 - R14	Informa
P1 - R3	P1 - R4	Informa
P1 - R3	P1 - R9	Informa
P1 - R3	P1 - R10	Informa
P1 - R4	P1 - R5	Informa
P1 - R4	P1 - R9	Informa
P1 - R4	P1 - R12	Informa
P1 - R4	P1 - R13	Informa
P1 - R4	P1 - R14	Informa
P1 - R5	P1 - R10	Informa
P1 - R7	P1 - R4	Informa
P1 - R7	P1 - R9	Informa
P1 - R7	P1 - R10	Informa
P1 - R10	P1 - R9	Informa
P1 - R10	P1 - R12	Informa
P1 - R10	P1 - R13	Informa
P1 - R10	P1 - R14	Informa

7.1.2.5 Verificando as Interações Identificadas

Depois de identificadas as interações entre os requisitos, estas devem ser verificadas, algumas eliminadas, explicadas e entendidas. A Tabela 7.6 mostra as interações já verificadas,

além da explicação de por que acontece um tipo de interação entre dois requisitos (Requisito Interage com Requisito Relacionado – **Rx -> Ry**).

Tabela 7.6 Verificação de Interações – O Sistema do Elevador

<i>Requisitos (Rx -> Ry)</i>	<i>Tipo de Interação</i>	<i>Explicação</i>
P1 - R12 -> P1 - R5	Cancela	O evento que estimula Rx, cancela a ação executada em Ry. Quando as portas do elevador forem abertas, o fechamento é prevenido pressionando o botão de abrir-porta.
P1 - R13 -> P1 - R5	Cancela	O evento que estimula Rx, cancela a ação executada em Ry. Quando as portas forem abertas, o fechamento é cancelado porque alguma coisa obstrui a porta.
P1 - R14 -> P1 - R5	Cancela	O evento que estimula Rx, cancela a ação executada em Ry. Quando as portas do elevador forem abertas, o fechamento é cancelado porque o elevador está sobrecarregado.
P1 - R9 -> P1 - R8	Cancela	Rx e Ry são estimulados pelo mesmo evento, só que a ação de Rx cancela a ação de Ry, e o pós-estado do objeto de Ry é diferente. Quando as portas do elevador estão abertas e ele recebe uma chamada do mesmo andar, a chamada é ignorada.
P1 - R9 -> P1 - R1	Cancela	O evento que estimula Rx cancela a ação de Ry, e o pós-estado do objeto de Ry é diferente. Quando o elevador esta parado com as portas abertas e recebe uma chamada do mesmo andar, a chamada é ignorada.
P1 - R12 -> P1 - R8	Impacto Negativo	Rx e Ry são estimulados pelo mesmo evento, só que a ação de Rx impacta negativamente ou retarda a ação de Ry. Quando as portas do elevador forem abertas e for pressionado o botão de abrir-porta, o elevador não atenderá as chamadas por um tempo indefinido.
P1 - R13 -> P1 - R8	Impacto Negativo	Rx e Ry são estimulados pelo mesmo evento, só que a ação de Rx impacta negativamente ou retarda a ação de Ry. Quando as portas forem abertas e alguma coisa obstruir a porta, o elevador não atenderá as chamadas por um tempo indefinido.
P1 - R14 -> P1 - R8	Impacto Negativo	Rx e Ry são estimulados pelo mesmo evento, só que a ação de Rx impacta negativamente ou retarda a ação de Ry. Quando as portas do elevador forem abertas e ele estiver sobrecarregado, o elevador não atenderá as chamadas por um tempo indefinido.
P1 - R1 -> P1 - R3	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Para que o elevador pare em um andar, este deve ser chamado.
P1 - R1 -> P1 - R8	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Para que o elevador atenda uma chamada, este deve ser chamado.
P1 - R1 -> P1 - R9	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Para que o elevador ignore uma chamada, este deve ser chamado.
P1 - R1 -> P1 - R10	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Para que o elevador re-abra as suas portas, este deve ser chamado.
P1 - R3 -> P1 - R4	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando o elevador esta parado, este deve abrir as portas.
P1 - R3 -> P1 - R9	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando o elevador esta parado com as portas abertas e recebe uma chamada, este deve ignorar a chamada.

P1 - R3 -> P1 - R10	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando o elevador esta parado com as portas fechadas e recebe uma chamada, este deve abrir as portas.
P1 - R4 -> P1 - R5	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando as portas do elevador foram abertas estas devem ser fechadas algum tempo depois.
P1 - R4 -> P1 - R9	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando as portas do elevador forem abertas e este receber uma chamada, deve ignorar a chamada.
P1 - R5 -> P1 - R10	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando as portas do elevador forem abertas estas devem ser fechadas algum tempo depois.
P1 - R7 -> P1 - R4	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando não há mais chamadas o elevador permanece parado e abre as suas portas.
P1 - R7 -> P1 - R9	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando o elevador permanece parado com as portas abertas e recebe uma chamada, esta é ignorada.
P1 - R7 -> P1 - R10	Informa	O evento produzido em Rx estimula a ação executada em Ry. Quando o elevador estiver parado com as portas fechadas e receber uma chamada, este deve abrir as portas.

7.1.2.6 Especificando os Requisitos e as suas Interações

O documento de especificação de requisitos é composto por toda a informação produzida ao longo do processo (ver Tabelas 7.1 a 7.6).

7.1.3 Análise e Avaliação de Resultados

O enfoque proposto reduz significativamente o número de comparações par a par que necessitariam ser executadas por um especialista ou analista manualmente. Isto acontece principalmente porque o enfoque considera que requisitos interagem através de eventos e ações comuns. Além disso, o processo de identificação de interações é feito automaticamente graças ao conjunto de regras ou cenários de interação armazenados para cada um dos tipos de interação considerados.

O enfoque proposto detectou todas as interações identificadas por Heisel e Souquières(1998), Heisel e Souquières (2001) e Shehata (2005). Além disso, outras interações não detectadas pelos outros enfoques foram detectadas (principalmente interações positivas). Esses tipos de interações são os que possibilitam o comportamento do sistema, ou seja, aqueles que possibilitam a interação entre os objetos.

As 6 interações (Interações Negativas) detectadas por Heisel e Souquières (2001) foram detectadas por Shehata(2005), e as 7 interações detectadas por Shehata(2005) foram detectadas pelo enfoque proposto.

Tabela 7.7 Comparação de Resultados Obtidos – O Sistema do Elevador

<i>Enfoque Proposto</i>		<i>(HEISEL, SOUQUIÈRES, 2001)</i>		<i>(SHEHATA, 2005)</i>	
Interações Positivas	Interações Negativas	Interações Positivas	Interações Negativas	Interações Positivas	Interações Negativas
13	8		6		7

Já conhecendo as interações entre os requisitos é possível inferir que os requisitos P1 - R1, P1 - R3, P1 - R4, P1 - R5 e P1 - R7 devem ser implementados seguindo essa ordem de prioridade, já que estes representam as operações básicas de um sistema de elevador. Além disso, sua execução estimula ou gera uma pré-condição para a execução dos demais dos requisitos.

O conhecimento de que os requisitos P1 - R12, P1 - R13, e P1 - R14 *cancelam e impactam negativamente sobre os requisitos* P1 - R5 e P1 - R8 respectivamente, indica que se devem implementar as restrições ou exceções que permitam controlar e reduzir o impacto destas interações no funcionamento do sistema.

Os objetos identificados através da aplicação do método proposto e o conhecimento das interações entre os requisitos, após análise prévia, podem dar uma idéia das interações entre os objetos envolvidos nos requisitos do sistema (ver Figura 7.1).

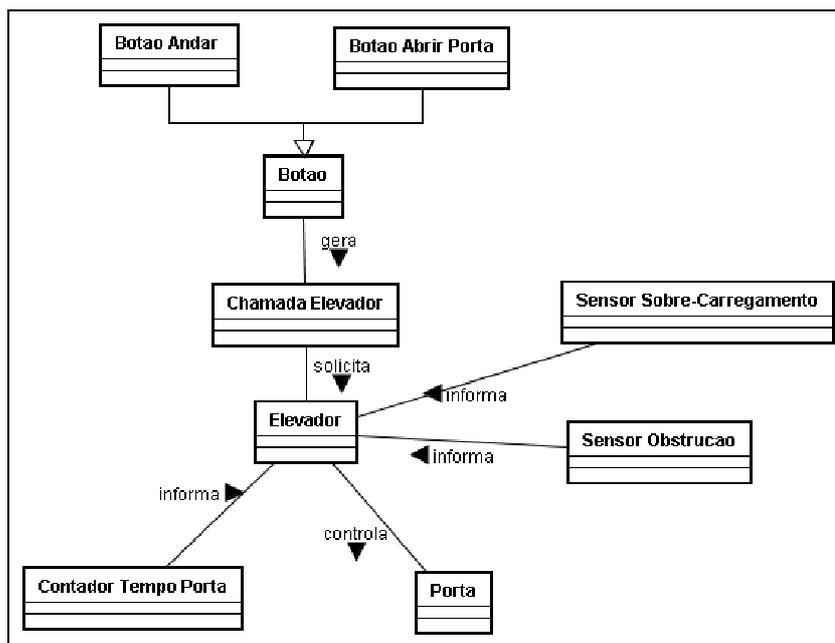


Figura 7.1 Diagrama de Classes Inicial – O Sistema do Elevador.

7.2 As Características das Casas Inteligentes

7.2.1 Preparação do Estudo de Caso

Antes de aplicar o enfoque proposto ao estudo de caso das casas inteligentes algumas definições devem ser feitas:

- Característica** é uma parte coerente e identificável de um sistema que ajuda a caracterizar o sistema desde a perspectiva de um usuário. Uma característica possui um conjunto de funcionalidades que satisfazem as necessidades do usuário (HEISEL, SOUQUIÈRES, 2001);
- Característica** pode ser definida como um conjunto de requisitos (SHEHATA, 2005);
- Uma Característica** essencialmente denota um conjunto de requisitos estreitamente relacionados de visões de usuários/clientes (ZHANG et al., 2006);
- Uma Característica** pode ser descomposta em funcionalidades, ou mais especificamente em requisitos do sistema.

Este estudo de caso amostra as interações entre as diversas funcionalidades presentes na maioria das casas inteligentes. Cada uma das características agrupa módulos que executam diversas funcionalidades através de elementos físicos (p.ex. televisão, ventilador, forno, janelas, etc.). Uma característica ou módulo pode ser controlado através de *switchs*, controles remotos ou via chamada telefônica.

As casas inteligentes podem conter muitas características, algumas das quais não são muito comuns devido ao seu alto custo e dificuldades técnicas. Além disso, muitas características são projetadas para ajudar pessoas com deficiências específicas e por isso não são instaladas em todas as casas. Este estudo de caso investiga só as Características básicas presentes em todas as casas inteligentes. Maiores detalhes sobre este estudo de caso podem ser encontrados em (SHEHATA, 2005; BRIERI, HURLEY, 2003). A Figura 7.2 amostra um resumo destas Características.

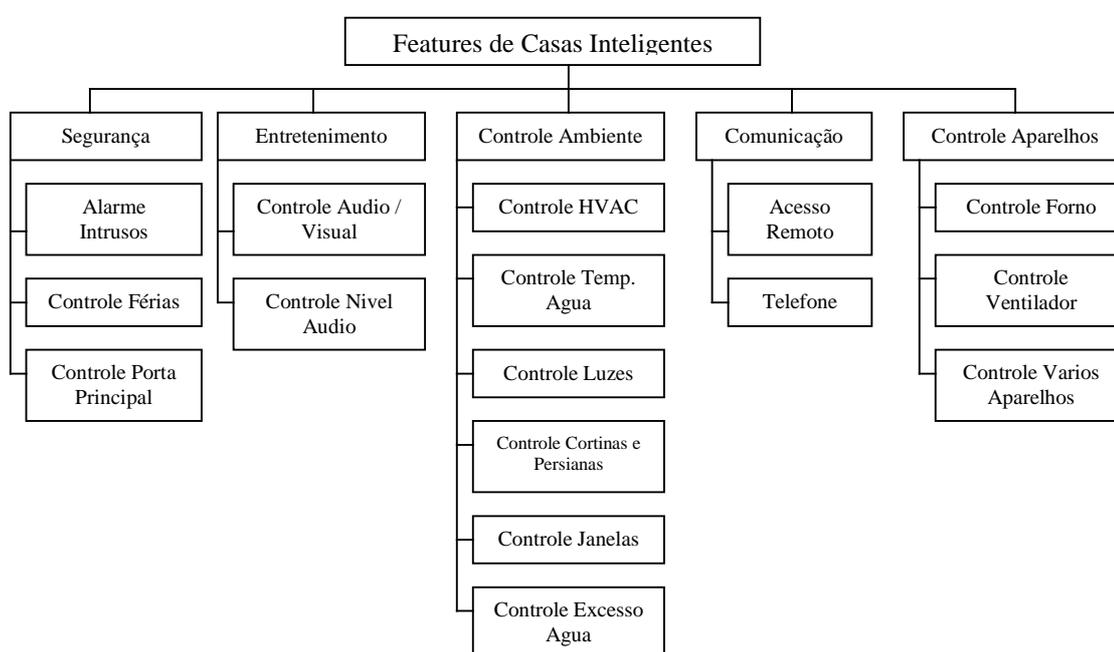


Figura 7.2 Características das Casas Inteligentes

Cada funcionalidade (Requisito) tem um ID único que começa com um P e o número do projeto, seguido de um R com o número da característica e o número da funcionalidade (p.ex. P2-R1.1 significa o requisito número 1 da característica 1 do projeto 2). Cada uma das características e suas funcionalidades são descritas a seguir.

Característica 1: Alarme Contra Intrusos

Esta é uma característica de segurança. Os ocupantes podem ativar/desativar o alarme contra intrusos do interior da casa usando o switch do alarme. A Característica de alarme contra intrusos, quando ativa, pode ser disparada por um sensor de tubos magnéticos que indica que uma janela foi aberta, pelo sensor de fechadura da porta principal que indica que a fechadura da porta principal foi aberta, por um sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR) que indica movimento em algumas áreas, ou pela pressão de *pads* que indica que uma pessoa deu passos em uma área pré-definida.

Funcionalidades da Característica de Alarme Contra Intrusos

P2-R1.1 Os ocupantes podem ativar o alarme contra intrusos do interior da casa usando o switch do alarme.

P2-R1.2 Os ocupantes podem desativar o alarme contra intrusos do interior da casa usando o switch do alarme.

P2-R1.3 O alarme contra intrusos pode ser disparado por um sensor de tubos magnéticos que indica que uma janela foi aberta.

P2-R1.4 O alarme contra intrusos pode ser disparado pelo sensor de fechadura da porta principal que indica que a fechadura da porta principal foi aberta.

P2-R1.5 O alarme contra intrusos pode ser disparado por um sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR) que indica movimento em algumas áreas. Posição = { Sala, Quartos, Corredor }

P2-R1.6 O alarme contra intrusos pode ser disparado pela pressão de *pads* que indica que uma pessoa deu passos em uma área pré-definida. Posição = { Sala, Quartos, Corredor } .

Característica 2: Controle de Férias

Esta Característica pode ser usada quando os ocupantes estão de férias por um longo período de tempo. Este usa configurações pré-definidas de tempo para automaticamente acender a televisão e luzes durante 60 minutos em áreas pré-definidas. A Característica é ativada/desativada por um switch no interior da casa.

Funcionalidades da Característica de Controle de Férias

P2-R2.1 Os ocupantes podem ativar o switch de férias do interior da casa.

P2-R2.2 Os ocupantes podem desativar o switch de férias do interior da casa.

P2-R2.3 Acender automaticamente a televisão durante 60 minutos em configurações pré-definidas de tempo.

P2-R2.4 Acender automaticamente as luzes durante 60 minutos em configurações pré-definidas de tempo em áreas pré-definidas.

Tempo = {00:00-23:59} e Posição = {Sala, Quartos}

Característica 3: Controle da Porta Principal

Esta Característica tranca a fechadura da porta principal da casa usando uma fechadura eletrônica quando a porta principal é fechada. Os ocupantes podem usar um switch interior para destrancar e abrir a porta principal desde o interior. Por segurança a porta principal destranca automaticamente e abre-se quando o sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado.

Funcionalidades da Característica de Controle da Porta Principal

P2-R3.1 Trancar a fechadura da porta principal da casa quando a porta principal é fechada.

P2-R3.2 Os Ocupantes podem destrancar e abrir a porta principal do interior pelo switch interior da porta principal.

P2-R3.3 Destrancar automaticamente e abrir a porta principal quando o sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado.

Característica 4: Controle Áudio/Visual

Esta Característica permite aos ocupantes controlar dispositivos de A/V por controles remotos ou fazer com que o sistema controle certos dispositivos de A/V on/off em configurações de tempo pré-definidas.

Funcionalidades da Característica de Controle Áudio/Visual

P2-R4.1 Os Ocupantes podem ativar os dispositivos A/V por controle remoto.

P2-R4.2 Os Ocupantes podem desativar todos os dispositivos A/V por controle remoto.

P2-R4.3 O Sistema pode ativar os dispositivos de A/V em configurações de tempo pré-definidas.

P2-R4.4 O Sistema pode desativar os dispositivos de A/V em configurações de tempo pré-definidas.

Dispositivos A/V = {televisão, CD, DVD} e Tempo = {00:00-23:59}

Característica 5: Controle de Nível de Áudio

Esta Característica permite aos ocupantes pré-estabelecer o nível de áudio de diferentes dispositivos de A/V a certos níveis, quando eles são ligados durante o dia ou a noite. Este também permite aos ocupantes estabelecer um nível de áudio máximo em todas as partes da casa que não pode ser excedido. Este nível de áudio máximo é escolhido pelo ocupante para evitar o barulho ou a perturbação durante o dia/noite.

Funcionalidades da Característica de Controle de Nível de Áudio

P2-R5.1 Os ocupantes podem pré-estabelecer o nível de áudio dos dispositivos de A/V a certos níveis quando eles são ligados durante o dia ou a noite.

P2-R5.2 Os Ocupantes podem estabelecer um nível de áudio máximo que não pode ser excedido em todas as partes da casa.

Característica 6: Controle do Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

A Característica de Controle do Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (HVAC) controla a temperatura da casa. Esta Característica aumenta/diminui a temperatura dentro da casa a uma temperatura pré-definida pelo usuário quando as leituras dos termostatos são diferentes desta temperatura pré-definida. Esta Característica também permite aos ocupantes definir um programa para aumentar/diminuir a temperatura da casa em intervalos de tempo pré-definidos.

Funcionalidades da Característica de Controle do Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

P2-R6.1 Aumentar/diminuir a temperatura ambiente dentro da casa a uma temperatura pré-definida quando as leituras dos termostatos são diferentes desta temperatura pré-definida.

P2-R6.2 Os ocupantes podem definir um programa para aumentar/diminuir a temperatura da casa em intervalos de tempo pré-definidos.

Temperatura = { 15.. 35 } e Tempo = {00:00-23:59 }

Característica 7: Controle de Temperatura de Água

Esta Característica controla a temperatura da água quente na casa. Esta mantém a temperatura da água quente da torneira de água quente da cozinha em 45°C e da torneira de água quente do banheiro em uma temperatura de 40 oC.

Funcionalidades da Característica de Controle de Temperatura de Água

P2-R7.1 Manter a temperatura da água quente da torneira de água quente da cozinha em 45 graus centígrado.

P2-R7.2 Manter a temperatura da água quente da torneira de água do banheiro em 40 graus centígrado.

Característica 8: A Controle das Luzes

Esta Característica controla a intensidade de luz dentro da casa. Este aumenta/diminui a intensidade de luz para equivaler ao aumento/redução de um regulador de luz. Durante a noite, esta Característica aumenta a intensidade da luz em uma certa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos quando um sinal de PIR positivo é recebido daquela parte. Quando o sinal de PIR é negativo durante 15 minutos, as luzes são automaticamente apagadas. Finalmente, pode se fazer com que esta Característica acenda automaticamente as luzes segundo um sensor de luz do dia quando a noite começa.

Funcionalidades da Característica de Controle de Luzes

P2-R8.1 Aumentar/diminuir a intensidade de luz para equivaler ao aumento/redução de um regulador de luz.

P2-R8.2 Aumentar a intensidade de luz em uma certa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos quando um sinal de PIR positivo é recebido daquela parte durante a noite.

P2-R8.3 Apagar automaticamente as luzes quando o sinal de PIR recebido é negativo durante 15 minutos durante a noite.

P2-R8.4 Acender automaticamente as luzes segundo um sensor de luz do dia quando a noite começa.

Posição = {Sala, Quartos, Banheiro}

Característica 9: Controle das Cortinas e Persianas

Esta Característica pode ser usada para abrir/fechar automaticamente as cortinas e persianas em certa área em configurações de tempo pré-definidas. Também pode ser feito automaticamente o abrir/fechar das cortinas e persianas em certa área segundo um sensor de luz do dia.

Funcionalidades da Característica de Controle das Cortinas e Persianas

P2-R9.1 Abrir automaticamente as cortinas e persianas em certa área em configurações de tempo pré-definidas.

P2-R9.2 Fechar automaticamente as cortinas e persianas em certa área em configurações de tempo pré-definidas.

P2-R9.3 Abrir automaticamente as cortinas e persianas em certa área segundo um sensor de luz do dia, quando o dia começa.

P2-R9.4 Fechar automaticamente as cortinas e persianas em certa área segundo um sensor de luz do dia, quando a noite começa.

Posição = {Sala, Quarto} e Tempo = {00:00-23:59}

Característica 10: Controle de Janelas

Esta Característica abre/fecha as janelas em áreas pré-definidas baseadas em configurações de tempo pré-definidas.

Funcionalidades da Característica de Controle de Janelas

P2-R10.1 Abrir as janelas em áreas pré-definidas baseadas em configurações de tempo pré-definidas.

P2-R10.2 Fechar as janelas em áreas pré-definidas baseadas em configurações de tempo pré-definidas.

Posição = {Sala, Quarto} e Tempo = {00:00-23:59}

Característica 11: Controle de Excesso de Água

Esta Característica de segurança fecha a torneira de água quando a água alcança ou excede 75 % do volume total da pia na cozinha ou da tina no banheiro.

Funcionalidades da Característica de Controle de Excesso de Água

P2-R11.1 Fechar a torneira de água quando a água alcança ou excede 75 % do volume total da pia na cozinha ou da tina no banheiro.

Característica 12: Acesso Remoto

Esta Característica permite aos ocupantes ativar remotamente qualquer Característica dentro da casa desde qualquer posição via o telefone. Os ocupantes ligam para o número de

telefone de casa, e quando não há nenhuma resposta depois de um número de toques definido pelo usuário, um módulo de acesso remoto é ativado pedindo um PIN para permitir o controle remoto de Características da casa.

Funcionalidades da Característica de Acesso Remoto

P2-R12.1 Os ocupantes podem ativar remotamente um módulo de acesso remoto e ativar uma característica quando uma chamada telefônica de entrada não foi respondida depois de um número definido de toques.

P2-R12.2 Os ocupantes podem ativar remotamente um módulo de acesso remoto e desativar uma característica quando uma chamada telefônica de entrada não foi respondida depois de um número definido de toques.

Número de toques telefônicos = {2.. 8}

Característica 13: Telefônica

Esta Característica força a presença de uma linha telefônica (POTS) ou um Protocolo de Voz sobre Internet (*VoIP*). Esta tem uma máquina de resposta instalada para registrar mensagens quando recebe uma chamada telefônica sem resposta por um certo número de toques.

Funcionalidades da Característica Telefônica

P2-R13.1 Forçar a presença de uma linha telefônica com o padrão POTS ou com VOIP.

P2-R13.2 Ativar uma máquina de resposta para registrar mensagens quando recebe uma chamada sem resposta por um certo número de toques.

Número de toques telefônicos = {2.. 8}

Característica 14: Controle do Forno

Esta Característica de segurança pode ser usada para fechar e prevenir qualquer ativação do forno durante períodos de tempo pré-definidos. Esta Característica também é usada para fechar o forno quando o sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado.

Funcionalidades da Característica de Controle do Forno

P2-R14.1 Fechar e Prevenir qualquer ativação do forno durante períodos de tempo pré-definidos.

P2-R14.2 Fechar o forno quando o sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado.

Característica 15: Controle de Ventilador

Esta Característica automaticamente liga o ventilador da cozinha quando o sensor de umidade é disparado. Quando o sinal do sensor é perdido durante 20 minutos enquanto o ventilador é ligado, o ventilador é automaticamente desligado.

Funcionalidades da Característica de Controle do Ventilador

P2-R15.1 Ligar automaticamente o ventilador da cozinha quando o sensor de umidade é disparado.

P2-R15.2 Desligar automaticamente o ventilador de cozinha quando o sinal de umidade é perdido durante 20 minutos enquanto o ventilador é ligado.

Característica 16: Controle de Vários Aparelhos

Esta Característica permite aos ocupantes da casa controlar vários aparelhos como o processador de alimentos, caldeira de água, etc. usando controles remotos.

Funcionalidades da Característica de Controle de Vários Aparelhos

P2-R16.1 Os Ocupantes podem ativar vários aparelhos como o processador de comida, caldeira de água, etc. usando controles remotos.

P2-R16.2 Os Ocupantes podem desativar vários aparelhos como o processador de comida, caldeira de água, etc. usando controles remotos.

7.2.2 Aplicação do Método

7.2.2.1 Listando os Requisitos do Sistema

Inicialmente os requisitos são listados e descritos textualmente usando a linguagem natural, tal como é feito na Seção 7.2.1.

7.2.2.2 Identificando os Atributos de cada Requisito

Após cada uma das características serem decompostas e listados em suas funcionalidades individuais (requisitos), inicia-se o processo de extração de atributos de cada um destes, ou seja, a identificação da ação, os eventos, os objetos, os recursos e os agentes envolvidos na execução do requisito(ver Tabela 7.8).

Tabela 7.8 Identificando os Atributos de cada Requisito – As Casas Inteligentes

ID	Evento	Ação	Objeto	Recurso	Agente
P2-R1.1	Pressão no switch de alarme intrusos. Alarme Intrusos desativado. Alarme Intrusos ativado.	Ativar o alarme contra intrusos.	Alarme Intrusos.	Switch Alarme Intrusos.	Ocupante.
P2-R1.2	Pressão no switch de alarme intrusos. Alarme Intrusos ativado. Alarme Intrusos desativado.	Desativar o alarme contra intrusos.	Alarme Intrusos.	Switch Alarme Intrusos.	Ocupante.
P2-R1.3	Janela fechada. Janela aberta. Alarme Intrusos ativado. Alarme Intrusos disparado.	Disparar o alarme contra intrusos.	Alarme Intrusos. Janela.		
P2-R1.4	Fechadura da porta principal aberta. Fechadura Porta Principal fechada. Alarme Intrusos ativado. Alarme Intrusos disparado.	Disparar o alarme contra intrusos.	Alarme Intrusos. Fechadura Porta Principal.		
P2-R1.5	Movimento em alguma área. Alarme Intrusos ativado. Alarme Intrusos disparado.	Disparar o alarme contra intrusos.	Alarme Intrusos.	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR).	
P2-R1.6	Pressão de Pads em uma área. Alarme Intrusos ativado. Alarme Intrusos disparado.	Disparar o alarme contra intrusos.	Alarme Intrusos.	Pad.	
P2-R2.1	Pressão no switch de férias. Alarme Férias desativado. Alarme Férias ativado.	Ativar o alarme de férias.	Alarme Férias.	Switch Alarme Férias.	Ocupante.
P2-R2.2	Pressão no switch de férias. Alarme Férias ativado. Alarme Férias desativado.	Desativar o alarme de férias.	Alarme Férias.	Switch Alarme Férias.	Ocupante.
P2-R2.3	Configuração pré-definida de tempo da TV. Alarme Férias ativado. Televisão desativada. Televisão ativada.	Acender a TV por 60 min.	Alarme Férias. Televisão.		
P2-R2.4	Configuração pré-definida de tempo das Luzes. Alarme Férias ativado. Luz desativada. Luz ativada.	Acender as Luzes por 60 min.	Alarme Férias. Luz.		
P2-R3.1	Porta Principal aberta. Porta principal fechada. Fechadura Porta Principal aberta. Fechadura Porta Principal fechada.	Trancar a fechadura da porta principal.	Porta Principal. Fechadura Porta Principal.		
P2-R3.2	Pressão no switch da Porta principal. Fechadura Porta Principal fechada. Fechadura Porta Principal aberta. Porta Principal fechada. Porta Principal aberta.	Destancar e abrir a porta principal.	Porta Principal. Fechadura Porta Principal.	Switch da Porta principal.	Ocupante.
P2-R3.3	Sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado. Fechadura Porta Principal fechada. Fechadura Porta Principal aberta. Porta Principal fechada. Porta Principal aberta.	Destancar e abrir a porta principal.	Porta Principal. Fechadura Porta Principal.	Sensor de Gás/Calor/Fumaça.	
P2-R4.1	Ativar os dispositivos A/V por controle remoto. Televisão desativada. Televisão ativada.	Ativar os dispositivos A/V por controles remotos.	Dispositivos A/V.	Controle Remoto.	Ocupante.
P2-R4.2	Desativar os dispositivos A/V por controle remoto. Televisão ativada. Televisão desativada.	Desativar os dispositivos A/V por controles remotos.	Dispositivos A/V.	Controle Remoto.	Ocupante.
P2-R4.3	Configuração pré-definida de tempo do A/V. Televisão desativada. Televisão ativada.	Ativar os dispositivos A/V.	Dispositivos A/V. Televisão.		
P2-R4.4	Configuração pré-definida de tempo do A/V. Televisão ativada. Televisão desativada.	Desativar os dispositivos A/V.	Dispositivos A/V. Televisão.		
P2-R 5.1	Estabelecer o nível de áudio de dispositivos A/V.	Estabelecer o nível de áudio de dispositivos	Dispositivos A/V. Televisão.		Ocupante.

	Televisão ativada. Nível Áudio Televisão pré-definido.	A/V.	Nível Áudio. Nível Áudio Televisão.		
P2-R 5.2	Estabelecer um nível de áudio máximo de dispositivos A/V. Televisão ativada. Nível Áudio Televisão pré-definido. Nível Áudio Televisão máximo.	Estabelecer um nível de áudio máximo de dispositivos A/V.	Dispositivos A/V. Televisão. Nível Áudio. Nível Áudio Televisão.		
P2-R 6.1	Leituras dos termostatos são diferentes da temperatura pré-definida. Temperatura ambiente. Temperatura pré-definida.	Aumentar/Diminuir a temperatura dentro da casa.	Temperatura.	Termostato.	
P2-R 6.2	Configuração pré-definida de tempo da temperatura. Temperatura ambiente. Temperatura manipulada.	Aumentar/Diminuir a temperatura dentro da casa.	Temperatura.		Ocupante.
P2-R 7.1	Manter a temperatura da água da torneira de água quente da cozinha em 45 °C. Temperatura Água Cozinha 45 °C.	Manter a temperatura da água quente da torneira de água quente da cozinha em 45 °C.	Temperatura Água Cozinha. Água.		
P2-R 7.2	Manter a temperatura da água da torneira de água do banheiro em 40 °C. Temperatura Água Banheiro 40 °C.	Manter a temperatura da água quente da torneira de água do banheiro em 40 °C.	Temperatura Água Banheiro. Água.		
P2-R 8.1	Aumento/redução do regulador de luz. Luz ativada. Intensidade de Luz pré-definida.	Aumentar/diminuir a intensidade de luz de acordo ao aumento/redução de um regulador de luz.	Luz. Intensidade de Luz.	Regulador de Luz.	Ocupante.
P2-R 8.2	Movimento em alguma área. Luz ativada. Intensidade de Luz pré-definida. Intensidade de Luz máxima.	Aumentar a intensidade de luz numa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos.	Luz. Intensidade de Luz.	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR).	
P2-R 8.3	Não existe movimento durante 15 minutos. Luz ativada. Luz desativada.	Apagar automaticamente as luzes.	Luz.	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR).	
P2-R 8.4	Noite começa. Luz desativada. Luz ativada.	Acender automaticamente as luzes.	Luz.	Sensor de luz do dia.	
P2-R 9.1	Configuração pré-definida de tempo das cortinas. Cortinas e Persianas fechadas. Cortinas e Persianas abertas.	Abrir automaticamente as cortinas e persianas.	Cortinas e Persianas.		
P2-R 9.2	Configuração pré-definida de tempo das cortinas. Cortinas e Persianas abertas. Cortinas e Persianas fechadas.	Fechar automaticamente as cortinas e persianas.	Cortinas e Persianas.		
P2-R 9.3	Dia começa. Cortinas e Persianas fechadas. Cortinas e Persianas abertas.	Abrir automaticamente as cortinas e persianas.	Cortinas e Persianas.	Sensor de luz do dia.	
P2-R 9.4	Noite começa. Cortinas e Persianas abertas. Cortinas e Persianas fechadas.	Fechar automaticamente as cortinas e persianas.	Cortinas e Persianas.	Sensor de luz do dia.	
P2-R 10.1	Configuração pré-definida de tempo das janelas. Janela fechada. Janela aberta.	Abrir as janelas	Janela.		
P2-R 10.2	Configuração pré-definida de tempo das janelas. Janela aberta. Janela fechada.	Fechar as janelas	Janela.		
P2-R 11.1	Volume de água > 75 %. Torneira de Água aberta. Torneira de Água fechada.	Fechar a torneira de água.	Água. Torneira de Água.		
P2-R 12.1	Chamada telefônica de entrada não respondida depois de um número definido de toques. Modulo Acesso remoto desativado. Modulo Acesso remoto ativado. Telefone ativado. Telefone ocupado. Alarme Intrusos desativado. Alarme Intrusos ativado.	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.	Telefone. Modulo Acesso Remoto. Alarme Intrusos. Alarme Ferias. Luz. Temperatura. Fechadura Porta Principal.		Ocupante.

	<p>Alarme Ferias desativado. Alarme Ferias ativado. Fechadura Porta Principal aberta. Fechadura Porta Principal fechada. Luz desativada. Luz ativada. Cortinas e Persianas fechadas. Cortinas e Persianas abertas. Janela fechada. Janela aberta. Torneira de Água aberta. Torneira de Água fechada. Televisão desativada. Televisão ativada. Nível Áudio Televisão pré-definido. Nível Áudio Televisão máximo. Forno ativado. Forno desativado. Ventilador desativado. Ventilador ativado. Temperatura ambiente. Temperatura pré-definida.</p>		<p>Cortinas e Persianas. Janela. Torneira de Água. Televisão. Forno. Ventilador de Cozinha. Nível Áudio.</p>		
P2-R 12.2	<p>Chamada telefônica de entrada não respondida depois de um número definido de toques. Modulo Acesso remoto desativado. Modulo Acesso remoto ativado. Telefone ativado. Telefone ocupado. Alarme Intrusos ativado. Alarme Intrusos desativado. Alarme Ferias ativado. Alarme Ferias desativado. Fechadura Porta Principal fechada. Fechadura Porta Principal aberta. Luz ativada. Luz desativada. Cortinas e Persianas abertas. Cortinas e Persianas fechadas. Janela aberta. Janela fechada. Torneira de Água fechada. Torneira de Água aberta. Televisão ativada. Televisão desativada. Nível Áudio Televisão pré-definido. Nível Áudio Televisão máximo. Forno desativado. Forno ativado. Ventilador ativado. Ventilador desativado. Temperatura ambiente. Temperatura pré-definida.</p>	<p>Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.</p>	<p>Telefone. Modulo Acesso Remoto. Alarme Intrusos. Alarme Ferias. Luz. Temperatura. Fechadura Porta Principal. Cortinas e Persianas. Janela. Torneira de Água. Televisão. Forno. Ventilador de Cozinha. Nível Áudio.</p>		Ocupante.
P2-R 13.1	<p>Forçar a presença de uma linha telefônica com o padrão POTS ou com VOIP. Telefone ativado.</p>	<p>Forçar a presença de uma linha telefônica com o padrão POTS ou com VOIP.</p>	<p>Telefone. Linha Telefônica.</p>		
P2-R 13.2	<p>Chamada telefônica de entrada não respondida depois de um número definido de toques. Máquina de Resposta desativada. Máquina de Resposta ativada. Telefone ativado. Telefone ocupado.</p>	<p>Ativar a máquina de resposta.</p>	<p>Telefone. Máquina de Resposta.</p>		
P2-R 14.1	<p>Configuração pré-definida de tempo do forno. Forno ativado. Forno desativado.</p>	<p>Fechar e Prevenir qualquer ativação do forno.</p>	<p>Forno.</p>		
P2-R 14.2	<p>Sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado. Forno ativado.</p>	<p>Fechar o forno.</p>	<p>Forno.</p>	<p>Sensor de Gás/Calor/Fumaça.</p>	

	Forno desativado.				
P2-R 15.1	Sensor de umidade disparado. Ventilador desativado. Ventilador ativado.	Ligar automaticamente o ventilador da cozinha.	Ventilador de Cozinha.	Sensor de Umidade.	
P2-R 15.2	Sinal de umidade é perdido durante 20 minutos. Ventilador desativado. Ventilador ativado.	Desligar automaticamente o ventilador da cozinha.	Ventilador de Cozinha.	Sensor de Umidade.	
P2-R 16.1	Ativar os aparelhos por controle remoto. Televisão desativada. Televisão ativada. Forno desativado. Forno ativado. Ventilador desativado. Ventilador ativado.	Ativar vários aparelhos usando controles remotos.	Dispositivos A/V. Televisão. Forno. Ventilador de Cozinha.	Controle Remoto.	
P2-R 16.2	Desativar os aparelhos por controle remoto. Televisão ativada. Televisão desativada. Forno ativado. Forno desativado. Ventilador ativado. Ventilador desativado.	Desativar vários aparelhos usando controles remotos.	Dispositivos A/V. Televisão. Forno. Ventilador de Cozinha.	Controle Remoto.	

7.2.2.3 Associando Requisitos e Eventos

A Tabela 7.9 amostra o identificador e a descrição de cada um dos eventos que estimulam ou são produzidos na execução das funcionalidades das casas inteligentes, além das funcionalidades ou requisitos relacionados a este.

Tabela 7.9 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – As Casas Inteligentes

ID Evento	Descrição Evento	Requisitos Relacionados
P2-E1	Pressão no switch de alarme intrusos.	P2-R1.2, P2-R1.1
P2-E2	Alarme Intrusos desativado.	P2-R1.1, P2-R1.2, P2-R12.2, P2-R12.1
P2-E3	Alarme Intrusos ativado.	P2-R1.2, P2-R1.1, P2-R1.4, P2-R12.2, P2-R1.3, P2-R1.5, P2-R1.6, P2-R12.1
P2-E4	Alarme Intrusos disparado.	P2-R1.3, P2-R1.4, P2-R1.5, P2-R1.6
P2-E5	Janela aberta.	P2-R12.2, P2-R1.3, P2-R12.1, P2-R10.1, P2-R10.2
P2-E6	Fechadura Porta Principal aberta.	P2-R3.1, P2-R12.2, P2-R3.2, P2-R3.3, P2-R12.1, P2-R1.4
P2-E7	Movimento em alguma área.	P2-R8.2, P2-R1.5
P2-E8	Pressão de Pads em uma área.	P2-R1.6
P2-E9	Pressão no switch de férias.	P2-R2.1, P2-R2.2
P2-E10	Alarme Ferias desativado.	P2-R2.1, P2-R2.2, P2-R12.1, P2-R12.2
P2-E11	Alarme Ferias ativado.	P2-R2.1, P2-R12.1, P2-R2.2, P2-R2.3, P2-R2.4, P2-R12.2
P2-E13	Configuração pré-definida de tempo da TV.	P2-R4.3, P2-R2.3, P2-R4.4
P2-E14	Televisão desativada.	P2-R12.1, P2-R4.2, P2-R4.3, P2-R4.1, P2-R2.3, P2-R12.2, P2-R16.2, P2-R16.1, P2-R4.4
P2-E15	Televisão ativada.	P2-R4.3, P2-R5.1, P2-R4.1, P2-R4.2, P2-R2.3, P2-R4.4, P2-R16.1, P2-R12.2, P2-R16.2, P2-R5.2, P2-R12.1
P2-E16	Configuração pré-definida de tempo das Luzes.	P2-R2.4
P2-E17	Luz desativada.	P2-R2.4, P2-R8.4, P2-R8.3, P2-R12.2, P2-R12.1
P2-E18	Luz ativada.	P2-R8.4, P2-R2.4, P2-R8.3, P2-R12.2, P2-R8.2, P2-R8.1, P2-R12.1
P2-E19	Porta principal fechada.	P2-R3.2, P2-R3.3, P2-R3.1
P2-E21	Fechadura Porta Principal fechada.	P2-R3.1, P2-R1.4, P2-R12.2, P2-R12.1, P2-R3.2, P2-

		R3.3
P2-E22	Pressão no switch da Porta principal.	P2-R3.2
P2-E23	Porta Principal aberta.	P2-R3.2, P2-R3.3, P2-R3.1
P2-E24	Sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado.	P2-R14.2, P2-R3.3
P2-E25	Ativar os dispositivos A/V por controle remoto.	P2-R4.1
P2-E26	Desativar os dispositivos A/V por controle remoto.	P2-R4.2
P2-E27	Configuração pré-definida de tempo do A/V.	P2-R4.3, P2-R4.4
P2-E28	Estabelecer o nível de áudio de dispositivos A/V.	P2-R5.1
P2-E29	Nível Áudio Televisão pré-definido.	P2-R5.2, P2-R5.1, P2-R12.1, P2-R12.2
P2-E30	Estabelecer um nível de áudio máximo de dispositivos A/V..	P2-R5.2
P2-E31	Nível Áudio Televisão máximo.	P2-R12.2, P2-R12.1, P2-R5.2
P2-E32	Leituras dos termostatos são diferentes da temperatura pré-definida.	P2-R6.1
P2-E33	Temperatura ambiente.	P2-R12.2, P2-R6.2, P2-R6.1, P2-R12.1
P2-E34	Temperatura pré-definida.	P2-R12.2, P2-R6.1, P2-R12.1
P2-E35	Configuração pré-definida de tempo da temperatura.	P2-R6.2
P2-E36	Temperatura manipulada.	P2-R6.2
P2-E37	Manter a temperatura da água da torneira de água quente da cozinha em 45 °C.	P2-R7.1
P2-E38	Temperatura Água Cozinha 45 °C.	P2-R7.1
P2-E39	Manter a temperatura da água da torneira de água do banheiro em 40 °C.	P2-R7.2
P2-E40	Temperatura Água Banheiro 40 °C.	P2-R7.2
P2-E41	Aumento/redução do regulador de luz.	P2-R8.1
P2-E42	Intensidade de Luz pré-definida.	P2-R8.1, P2-R8.2
P2-E43	Intensidade de Luz máxima.	P2-R8.2
P2-E44	Não existe movimento durante 15 minutos.	P2-R8.3
P2-E45	Noite começa.	P2-R9.4, P2-R8.4
P2-E46	Dia começa.	P2-R9.3
P2-E47	Configuração pré-definida de tempo das cortinas.	P2-R9.1, P2-R9.2
P2-E48	Cortinas e Persianas fechadas.	P2-R9.4, P2-R9.3, P2-R9.2, P2-R9.1, P2-R12.1, P2-R12.2
P2-E49	Cortinas e Persianas abertas.	P2-R9.3, P2-R9.2, P2-R9.4, P2-R9.1, P2-R12.2, P2-R12.1
P2-E50	Configuração pré-definida de tempo das janelas.	P2-R10.2, P2-R10.1
P2-E51	Janela fechada.	P2-R12.2, P2-R12.1, P2-R1.3, P2-R10.1, P2-R10.2
P2-E53	Volume de água > 75 %.	P2-R11.1
P2-E54	Torneira de Água aberta.	P2-R12.2, P2-R12.1, P2-R11.1
P2-E55	Torneira de Água fechada.	P2-R12.1, P2-R12.2, P2-R11.1
P2-E56	Chamada telefônica de entrada não respondida depois de um número definido de toques.	P2-R13.2, P2-R12.1, P2-R12.2
P2-E57	Modulo Acesso remoto desativado.	P2-R12.1, P2-R12.2
P2-E58	Modulo Acesso remoto ativado.	P2-R12.1, P2-R12.2
P2-E59	Telefone ativado.	P2-R13.2, P2-R12.1, P2-R13.1, P2-R12.2
P2-E60	Telefone ocupado.	P2-R13.2, P2-R12.1, P2-R12.2
P2-E61	Forçar a presença de uma linha telefônica com o padrão POTS ou com VOIP.Telefone ativado.	P2-R13.1
P2-E62	Máquina de Resposta desativada.	P2-R13.2
P2-E63	Máquina de Resposta ativada.	P2-R13.2
P2-E64	Configuração pré-definida de tempo do forno.	P2-R14.1
P2-E65	Forno ativado.	P2-R16.2, P2-R14.1, P2-R16.1, P2-R12.1, P2-R12.2, P2-R14.2
P2-E66	Forno desativado.	P2-R12.2, P2-R14.1, P2-R16.2, P2-R16.1, P2-R12.1, P2-R14.2
P2-E67	Sensor de umidade disparado.	P2-R15.1
P2-E68	Ventilador desativado.	P2-R16.1, P2-R15.2, P2-R15.1, P2-R12.2, P2-R16.2, P2-

		R12.1
P2-E69	Ventilador ativado.	P2-R15.2, P2-R15.1, P2-R12.2, P2-R16.2, P2-R16.1, P2-R12.1
P2-E70	Sinal de umidade é perdido durante 20 minutos.	P2-R15.2
P2-E71	Ativar os aparelhos por controle remoto.	P2-R16.1
P2-E72	Desativar os aparelhos por controle remoto.	P2-R16.2

Depois de feita a identificação dos eventos comuns entre os requisitos é preciso associar cada um dos requisitos aos seus eventos relacionados; além de especificar o tipo e a categoria do evento, é preciso também especificar o objeto (pré – estado e pós - estado) e o recurso associado(ver Apêndice B).

7.2.2.4 Identificando as Interações entre os Requisitos

Depois de realizados os procedimentos anteriores se procede a “Identificar as Interações entre os Requisitos”. Para isto, é aplicado o conjunto de regras de detecção de interação proposto na Seção 5.4. A Tabela 7.10 amostra todas as interações identificadas, além de uma explicação de por que acontece o tipo de interação identificada entre os dois requisitos relacionados. Um Requisito interage com outro Requisito Relacionado através de um Tipo de Interação.

Tabela 7.10 Resumo de Interações – As Casas Inteligentes

<i>Requisito</i>	<i>Requisito Relacionado</i>	<i>Tipo de Interação</i>	<i>Explicação</i>
P2-R6.1	P2-R6.2	Conflito	Se um ocupante da casa estabelece uma temperatura pré-definida; e um outro ocupante define outra temperatura para um intervalo de tempo; então se as duas temperaturas são diferentes, os dois requisitos estão em conflito.
P2-R1.2	P2-R1.3	Cancela	Se o Alarme de Intrusos esta ativada e um ocupante a desativa enquanto uma janela é aberta, então não será possível dispará-lo.
P2-R1.2	P2-R1.4	Cancela	Se o Alarme de Intrusos esta ativada e um ocupante a desativa enquanto a porta principal é aberta, então não será possível dispará-lo.
P2-R1.2	P2-R1.5	Cancela	Se o Alarme de Intrusos esta ativada e um ocupante a desativa enquanto movimentos são detectados, então não será possível dispará-lo.
P2-R1.2	P2-R1.6	Cancela	Se o Alarme de Intrusos esta ativada e um ocupante a desativa enquanto os sensores de pressão detectam passos, então não será possível dispará-lo.
P2-R12.2	P2-R1.3	Cancela	Se o Alarme de Intrusos é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível dispará-lo.
P2-R12.2	P2-R1.4	Cancela	Se o Alarme de Intrusos é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível dispará-lo.
P2-R12.2	P2-R1.5	Cancela	Se o Alarme de Intrusos é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível dispará-lo.
P2-R12.2	P2-R1.6	Cancela	Se o Alarme de Intrusos é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível dispará-lo.
P2-R2.2	P2-R2.3	Cancela	Se o Alarme de Férias é desativado, então não será possível dispará-lo e

			ligar a Televisão.
P2-R2.2	P2-R2.4	Cancela	Se o Alarme de Férias é desativado, então não será possível dispará-lo e ligar as Luzes.
P2-R12.2	P2-R2.3	Cancela	Se o Alarme de Férias é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível dispará-lo e ligar a Televisão.
P2-R12.2	P2-R2.4	Cancela	Se o Alarme de Férias é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível dispará-lo e ligar as Luzes.
P2-R4.2	P2-R5.1	Cancela	Se um ocupante desativa um Dispositivo A/V através de Controle Remoto, outro ocupante não poderá estabelecer um Nível de Áudio.
P2-R4.2	P2-R5.2	Cancela	Se um ocupante desativa um Dispositivo A/V através de Controle Remoto, outro ocupante não poderá estabelecer um Nível de Áudio máximo.
P2-R4.4	P2-R5.1	Cancela	Se o Sistema desativa um Dispositivo A/V, um ocupante não poderá estabelecer um Nível de Áudio.
P2-R12.2	P2-R5.1	Cancela	Se um Dispositivo de A/V é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível estabelecer um Nível de Áudio.
P2-R16.2	P2-R5.1	Cancela	Se um Dispositivo de A/V é desativado através de Controle Remoto, então não será possível estabelecer um Nível de Áudio.
P2-R5.1	P2-R5.2	Cancela	Se o Nível de Áudio pré-definido de um Dispositivo A/V é diferente do Nível de Áudio máximo, então um dos Níveis de Áudio será cancelado.
P2-R12.1	P2-R5.1	Cancela	Se um Dispositivo de A/V é ativado através de uma chamada telefônica, então não será possível estabelecer um Nível de Áudio.
P2-R4.4	P2-R5.2	Cancela	Se o Sistema desativa um Dispositivo A/V, um ocupante não poderá estabelecer um Nível de Áudio máximo.
P2-R12.2	P2-R5.2	Cancela	Se um Dispositivo de A/V é desativado através de uma chamada telefônica, então não será possível estabelecer um Nível de Áudio máximo.
P2-R16.2	P2-R5.2	Cancela	Se um Dispositivo de A/V é desativado através de Controle Remoto, então não será possível estabelecer um Nível de Áudio máximo.
P2-R12.1	P2-R6.2	Cancela	Se um ocupante ativa a característica de Temperatura através de uma chamada telefônica, então um outro ocupante não poderá estabelecer uma Temperatura pré-definida.
P2-R12.2	P2-R6.2	Cancela	Se um ocupante desativa a característica de Temperatura através de uma chamada telefônica, então não será possível estabelecer uma Temperatura pré-definida.
P2-R8.3	P2-R8.1	Cancela	Quando as Luzes são desligadas não é possível aumentar/diminuir a Intensidade de Luz.
P2-R12.2	P2-R8.1	Cancela	Quando as Luzes são desligadas não é possível aumentar/diminuir a Intensidade de Luz.
P2-R8.2	P2-R8.1	Cancela	Quando a Intensidade de Luz é aumentada por causa de um sinal de PIR positivo, a Intensidade de Luz definida através do regulador será cancelada.
P2-R8.3	P2-R8.2	Cancela	Quando as Luzes são desligadas não é possível aumentar a Intensidade de Luz ao máximo.
P2-R12.2	P2-R8.2	Cancela	Quando as Luzes são desligadas através de uma chamada telefônica não é possível aumentar a Intensidade de Luz ao máximo.
P2-R12.1	P2-R13.1	Cancela	Quando uma característica é ativada através de uma chamada telefônica, a linha telefônica estará indisponível (ocupada).
P2-R13.1	P2-R13.2	Cancela	Quando a Máquina de Resposta do telefone é ativada através de uma chamada telefônica, a linha telefônica estará indisponível (ocupada).
P2-R12.2	P2-R13.1	Cancela	Quando a Máquina de Resposta do telefone é desativada através de uma chamada telefônica, a linha telefônica estará indisponível.
P2-R1.5	P2-R8.2	Impacto Negativo	A Intensidade da Luz e o Alarme contra Intrusos serão ativados quando o Sensor de movimento PIR for positivo, então P2-R1.5 pode retardar a execução de P2-R8.2
P2-R3.3	P2-R14.2	Impacto Negativo	O forno será desativado e a Porta Principal aberta quando o sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado

P2-R4.1	P2-R16.1	Impacto Negativo	Os Ocupantes podem ativar os Dispositivos A/V por Controle Remoto.
P2-R4.2	P2-R16.2	Impacto Negativo	Os Ocupantes podem desativar os Dispositivos A/V por Controle Remoto.
P2-R8.4	P2-R9.4	Impacto Negativo	As luzes são ligadas e as Cortinas fechadas segundo um sensor de luz do dia, quando a noite começa.
P2-R1.1	P2-R12.1	Impacto Negativo	O Alarme contra Intrusos pode ser ativado através de uma chamada telefônica, não somente através do Switch.
P2-R1.2	P2-R12.2	Impacto Negativo	O Alarme contra Intrusos pode ser desativado através de uma chamada telefônica, não somente através do Switch.
P2-R10.1	P2-R1.3	Impacto Negativo	Quando as janelas são abertas em configurações de tempo pré-definidas, o Alarme contra Intrusos será disparado.
P2-R12.2	P2-R1.3	Impacto Negativo	Quando as janelas são abertas através de uma chamada telefônica, o Alarme contra Intrusos será disparado.
P2-R3.2	P2-R1.4	Impacto Negativo	Quando um Ocupante destranca e abre a porta principal pelo switch interior, o Alarme contra Intrusos será disparado.
P2-R3.3	P2-R1.4	Impacto Negativo	Quando o sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado, o Alarme contra Intrusos será disparado.
P2-R12.1	P2-R2.1	Impacto Negativo	O Alarme de Férias pode ser ativado através de uma chamada telefônica, não somente através do Switch.
P2-R12.2	P2-R2.2	Impacto Negativo	O Alarme de Férias pode ser desativado através de uma chamada telefônica, não somente através do Switch.
P2-R2.3	P2-R4.3	Impacto Negativo	Quando o Alarme de Férias é ativado, a Televisão será ativada somente por 60 min.
P2-R2.3	P2-R4.1	Impacto Negativo	A Televisão também pode ser ativada pelo Controle Remoto.
P2-R2.3	P2-R12.1	Impacto Negativo	A Televisão também pode ser ativada através de uma chamada telefônica.
P2-R2.3	P2-R16.1	Impacto Negativo	A Televisão também pode ser ativada pelo Controle Remoto.
P2-R2.4	P2-R8.4	Impacto Negativo	Quando o Alarme de Férias é ativado, as Luzes serão ativadas somente por 60 min.
P2-R2.4	P2-R12.1	Impacto Negativo	As Luzes serão ativadas também através de uma chamada telefônica.
P2-R3.1	P2-R12.1	Impacto Negativo	O trancamento da fechadura da porta principal pode ser feito também através de uma chamada telefônica.
P2-R3.2	P2-R12.2	Impacto Negativo	O destrancamento da fechadura da porta principal pode ser feito também através de uma chamada telefônica.
P2-R3.3	P2-R12.2	Impacto Negativo	O destrancamento da fechadura da porta principal pode ser feito também através de uma chamada telefônica.
P2-R4.1	P2-R4.3	Impacto Negativo	O sistema pode cancelar a ativação por Controle Remoto dos Dispositivos A/V em configurações de tempo pré-definidas.
P2-R4.1	P2-R12.1	Impacto Negativo	Os Dispositivos A/V serão ativados também através de uma chamada telefônica.
P2-R4.1	P2-R16.1	Impacto Negativo	Os Dispositivos A/V serão ativados através de Controle Remoto.
P2-R4.2	P2-R4.4	Impacto Negativo	O sistema pode cancelar a desativação por Controle Remoto dos Dispositivos A/V em configurações de tempo pré-definidas.
P2-R4.2	P2-R12.2	Impacto Negativo	Os Dispositivos A/V serão desativados também através de uma chamada telefônica.
P2-R4.2	P2-R16.2	Impacto Negativo	Os Dispositivos A/V serão desativados através de Controle Remoto.
P2-R4.3	P2-R12.1	Impacto Negativo	Quando um Dispositivo A/V é ativado através de uma chamada telefônica, e nesse instante o Sistema ativa simultaneamente o Dispositivo A/V, um dos requisitos é impactado negativamente.
P2-R4.3	P2-R16.1	Impacto Negativo	Quando um Dispositivo A/V é ativado através de Controle Remoto, e nesse instante o Sistema ativa simultaneamente o Dispositivo A/V, um dos requisitos é impactado negativamente.
P2-R5.1	P2-R5.2	Impacto Negativo	Se o Nível de Áudio pré-definido de um Dispositivo A/V é diferente do Nível de Áudio máximo, então um dos Níveis de Áudio será impactados negativamente, e um deles deve ter maior prioridade.
P2-R12.1	P2-R5.2	Impacto Negativo	Se um Dispositivo de A/V é ativado através de uma chamada

			telefônica, então não será possível estabelecer um Nível de Áudio máximo.
P2-R6.1	P2-R12.1	Impacto Negativo	Quando a característica de Temperatura é ativada através de uma chamada telefônica, não será possível estabelecer um nível pré-definido de Temperatura.
P2-R6.1	P2-R12.2	Impacto Negativo	Quando a característica de Temperatura é desativada através de uma chamada telefônica, não será possível estabelecer a Temperatura a um nível pré-definido.
P2-R8.1	P2-R8.2	Impacto Negativo	Quando um sinal positivo do Sensor de movimento PIR é recebido, a Intensidade de Luz definida através do regulador será impactada negativamente.
P2-R8.3	P2-R12.2	Impacto Negativo	Quando a característica de Luz é desativada através de uma chamada telefônica, não será possível a leitura do sinal do Sensor PIR.
P2-R8.4	P2-R12.1	Impacto Negativo	Quando a característica de Luz é ativada através de uma chamada telefônica, a Luz do dia (começo da noite) será obviada.
P2-R9.1	P2-R12.2	Impacto Negativo	Quando as Cortinas são abertas através de uma chamada telefônica, as configurações de tempo pré-definidas serão obviadas.
P2-R9.2	P2-R12.1	Impacto Negativo	Quando as Cortinas são fechadas através de uma chamada telefônica, as configurações de tempo pré-definidas serão obviadas.
P2-R9.3	P2-R12.2	Impacto Negativo	Quando as Cortinas são abertas através de uma chamada telefônica, a Luz do dia (começo do dia) será obviada.
P2-R9.4	P2-R12.1	Impacto Negativo	Quando as Cortinas são fechadas através de uma chamada telefônica, a Luz do dia (começo da noite) será obviada.
P2-R10.1	P2-R12.2	Impacto Negativo	Quando as Janelas são abertas através de uma chamada telefônica, a Luz do dia (começo do dia) será obviada.
P2-R10.2	P2-R12.1	Impacto Negativo	Quando as Janelas são fechadas através de uma chamada telefônica, a Luz do dia (começo da noite) será obviada.
P2-R11.1	P2-R12.1	Impacto Negativo	Quando as Torneiras de Água são fechadas através de uma chamada telefônica, o do volume total da pia na cozinha ou da tina no banheiro (>75%) será obviado.
P2-R12.1	P2-R16.1	Impacto Negativo	Quando um aparelho é ativada através de uma chamada telefônica, não será considerada a ativação por Controle Remoto.
P2-R12.1	P2-R13.2	Impacto Negativo	A ativação da Máquina de Resposta pode retardar a ativação de uma característica através de uma chamada telefônica.
P2-R12.1	P2-R15.1	Impacto Negativo	Os ocupantes podem ativar o Ventilador através de uma chamada telefônica, obviando a Sensor de Umidade.
P2-R13.2	P2-R12.2	Impacto Negativo	A desativação da Máquina de Resposta pode retardar a ativação de uma característica através de uma chamada telefônica.
P2-R14.2	P2-R14.1	Impacto Negativo	Quando o Sensor de Gás/Calor/Fumaça é disparado são obviados os períodos de tempo predefinidos para desativação do Forno.
P2-R14.2	P2-R12.2	Impacto Negativo	Os ocupantes podem desativar o Forno através de uma chamada telefônica, obviando os períodos de tempo predefinidos para desativação do Forno.
P2-R14.2	P2-R16.2	Impacto Negativo	Os ocupantes podem desativar o Forno através de Controle Remoto, obviando o Sensor de Gás/Calor/Fumaça.
P2-R15.1	P2-R16.1	Impacto Negativo	Os ocupantes podem ativar o Ventilador através de Controle Remoto, obviando o Sensor de Umidade.
P2-R15.2	P2-R12.2	Impacto Negativo	Os ocupantes podem desativar o Ventilador através de uma chamada telefônica, obviando o Sensor de Umidade.
P2-R15.2	P2-R16.2	Impacto Negativo	Os ocupantes podem desativar o Ventilador através de Controle Remoto, obviando o Sensor de Umidade.
P2-R14.1	P2-R12.2	Impacto Negativo	Os ocupantes podem desativar o Forno através de uma chamada telefônica, obviando os períodos de tempo predefinidos para desativação do Forno.
P2-R14.1	P2-R16.2	Impacto Negativo	Os ocupantes podem desativar o Forno através de Controle Remoto, obviando os períodos de tempo predefinidos.
P2-R4.4	P2-R12.2	Impacto Negativo	Se um ocupante desativa um Dispositivo A/V através de uma chamada telefônica, outro ocupante não poderá estabelecer um Nível de Áudio

			máximo.
P2-R4.4	P2-R16.2	Impacto Negativo	Se um ocupante desativa um Dispositivo A/V através de Controle Remoto, outro ocupante não poderá estabelecer um Nível de Áudio máximo.
P2-R12.2	P2-R16.2	Impacto Negativo	Se um ocupante desativa um aparelho qualquer através de uma chamada telefônica, outro ocupante não poderá desativá-lo através do Controle Remoto.
P2-R1.4	P2-R3.1	Informa	Quando a fechadura da porta principal foi aberta, esta deve ser fechada.
P2-R1.4	P2-R12.1	Informa	Quando a fechadura da porta principal foi aberta, esta pode ser fechada através de uma chamada telefônica.
P2-R2.3	P2-R4.2	Informa	Quando a Televisão foi ligada pelo Alarme de Férias, esta pode ser desligada através do Controle Remoto.
P2-R2.3	P2-R5.1	Informa	Para poder pré-estabelecer o Nível de Áudio da Televisão, este tem que ser ligada.
P2-R2.3	P2-R5.2	Informa	Para poder pré-estabelecer o Nível de Áudio máximo da Televisão, este tem que ser ligada.
P2-R2.3	P2-R4.4	Informa	Para que o sistema possa desligar a Televisão, este tem que ser ligada.
P2-R2.3	P2-R12.2	Informa	Para desligar a Televisão através de uma chamada telefônica, este tem que ser ligada.
P2-R2.3	P2-R16.2	Informa	Para desligar a Televisão através do Controle Remoto, este tem que ser ligada.
P2-R2.4	P2-R8.1	Informa	Para aumentar/diminuir a Intensidade de Luz, a Luz deve ser ligada.
P2-R2.4	P2-R8.2	Informa	Para aumentar a Intensidade de Luz ao máximo, a Luz deve ser ligada.
P2-R2.4	P2-R8.3	Informa	Para desligar a Luz, esta deve ser ligada.
P2-R2.4	P2-R12.2	Informa	Para desligar a Luz através de uma chamada telefônica, este tem que ser ligada.
P2-R3.1	P2-R3.2	Informa	Para destrancar e abrir a porta principal, primeiramente esta deve ser fechada.
P2-R3.1	P2-R3.3	Informa	Para destrancar e abrir a porta principal, primeiramente esta deve ser fechada.
P2-R3.1	P2-R12.2	Informa	Para destrancar e abrir a porta principal através de uma chamada telefônica, esta deve ser fechada.
P2-R4.3	P2-R4.2	Informa	Para poder desativar os Dispositivos de A/V por Controle Remoto, estes tem que ser ativados.
P2-R4.3	P2-R5.1	Informa	Para poder pré-estabelecer o Nível de Áudio dos Dispositivos de A/V, estes devem estar ligados.
P2-R4.3	P2-R5.2	Informa	Para poder pré-estabelecer o Nível de Áudio máximo dos Dispositivos de A/V, estes devem estar ligados.
P2-R4.3	P2-R4.4	Informa	Para poder desativar os Dispositivos de A/V em configurações de tempo pré-definidas, estes tem que ser ativados.
P2-R4.3	P2-R12.2	Informa	Para poder desativar os Dispositivos de A/V através de uma chamada telefônica, estes tem que ser ativados.
P2-R4.3	P2-R16.2	Informa	Para poder desativar os Dispositivos de A/V por Controle Remoto, estes tem que ser ativados.
P2-R9.1	P2-R9.4	Informa	Para Fechar automaticamente as cortinas e persianas, estas devem ter sido abertas.
P2-R9.1	P2-R12.1	Informa	Para Fechar as cortinas e persianas através de uma chamada telefônica, estas devem ter sido abertas.
P2-R9.2	P2-R9.3	Informa	Para abrir automaticamente as cortinas e persianas quando o dia começa, estas devem estar fechadas.
P2-R9.2	P2-R12.2	Informa	Para abrir as cortinas e persianas através de uma chamada telefônica, estas devem ter sido fechadas.
P2-R9.3	P2-R9.4	Informa	Para fechar as cortinas e persianas quando a noite começa, estas devem estar abertas.
P2-R9.3	P2-R12.1	Informa	Para Fechar as cortinas e persianas através de uma chamada telefônica, estas devem ter sido abertas.

P2-R10.1	P2-R10.2	Informa	Para fechar as janelas em configurações de tempo pré-definidas, estas devem ter sido abertas.
P2-R10.1	P2-R12.1	Informa	Para fechar as janelas através de uma chamada telefônica, estas devem ter sido abertas.
P2-R10.2	P2-R1.3	Informa	Quando uma janela é aberta por um Intruso na casa, inicialmente esta esteve fechada.
P2-R10.2	P2-R12.2	Informa	Para abrir as janelas através de uma chamada telefônica, estas devem estar fechadas.
P2-R12.1	P2-R1.2	Informa	Para desativar o Alarme contra Intrusos, este deve estar ativado.
P2-R12.1	P2-R1.3	Informa	Para disparar o Alarme contra Intrusos, este deve estar ativado.
P2-R12.1	P2-R1.5	Informa	Para disparar o Alarme contra Intrusos, este deve estar ativado.
P2-R12.1	P2-R1.6	Informa	Para disparar o Alarme contra Intrusos, este deve estar ativado.
P2-R12.1	P2-R2.2	Informa	Para ativar o Alarme de Férias, este deve estar desativado.
P2-R12.1	P2-R2.3	Informa	Para disparar o Alarme de Férias, este deve estar ativado.
P2-R12.1	P2-R2.4	Informa	Para disparar o Alarme de Férias, este deve estar ativado.
P2-R12.1	P2-R4.2	Informa	Para desativar todos os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar ligados.
P2-R12.1	P2-R5.1	Informa	Para estabelecer o Nível de Áudio dos Dispositivos A/V, estes devem estar ligados.
P2-R12.1	P2-R5.2	Informa	Para estabelecer o Nível de Áudio máximo dos Dispositivos A/V, estes devem estar ligados.
P2-R12.1	P2-R4.4	Informa	Para que o Sistema possa desativar os Dispositivos A/V, estes devem estar ligados.
P2-R12.1	P2-R16.2	Informa	Para desativar os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar ligados.
P2-R12.1	P2-R8.1	Informa	Para aumentar/diminuir a Intensidade de Luz, a Luz deve estar ligada.
P2-R12.1	P2-R8.2	Informa	Para aumentar/diminuir a Intensidade de Luz ao máximo, a Luz deve estar ligada.
P2-R12.1	P2-R8.3	Informa	Para desligar automaticamente as luzes, estas devem estar ligadas.
P2-R12.1	P2-R3.2	Informa	Para destrancar e abrir a Porta Principal do interior pelo switch, esta deve estar fechada.
P2-R12.1	P2-R3.3	Informa	Para destrancar e abrir automaticamente a Porta Principal, esta deve estar fechada.
P2-R12.1	P2-R14.2	Informa	Para Fechar o forno segundo o Sensor de Gás/Calor/Fumaça, este deve estar ligado.
P2-R12.1	P2-R14.1	Informa	Para Fechar o forno segundo uma configuração de tempo, este deve estar ligado.
P2-R12.1	P2-R16.2	Informa	Para desativar qualquer Aparelho por Controle Remoto, estes devem estar ligados.
P2-R12.1	P2-R15.2	Informa	Para desligar automaticamente o Ventilador de cozinha, este deve estar ligado.
P2-R14.1	P2-R16.1	Informa	Para ativar qualquer Aparelho por Controle Remoto, estes devem estar desligados.
P2-R4.4	P2-R4.1	Informa	Para ativar os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar desligados.
P2-R4.4	P2-R16.1	Informa	Para ativar os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar desligados.
P2-R12.2	P2-R1.1	Informa	Para ativar o Alarme contra Intrusos, este deve estar desligado.
P2-R12.2	P2-R2.1	Informa	Para ativar o Alarme de Férias estes deve estar desligado.
P2-R12.2	P2-R4.1	Informa	Para ativar os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar desligados.
P2-R12.2	P2-R16.1	Informa	Para ativar os Aparelhos da casa por Controle Remoto, estes devem estar desligados.
P2-R12.2	P2-R8.4	Informa	Para ligar as Luzes automaticamente quando a noite começa, estas devem estar desligadas.

P2-R12.2	P2-R9.4	Informa	Para fechar as cortinas e persianas quando a noite começa, estas devem estar abertas.
P2-R12.2	P2-R11.1	Informa	Para fechar a torneira de água, esta deve estar aberta.
P2-R12.2	P2-R15.1	Informa	Para ligar automaticamente o Ventilador da cozinha, este deve estar inicialmente desligado.
P2-R4.1	P2-R4.2	Informa	Para desativar todos os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar ativados.
P2-R4.1	P2-R16.2	Informa	Para desativar todos os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar ativados.
P2-R4.2	P2-R16.1	Informa	Para ativar todos os Dispositivos A/V por Controle Remoto, estes devem estar desativados.
P2-R15.1	P2-R15.2	Informa	Para desligar automaticamente o Ventilador de cozinha, este deve estar ligado
P2-R16.1	P2-R16.2	Informa	Para desativar qualquer Aparelho da casa por Controle Remoto, estes devem estar ativados.

7.2.2.5 Verificando as Interações Identificadas

Depois de identificadas as Interações entre os Requisitos, estas devem ser verificadas, algumas eliminadas, explicadas e entendidas. A Tabela 7.10 mostra as interações já verificadas, além da explicação de por que acontece um tipo de interação entre dois requisitos (Requisito interage com Requisito Relacionado).

7.2.2.6 Especificando os Requisitos e as suas Interações

O documento de especificação de requisitos é composto por toda a informação produzida ao longo do processo (ver Tabelas 7.8 a 7.10).

7.2.3 Análise e Avaliação de Resultados

O enfoque proposto detectou a maioria das interações identificadas em (SHEHATA, 2005); algumas interações não foram detectadas porque certas regras ou cenários de interação são difíceis de representar numa linguagem computacional, e a sua identificação depende principalmente do entendimento e a experiência do analista. Por exemplo, em Shehata (2005) é mostrado que o requisito **P2-R10.1** *impacta negativamente* em **P2-R61** e **P2-R6.2**; estas interações acontecem quando as janelas da casa são abertas e a temperatura do ambiente é diferente da temperatura pré-definida dentro da casa.

Das 83 interações (Interações Negativas) detectadas por Shehata(2005). 75 foram detectadas pelo enfoque proposto.

Não foi possível fazer mais comparações com outros enfoques (KOLBERG et al.,2003), porque não se tem muita documentação sobre a utilização deste estudo de caso. Outras interações não detectadas pelos outros enfoques foram detectadas (principalmente interações positivas). Estes tipos de interações são os que possibilitam o comportamento do sistema, ou seja, aqueles que possibilitam a interação entre os objetos. O enfoque proposto por Shehata (2005), não detectou as interações positivas, porque esta principalmente focada na detecção das interações negativas.

Tabela 7.11 Comparação de Resultados Obtidos – As Casas Inteligentes

<i>Enfoque Proposto</i>		<i>(SHEHATA, 2005)</i>	
Interações Positivas	Interações Negativas	Interações Positivas	Interações Negativas
68	93	0	83

7.3 O Problema da Biblioteca

7.3.1 Preparação do Estudo de Caso

O Problema da Biblioteca foi inicialmente introduzido e apresentado formalmente por Kemmerer (1985), como um simples exercício (conjunto de requisitos) sobre o qual métodos ou linguagens de especificação formal possam ser aplicados. Wing (1988) apresenta um estudo dos resultados obtidos e as comparações entre os 12 enfoques de especificação aplicados a este exercício.

Este estudo de caso amostra como o enfoque proposto pode ser aplicado na especificação e na identificação das interações entre os diversos requisitos ou transações envolvidas em um sistema simples de Biblioteca. Maiores detalhes sobre este estudo de caso podem ser encontrados em (WING, 1988).

Cada uma das transações (Requisitos) permitidas no Sistema da Biblioteca são descritas a seguir (ver Tabela 7.12).

Tabela 7.12 Requisitos do Estudo de Caso – O Problema da Biblioteca

<i>ID Requisito</i>	<i>Descrição</i>
P3 - R1	Retirar (Check out) a cópia de um livro. Usuário = {staff}
P3 - R2	Devolver a cópia de um livro. Usuário = {staff}
P3 - R3	Adicionar uma cópia de um livro à biblioteca. Usuário = {staff}
P3 - R4	Remover uma cópia de um livro da biblioteca. Usuário = {staff}

P3 - R5	Obter a lista de livros por um autor particular. Usuário = {staff}
P3 - R6	Obter a lista de livros por um tema de uma área em particular. Usuário = { staff, ordinario }
P3 - R7	Obter a lista de livros atualmente retirados por um usuário particular. Usuário = {staff}
P3 - R8	Obter a lista de usuários que recentemente retiraram a cópia de um livro em particular. Usuário = {staff}
P3 - R9	Todas as cópias na biblioteca devem estar disponíveis ou retirados.
P3 - R10	A cópia de um livro não pode estar disponível e retirado ao mesmo tempo.
P3 - R11	Um usuário não pode ter mais que um número predefinido de livros retirados.
P3 - R12	Um usuário não pode ter mais que uma cópia do mesmo livro retirado ao mesmo tempo.

7.3.2 Aplicação do Método

7.3.2.1 Listando os Requisitos do Sistema

Inicialmente os requisitos são listados e descritos textualmente usando a linguagem natural, tal como é feito na Tabela 7.12.

Tabela 7.13 Identificando os Atributos de cada Requisito – O Problema da Biblioteca

ID	Evento	Ação	Objeto	Recurso	Agente
P3 - R1	Cópia de livro disponível. Cópia de livro retirado.	Retirar a cópia de um livro.	Biblioteca. Livro. Cópia de livro.		Usuário Staff
P3 - R2	Cópia de livro retirado. Cópia de livro disponível.	Devolver a cópia de um livro.	Biblioteca. Livro. Cópia de livro.		Usuário Staff
P3 - R3	Adicionar cópia de livro. Cópia de livro disponível.	Adicionar a cópia de um livro.	Biblioteca. Livro. Cópia de livro.		Usuário Staff
P3 - R4	Remover cópia de livro. Cópia de livro disponível. Cópia de livro indisponível.	Remover a cópia de um livro.	Biblioteca. Livro. Cópia de livro.		Usuário Staff
P3 - R5	Listar livros por autor.	Obter lista de livros por autor.	Autor. Livro.		Usuário Staff. Usuário Ordinário
P3 - R6	Listar livros por tema e área.	Obter lista de livros por tema de uma área.	Tema. Área. Livro.		Usuário Staff Usuário Ordinário
P3 - R7	Listar livros retirados por usuário.	Obter lista de livros retirados por um usuário.	Usuário. Livro.		Usuário Staff
P3 - R8	Cópia de livro recentemente retirado. Listar usuários que recentemente	Obter lista de usuários que recentemente retiraram a cópia de um	Usuário. Livro.		Usuário Staff

	retiraram a cópia de um livro. Listar usuários que recentemente retiraram a cópia de um livro.	livro.	Cópia de livro.		
P3 - R9	Cópia de livro disponível. Cópia de livro retirado.	Estabelecer status (Disponível ou Retirado) da cópia de um livro.	Cópia de livro.		
P3 - R10	Cópia de livro disponível. Cópia de livro retirado.	Verificar status (Disponível ou Retirado) da cópia de um livro.	Cópia de livro.		
P3 - R11	Número predefinido de livros retirados. Cópia de livro disponível.	Estabelecer número predefinido de livros retirados por usuário.	Livro. Cópia de livro.		
P3 - R12	Cópia de livro retirado. Cópia de livro indisponível.	Verificar se cópia de livro já foi retirado pelo usuário.	Cópia de livro.		

7.3.2.2 Identificando os Atributos de cada Requisito

Após cada uma das transações serem descompostas em requisitos individuais e listadas, inicia-se o processo de extração de atributos de cada um destes; ou seja, a identificação da ação, os eventos, os objetos, os recursos e os agentes envolvidos na execução do requisito (como mostra na Tabela 7.13).

7.3.2.3 Associando Requisitos e Eventos

A Tabela 7.14 amostra o identificador e a descrição de cada um dos eventos que estimulam ou são produzidos na execução das transações do Sistema da Biblioteca, além dos requisitos relacionados a este.

Tabela 7.14 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – O Problema da Biblioteca

ID Evento	Descrição Evento	Requisitos Relacionados
P3 - E1	Cópia de livro disponível.	P3 - R11, P3 - R10, P3 - R9, P3 - R3, P3 - R4, P3 - R1, P3 - R2
P3 - E2	Cópia de livro retirado.	P3 - R12, P3 - R10, P3 - R9, P3 - R2, P3 - R1
P3 - E3	Adicionar cópia de livro.	P3 - R3
P3 - E4	Remover cópia de livro.	P3 - R4
P3 - E5	Cópia de livro indisponível.	P3 - R12, P3 - R4
P3 - E6	Listar livros por autor.	P3 - R5
P3 - E7	Listar livros por tema de área.	P3 - R6
P3 - E8	Listar livros retirados por usuário.	P3 - R7
P3 - E9	Listar usuários que recentemente retiraram cópia de um livro.	P3 - R8
P3 - E10	Cópia de livro recentemente retirado.	P3 - R8
P3 - E11	Número predefinido de livros retirados.	P3 - R11

Após feita a identificação dos eventos comuns entre os requisitos é preciso associar cada um dos requisitos aos seus eventos relacionados; além de especificar o tipo e a categoria do evento, é preciso também especificar o objeto (pré – estado e pós - estado) e o recurso utilizado(ver Apêndice C).

7.3.2.4 Identificando as Interações entre os Requisitos

Depois de realizados os procedimentos anteriores se procede a “Identificar as Interações entre os Requisitos”. Para isto, é aplicado o conjunto de regras de detecção de interação proposto na Seção 5.4. A Tabela 7.15 amostra todas as interações listadas, além do tipo de interação identificada entre dois requisitos. Um Requisito interage com outro Requisito Relacionado através de um Tipo de Interação.

Tabela 7.15 Resumo de Interações – O Problema da Biblioteca

<i>Requisito</i>	<i>Requisito Relacionado</i>	<i>Tipo de Interação</i>	<i>Explicação</i>
P3 - R1	P3 - R4	Cancela	Quando uma cópia de livro é removida por um usuário, um outro usuário não poderá retirar esta mesma cópia de livro.
P3 - R1	P3 - R9	Cancela	Quando uma cópia de livro é retirado por um usuário, esta não poderá estar disponível para outro usuário na biblioteca.
P3 - R1	P3 - R10	Cancela	Quando uma cópia de livro esta retirado por um usuário, esta não poderá estar disponível para outro usuário ao mesmo tempo na biblioteca.
P3 - R2	P3 - R9	Cancela	Quando uma cópia de livro esta retirado por um usuário, esta não poderá ser devolvida por outro usuário na biblioteca.
P3 - R2	P3 - R10	Cancela	Quando uma cópia de livro é retirado por um usuário, esta não poderá ser devolvida por outro usuário ao mesmo tempo na biblioteca.
P3 - R2	P3 - R12	Cancela	Quando uma cópia de livro é devolvida por um usuário, este pode pedir a mesma cópia de livro para revisão.
P3 - R4	P3 - R9	Cancela	Quando uma cópia de livro é removida por um usuário, esta não poderá ser devolvida por outro usuário na biblioteca.
P3 - R4	P3 - R10	Cancela	Quando uma cópia de livro é removida por um usuário, esta não poderá ser devolvida por outro usuário ao mesmo tempo na biblioteca.
P3 - R9	P3 - R12	Cancela	Quando uma cópia de livro é retirado por um usuário, esta cópia de livro não pode estar disponível na biblioteca.
P3 - R10	P3 - R12	Cancela	Quando uma cópia de livro é retirado por um usuário, esta cópia de livro não pode estar disponível ao mesmo tempo na biblioteca.
P3 - R1	P3 - R2	Informa	Para poder devolver uma cópia de livro, esta deve ser retirado por algum usuário.
P3 - R1	P3 - R9	Informa	Para que uma cópia de livro esteja indisponível na biblioteca, esta deve ser retirado por algum usuário.
P3 - R1	P3 - R10	Informa	Para que uma cópia de livro este indisponível na biblioteca, este deve ser retirado por algum usuário.
P3 - R1	P3 - R12	Informa	Um usuário não pode ter mais que uma cópia do mesmo livro retirado ao mesmo tempo.
P3 - R2	P3 - R4	Informa	Para remover uma cópia de livro na biblioteca, esta deve estar disponível.
P3 - R2	P3 - R9	Informa	Para que uma cópia de livro este disponível na biblioteca, esta deve ser devolvida por algum usuário.
P3 - R2	P3 - R10	Informa	Para que uma cópia de livro este disponível na biblioteca, esta deve ser

			devolvida por algum usuário.
P3 - R3	P3 - R1	Informa	Quando uma cópia de livro é adicionada na biblioteca por um usuário, esta cópia de livro deve estar disponível.
P3 - R3	P3 - R4	Informa	Quando uma cópia de livro é adicionada na biblioteca por um usuário, esta cópia de livro pode ser removida por outro usuário.
P3 - R3	P3 - R9	Informa	Quando uma cópia de livro é adicionada na biblioteca por um usuário, esta cópia de livro deve estar disponível.
P3 - R3	P3 - R10	Informa	Quando uma cópia de livro é adicionada na biblioteca por um usuário, esta cópia de livro deve estar disponível.
P3 - R11	P3 - R1	Informa	Para que um usuário possa retirar um livro, este usuário não pode ter um número de livros retirados maior do que o número predefinido.
P3 - R11	P3 - R4	Informa	Quando um usuário remove a cópia de um livro, este deve atualizar se for preciso o número predefinido de livros por usuário.
P3 - R11	P3 - R9	Informa	Para que um usuário possa retirar um livro, este usuário não pode ter um número de livros retirados maior do que o número predefinido.
P3 - R11	P3 - R10	Informa	Para que um usuário possa retirar um livro, este usuário não pode ter um número de livros retirados maior do que o número predefinido.

7.3.2.5 Verificando as Interações Identificadas

A Tabela 7.15 amostra as interações já verificadas, além da explicação de por que acontece um tipo de interação entre dois requisitos (Requisito interage com Requisito Relacionado).

7.3.2.6 Especificando os Requisitos e as suas Interações

O documento de especificação de requisitos é composto por toda a informação produzida ao longo do processo (ver Tabelas 7.12 a 7.15).

7.3.3 Análise e Avaliação de Resultados

Não foi possível fazer comparações com outros enfoques sobre os resultados obtidos na identificação das interações entre os requisitos, porque não se tem reportes sobre as interações existentes entre cada uma das transações envolvidas no Sistema da Biblioteca. A Tabela 7.16 amostra os resultados obtidos.

Tabela 7.16 Resultados Obtidos – O Problema da Biblioteca

<i>Enfoque Proposto</i>	
Interações Positivas	Interações Negativas
15	10

O enfoque proposto permite especificar e identificar a maioria dos objetos identificados pelos enfoques apresentados por Wing (1988), além de permitir visualizar a

mudança de estado destes conforme acontece uma transação. Também foi possível fazer a diferenciação das responsabilidades entre os usuários envolvidos em cada uma das transações.

O conhecimento das interações entre os requisitos P3 – R1, P3 – R2, P3 – R3, P3 – R4 e P3 – R10 induz à implementação seguindo essa ordem de prioridade, já que representam as transações básicas de um sistema de biblioteca. Além disso, sua execução estimula ou gera uma pré-condição para a execução do restante dos requisitos. P3 – R1 e P3 – R2 deve ser implementados com maior prioridade, por que o retiro *e/ou devolução* da *cópia de um livro* permite conhecer o status destas através dos relatórios ou *listagens* solicitadas nos outros requisitos e por outros usuários.

A execução dos requisitos P3 – R1 e P3 – R2, pode *cancelar e/ou impactar negativamente sobre os requisitos* P3 – R4, P3 – R9 e P3 – R10; isto ocorre principalmente, porque uma *cópia de livro* retirado não pode ser removida nem estar disponível simultaneamente. Então as restrições ou exceções que permitam controlar e reduzir o impacto destas interações no funcionamento do sistema devem ser implementadas.

As interações entre os objetos envolvidos nos requisitos do sistema são visualizadas na Figura 7.3.

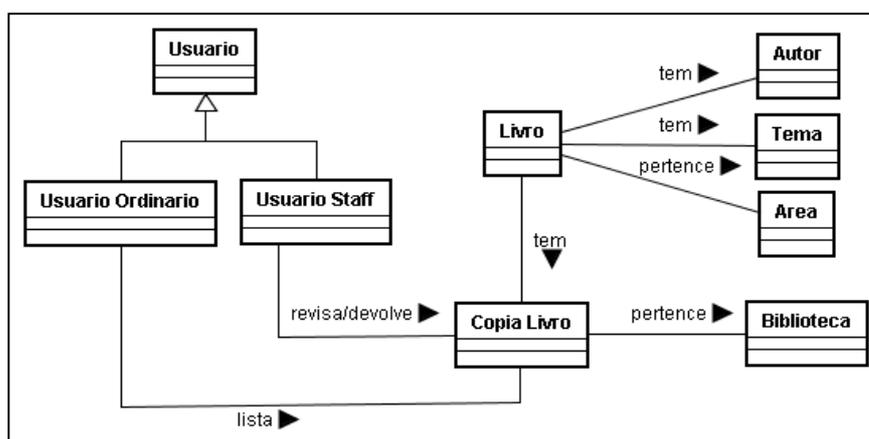


Figura 7.3 Diagrama de Classes Inicial – O Sistema da Biblioteca.

7.4 O Sistema Gerenciador de E-Mails

7.4.1 Preparação do Estudo de Caso

O sistema de envio e recepção de e-mails é um exemplo introduzido por ZHANG et al. (2005, 2006) com a finalidade de ilustrar a utilização do enfoque de detecção de dependências baseado em características proposto por eles. Este exemplo foi considerado por contemplar aspectos relacionados à implementação de um software.

No exemplo original os requisitos deste sistema são apresentados utilizando o enfoque de características; cada uma das características agrupa um conjunto de responsabilidades, que satisfazem as necessidades ou operações visíveis para os usuários. Para aplicar nosso enfoque foi necessário identificar e adaptar cada uma das responsabilidades em requisitos de software.

Os requisitos básicos para um sistema simples de envio e recepção de e-mails são descritos a seguir na Tabela 7.17, onde são apresentados o identificador e a descrição de cada um dos requisitos(adaptado de ZHANG et al., 2005).

Tabela 7.17 Requisitos do Estudo de Caso – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>Requisito ID</i>	<i>Descrição</i>
P4 - R1	Enviar e-mails de acordo com as solicitações do usuário.
P4 - R2	Detectar e-mails em caso de algum e-mail ter sido enviado.
P4 - R3	Salvar uma cópia do e-mail enviado na caixa de e-mails enviados.
P4 - R4	Editar a mensagem enviada no e-mail: Copiar (P4 - R4.1), Colar (P4 - R4.2), Recortar (P4 - R4.3).
P4 - R5	O envio de e-mails será via o protocolo SMTP.
P4 - R6	Receber os e-mails enviados por outros usuários.
P4 - R7	Filtrar os e-mails recebidos.
P4 - R8	Descriptografar os e-mails recebidos.
P4 - R9	Salvar o e-mail recebido na caixa de e-mails recebidos.
P4 - R10	Os e-mails enviados devem ser criptografados.
P4 - R11	O movimento da tecla de direção para edição pode ser nos sentidos: Movimento horizontal (P4 - R11.1) e vertical (P4 - R11.2).

7.4.2 Aplicação do Método

7.4.2.1 Listando os Requisitos do Sistema

Inicialmente os requisitos são listados e descritos textualmente utilizando linguagem natural, tal como é feito na Tabela 7.17.

7.4.2.2 Identificando os Atributos de cada Requisito

Após os requisitos serem descompostos em requisitos menos complexos e listados, inicia-se o processo de extração de atributos de cada um destes; ou seja, a identificação da ação, os eventos, os objetos, os recursos e os agentes envolvidos na execução do requisito (como mostra a Tabela 7.18).

7.4.2.3 Associando Requisitos e Eventos

A Tabela 7.19 mostra o identificador e a descrição do evento, além dos requisitos relacionados a este.

Tabela 7.18 Identificando os Atributos de cada Requisito – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>IDR</i>	<i>Evento</i>	<i>Ação</i>	<i>Objeto</i>	<i>Recurso</i>	<i>Agente</i>
P4 - R1	Requisição de envio de e-mail. Protocolo SMTP disponível. E-mail não enviado. E-mail enviado.	Enviar de e-mail.	E-mail.	Protocolo SMTP.	Usuário
P4 - R2	E-mail enviado. E-mail detectado.	Detectar e-mail enviado.	E-mail.		
P4 - R3	E-mail detectado. E-mail enviado salvo.	Salvar cópia de e-mail enviado.	E-mail.	Caixa de Mensagens.	
P4 - R4	Mensagem não editada. Mensagem editada.	Editar a mensagem enviada no e-mail.	E-mail. Mensagem.	Clipboard. Recurso de Edição.	
P4 - R5	Protocolo SMTP disponível.	O envio de e-mails será via o protocolo SMTP.	E-mail.	Protocolo SMTP.	
P4 - R6	Protocolo SMTP disponível. E-mail enviado. E-mail recebido.	Receber e-mail enviado por outro usuário.	E-mail.	Protocolo SMTP.	Usuário
P4 - R7	E-mail recebido. E-mail filtrado.	Filtrar o e-mail recebido.	E-mail.		
P4 - R8	E-mail filtrado. E-mail descriptografado.	Descriptografar o e-mail recebido.	E-mail.		
	E-mail descriptografado. E-mail recebido salvo.	Salvar e-mail recebido na caixa de e-mails recebidos.	E-mail.		
P4 - R10	E-mail enviado. E-mail criptografado.	Encriptar o e-mail enviado.	E-mail.		
P4 - R11	Mensagem não editada. Mensagem editada.	Mover a tecla de direção para edição pode ser nos sentidos horizontal e vertical.	E-mail. Mensagem.	Recurso de Edição.	

A Tabela 7.20 amostra o identificador e a descrição da ação, além dos requisitos relacionados a esta. Para este exemplo não existe nenhuma ação executada por mais de um requisito.

Tabela 7.19 Identificando os Eventos Comuns entre os Requisitos – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>ID Evento</i>	<i>Descrição Evento</i>	<i>Requisitos Relacionados</i>
P4-E1	Requisição de envio de e-mail.	P4 - R1
P4-E2	Protocolo SMTP disponível.	P4 - R1, P4 - R5, P4 - R6
P4-E3	E-mail não enviado.	P4 - R1
P4-E4	E-mail enviado.	P4 - R6, P4 - R10, P4 - R1, P4 - R2
P4-E5	E-mail detectado.	P4 - R2, P4 - R3
P4-E6	E-mail enviado salvo.	P4 - R3
P4-E7	Mensagem não editada.	P4 - R4, P4 - R11
P4-E8	Mensagem editada.	P4 - R4, P4 - R11
P4-E9	E-mail recebido.	P4 - R7, P4 - R6
P4-E10	E-mail filtrado.	P4 - R8, P4 - R7
P4-E11	E-mail criptografado.	P4 - R9, P4 - R8
P4-E12	E-mail recebido salvo.	P4 - R9
P4-E13	E-mail criptografado.	P4 - R10

Tabela 7.20 Identificando as Ações Comuns entre os Requisitos – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>ID</i>	<i>Descrição</i>	<i>Requisitos Relacionados</i>
58	Enviar de e-mail.	P4 - R1
59	Detectar e-mail enviado.	P4 - R2
60	Editar a mensagem enviada no e-mail.	P4 - R4
61	O envio de e-mails será via o protocolo SMTP.	P4 - R5
62	Receber e-mail enviado por outro usuário.	P4 - R6
63	Filtrar o e-mail recebido.	P4 - R7
64	Descriptografar o e-mail recebido.	P4 - R8
65	Salvar e-mail recebido na caixa de e-mails recebidos.	P4 - R9
66	Criptografar o e-mail enviado.	P4 - R10
67	Mover a tecla de direção para edição pode ser nos sentidos horizontal e vertical.	P4 - R11
68	Salvar cópia de e-mail enviado.	P4 - R3

Após ser feita a identificação dos eventos comuns entre os requisitos é preciso associar cada um dos requisitos a seus eventos relacionados; além de especificar o tipo e a categoria do evento, é preciso também especificar o objeto (pré – estado e pós - estado) e o recurso associado(ver Apêndice D).

7.4.2.4 Identificando as Interações entre os Requisitos

Depois de realizados os procedimentos anteriores se procede a “Identificar as Interações entre os Requisitos”. Para isto, é aplicado o conjunto de regras de detecção de interação proposto na Seção 5.4. A Tabela 7.21 amostra todas as interações detectadas, além do tipo de interação identificada entre os dois requisitos.

Tabela 7.21 Resumo de Interações – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>Requisito</i>	<i>Requisito Relacionado</i>	<i>Tipo de Interação</i>
P4 - R2	P4 - R6	Cancela
P4 - R2	P4 - R10	Cancela
P4 - R6	P4 - R10	Cancela
P4 - R1	P4 - R6	Impacto Negativo
P4 - R4	P4 - R11	Impacto Negativo
P4 - R2	P4 - R3	Informa
P4 - R1	P4 - R2	Fluxo
P4 - R1	P4 - R6	Fluxo
P4 - R1	P4 - R10	Fluxo
P4 - R6	P4 - R7	Fluxo
P4 - R7	P4 - R8	Fluxo
P4 - R8	P4 - R9	Fluxo
P4 - R1	P4 - R6	Configura
P4 - R5	P4 - R1	Configura
P4 - R5	P4 - R6	Configura

7.4.2.5 Verificando as Interações Identificadas

Depois de identificadas as interações entre os requisitos, estas devem ser verificadas, algumas eliminadas, explicadas e entendidas. A Tabela 7.22 mostra as interações já verificadas, além da explicação de porque acontece um tipo de interação entre dois requisitos (Requisito interage com Requisito Relacionado – **R_x** -> **R_y**).

Tabela 7.22 Verificação de Interações – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>Requisitos (R_x -> R_y)</i>	<i>Tipo de Interação</i>	<i>Explicação</i>
P4 - R2 -> P4 - R10	Cancela	Quando um e-mail é detectado, e esta ação leva muito tempo, a encriptação deste pode ficar comprometida, no pior dos casos cancelada.
P4 - R4 -> P4 - R11	Impacto Negativo	A edição da mensagem do e-mail, pode retardar o movimento das teclas de direção, por causa de que a edição faz uso de um recurso (Clipboard).
P4 - R2 -> P4 - R3	Informa	Quando um e-mail é detectado, este informa para que o e-mail seja salvo na caixa de mensagens enviadas.

P4 - R1 -> P4 - R2	Fluxo	Quando um e-mail é enviado, este tem que ser detectado para que seja salvo na caixa de mensagens enviadas.
P4 - R1 -> P4 - R6	Fluxo	Para que um e-mail seja recebido, este deve ter sido enviado por algum usuário.
P4 - R1 -> P4 - R10	Fluxo	Para que um e-mail seja criptografado, este deve ter sido enviado por algum usuário.
P4 - R6 -> P4 - R7	Fluxo	Para que um e-mail seja filtrado, este deve ter sido recebido pelo sistema.
P4 - R7 -> P4 - R8	Fluxo	Para que um e-mail seja descriptografado, este deve ter sido filtrado pelo sistema.
P4 - R8 -> P4 - R9	Fluxo	Para que um e-mail seja salvo na caixa de e-mails recebidos, este deve ter sido filtrado.
P4 - R5 -> P4 - R1	Configura	O envio de e-mails é via o protocolo SMTP
P4 - R5 -> P4 - R6	Configura	A recepção de e-mails é via o protocolo SMTP
P4 - R1 -> P4 - R10, P4 - R6	Collateral	Quando um e-mail é enviado por um usuário, este deve ser criptografado e recebido por outro usuário.

7.4.3 Análise e Avaliação de Resultados

O enfoque proposto detectou a maioria das interações identificadas por Zhang et al. (2005); além disso algumas interações não detectadas foram detectadas (principalmente interações negativas), as quais devem ser consideradas e analisadas antes da implementação do software. Outras interações não foram detectadas porque o enfoque baseado em características proposto por Zhang et al. (2005) considera aspectos muito detalhados e específicos de implementação. Por exemplo, o requisito de edição é decomposto em outros sub-requisitos (copiar, recortar, colar e *un/re-do*), e as interações entre estes são consideradas (copiar *configura* colar, recortar *configura* colar, edição *requer* de copiar, recortar e colar).

O enfoque proposto por Zhang et al. (2005), não detectou as interações negativas, por que esta tarefa não é considerado pelo enfoque, e deve ser feito em etapas anteriores do processo de desenvolvimento.

Tabela 7.23 Comparação de Resultados Obtidos – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>Enfoque Proposto</i>		<i>(ZHANG et al., 2005)</i>	
Interações Positivas	Interações Negativas	Interações Positivas	Interações Negativas
9	2	14	0

Já com o conhecimento das interações entre os requisitos é possível inferir que os requisitos P4 - R5, P4 - R1, P4 - R2, P4 - R6 e P4 - R7 devem ser implementados seguindo essa ordem de prioridade, já que estes representam as operações básicas de um sistema de

envio e recepção de e-mails. Além disso, sua execução estimula ou gera uma pré-condição para a execução dos demais requisitos. P4 – R5 deve ser implementado primeiro, por que o envio e recepção de e-mails são executados utilizando o Protocolo SMTP.

O conhecimento de que os requisitos P4 - R2 e P4 – R4, *cancelam e impactam negativamente os requisitos* P4 – R10 e P4 – R11, respectivamente; indica que se deve implementar as restrições ou exceções que permitam controlar e reduzir o impacto destas interações no funcionamento do sistema. Essas interações podem ser causadas principalmente pelo uso de um recurso (Clipboard) para a edição de mensagens.

O enfoque proposto possibilita conhecer também os termos ou objetos do sistema, além de permitir visualizar a mudança de estado destes conforme acontece uma transação. Este fato acontece por que os eventos causam mudanças de estado dos objetos envolvidos no requisito em execução.

As interações entre os objetos envolvidos nos requisitos do sistema são visualizadas na Figura 7.4.

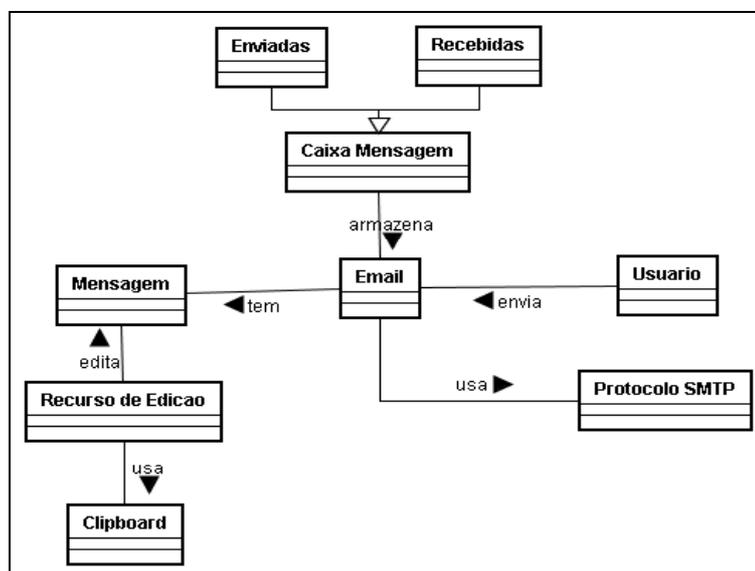


Figura 7.4 Diagrama de Classes Inicial – O Sistema Gerenciador de E-Mails.

8 Conclusões

Em um projeto de desenvolvimento de software, a atividade de análise de requisitos é de vital importância. Requisitos bem definidos são insumos fundamentais para a construção de sistemas capazes de atender às reais necessidades dos usuários. Na etapa de elicitação de requisitos é grande a interação entre os diferentes pontos de vista dos analistas e dos clientes e/ou usuários, tornado-a propícia a uma análise sobre as diferentes interações entre os diversos requisitos dos usuários. Apesar do esforço gasto e das metodologias existentes para organizá-las e especificá-las, ainda persistem os problemas que dificultam o avanço do projeto. Os requisitos são encaminhados às fases subsequentes com elevado grau de ambigüidade, algumas indefinições, entendimento precário, conflitos não resolvidos, causando retrabalho, atraso na entrega, aumento de custos e comprometimento da qualidade do produto.

Identificou-se, assim, uma oportunidade para o desenvolvimento de uma abordagem que valorize as diversas interações existentes entre os diferentes requisitos dos usuários, com o objetivo de reduzir a ambigüidade dos requisitos, reduzir ou eliminar os conflitos, aumentar seu entendimento e melhorar o nível de detalhamento, produzindo requisitos mais completos, detalhados, validados e priorizados. Aumenta-se assim, a qualidade do produto e reduz-se o volume de re-trabalho, possibilitando a definição de prazos e custos mais reais.

Este trabalho pesquisou o uso de um enfoque que permite especificar, identificar e detectar as diferentes interações entre os requisitos, utilizando um método semi-formal baseado em eventos. O enfoque é baseado em eventos porque o fluxo de eventos descreve o comportamento do sistema, e os objetos interagem principalmente através de eventos.

Para solucionar os problemas identificados na etapa de elicitação de requisitos, o enfoque proposto consiste de seis passos organizados numa ordem específica para facilitar a detecção de interações entre os requisitos. Em cada um dos passos, diferentes tabelas são produzidas com o propósito de facilitar e aumentar a precisão do processo de detecção de interações. Nos primeiros passos são identificados os atributos (eventos, ação, objetos, recursos e agentes) para cada um dos requisitos, que serão necessários no passo principal do método, onde o analista identifica os diferentes tipos de interação baseado nas regras de detecção de interações definidas. O resultado final deste processo será utilizado como o

documento de especificação de requisitos que proporcionará informação detalhada necessária para as etapas subseqüentes do processo de desenvolvimento de software.

Para apoiar o enfoque proposto, nós especificamos e desenvolvemos uma ferramenta computacional com o objetivo de acelerar o processo de detecção de interações entre os requisitos, além de visualizar em forma gráfica a apresentação dos resultados. A ferramenta foi desenvolvida através do uso da linguagem de programação JAVA (JAVA, 2008), os frameworks JSF (JSF, 2008) e HIBERNATE (HIBERNATE, 2008), além da utilização do gerenciador de banco de dados relacional MySQL (MYSQL, 2008). A ferramenta apóia todas as etapas do processo proposto.

Para verificarmos a nossa hipótese, o enfoque proposto foi aplicado em quatro estudos de caso. O estudo de caso inicial trabalhamos na identificação das interações entre quatorze requisitos de um sistema de elevador simples. Este estudo de caso inicial forneceu indícios da viabilidade do enfoque proposto, o que nos levou a realizar mais três estudos de caso. O segundo estudo de caso envolveu 16 requisitos mais complexos que descrevem as funcionalidades de um sistema de casas inteligentes. Para a identificação das interações entre estes requisitos foi necessário decompor estes requisitos complexos em outros menos complexos e manipuláveis. O terceiro estudo de caso envolveu os requisitos de um sistema mais conhecido e comum, o sistema da biblioteca, no qual foram identificadas as diferentes interações entre as diversas transações envolvidas. Finalmente, o quarto estudo caso envolveu as interações entre os requisitos de um sistema simples de envio e recepção de e-mails.

A realização e análise dos resultados dos quatro estudos de caso nos levou à conclusão de que o enfoque proposto é viável.

8.1 Contribuições

O trabalho apresenta algumas contribuições para a atividade de análise de requisitos e conseqüentemente para o desenvolvimento de sistemas de uma forma geral. A contribuição principal de este trabalho é um enfoque de especificação de requisitos, baseado na identificação das diferentes interações existentes entre estes, que por sua vez faz uso de um método semi-formal baseado em eventos. Optou-se por um método semi-formal, porque um método formal seria custoso e pesado demais na sua aprendizagem, utilização e aplicação.

O enfoque possibilita a identificação da maioria dos tipos de interação tratados na literatura com graus de dificuldade e complexidade menores. A maioria dos enfoques de especificação de requisitos existentes não apresenta de forma explícita estas interações.

Uma contribuição, produto do desenvolvimento do método de identificação de interações entre requisitos, foi a elaboração de uma taxonomia dos principais tipos de interação. Para isto foi necessária a revisão dos principais trabalhos existentes na literatura.

O enfoque possibilita a identificação dos dois tipos de interação geral conhecidos. A identificação das interações de tipo negativo permite-nos resolver e eliminar os conflitos e inconsistências principalmente; e as interações de tipo positivo permite-nos:

- Planejar melhor a implementação de requisitos, considerando não somente a prioridade destas, mas também as dependências entre elas;
- Rastrear a implementação de requisitos e a implementação dos atributos destes (eventos e ações);
- Conhecer o conjunto de interações entre os diferentes objetos ou entidades do sistema;
- Planejar os testes levando em consideração as interações identificadas.

Uma contribuição importante do trabalho é a constatação que o conhecimento sobre as diversas interações existentes entre um conjunto de requisitos poder-nos-ia dar uma idéia do impacto produzido no conjunto todo quando um requisito **R** é mudado, **R** é eliminado ou simplesmente quando é adicionado um novo requisito.

Outra contribuição obtida com este trabalho é a especificação de uma ferramenta computacional de apoio ao método de identificação de interações, que permitiu reduzir o número de comparações realizadas manualmente, especialmente em situações onde se tem uma quantidade significativa de requisitos e o número de comparações é da ordem exponencial.

O enfoque reduz a participação humana no processo de identificação, porque o processo de detecção de interações (aplicação das regras de detecção de interações) é automatizado e implementado através de uma ferramenta computacional de apoio. Desta forma, reduz-se o número de comparações necessárias. Para cada um dos tipos de interação foi criada um conjunto de regras de detecção implementáveis computacionalmente.

Para facilitar e evitar comparações não necessárias no processo de identificação são realizadas as tarefas de identificação dos eventos e as ações comuns aos requisitos, isto principalmente porque os requisitos interagem através de eventos, além de executar ou cancelar ações.

8.2 Limitações do Trabalho

O trabalho como um todo apresenta algumas limitações. Dentre as principais limitações destacam-se:

O enfoque proposto neste trabalho é mais preciso e trabalha melhor se o analista de requisitos pode corretamente identificar cada um dos atributos envolvidos em cada um dos requisitos. No entanto, este trabalho é menos complexo e custoso do que especificar todos os requisitos usando uma linguagem de especificação formal.

O enfoque proposto detecta a maioria das interações relatadas na literatura. No entanto, alguns tipos de interação podem não ser detectados porque algumas regras de detecção são difíceis de representar em uma linguagem computacional, e sua identificação depende principalmente do entendimento e experiência do analista. Neste caso o analista identifica os requisitos que satisfazem as condições ou descrições do tipo de interação em questão.

O modelo torna-se complexo quando se tem um elevado número de eventos e objetos. Por esta razão, em um próximo trabalho será interessante pensar em algum método ou mecanismo que permita considerar somente os eventos necessários para o enfoque. Esta consideração permitirá reduzir o número de tabelas produzidas durante a execução do método.

O enfoque identifica principalmente as interações entre requisitos funcionais. Através do enfoque não é possível identificar as interações entre requisitos não-funcionais (atributos de qualidade), nem as interações entre este tipo de requisitos com os requisitos funcionais.

8.3 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, sugere-se que sejam realizados novos estudos de caso com o método, envolvendo outros especialistas, estudos de caso mais clássicos e outras organizações. Sugere-se também que sejam realizados experimentos que permitam comparar a dificuldade de definição do sistema com e sem a abordagem.

O enfoque e a ferramenta propostos não aprofundam questões para resolução de conflitos, porque o escopo do trabalho e o tempo não permitiram avançar neste caminho. O que se propôs foi criar mecanismos que auxiliassem na visualização dos conflitos.

O enfoque pode ser entendido para cobrir os outros tipos de interação não considerados. No entanto, seria interessante trabalhar na melhoria do método, além de pesquisar outros possíveis cenários de interação não considerados que possibilitem melhorar a precisão das regras de detecção de interação.

Outro trabalho que achamos interessante de ser realizado no futuro é trabalhar na melhoria e na implementação de uma ferramenta computacional que permita a validação, rejeição e negociação das interações identificadas.

Outro trabalho interessante é a ampliação do enfoque, o qual permita não somente a identificação das interações entre os requisitos, mas também a identificação das interações entre os objetos do sistema; além da derivação dos diagramas de seqüência, estado e outros diagramas UML.

O enfoque foi inicialmente projetado para a detecção de interações entre requisitos funcionais, podendo detectar interações com alguns requisitos não-funcionais (restrições, não atributos de qualidade). Uma extensão a ser considerada é que o enfoque possa ser ampliado para considerar a interação entre os dois tipos de requisitos (funcionais e não-funcionais).

Referências Bibliográficas

BOEHM, B. **Identifying quality -requirement conflicts**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF REQUIREMENTS ENGINEERING, 2., 1996, Colorado Ssprings.. **Proceedings ...** Colorado Springs: IEEE, 1996. p .218.

BOOCH, G. ; RUMBAUGH, J. ; JACOBSON, I. **Unified modeling language user guide**. Ontario: Addison Wesley, 1999.

BPMN, **Business process modeling notation**. 2006. Disponível em: <http://www.bpmn.org/Documents/OMG%20Final%20Adopted%20BPMN%201-0%20Spec%2006-02-01.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2007.

BRIERI, D. ; HURLEY, P. **Smart homes for dummies**. 2. ed.. New York: Wiley Publishing , 2003. ISBN 0764525395.

BUSTOS, G. **Uma proposta de modelagem conceitual de sistemas dirigida por comportamento**. 1996. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

BUSTOS, G. ; HEUSER, C. A. **Modelagem dinâmica orientada a objetos: uma análise comparativa de técnicas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 9., 1995, Recife. **Proceedings ...** Recife: SBES, 1995.

CALDER, M.; MAGILL, E. **Feature interactions in telecommunications and software systems VI**. 1. ed. Amsterdam: IOS Press, 2000.

DU BOIS, P. ; DUBOIS, E. ; ZEIPPEN, J. M. **On the use of a formal requirements engineering language: the generalized railroad crossing problem**. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REQUIREMENTS ENGINEERING, 3., Annapolis, 1997. **Proceedings ...** Annapolis, 1997.

CARLSHAMRE, P. et al. **An industrial survey of requirements interdependencies in software product release planning**. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REQUIREMENTS ENGINEERING, 5., Paris, 2001. **Proceedings ...** Paris, 2001. p. 84-91.

CHEN, P. P. **The entity-relationship model: toward a unified view of data**. ACM Transactions on Database Systems, New York, v. 1, n. 1, p. 9-36, Mar. 1976.

CHENG, B. ; JEFFERY, R. **Comparing inspection strategies for software requirement specifications**. In: AUSTRALIAN CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, 1996, Melbourne. **Proceedings** ... Melbourne, 1996. p. 203-211.

CROW, J. et al. **A tutorial introduction to PVS**. In: WIFT'95—WORKSHOP ON INDUSTRIAL-STRENGTH FORMAL SPECIFICATION TECHNIQUES, 1995, Boca Raton. **Proceedings** ... Los Alamitos: IEEE, 1995.

DAHLSTEDT, Å. G. ; PERSSON, A. **Requirements interdependencies - moulding the state of research into a research agenda**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON REQUIREMENTS ENGINEERING: FOUNDATION FOR SOFTWARE QUALITY, 9., 2003, Velden. **Proceedings** ... Velden: Center de Recherche Public Henri Tudor, 2003.

DAHLSTEDT, Å. G. ; PERSSON, A. **Requirements interdependencies: state of the art and future challenges**. In: AURUM, A. ; WOHLIN, C. (Ed) **Engineering and managing software requirements**. Berlin: Springer-Verlag, 2005, p. 95-116.

DAWSON, L ; SWATMAN, P. **The use of object-oriented models in requirements engineering: a field study**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 20., 1999, Charlotte, NC, **Proceedings** ... Atlanta: Association for Information Systems, 1999.

EASTERBROOK, S. M. **Lecture 11: How much formality? formal methods in RE**. Notas de Aula. University of Toronto. Department of Computer Science, 2003.
Disponível em: <http://www.cs.toronto.edu/~sme/CSC2106S/slides/11-how-much-formality.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2007.

EASTERBROOK, S. M. et al. **Experiences using lightweight formal methods for requirements modeling**. **IEEE Transactions on Software Engineering**, Los Alamitos, v. 24, n. 1, p. 4-14, Jan. 1998.

EL-ANSARY, A. **Behavioral pattern analysis: towards a new representation of systems requirements based on actions and events**. In: ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, 14., 2002, Madrid, **Proceedings**... New York, 2002.

FICKAS, S. **A knowledge-based approach to specification acquisition and construction**. Eugene: University of Oregon, 1985. (Tech. Rep. CIS-TR-85-13).

GIESEN, J. ; VOLKER, A. **Requirements interdependencies and stakeholders preferences**. In: IEEE JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE ON REQUIREMENTS ENGINEERING, 2002, Essen. **Proceedings**... Los Alamitos, 2002. p. 206-209.

GORDON, M. ; MELHAM, T. F. **Introduction to HOL**. Cambridge, U.K: Cambridge University Press, 1993.

GREENSPAN, S. ; MYLOPOULOS, J. ; BORGIDA, A. **On formal requirements modeling languages - RML revisited**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, 16., 1994. Sorrento. **Proceedings...** Sorrento: ACM/IEEE, 1994. p. 135-148.

HEISEL, M. ; SOUQUIÈRES, J. **Detecting feature interaction - a heuristic approach**. In: FIREworks Workshop, 1., 1998, Magdeburg. **Proceedings...** Magdeburg, 1998. p. 30-48.

HEISEL, M. ; SOUQUIÈRES, J. **A heuristic algorithm to detect feature interactions in requirements**. In: RYAN, M. (Ed). **Language constructs for describing features.**, London: Springer-Verlag, 2001. p. 143-162.

HEITMEYER, C. L. ; LABAW, B. ; KISKIS, D. **Consistency checking of SCR style requirements specifications**. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REQUIREMENTS ENGINEERING, 2., 1995. York, Eng. **Proceedings...** York, Eng.: IEEE/ACM, 1995. p. 56-63.

HEITMEYER, C. L. et al. **Using abstraction and model checking to detect safety violations in requirements specifications**. IEEE Transactions on Software Engineering, Los Alamitos, v. 24, n. 11, p. 927-948, Nov. 1998.

HENINGER, K. L. **Specifying software requirements for complex systems: new techniques and their application**. IEEE Transactions on Software Engineering, Los Alamitos, v. 6, n. 1, p. 2-13, Jan. 1980.

HIBERNATE. 2008. Disponível em: <https://www.hibernate.org/>. Acesso em: 28 ago. 2008.

HOLZMANN, G. J. **The model checker SPIN**. IEEE Transactions on Software Engineering, Los Alamitos, v. 23, n. 5, p. 279-295, May 1997.

JAVA. 2008. Disponível em: <http://java.sun.com/>. Acesso em: 28 ago. 2008.

JSF. 2008. Disponível em: <http://java.sun.com/javaee/jaserverfaces/>. Acesso em: 28 ago. 2008.

JIANG, L. ; EBERLEIN, A. ; FAR, B. **A methodology for RE process development.** In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE AND WORKSHOP ON THE ENGINEERING OF COMPUTER-BASED SYSTEMS, 11., 2004, Brno. **Proceedings...** Brno, 2004. p. 263-272.

KEMMERER, R. A. **Testing formal specifications to detect design errors.** **IEEE Transactions on Software Engineering**, Los Alamitos, v. 11, n. 1, p. 32-43, Jan. 1985.

KIMBLER, K. ; SOBIRK, D. **Use case driven analysis of feature interactions.** In: BOUMA, L. G. ; VELTHUIJSEN, H. (Eds). **Feature interactions in telecommunications systems.** Amsterdam: IOS Press, 1994. p. 167-177.

KOLBERG, M. ; MAGILL, E. H. ; WILSON, M. **Compatibility issues between services supporting networked appliances.** **IEEE Communications Magazine**, New York, v. 41, n. 11, p. 136-147, Nov. 2003.

LAMSWEERDE, A. V. **Requirements engineering in the year 00: a research perspective.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, 2000, Limerick, Ireland. **Proceedings...** New York: ACM/IEEE, 2000. p. 5-19.

LAMSWEERDE, A. V.; LETIER, E. **Handling obstacles in goal-oriented requirements engineering.** **IEEE Transactions on Software Engineering**, Los Alamitos, v. 26, n. 10, p. 978-1005, Oct. 2000.

LAMSWEERDE, A. V. ; DARIMONT, R. ; LETIER, E. **Managing conflicts in goal-driven requirements engineering.** **IEEE Transactions on Software Engineering**, Los Alamitos, v. 24, n. 11, p. 908-926, Nov. 1998.

LEE, J. **New approach to requirements trade-off analysis for complex systems.** **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, Los Alamitos, v. 10, n. 4, p. 551 – 562, Jul./Aug. 1998.

LEVESON, N. ; G.; HEIMDAHL, M. P. ; HILDTRETH, H. **Requirements specification for processcontrol systems.** **IEEE Transactions on Software Engineering**, Los Alamitos, v. 20, n. 9, Sept. p. 684-706, 1994.

LIU, X. F. ; YEN, J. **An analytic framework for specifying and analyzing imprecise requirements.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOFTWARE ENGINEERING, 18., 1996, Berlin. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE/ACM, 1996. p. 60 - 69.

MCMILLAN, K. L. **Symbolic model checking - an approach to the state explosion problem.** Pittsburgh, PA: Carnegie-Mellon University, 1992. (Technical Report, CMU-CS-92-131).

MIEROP, J. ; TAX, S. ; JANMAAT, R. **Service interaction in an object-oriented environment.** *IEEE Communications*, New York, v. 31, n. 1, p. 46–51, Jan. 1993.

MILLER, R. ; SHANAHAN, M. **The event-calculus in classical logic — alternative axiomatizations.** *Electronic Transactions on Artificial Intelligence*, v. 3, Section A, p. 77-105, 1999.

MYLOPOULOS, J. ; CHUNG, L. ; NIXON, B. **Representing and using non-functional requirements: a process-oriented approach.** *IEEE Transactions on Software Engineering*. Los Alamitos, v. 18, n. 6, p. 483-497, Jun. 1992.

MYLOPOULOS, J. ; CHUNG, L. ; YU, E. **From object-oriented to goal-oriented requirements analysis.** *Communications of the ACM*, New York, v. 42, n. 1, p. 31–37, Jan. 1999.

MySQL, 2008. Disponível em: <http://www.mysql.com/>. Acesso em: 28 ago. 2008.

OCL, **Object Constraint Language Specification.** 2008. Disponível em: <http://www.omg.org/technology/documents/formal/ocl.htm>. Acesso em: 28 ago. 2008.

OWRE, S. ; RUSHBY, J. ; SHANKAR, N. **Formal verification for fault-tolerant architectures: prolegomena to the design of PVS.** *IEEE Transactions on Software Engineering*, Los Alamitos, v. 21, n. 2, p. 107–125, Fev. 1995.

PALMER, J. O. ; FIELDS, N. A. **An integrated environment for requirements engineering.** *IEEE Software*, Los Alamitos, v. 9, n. 1, p. 80-85, Jan. 1992.

PARNAS, D. L ; MADEY, J. **Functional documentation for computer systems.** Hamilton, Ontario: , McMaster University, 1995. (Technical Report No. CRL 309).

PREECE, J. ; ROGERS, Y. ; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador.** Porto Alegre: Artmed, 2005.

PRESSMAN, R. **Engenharia de software.** 6. ed. São Paulo: MacGraw-Hill, 2006

POHL, K. **Process-centered requirements engineering**. New York: John Wiley & Sons,, 1996.

POHL, K. **The three dimensions of requirements engineering: a framework and its applications**. *Information Systems Journal*, Exeter, v. 19, n. 3, p. 243-258, Ap. 1994.

ROBINSON, W. N. ; PAWLOWSKI, S. D. ; VOLKOV, V. **Requirements interaction management**. *ACM Computing. Surveys*, v. 35, n. 2, p. 132-190, Jun. 2003.

RUMBAUGH, J. et al. **Object-oriented modelling and design**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1991.

SHEHATA, M. ; EBERLEIN, A. **IRIS: A semi formal approach for detecting requirements interactions**. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE AND WORKSHOP ON THE ENGINEERING OF COMPUTER BASED SYSTEMS, 11., 2004, Brno, Czech Republic. **Proceedings...** Brno, Czech Republic, 2004, p. 273-281.

SHEHATA, M. **Detecting requirements interactions using semi-formal methods**. 2005. Thesis (Doctor of Philosophy), Department of Electrical and Computer Engineering, Calgary University, Alberta, Canada, 2005.

SHEHATA, M. ; EBERLEIN, A ; FAPOJUWO, A. **IRIS-TS: detecting interactions between requirements in DOORS**. *INFOCOMP International Journal of Computer Science*, v. 5, n. 4, p. 34-43, Dec. 2006.

SHEHATA, M. ; EBERLEIN, A ; FAPOJUWO, A. **A Taxonomy for identifying requirements interactions in software systems**. *International Journal of Computer Networks*, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 398–425, Feb. 2007. Special Issue on Feature Interactions in Emerging Application Domains

SILVA, L. F. S. ; CHAPETTA, W. A. ; TRAVASSOS, G. H. **Inspeções de requisitos de software utilizando PBR e apoio ferramental**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 8., 2004, Ouro Preto. **Proceedings ...** Ouro Preto: MCT, 2004.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 6 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003. 592p.

WIERINGA, R. J. ; DUBOIS, E. **Integrating semi-formal and formal software specification techniques.** *Information Systems*, Oxford, v. 23, n. 3-4, p. 159-178, May 1998.

WING, J. M. **A Study of 12 specifications of the library problem.** *IEEE Software*, Los Alamitos, v. 5, n. 4, p. 66-76, Jul.1988. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/52.17803>

YOUNESSI, H. **Object-oriented defect management of software.** Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

YUQIN, L. et al.. **An approach to managing feature dependencies for product releasing in software product lines.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE REUSE, 9., 2006, Torino. **Proceedings ...** Torino: Politecnico di Torino, 2006. Proceedings... : 2006,

ZHANG, W. ; MEI, H. ; ZHAO, H. A. **Feature-oriented approach to modeling requirements dependencies.** In: IEEE INTERNATIONAL REQUIREMENTS ENGINEERING CONFERENCE, 13., 2005.,La Sorbone Proceedings ... La Sorbone, 2005.

ZHANG, W. ; MEI, H.; ZHAO, H. **Feature-driven requirement dependency analysis and high-level software design.** *Requirements Engineering Journal*, London, v 11, n. 3, p. 205-220, Jun. 2006.

Apêndice A – O Estudo do Sistema do Elevador

Tabela A.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – O Sistema do Elevador

Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R1
ID Evento	P1 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Chamar o elevador.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Não Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R1
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Chamar o elevador.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Não Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R2
ID Evento	P1 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Pressionar o botão de chamada.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Não Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R3
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador para no andar K.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador em movimento Pós-Estado: O Elevador parado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R3
ID Evento	P1 - E4
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador para no andar K.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador em movimento Pós-Estado: O Elevador parado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R3
ID Evento	P1 - E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	O Elevador para no andar K.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador em movimento Pós-Estado: O Elevador parado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R4
ID Evento	P1 - E5
Tipo Evento	Mensagem

Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador abre as portas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R4
ID Evento	P1 - E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador abre as portas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R4
ID Evento	P1 - E7
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	O Elevador abre as portas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R5
ID Evento	P1 - E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R5
ID Evento	P1 - E7
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R6
ID Evento	P1 - E8
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Mudar o sentido do Elevador é possível.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R7
ID Evento	P1 - E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador permanece no andar atendido por ultimo.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Não Chamado Pós-Estado: O Elevador parado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R7
ID Evento	P1 - E5
Tipo Evento	Mensagem

Categoria Evento	Output
Ação	O Elevador permanece no andar atendido por ultimo.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Não Chamado Pós-Estado: O Elevador parado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R8
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	O elevador atende a chamada.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R9
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Chamar o elevador.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Não Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R9
ID Evento	P1 - E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Chamar o elevador.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Não Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R9
ID Evento	P1 - E7
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Chamar o elevador.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Não Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R10
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador abre as portas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R10
ID Evento	P1 - E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador abre as portas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R10
ID Evento	P1 - E6
Tipo Evento	Mensagem

Categoria Evento	Input
Ação	O Elevador abre as portas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R10
ID Evento	P1 - E7
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	O Elevador abre as portas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R11
ID Evento	P1 - E9
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do elevador permanecem fechadas.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas fechadas Pós-Estado: As Portas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R12
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R12
ID Evento	P1 - E7
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R12
ID Evento	P1 - E10
Tipo Evento	Cancela
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas abertas
Recurso	
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R13
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Recurso	O Sensor de Obstrução
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R13
ID Evento	P1 - E7

Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas abertas
Recurso	O Sensor de Obstrução
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R13
ID Evento	P1 - E11
Tipo Evento	Cancela
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas abertas
Recurso	O Sensor de Obstrução
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R14
ID Evento	P1 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	O Elevador Pré-Estado: O Elevador Chamado Pós-Estado: O Elevador Chamado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R14
ID Evento	P1 - E7
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas abertas
Recurso	O Sensor de Overload
Atributo	Descrição
ID Requisito	P1 - R14
ID Evento	P1 - E12
Tipo Evento	Cancela
Categoria Evento	Input
Ação	As portas do Elevador se fecham d Unidades de Tempo depois.
Objeto	As Portas Pré-Estado: As Portas abertas Pós-Estado: As Portas abertas
Recurso	O Sensor de Overload

Apêndice B – O Estudo de Caso das Casas Inteligentes

Tabela B.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – As Casas Inteligentes

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.1
ID Evento	P2-E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos desativado Pós-Estado: Alarme Intrusos ativado
Recurso	Switch Alarme Intrusos
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.1
ID Evento	P2-E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos desativado Pós-Estado: Alarme Intrusos ativado
Recurso	Switch Alarme Intrusos
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.1
ID Evento	P2-E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos desativado Pós-Estado: Alarme Intrusos ativado
Recurso	Switch Alarme Intrusos
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.2
ID Evento	P2-E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos desativado
Recurso	Switch Alarme Intrusos
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.2
ID Evento	P2-E2
Tipo Evento	Mensagem

Categoria Evento	Output
Ação	Desativar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos desativado
Recurso	Switch Alarme Intrusos
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.2
ID Evento	P2-E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos desativado
Recurso	Switch Alarme Intrusos
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.3
ID Evento	P2-E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Sensor de Tubos Magnéticos
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.3
ID Evento	P2-E4
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Sensor de Tubos Magnéticos
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.3
ID Evento	P2-E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela fechada Pós-Estado: Janela aberta
Recurso	Sensor de Tubos Magnéticos
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.3
ID Evento	P2-E51
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos

Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela fechada Pós-Estado: Janela aberta
Recurso	Sensor de Tubos Magnéticos
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.4
ID Evento	P2-E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.4
ID Evento	P2-E4
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.4
ID Evento	P2-E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.4
ID Evento	P2-E21
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R1.5
ID Evento	P2-E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.5
ID Evento	P2-E4
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.5
ID Evento	P2-E7
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.6
ID Evento	P2-E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Pad
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.6
ID Evento	P2-E4
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Pad
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R1.6
ID Evento	P2-E8
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Disparar o alarme contra intrusos
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos disparado
Recurso	Pad

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R2.1
ID Evento	P2-E9
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar o switch de férias
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias desativado Pós-Estado: Alarme Ferias ativado
Recurso	Switch Alarme Ferias
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R2.1
ID Evento	P2-E10
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar o switch de férias
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias desativado Pós-Estado: Alarme Ferias ativado
Recurso	Switch Alarme Ferias
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R2.1
ID Evento	P2-E11
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar o switch de férias
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias desativado Pós-Estado: Alarme Ferias ativado
Recurso	Switch Alarme Ferias
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R2.2
ID Evento	P2-E9
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar o switch de férias
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias ativado Pós-Estado: Alarme Ferias desativado
Recurso	Switch Alarme Ferias
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R2.2
ID Evento	P2-E10
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Desativar o switch de férias
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias ativado Pós-Estado: Alarme Ferias desativado
Recurso	Switch Alarme Ferias
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>

ID Requisito	P2-R2.2	
ID Evento	P2-E11	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Desativar o switch de férias	
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias ativado Pós-Estado: Alarme Ferias desativado	
Recurso	Switch Alarme Ferias	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R2.3	
ID Evento	P2-E11	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Acender a TV por 60 min	
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias ativado Pós-Estado: Alarme Ferias disparado	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R2.3	
ID Evento	P2-E13	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Acender a TV por 60 min	
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R2.3	
ID Evento	P2-E14	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Acender a TV por 60 min	
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R2.3	
ID Evento	P2-E15	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Acender a TV por 60 min	
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R2.4	
ID Evento	P2-E11	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento		

Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias ativado Pós-Estado: Alarme Ferias disparado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R2.4
ID Evento	P2-E16
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Acender as Luzes por 60 min.
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R2.4
ID Evento	P2-E17
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Acender as Luzes por 60 min
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R2.4
ID Evento	P2-E18
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Acender as Luzes por 60 min
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.1
ID Evento	P2-E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Trancar a fechadura da porta principal
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal aberta Pós-Estado: Fechadura Porta Principal fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.1
ID Evento	P2-E19
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Trancar a fechadura da porta principal
Objeto	Porta Principal Pré-Estado: Porta Principal aberta Pós-Estado: Porta Principal fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.1
ID Evento	P2-E21
Tipo Evento	Mensagem

Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Trancar a fechadura da porta principal
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal aberta Pós-Estado: Fechadura Porta Principal fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.1
ID Evento	P2-E23
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Trancar a fechadura da porta principal
Objeto	Porta Principal Pré-Estado: Porta Principal aberta Pós-Estado: Porta Principal fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.2
ID Evento	P2-E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Destrançar e abrir a porta principal
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta
Recurso	Switch da Porta Principal
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.2
ID Evento	P2-E19
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Destrançar e abrir a porta principal
Objeto	Porta Principal Pré-Estado: Porta Principal fechada Pós-Estado: Porta Principal aberta
Recurso	Switch da Porta Principal
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.2
ID Evento	P2-E21
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Destrançar e abrir a porta principal
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta
Recurso	Switch da Porta Principal
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.2
ID Evento	P2-E22
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Destrançar e abrir a porta principal

Ação	Destrancar e abrir a porta principal	
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta	
Recurso	Switch da Porta Principal	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R3.2	
ID Evento	P2-E23	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Destrancar e abrir a porta principal	
Objeto	Porta Principal Pré-Estado: Porta Principal fechada Pós-Estado: Porta Principal aberta	
Recurso	Switch da Porta Principal	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R3.3	
ID Evento	P2-E6	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Destrancar e abrir a porta principal	
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta	
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R3.3	
ID Evento	P2-E19	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Destrancar e abrir a porta principal	
Objeto	Porta Principal Pré-Estado: Porta Principal fechada Pós-Estado: Porta Principal aberta	
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R3.3	
ID Evento	P2-E21	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Destrancar e abrir a porta principal	
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta	
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R3.3	
ID Evento	P2-E23	
Tipo Evento	Mensagem	

Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Destrancar e abrir a porta principal
Objeto	Porta Principal Pré-Estado: Porta Principal fechada Pós-Estado: Porta Principal aberta
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R3.3
ID Evento	P2-E24
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Destrancar e abrir a porta principal
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.1
ID Evento	P2-E14
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar os dispositivos A/V por controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.1
ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar os dispositivos A/V por controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.1
ID Evento	P2-E25
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar os dispositivos A/V por controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.2
ID Evento	P2-E14
Tipo Evento	Mensagem

Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Desativar os dispositivos A/V por controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.2
ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar os dispositivos A/V por controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.2
ID Evento	P2-E26
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar os dispositivos A/V por controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.3
ID Evento	P2-E13
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar os dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.3
ID Evento	P2-E14
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar os dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.3
ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar os dispositivos A/V

Ação	Ativar os dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.3
ID Evento	P2-E27
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar os dispositivos A/V
Objeto	Dispositivos A/V Pré-Estado: Dispositivos A/V desativado Pós-Estado: Dispositivos A/V ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R5.1
ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer o nível de áudio de dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R5.1
ID Evento	P2-E28
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer o nível de áudio de dispositivos A/V
Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido Pós-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R5.1
ID Evento	P2-E29
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer o nível de áudio de dispositivos A/V
Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido Pós-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R5.2
ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer um nível de áudio máximo de dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R5.2
ID Evento	P2-E29

ID Evento	P2-E29
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer um nível de áudio máximo de dispositivos A/V
Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido Pós-Estado: Nível Áudio Televisão máximo
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R5.2
ID Evento	P2-E30
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer um nível de áudio máximo de dispositivos A/V
Objeto	Nível Áudio Pré-Estado: Nível Áudio pré-definido Pós-Estado: Nível Áudio máximo
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R5.2
ID Evento	P2-E31
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Estabelecer um nível de áudio máximo de dispositivos A/V
Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido Pós-Estado: Nível Áudio Televisão máximo
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R6.1
ID Evento	P2-E32
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Aumentar/Diminuir a temperatura dentro da casa
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura pré-definida
Recurso	Termostato
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R6.1
ID Evento	P2-E33
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Aumentar/Diminuir a temperatura dentro da casa
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura pré-definida
Recurso	Termostato
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R6.1
ID Evento	P2-E34
Tipo Evento	Mensagem

Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura pré-definida
Recurso	Termostato
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R6.2
ID Evento	P2-E33
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Aumentar/Diminuir a temperatura dentro da casa
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura manipulada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R6.2
ID Evento	P2-E35
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Aumentar/Diminuir a temperatura dentro da casa
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura manipulada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R6.2
ID Evento	P2-E36
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Aumentar/Diminuir a temperatura dentro da casa
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura manipulada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R7.1
ID Evento	P2-E37
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Manter a temperatura da água quente da torneira de água quente da cozinha em 45 °C
Objeto	Temperatura Água Cozinha Pré-Estado: Temperatura Água Cozinha Pós-Estado: Temperatura Água Cozinha 45 °C
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R7.1
ID Evento	P2-E38
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Manter a temperatura da água quente da torneira de água quente da cozinha em 45 °C
Objeto	Temperatura Água Cozinha Pré-Estado: Temperatura Água Cozinha Pós-Estado: Temperatura Água Cozinha 45 °C
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R7.2
ID Evento	P2-E39

ID Evento	P2-E39	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Manter a temperatura da água quente da torneira de água do banheiro em 40 °C	
Objeto	Temperatura Água Banheiro Pré-Estado: Temperatura Água Banheiro Pós-Estado: Temperatura Água Banheiro 40 °C	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R7.2	
ID Evento	P2-E40	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Manter a temperatura da água quente da torneira de água do banheiro em 40 °C	
Objeto	Temperatura Água Banheiro Pré-Estado: Temperatura Água Banheiro Pós-Estado: Temperatura Água Banheiro 40 °C	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R8.1	
ID Evento	P2-E18	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Aumentar/diminuir a intensidade de luz de acordo ao aumento/redução de um regulador de luz	
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz ativada Pós-Estado: Luz ativada	
Recurso	Regulador de Luz	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R8.1	
ID Evento	P2-E41	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Aumentar/diminuir a intensidade de luz de acordo ao aumento/redução de um regulador de luz	
Objeto	Intensidade de Luz Pré-Estado: Intensidade de Luz pré-definida Pós-Estado: Intensidade de Luz pré-definida	
Recurso	Regulador de Luz	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R8.1	
ID Evento	P2-E42	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Aumentar/diminuir a intensidade de luz de acordo ao aumento/redução de um regulador de luz	
Objeto	Intensidade de Luz Pré-Estado: Intensidade de Luz pré-definida Pós-Estado: Intensidade de Luz pré-definida	
Recurso	Regulador de Luz	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R8.2	
ID Evento	P2-E7	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Aumentar a intensidade de luz numa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos	

Ação	Aumentar a intensidade de luz numa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos
Objeto	Intensidade de Luz Pré-Estado: Intensidade de Luz pré-definida Pós-Estado: Intensidade de Luz máxima
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.2
ID Evento	P2-E18
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Aumentar a intensidade de luz numa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz ativada Pós-Estado: Luz ativada
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.2
ID Evento	P2-E42
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Aumentar a intensidade de luz numa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos
Objeto	Intensidade de Luz Pré-Estado: Intensidade de Luz pré-definida Pós-Estado: Intensidade de Luz máxima
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.2
ID Evento	P2-E43
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Aumentar a intensidade de luz numa parte da casa ao máximo dentro de 2 minutos
Objeto	Intensidade de Luz Pré-Estado: Intensidade de Luz pré-definida Pós-Estado: Intensidade de Luz máxima
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.3
ID Evento	P2-E17
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Apagar automaticamente as luzes
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz ativada Pós-Estado: Luz desativada
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.3
ID Evento	P2-E18
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Apagar automaticamente as luzes

Ação	Apagar automaticamente as luzes
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz ativada Pós-Estado: Luz desativada
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.3
ID Evento	P2-E44
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Apagar automaticamente as luzes
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz ativada Pós-Estado: Luz desativada
Recurso	Sensor Passivo Infra-Vermelho (PIR)
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.4
ID Evento	P2-E17
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Acender automaticamente as luzes
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Recurso	Sensor de luz do dia
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.4
ID Evento	P2-E18
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Acender automaticamente as luzes
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Recurso	Sensor de luz do dia
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R8.4
ID Evento	P2-E45
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Acender automaticamente as luzes
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Recurso	Sensor de luz do dia
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R9.1
ID Evento	P2-E47
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input

Categoria Evento	Input
Ação	Abrir automaticamente as cortinas e persianas
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R9.1
ID Evento	P2-E48
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Abrir automaticamente as cortinas e persianas
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R9.1
ID Evento	P2-E49
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Abrir automaticamente as cortinas e persianas
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R9.2
ID Evento	P2-E47
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar automaticamente as cortinas e persianas
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R9.2
ID Evento	P2-E48
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Fechar automaticamente as cortinas e persianas
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R9.2
ID Evento	P2-E49
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar automaticamente as cortinas e persianas
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R9.3

ID Requisito	P2-R9.3	
ID Evento	P2-E46	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Abrir automaticamente as cortinas e persianas	
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R9.3	
ID Evento	P2-E48	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Abrir automaticamente as cortinas e persianas	
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R9.3	
ID Evento	P2-E49	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Abrir automaticamente as cortinas e persianas	
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R9.4	
ID Evento	P2-E45	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Fechar automaticamente as cortinas e persianas	
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas	
Recurso	Sensor de luz do dia	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R9.4	
ID Evento	P2-E48	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Fechar automaticamente as cortinas e persianas	
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas	
Recurso	Sensor de luz do dia	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R9.4	
ID Evento	P2-E49	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Fechar automaticamente as cortinas e persianas	

Ação	Fechar automaticamente as cortinas e persianas
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas
Recurso	Sensor de luz do dia
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R10.1
ID Evento	P2-E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Abrir as janelas
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela fechada Pós-Estado: Janela aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R10.1
ID Evento	P2-E50
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Abrir as janelas
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela fechada Pós-Estado: Janela aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R10.1
ID Evento	P2-E51
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Abrir as janelas
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela fechada Pós-Estado: Janela aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R10.2
ID Evento	P2-E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar as janelas
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela aberta Pós-Estado: Janela fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R10.2
ID Evento	P2-E50
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar as janelas
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela aberta Pós-Estado: Janela fechada

Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos desativado Pós-Estado: Alarme Intrusos ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela aberta Pós-Estado: Janela fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal aberta Pós-Estado: Fechadura Porta Principal fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E10
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias desativado Pós-Estado: Alarme Ferias ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E11
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias desativado Pós-Estado: Alarme Ferias ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E14
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E15

ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão desativada Pós-Estado: Televisão ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E17
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E18
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz desativada Pós-Estado: Luz ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E21
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal aberta Pós-Estado: Fechadura Porta Principal fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E29
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido Pós-Estado: Nível Áudio Televisão máximo
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E31
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output

Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido Pós-Estado: Nível Áudio Televisão máximo
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E33
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura pré-definida
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E34
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura pré-definida
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E48
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E49
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas abertas Pós-Estado: Cortinas e Persianas fechadas
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E51
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela aberta Pós-Estado: Janela fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E54
Tipo Evento	Mensagem

Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Torneira de Água Pré-Estado: Torneira de Água aberta Pós-Estado: Torneira de Água fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E55
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Torneira de Água Pré-Estado: Torneira de Água aberta Pós-Estado: Torneira de Água fechada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E56
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Modulo Acesso Remoto. Pré-Estado: Modulo Acesso Remoto desativado Pós-Estado: Modulo Acesso Remoto ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E57
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Modulo Acesso Remoto. Pré-Estado: Modulo Acesso Remoto desativado Pós-Estado: Modulo Acesso Remoto ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E58
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Modulo Acesso Remoto. Pré-Estado: Modulo Acesso Remoto desativado Pós-Estado: Modulo Acesso Remoto ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E59
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ocupado

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E60
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ocupado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E65
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno desativado Pós-Estado: Forno ativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E66
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno desativado Pós-Estado: Forno ativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E68
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador desativado Pós-Estado: Ventilador ativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.1
ID Evento	P2-E69
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Ativar uma característica da casa.
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador desativado Pós-Estado: Ventilador ativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R13.1
ID Evento	P2-E59
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Forçar a presença de uma linha telefônica com o padrão POTS ou com VOIP

Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R13.1
ID Evento	P2-E61
Tipo Evento	Regra
Categoria Evento	Input
Ação	Forçar a presença de uma linha telefônica com o padrão POTS ou com VOIP
Objeto	Linha Telefônica Pré-Estado: Linha Telefônica ativada Pós-Estado: Linha Telefônica ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R13.2
ID Evento	P2-E56
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar a máquina de resposta
Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ocupado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R13.2
ID Evento	P2-E59
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar a máquina de resposta
Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ocupado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R13.2
ID Evento	P2-E60
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar a máquina de resposta
Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ocupado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R13.2
ID Evento	P2-E62
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar a máquina de resposta
Objeto	Máquina de Resposta Pré-Estado: Máquina de Resposta desativada Pós-Estado: Máquina de Resposta ativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R13.2

ID Requisito	P2-R13.2
ID Evento	P2-E63
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar a máquina de resposta
Objeto	Máquina de Resposta Pré-Estado: Máquina de Resposta desativada Pós-Estado: Máquina de Resposta ativada
Recurso	
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R14.2
ID Evento	P2-E24
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar o forno
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R14.2
ID Evento	P2-E65
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar o forno
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R14.2
ID Evento	P2-E66
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Fechar o forno
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
Recurso	Sensor de Gás/Calor/Fumaça
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R15.1
ID Evento	P2-E67
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ligar automaticamente o ventilador da cozinha.
Objeto	
Recurso	Sensor de Umidade

Recurso	Sensor de Umidade	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R15.1	
ID Evento	P2-E68	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ligar automaticamente o ventilador da cozinha.	
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador desativado Pós-Estado: Ventilador ativado	
Recurso	Sensor de Umidade	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R15.1	
ID Evento	P2-E69	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Ligar automaticamente o ventilador da cozinha.	
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador desativado Pós-Estado: Ventilador ativado	
Recurso	Sensor de Umidade	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R15.2	
ID Evento	P2-E68	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Desligar automaticamente o ventilador da cozinha.	
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador ativado Pós-Estado: Ventilador desativado	
Recurso	Sensor de Umidade	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R15.2	
ID Evento	P2-E69	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Desligar automaticamente o ventilador da cozinha.	
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador ativado Pós-Estado: Ventilador desativado	
Recurso	Sensor de Umidade	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R15.2	
ID Evento	P2-E70	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Desligar automaticamente o ventilador da cozinha.	
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador ativado Pós-Estado: Ventilador desativado	
Recurso	Sensor de Umidade	

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R16.1
ID Evento	P2-E69
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar vários aparelhos usando controles remotos.
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador desativado Pós-Estado: Ventilador ativado
Recurso	Controle Remoto
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R16.1
ID Evento	P2-E71
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar vários aparelhos usando controles remotos.
Objeto	Dispositivos A/V Pré-Estado: Dispositivos A/V desativado Pós-Estado: Dispositivos A/V ativado
Recurso	Controle Remoto
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R14.1
ID Evento	P2-E64
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar e Prevenir qualquer ativação do forno
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R14.1
ID Evento	P2-E65
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Fechar e Prevenir qualquer ativação do forno
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R14.1
ID Evento	P2-E66
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Fechar e Prevenir qualquer ativação do forno
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R4.4
ID Evento	P2-F13

Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar os dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.4
ID Evento	P2-E14
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Desativar os dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.4
ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar os dispositivos A/V
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R4.4
ID Evento	P2-E27
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar os dispositivos A/V
Objeto	Dispositivos A/V Pré-Estado: Dispositivos A/V ativado Pós-Estado: Dispositivos A/V desativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos desativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input

Objeto	Alarme Intrusos Pré-Estado: Alarme Intrusos ativado Pós-Estado: Alarme Intrusos desativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela fechada Pós-Estado: Janela aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E10
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias ativado Pós-Estado: Alarme Ferias desativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E11
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Alarme Ferias Pré-Estado: Alarme Ferias ativado Pós-Estado: Alarme Ferias desativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E14
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E15

ID Evento	P2-E15	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E17	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz ativada Pós-Estado: Luz desativada	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E18	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Luz Pré-Estado: Luz ativada Pós-Estado: Luz desativada	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E21	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Fechadura Porta Principal Pré-Estado: Fechadura Porta Principal fechada Pós-Estado: Fechadura Porta Principal aberta	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E29	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão máximo Pós-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E31	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Nível Áudio Televisão Pré-Estado: Nível Áudio Televisão máximo Pós-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido	

	Pré-Estado: Nível Áudio Televisão máximo	Pós-Estado: Nível Áudio Televisão pré-definido
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E33	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura pré-definida	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E34	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Temperatura Pré-Estado: Temperatura ambiente Pós-Estado: Temperatura pré-definida	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E48	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E49	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Cortinas e Persianas Pré-Estado: Cortinas e Persianas fechadas Pós-Estado: Cortinas e Persianas abertas	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E51	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Input	
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.	
Objeto	Janela Pré-Estado: Janela fechada Pós-Estado: Janela aberta	
Atributo	Descrição	
ID Requisito	P2-R12.2	
ID Evento	P2-E54	
Tipo Evento	Mensagem	
Categoria Evento	Output	

Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Torneira de Água Pré-Estado: Torneira de Água fechada Pós-Estado: Torneira de Água aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E55
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Torneira de Água Pré-Estado: Torneira de Água fechada Pós-Estado: Torneira de Água aberta
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E56
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Modulo Acesso Remoto. Pré-Estado: Modulo Acesso Remoto desativado Pós-Estado: Modulo Acesso Remoto ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E57
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Modulo Acesso Remoto. Pré-Estado: Modulo Acesso Remoto desativado Pós-Estado: Modulo Acesso Remoto ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E58
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Modulo Acesso Remoto. Pré-Estado: Modulo Acesso Remoto desativado Pós-Estado: Modulo Acesso Remoto ativado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E59
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ocupado

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E60
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Telefone Pré-Estado: Telefone ativado Pós-Estado: Telefone ocupado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E65
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E66
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E68
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador ativado Pós-Estado: Ventilador desativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R12.2
ID Evento	P2-E69
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Ativar módulo de acesso remoto e Desativar uma característica da casa.
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador ativado Pós-Estado: Ventilador desativado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P2-R16.2
ID Evento	P2-E14
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output

Ação	Desativar vários aparelhos usando controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R16.2
ID Evento	P2-E15
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar vários aparelhos usando controles remotos.
Objeto	Televisão Pré-Estado: Televisão ativada Pós-Estado: Televisão desativada
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R16.2
ID Evento	P2-E65
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar vários aparelhos usando controles remotos.
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R16.2
ID Evento	P2-E66
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Desativar vários aparelhos usando controles remotos.
Objeto	Forno Pré-Estado: Forno ativado Pós-Estado: Forno desativado
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R16.2
ID Evento	P2-E68
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Desativar vários aparelhos usando controles remotos.
Objeto	Ventilador de Cozinha Pré-Estado: Ventilador ativado Pós-Estado: Ventilador desativado
Recurso	Controle Remoto
Atributo	Descrição
ID Requisito	P2-R16.2
ID Evento	P2-E69
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Desativar vários aparelhos usando controles remotos.

Apêndice C – O Estudo de Caso do Problema da Biblioteca

Tabela C.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – O Problema da Biblioteca

Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R1
ID Evento	P3 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Revisar a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro em revisão
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R1
ID Evento	P3 - E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Revisar a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro em revisão
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R2
ID Evento	P3 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Devolver a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro em revisão Pós-Estado: Copia de livro disponível
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R2
ID Evento	P3 - E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Devolver a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro em revisão Pós-Estado: Copia de livro disponível
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R3
ID Evento	P3 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Aumentar a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro disponível

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P3 - R3
ID Evento	P3 - E3
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Aumentar a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro disponível
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P3 - R4
ID Evento	P3 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Remover a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro indisponível
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P3 - R4
ID Evento	P3 - E4
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Remover a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro indisponível
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P3 - R4
ID Evento	P3 - E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Remover a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro indisponível
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P3 - R5
ID Evento	P3 - E6
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Obter lista de livros por autor.
Objeto	Livro Pré-Estado: Livro não listado Pós-Estado: Livro listado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P3 - R6
ID Evento	P3 - E7
Tipo Evento	Mensagem

Categoria Evento	Input
Ação	Obter lista de livros por tema de uma área.
Objeto	Livro Pré-Estado: Livro não listado Pós-Estado: Livro listado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R7
ID Evento	P3 - E8
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Obter lista de livros em revisão por um usuário.
Objeto	Livro Pré-Estado: Livro não listado Pós-Estado: Livro listado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R8
ID Evento	P3 - E9
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Obter lista de usuários que recentemente revisaram a copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro recentemente revisado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R8
ID Evento	P3 - E10
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Obter lista de usuários que recentemente revisaram a copia de um livro.
Objeto	Usuário Pré-Estado: Usuário não listado Pós-Estado: Usuário listado
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R9
ID Evento	P3 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer status (Disponível ou Em Revisão) da copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro disponível
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R9
ID Evento	P3 - E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer status (Disponível ou Em Revisão) da copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro em revisão Pós-Estado: Copia de livro em revisão
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R10
ID Evento	P3 - E1

ID Evento	P3 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Verificar status (Disponível ou Em Revisão) da copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro disponível
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R10
ID Evento	P3 - E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Verificar status (Disponível ou Em Revisão) da copia de um livro.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro em revisão Pós-Estado: Copia de livro em revisão
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R11
ID Evento	P3 - E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Estabelecer número pre-definido de livros em revisão por usuário.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro disponível
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R11
ID Evento	P3 - E11
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Estabelecer número pre-definido de livros em revisão por usuário.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro disponível Pós-Estado: Copia de livro disponível
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R12
ID Evento	P3 - E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Verificar se copia de livro já esta em revisão pelo usuário.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro em revisão Pós-Estado: Copia de livro indisponível
Atributo	Descrição
ID Requisito	P3 - R12
ID Evento	P3 - E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Verificar se copia de livro já esta em revisão pelo usuário.
Objeto	Copia de livro Pré-Estado: Copia de livro em revisão Pós-Estado: Copia de livro indisponível

Apêndice D – O Estudo de Caso do Sistema Gerenciador de E-Mails

Tabela D.1 Associação de Requisitos e os seus Eventos – O Sistema Gerenciador de E-Mails

<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R1
ID Evento	P4-E1
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Enviar de e-mail.
Objeto	E-mail Pré-Estado: E-mail não enviado Pós-Estado: E-mail enviado
Recurso	Protocolo SMTP
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R1
ID Evento	P4-E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Enviar de e-mail.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail não enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail enviado
Recurso	Protocolo SMTP
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R1
ID Evento	P4-E3
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Enviar de e-mail.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail não enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail enviado
Recurso	Protocolo SMTP
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R1
ID Evento	P4-E4
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Enviar de e-mail.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail não enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail enviado
Recurso	Protocolo SMTP
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R2

ID Evento	P4-E4
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Detectar e-mail enviado.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail detectado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R2
ID Evento	P4-E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Output
Ação	Detectar e-mail enviado.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail detectado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R3
ID Evento	P4-E5
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Salvar copia de e-mail enviado.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail detectado <i>Pós-Estado:</i> E-mail enviado salvo
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R3
ID Evento	P4-E6
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Salvar copia de e-mail enviado.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail detectado <i>Pós-Estado:</i> E-mail enviado salvo
Recurso	
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R4
ID Evento	P4-E7
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Editar a mensagem enviada no e-mail.
Objeto	Mensagem <i>Pré-Estado:</i> Mensagem não editada <i>Pós-Estado:</i> Mensagem editada
Recurso	Clipboard
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R4
ID Evento	P4-E8

ID Evento	P4-E8
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Editar a mensagem enviada no e-mail.
Objeto	Mensagem <i>Pré-Estado:</i> Mensagem não editada <i>Pós-Estado:</i> Mensagem editada
Recurso	Clipboard
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R5
ID Evento	P4-E2
Tipo Evento	Regra
Categoria Evento	Output
Ação	O envio de e-mails será via o protocolo SMTP.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> <i>Pós-Estado:</i>
Recurso	Protocolo SMTP
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R6
ID Evento	P4-E2
Tipo Evento	Mensagem
Categoria Evento	Input
Ação	Receber e-mail enviado por outro usuário.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail recebido
Recurso	Protocolo SMTP
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R6
ID Evento	P4-E4
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Receber e-mail enviado por outro usuário.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail recebido
Recurso	Protocolo SMTP
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R6
ID Evento	P4-E9
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Receber e-mail enviado por outro usuário.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail recebido
Recurso	Protocolo SMTP

Atributo	Descrição
ID Requisito	P4 - R7
ID Evento	P4-E9
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Filtrar o e-mail recebido.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail recebido <i>Pós-Estado:</i> E-mail filtrado

Atributo	Descrição
ID Requisito	P4 - R7
ID Evento	P4-E10
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Filtrar o e-mail recebido.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail recebido <i>Pós-Estado:</i> E-mail filtrado

Atributo	Descrição
ID Requisito	P4 - R8
ID Evento	P4-E10
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Descriptografar o e-mail recebido.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail filtrado <i>Pós-Estado:</i> E-mail descriptografado

Atributo	Descrição
ID Requisito	P4 - R8
ID Evento	P4-E11
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Descriptografar o e-mail recebido.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail filtrado <i>Pós-Estado:</i> E-mail descriptografado

Atributo	Descrição
ID Requisito	P4 - R9
ID Evento	P4-E11
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Salvar e-mail recebido na caixa de e-mails recebidos.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail descriptografado <i>Pós-Estado:</i> E-mail recebido salvo

Atributo	Descrição
ID Requisito	P4 - R9
ID Evento	P4-E12
Tipo Evento	Link

Categoria Evento	Output
Ação	Salvar e-mail recebido na caixa de e-mails recebidos.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail descriptografado <i>Pós-Estado:</i> E-mail recebido salvo
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R10
ID Evento	P4-E4
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Encriptar o e-mail enviado.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail criptografado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R10
ID Evento	P4-E13
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Encriptar o e-mail enviado.
Objeto	E-mail <i>Pré-Estado:</i> E-mail enviado <i>Pós-Estado:</i> E-mail criptografado
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R11
ID Evento	P4-E7
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Input
Ação	Mover a tecla de direção para edição pode ser nos sentidos horizontal e vertical.
Objeto	Mensagem <i>Pré-Estado:</i> Mensagem não editada <i>Pós-Estado:</i> Mensagem editada
<i>Atributo</i>	<i>Descrição</i>
ID Requisito	P4 - R11
ID Evento	P4-E8
Tipo Evento	Link
Categoria Evento	Output
Ação	Mover a tecla de direção para edição pode ser nos sentidos horizontal e vertical.
Objeto	Mensagem <i>Pré-Estado:</i> Mensagem não editada <i>Pós-Estado:</i> Mensagem editada