

Especificação de requisitos no desenvolvimento de software para TV digital interativa terrestre no Brasil: Reflexões e Relato de Experiência

Requirements specification in software development for Brazilian terrestrial interactive digital television: Reflections and Experience Report

Carlos Eduardo Marquioni

Universidade Tuiuti do Paraná – Curitiba/Brasil

marquioni@marquioni.com.br

Resumo

O processo de implantação da TV digital terrestre no Brasil iniciou uma nova fase em 2009, relacionada à definição de mecanismos para interação através do televisor. Contudo, além de viabilizar a infra-estrutura tecnológica para troca de informações entre o telespectador e os difusores, parece relevante considerar a utilização de processos de software para que os produtos desenvolvidos que possibilitam a interação tenham qualidade. Este trabalho apresenta conceitos do processo de Especificação da Engenharia de Requisitos e relaciona boas práticas de escrita para gerar requisitos textuais que, integradas com a técnica de Casos de Uso levaram à definição de um método de especificação de requisitos para a TV digital interativa que utiliza conceitos conhecidos pela comunidade de software. O método foi utilizado em um projeto e é abordado no artigo como relato de experiência.

Palavras-chave: Especificação de requisitos, Processo de software, Diagrama de Casos de Uso, Televisão digital interativa.

Abstract

The process of terrestrial digital TV implementation in Brazil started a new phase in 2009 with the definition of mechanisms for interaction using the television. However, it is necessary to go beyond the definition of technological infrastructure for information exchange between viewers and broadcasters; it seems relevant the usage of software processes for quality assurance during the development of software products for interaction. This paper presents concepts of Requirements Engineering Specification Process and lists good practices to write textual requirements, which once integrated with the Use Case notation led to a method for specifying requirements for interactive digital TV environment that uses concepts already known by the software community. The method was used in a project that is discussed in this article as an experience report.

Keywords: *Requirements specification, Software process, Use Case Diagram, Interactive digital television.*

1. Introdução

A transmissão da TV digital terrestre¹ no Brasil iniciou em dezembro de 2007 na cidade de São Paulo e, segundo o cronograma fornecido pelo Fórum SBTVD, até meados de 2011 o sinal digital deve atingir a maior parte do território do país (DTV, 2009).

Executada a etapa inicial de implantação da tecnologia, que teve esforços orientados à melhoria de transmissão do sinal², a partir de 2009 os debates em relação à TV digital passam a ser direcionados para as possibilidades de interação através do dispositivo. Como exemplo pode ser citado o fórum SET'09, cujo “destaque foi a demonstração da interatividade [...] [através de] acesso à internet, serviços bancários, compras pela TV, envio de opiniões aos programas em tempo real, entre outras” (FORUMSBTVD, 2009). O fato de o televisor estar “presente em cerca de 92,6% dos lares brasileiros” (Patriota, 2009, p. 108), associado à adoção do padrão que ficou conhecido como *nipo-brasileiro* ser cogitada por outros países da América Latina³, apresenta um panorama da quantidade de indivíduos potencialmente afetados pela tecnologia em questão.

Vale a ressalva, contudo, que ainda que o padrão de transmissão esteja definido, há pendências estruturais significativas para que a interatividade seja disponibilizada para uso efetivo pelos espectadores no Brasil. Especialmente quando considerado o interesse do Governo Federal em proporcionar inclusão digital via TV digital interativa⁴. Neste sentido, dentre três formatos possíveis para interação, considera-se neste artigo a “interatividade plena” (Ferraz, 2009, p. 34), que requer a existência de um canal de retorno⁵ de banda mais larga. Ocorre que neste formato a banda possibilita ao espectador não apenas se comunicar diretamente com a emissora utilizando a própria TV, mas também utilizar o televisor como se ele fosse um microcomputador conectado à Internet⁶. Para o projeto abordado neste artigo, um computador com o *middleware* Ginga simulou o ambiente da TV digital e a Internet foi utilizada como canal de retorno.

“A TV Digital Interativa (TVDI) tem no Brasil um grande potencial de uso” (Fagundes, 2009, p. 59), e os telespectadores com interesse em utilizar os recursos de interatividade da televisão digital⁷ caracterizam os usuários finais dos produtos de software desenvolvidos para este ambiente. Uma vez que “há uma relação operativa entre um novo tipo de sociedade expandida, móvel e complexa e o desenvolvimento de tecnologias modernas para

comunicação” (Williams, 2003, p. 13), um aspecto que parece merecer atenção no momento em que iniciam os debates acerca da definição de formas de interação envolve a sistematização de um método para especificação dos requisitos funcionais⁸ e não funcionais⁹ dos produtos de software a serem utilizados pelos telespectadores/usuários durante a interação, de modo que sejam desenvolvidos aplicativos de qualidade. Neste ponto é relevante destacar que a noção de qualidade adotada no artigo privilegia essencialmente aspectos de ordem técnica, relacionados ao processo de Engenharia de Software (mais especificamente da Engenharia de Requisitos), ao considerar que “a qualidade de um sistema ou produto é influenciada pela qualidade do processo utilizado para desenvolvê-lo e mantê-lo” (Chrissis; Konrad; Shrum, 2003, p. 5). Assim, mesmo que sejam considerados no trabalho aspectos que ultrapassam a fronteira técnica do desenvolvimento de software *per se* (como noções de modelos mentais, semiótica, linguística e práticas de escrita – abordados adiante), deve-se observar que mesmo estes aspectos são utilizados com o objetivo principal de estabelecer um processo de engenharia para o desenvolvimento e manutenção do produto de software.

O presente artigo apresenta resultados obtidos em pesquisa realizada, que envolveu a coleta e análise de boas práticas disponíveis para especificação de requisitos, visando estabelecer um método de escrita e um processo básico de especificação a partir de conteúdo conceitual já conhecido pela comunidade de software que pudesse ser utilizado durante a especificação de produtos destinados à TV digital interativa. Houve ainda a aplicação do método e do processo básico definidos em um projeto de desenvolvimento de produto para este ambiente. O projeto em questão forneceu indícios significativos que a utilização de um procedimento formal de especificação derivado de técnicas já disponíveis abrevia o tempo de aprendizado pela equipe de projeto e pode possibilitar comunicação eficiente entre os *stakeholders* do projeto (desde que seja considerado o repertório¹⁰ do público leitor de cada formato de especificação dos requisitos) – uma versão simplificada da especificação gerada está disponibilizada neste artigo para efeito ilustrativo. Conforme comentado, na perspectiva deste artigo a qualidade é abordada segundo aspectos de ordem técnica: o exemplo apresentado adiante, tanto em função desta abordagem quanto devido ao perfil dos profissionais envolvidos diretamente na execução da especificação elaborada, o tema da usabilidade não foi considerado de modo sistematizado. Esta omissão não significa que se

considere a experiência do usuário como um assunto de menor relevância – de fato, a complexidade envolvida justifica o desenvolvimento de um artigo específico para tratamento do tema¹¹.

Os indícios constatados parecem reforçar a necessidade de a comunidade de software disponibilizar formas de especificação sistematizadas, definindo métodos de fácil compreensão e utilização, que sejam preferencialmente derivadas de técnicas disponíveis e associadas a exemplos efetivos para o desenvolvimento de aplicativos no ambiente da TV digital interativa. Esta necessidade é justificada para tentar minimizar a probabilidade da divulgação de ‘processos’ resultantes de simplificações demasiadas, como ocorreu com os ‘processos ágeis’ em relação ao desenvolvimento de software em outros ambientes: esses ‘processos’ *“emergiram em certas comunidades e projetos de desenvolvimento como uma reação contra práticas pesadas, algumas vezes resultantes da interpretação incorreta de modelos de processos [grifos meus]”* (van Lamsweerde, 2009, p. 54).

Para apresentar o método de especificação e aspectos considerados relevantes observados durante a pesquisa, este trabalho está dividido em quatro seções principais, além desta *Introdução* e das *Considerações Finais*. A seção *Os Processos da Engenharia de Requisitos* apresenta de forma geral o corpus do trabalho (Kotonya, Sommerville, Pressman), e realiza um breve detalhamento do objeto do artigo: o processo de Especificação de Requisitos (Robertson e Robertson, van Lamsweerde); a Especificação é apresentada enquanto forma de orientar a execução dos demais processos, e é justificada a necessidade da utilização de várias abstrações para realizar a formalização dos requisitos (particularmente textos em linguagem natural e diagramas). A seção *Especificação de requisitos na forma de texto* apresenta aspectos relevantes identificados que merecem ser considerados durante a especificação de requisitos textuais (Alexander, Stevens), e propõe uma breve reflexão acerca do uso do conceito de modelos mentais (Galitz, Cybis, Betiol, Faust) associado a conceitos básicos de semiótica (Peirce), lingüística (Jakobson) e práticas de escrita (Oliveira) para definição de um método de especificação textual simples. A seção *Especificação de requisitos na forma de Casos de Uso* apresenta algumas considerações acerca da utilização deste tipo de artefato técnico no processo de especificação. A seção *O Projeto Zeta* apresenta brevemente o projeto no qual foi aplicado o formato de especificação, e fornece um trecho de documentação de requisitos elaborada para um aplicativo que possibilita a

realização de compras através da TV digital interativa (*t-commerce*), com o objetivo de exemplificar alguns aspectos debatidos. Finalmente, as *Considerações Finais* resumem as principais análises realizadas e apontam alguns desdobramentos para este trabalho.

2. Os processos da Engenharia de Requisitos

A Engenharia de Requisitos é a parte da Engenharia de Software que engloba “*as atividades envolvidas com a descoberta, documentação e manutenção de um conjunto de requisitos para um sistema informatizado*” (Kotonya; Sommerville, 1998, p. 8). Embora usualmente haja algumas variações na nomenclatura utilizada, os processos da Engenharia de Requisitos usualmente são referenciados (Kotonya; Sommerville, 1998), (Pressman, 2000) como Levantamento, Análise, Especificação, Validação e Gerenciamento de Requisitos.

Levantamento é o processo executado para identificar, junto aos *stakeholders*, seus *desejos* em relação ao produto de software (o problema a ser resolvido, o desempenho desejado do produto de software, restrições de equipamentos etc.). Para executar esse processo, tipicamente um técnico de software aplica uma técnica de levantamento (entrevista, *brainstorming*, observação entre outras) e identifica o que os usuários¹² esperam do software.

Análise é o processo em que o técnico de software realiza considerações técnicas e determina quais requisitos são necessários para atender à solicitação apresentada durante o Levantamento. Na Análise ocorrem categorização e organização dos requisitos encontrados, explorando o relacionamento de cada requisito com os demais, examinando inconsistências, omissões e ambigüidades. Tipicamente ocorre ainda a priorização dos requisitos, com base nas necessidades apontadas pelos solicitantes. De fato, é durante a Análise que os requisitos de software são determinados, no sentido que as solicitações dos usuários são abordadas tecnicamente.

Especificação é o processo através do qual a compreensão/interpretação/racionalização (resultante do processo de Análise) da solicitação dos usuários (realizada via Levantamento) é formalizada na forma de requisitos por um profissional de software. A Especificação

“consiste do detalhamento, estruturação e documentação das características que foram acordadas em relação ao sistema a ser desenvolvido [...] [através de um] documento de requisitos (DR). [...] Uma grande quantidade de técnicas pode ser utilizada para suportar o processo de especificação e documentação, incluindo modelos de linguagem natural estruturada, notações diagramáticas e especificações formais” (van Lamsweerde, 2009, p. 33).

Em relação ao conteúdo especificado vale destacar que, em uma situação ideal, cada requisito deveria ser “entendido exatamente da mesma forma por qualquer pessoa que o lesse. [...] Para especificar um requisito de modo que ele seja entendido de uma única forma, você deve definir os termos que está usando e o significado desses termos” (Robertson; Robertson, 2007, p. 267). Neste sentido, parece relevante destacar que “É mais fácil escrever requisitos, e mais conveniente, se os analistas de requisitos têm um guia para redigi-los” (Robertson; Robertson, 2007, p. 11).

Validação é o processo através do qual a compreensão da solicitação e a formalização técnica elaborada são submetidas à aprovação do solicitante.

Gerenciamento é um processo executado ao longo dos demais, através do qual são controladas as alterações solicitadas e são rastreadas¹³ as várias abstrações criadas para os requisitos¹⁴. As alterações devem ser gerenciadas para que elas tenham sentido econômico e contribuam para as necessidades de negócio da organização na qual o software é (ou será) utilizado.

A Figura 1 apresenta uma sugestão de resumo gráfico para estes processos.

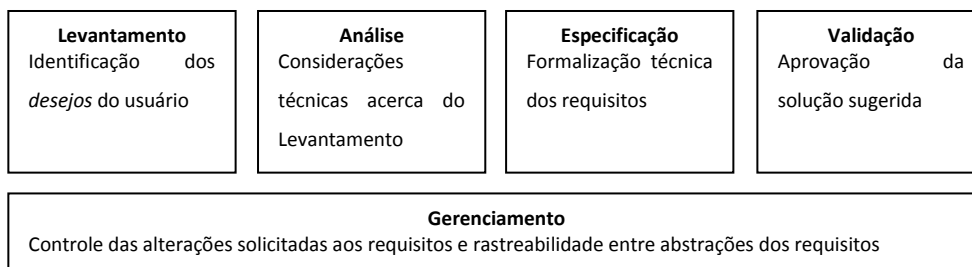


Figura 1 – Resumo gráfico sugerido para os processos da Engenharia de Requisitos

É relevante destacar que o método de especificação pode ser considerado particularmente importante na Engenharia de Requisitos, pois exerce influência direta na execução dos demais processos: o profissional com conhecimento acerca das técnicas que devem ser utilizadas para formalização pode organizar o Levantamento e a Análise considerando a forma como deve atuar com a especificação (a técnica orienta as descobertas durante o Levantamento e auxilia na racionalização da Análise):

“nós devemos primeiro adquirir algum meta-conhecimento para orientar o processo de leitura de fundo; ou seja, nós primeiro precisamos identificar o que é necessário e o que não é necessário saber. [...] Sabendo o tipo de modelo que deve emergir do processo de levantamento, esta informação pode ser utilizada para orientar a execução adequada do processo” (van Lamsweerde, 2009, p. 64).

O método de especificação pode influenciar também na Validação dos requisitos, uma vez que o conhecimento em relação ao idioma utilizado pelo técnico para documentar os requisitos por parte do responsável pela revisão do conteúdo formalizado pode auxiliar na identificação de incompreensões, aumentando a probabilidade que seja entregue um produto de software aderente à solicitação original. Finalmente, a rastreabilidade e o controle de alterações, associados ao processo de Gerenciamento, podem ser facilitados através das relações que o método de especificação definir entre as várias abstrações que podem ser criadas para os requisitos.

A necessidade de atuar com várias abstrações para especificação está associada ao fato que o leitor dos requisitos é um dos critérios a considerar para definir a forma de especificação¹⁵: os requisitos devem ser descritos “de maneira precisa em uma linguagem de especificação apropriada [...] [que possibilite] a comunicação com os *stakeholders* e engenheiros de software” (van Lamsweerde, 2009, p. 119). Uma vez que esse leitor varia à medida que o projeto avança no ciclo de vida de desenvolvimento, “Diferentes tipos de especificação são necessários em diferentes estágios de um projeto” (Alexander; Stevens, 2002, p. 10): “A primeira regra de bom gosto ao escrever é usar palavras cujos significados não serão mal interpretados; e se um leitor não conhece o significado das palavras, é infinitamente melhor que ele saiba disso” (CP¹⁶ 2.223).

Neste sentido tanto textos em linguagem natural (que podem ser especialmente úteis quando o leitor é um usuário não técnico) quanto diagramas – ambos tratados no artigo – podem ser considerados *idiomas* diferentes para *redação* dos requisitos, justificados pela variação do público leitor do conteúdo especificado para o produto de software.

3. Especificação de requisitos na forma de texto

Conforme comentado na seção anterior, o leitor deve ser considerado no momento de escolher a forma de especificação dos requisitos. Em relação aos usuários não técnicos de software, Alexander e Stevens comentam que a leitura dos diagramas técnicos de software por este público costuma ser realizada sem o rigor definido pelas notações (e esperado pelos autores dos diagramas):

“Conjuntos completos de diagramas formais, conforme utilizados pela engenharia de software e sistemas não são realmente adequados para [especificar] requisitos de usuários. Mesmo se os usuários puderem compreender a notação, não é razoável que esses usuários utilizem seu tempo para checar mais que um ou dois diagramas. Há evidências que pessoas que não sejam engenheiros de sistemas leiam todos os diagramas [independente da notação utilizada] [...] como se eles fossem fluxogramas, então não espere muito de diagramas formais [quando seu leitor for um usuário]” (Alexander; Stevens, 2002, p. 37).

Considerando que “A linguagem [natural] cotidiana é o único meio [para comunicação] que os usuários e os desenvolvedores [efetivamente] compartilham” (Alexander; Stevens, 2002, p. 61), e os *stakeholders* não necessariamente têm interesse em conhecer aspectos técnicos relacionados às notações gráficas utilizadas para a formalização de requisitos através de diagramas, descrever requisitos utilizando textos em linguagem natural tende a facilitar a comunicação com este público. No entanto, o uso de linguagem natural tem associado alguns problemas: o mais evidente talvez seja o risco da ambigüidade, mas há outro aspecto que merece destaque, associado ao fato que os “*stakeholders* geralmente consideram difícil adaptar as descrições textuais do sistema nas condições de trabalho futuras. Para superar

esta dificuldade, nós podemos lhes apresentar um desenho ‘reduzido’ do produto para auxiliar a visualizar seu aspecto futuro” (van Lamsweerde, 2009, p. 70).

O *desenho reduzido* proposto por van Lamsweerde corresponde a um protótipo simplificado. A pesquisa considera a possibilidade de relacionar o conceito do protótipo à especificação textual. Uma alternativa para aumentar a probabilidade de compreensão do conteúdo especificado em linguagem natural, facilitando aos usuários visualizarem o aspecto futuro da interface envolve estabelecer um método de especificação que facilite ao leitor dos requisitos acionar, durante a leitura dos textos dos requisitos, seu entendimento do que é um produto de software: seu modelo mental de software – debatido a seguir.

3.1. O modelo mental de software

Há maior probabilidade de compreensão dos requisitos caso a especificação permita ao usuário *visualizar o produto antecipadamente*. Uma maneira de viabilizar esta antecipação, utilizada no projeto abordado neste trabalho e que possibilitou a constatação de resultados interessantes envolve a utilização do conceito de modelos mentais:

“Como um resultado de nossas experiências e cultura, nós desenvolvemos modelos mentais de coisas e pessoas com as quais interagimos. Um modelo mental é simplesmente uma representação interna do entendimento atual de uma pessoa em relação a algo. [...] Modelos mentais são desenvolvidos gradualmente a fim de entender e explicar as coisas, tomar decisões, executar ações” (Galitz, 2002, p. 70).

“Ao se deparar com um fenômeno diferente do que seria esperado em tais circunstâncias, ele [o indivíduo que se deparou com o fenômeno] examina os atributos deste fenômeno e percebe alguma característica especial ou relação extraordinária, que ele reconhece na hora como sendo algo característico de alguma noção armazenada em sua mente, de modo que uma teoria é sugerida que poderia explicar [...] aquilo que é surpreendente no fenômeno” (CP 2.776).

Normalmente os indivíduos procuram subsídios em seu repertório para elaborar modelos mentais quando necessitam procurar soluções diante de uma situação não prevista, ou para compreender um novo conceito ao qual são apresentados: conhecimentos anteriores são

utilizados para orientar novas compreensões. A afirmação a seguir levou à formulação da hipótese que o modelo mental acionado pelos usuários, quando se trata de um produto de software, tende a ser a *imagem mental* de uma interface:

“Em sua natureza simbólica, os conhecimentos assumem na mente das pessoas formas análogas aos estímulos a que estão associados, principalmente visuais e verbais. [...] Nas interações com Interfaces Humano-Computador, a imagem de uma tela pode aparecer na mente do usuário no momento do planejamento de uma ação”
(Cybis; Betiol; Faust, 2007, p. 296).

A partir desta hipótese, considerou-se que o método de especificação deveria orientar a geração de um protótipo *na mente* do usuário enquanto ele realizasse a leitura dos requisitos textuais: à medida que o usuário lesse os requisitos na forma de textos, ele poderia visualizar as interfaces do produto, caracterizando o texto da especificação dos requisitos como uma espécie de *protótipo textual* do software. Contudo, conforme comentado anteriormente, esta *decodificação* de textos em imagens pode ser difícil. Para tentar facilitar a tarefa, o método foi pensado de forma multidisciplinar, e envolveu aspectos da semiótica e da lingüística para tentar dar suporte conceitual durante a elaboração dos modelos mentais. De fato, foram selecionadas boas práticas de escrita sugeridas por teóricos de software e de outras áreas do conhecimento que pareciam auxiliar a geração do efeito de sentido de *protótipo textual* desejado.

Vale observar que inicialmente se considerava que a antecipação da interface a partir de texto seria possível apenas em relação aos requisitos funcionais (mais especificamente, àqueles que originassem interfaces na implementação do produto). Contudo, o uso do método tem indicado que inclusive requisitos de *retaguarda* (regras de negócio e requisitos não funcionais) podem ser melhor compreendidos pelos *stakeholders* quando é possível relacionar estes requisitos de *retaguarda* às interfaces, estabelecendo uma contextualização. Este fato influenciou inclusive a definição da forma de rastreabilidade apresentada adiante.

Para orientar a geração do efeito de sentido de protótipo considerou-se que a partir do uso de termos definidos e consensuais haveria maior probabilidade de compreensão do

conteúdo, gerando comunicação mais eficiente: o entendimento depende da interação entre o que é apresentado e o leitor, que tem seu repertório como determinante para compreensão adequada – no caso desta seção do trabalho, a compreensão está diretamente associada ao leitor conseguir *visualizar* mentalmente a interface correspondente àquela desejada pelo técnico que especificou os requisitos. Visando facilitar a compreensão, foram utilizados termos com significado convencionado para especificação textual, ao invés de quaisquer termos válidos da linguagem natural. Para compreender a relevância da convenção, considere a Figura 2: um indivíduo que conhece o modo de vida ocidental deve possuir um modelo mental que lhe possibilite entender o conteúdo representado como um imóvel, *reconhecendo* as áreas destacadas com círculos como portas para acesso aos cômodos.

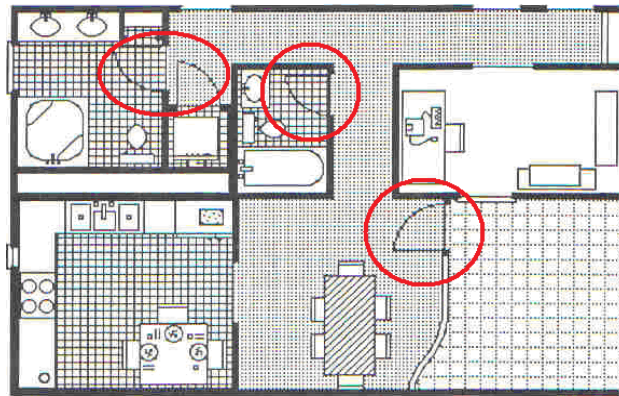


Figura 2 – Destakes da convenção de portas em uma planta baixa [adaptação a partir de] Yourdon, 1989, p. 66

Evidentemente, as áreas destacadas com círculos são representações convencionais, que são *entendidas* como portas quando quem analisa a figura reconhece e aceita a convenção utilizada: no limite, o leitor é capaz de *caminhar mentalmente* pelo imóvel. No caso dos requisitos funcionais de software, considerou-se que mesmo enquanto lendo textos em linguagem natural, o usuário poderia ser *orientado* a pensar em interfaces, desde que fosse convencionada uma forma de escrita e mantida uma morfologia definida: um conjunto de palavras *especiais* foi definido para estabelecer esta convenção (algumas destas palavras são apresentadas na próxima seção do trabalho para efeito ilustrativo, e para possibilitar compreensão do conteúdo especificado em relação ao projeto exemplo), pois

*[...] quem fala seleciona palavras e as combina em frases, de acordo com o sistema sintático da língua que utiliza; as frases, por sua vez, são combinadas em enunciados. Mas **o que fala não é de modo algum um agente completamente livre na sua escolha de palavras**: a seleção [...] deve ser feita a partir do repertório lexical que ele próprio e o destinatário da mensagem possuem em comum [...] [pois,] para ser eficiente, o ato da fala exige o uso de um código comum por seus participantes [grifo meu] (Jakobson, 2005, p. 37).*

*[...] é errado dizer que **uma boa linguagem** é simplesmente importante para um bom pensamento, pois ela é a própria essência deste [...] [e] é indispensável um acordo geral acerca do uso de termos e notações [...], que **não seja demasiado rígido, mas que, no entanto, prevaleça**, e isto num grau tal que **haja um pequeno número de diferentes sistemas de expressão que têm de ser dominados**¹⁷ [grifos meus] (CP 2.220).*

O efeito de sentido de protótipo pode ser obtido a partir da convenção de termos para a especificação que possibilitem ao leitor *aceitar* o texto como uma interface, da mesma forma que um leitor pode *aceitar* as representações destacadas na Figura 2 como sendo portas: é necessária então a existência de um conteúdo mínimo que permita ao leitor dos requisitos associar os textos às interfaces.

3.2. Aspectos considerados significativos para especificação textual de requisitos

Este trecho do trabalho não deve ser entendido como um manual de instruções, mas como um subsídio para compreensão do conteúdo apresentado na seção O Projeto Zeta: são apresentados a seguir alguns aspectos que auxiliam na geração do efeito de sentido de protótipo textual. O conteúdo apresentado em seguida, por caracterizar uma espécie de conjunto de instruções gerais, é aplicável para especificação de vários tipos de requisitos na forma de texto. No contexto deste trabalho, o conteúdo a seguir tem sido utilizado para especificação de Requisitos Funcionais de Interface¹⁸ (RFI), Requisitos Funcionais de Negócio¹⁹ (RFN) e Requisitos Não Funcionais (RNF): estes dois últimos, correspondem aos requisitos de retaguarda comentados anteriormente.

3.2.1. Atributos dos requisitos

Independente de se tratar de RFI, RFN ou RNF, para simplificar a compreensão do conteúdo especificado, são abordados diretamente apenas dois atributos básicos dos requisitos: seu *nome* e sua *descrição*²⁰.

3.2.2. Tempo verbal e especificação dos requisitos

Requisitos são documentação do produto, e não apenas do projeto: eles têm a mesma função que os programas fonte, que acompanham todo o ciclo de vida do produto, até a desativação do software. Em outros termos, requisitos especificados, mesmo que na forma de texto em linguagem natural, caracterizam itens de configuração²¹; após o término do projeto e com o início do uso do produto, os requisitos continuam válidos e podem ser úteis durante a realização de análises de impacto em manutenções futuras²². Além disso (Alexander; Stevens, 2002, pp. 97-98), a compreensão fica facilitada com uso dos verbos no tempo presente ao invés do futuro.

Assim, o uso do tempo verbal futuro não é considerado adequado e:

- O nome dos requisitos é especificado utilizando verbos no infinitivo;
- O texto de descrição dos requisitos é redigido utilizando tempo verbal presente, pois com o software construído, ‘o sistema não *deverá permitir* edição...’, mas ‘o sistema *permite* edição ...’.

3.2.3. Conteúdo descritivo da especificação

Quanto à construção das frases que compõem o conteúdo do texto das descrições dos requisitos, devem ser utilizadas expressões curtas²³ (Alexander; Stevens, 2002, p. 97-98), em “**Frases cuja estrutura seja conhecida e previsível**” [grifos no original] (Oliveira, 2008: 11), pois “só a existência de elementos invariantes permite reconhecer as variações” (Jakobson, 2005, p. 29).

É necessário então observar a quantidade de informações especificada em cada requisito e a maneira de formalizar estas informações:

“A essência da boa escrita [de requisitos] é a simplicidade, e a chave para isso é permitir que cada requisito diga apenas uma coisa. Os

requisitos se tornam complicados quando tentam definir de uma única vez [todo] um comportamento, um desempenho, um ou dois casos especiais, além de um comportamento alternativo” (Alexander; Stevens, 2002, p. 18).

No caso dos requisitos RFI, para não *sobrecarregar* a especificação do *protótipo textual*, cada interface deve ser especificada como um único RFI, sem mencionar na descrição do Requisito Funcional de Interface qualquer especificação relativa às regras de negócio, tecnologias ou restrições associadas ao requisito²⁴; caso uma interface específica acione outras, cada uma delas deve ser especificada como um Requisito Funcional de Interface independente. Ainda em relação aos RFI, uma característica especialmente crítica envolve o uso de estrutura de itens para representação: a especificação dos Requisitos Funcionais de Interface deve indicar explicitamente os campos apresentados na interface para acionar o modelo mental apropriado. Além disso, “É mais fácil processar informações cujo fluxo dominante seja de cima para baixo” (Oliveira, 2008, p. 13) e

“Os itens de uma enumeração devem ser dispostos segundo algum tipo de critério. É uma questão de lógica. Em nome da clareza, a ordem dos elementos de uma enumeração deve obedecer a algum tipo de critério: ordem cronológica, ordem alfabética, ordem de grandeza etc. Em hipótese alguma deve-se passar ao leitor a idéia de que os elementos de uma série enumerativa foram dispostos ao acaso [grifo no original]” (Oliveira, 2008, p. 35).

Assim, na descrição do RFI, os campos devem ser listados na seqüência em que serão apresentados na interface (considerando a ordem de preenchimento destes campos) e é utilizada uma estrutura de itens dispostos verticalmente para apresentação dos campos da tela.

Ainda em relação ao uso de frases curtas, no caso dos RFN, cada regra de negócio deve ser representada como um único requisito: “Requisitos que contém conjunções – palavras que unem sentenças – são perigosos. Conjunções perigosas incluem: **e**, **ou**, **com**, **também** [grifos no original]” (Alexander; Stevens, 2002, pp. 100-101).

Para os RNF, vale a mesma instrução apresentada para os RFN – neste caso, cada restrição ou característica deve ser representada como um único Requisito Não Funcional.

3.2.4. Rastreabilidades entre requisitos especificados na forma de texto

Como instruções básicas para rastreabilidade entre requisitos especificados na forma de texto é sugerido que:

- Não deve ser criada rastreabilidade dos RFI entre si (os comportamentos e as chamadas entre as interfaces são especificadas através dos diagramas de Casos de Uso);
- Não deve ser criada rastreabilidade dos RFN entre si (tipicamente os Casos de Uso devem coordenar as chamadas de regras através da especificação do caminho básico e dos caminhos alternativos; além disso, os Requisitos Funcionais de Interface a que se referem os Requisitos Funcionais de Negócio fornecem a contextualização necessária para sua compreensão);
- A única forma válida de rastreabilidade entre requisitos funcionais envolve identificar, para cada RFI, quais são os Requisitos RFN relacionados – neste sentido, a rastreabilidade é elaborada partindo do RFI e chegando no RFN (a próxima seção fornece uma justificativa para esta rastreabilidade adotada);
- Não deve ser criada rastreabilidade dos RNF entre si (os Requisitos Funcionais de Interface a que se referem os Requisitos Não Funcionais fornecem a contextualização necessária para este tipo de requisito);
- São formas válidas de rastreabilidade entre requisitos funcionais e requisitos não funcionais:
 - **RFI x RNF**: esta rastreabilidade identifica, para cada RFI, quais Requisitos Não Funcionais são aplicáveis – neste sentido, a rastreabilidade é elaborada partindo do RFI e chegando no RNF;
 - **RFN x RNF**: esta rastreabilidade identifica, para cada RFN, quais Requisitos Não Funcionais são aplicáveis – neste sentido, a rastreabilidade é elaborada partindo do RFN e chegando no RNF

(embora válida, esta rastreabilidade não é utilizada na simplificação apresentada no exemplo deste trabalho).

3.2.5. Relação entre RFI e RFN: Uma justificativa para a rastreabilidade elaborada

Para compreender a relação de rastreabilidade adotada entre os RFI e RFN, considere a área destacada na Figura 3. O leitor deve ter associado a área destacada como o local onde tipicamente as pessoas realizam suas refeições, e não ao local onde as pessoas dormem ou se banham (ainda que estas *regras de uso* não estejam especificadas explicitamente): a planta baixa remete o leitor da figura ao modelo mental associado à representação de uma mesa com seis cadeiras, e o repertório desse leitor completa a compreensão (o repertório atua como se houvesse uma especificação adicional para o conteúdo representado no protótipo, a partir de elementos mínimos fornecidos que permitem que seja possível o entendimento).

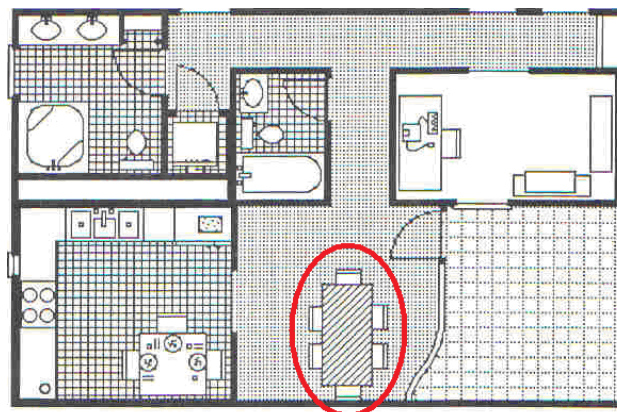


Figura 3 – Destaque de uma mesa de seis lugares em uma planta baixa [adaptação a partir de] Yourdon, 1989, p. 66

Uma vez que os requisitos são “Uma representação documentada” (Chrissis; Konrad; Shrum, 2003, p. 627), no caso do método utilizado tanto a representação correspondente à planta baixa quanto as regras de uso devem estar formalizadas. Assim, o RFI pode ser comparado à planta baixa (tem a mesma finalidade da Figura 3), e as instruções de uso *implícitas* correspondem aos requisitos RFN: a diferença básica é que no método de especificação estas instruções também são formalizadas. Como cada tipo de requisito é representado separadamente, mas a compreensão é completa quando são analisados em conjunto, as relações entre eles são estabelecidas através dos recursos de rastreabilidade apresentados

na seção anterior. É neste sentido que os RFI acabam criando uma contextualização que facilita o entendimento dos RFN.

3.2.6. Palavras reservadas convencionadas

A seguir são apresentadas apenas as palavras reservadas definidas para nomear requisitos que são necessárias para compreender o exemplo de especificação da próxima seção. Uma vez que o projeto não abordou (em relação ao conteúdo tratado neste artigo) de maneira sistematizada aspectos de usabilidade, as localizações típicas no monitor que são sugeridas em seguida não consideram se estas localizações são aquelas mais apropriadas em relação à experiência para o usuário, mas apenas a geração do sentido desejado.

- Requisitos Funcionais de Interface:
 - **Exibir:** informa ao usuário (telespectador) que o conteúdo em transmissão possibilita interação. A informação ocorre através da exibição de ícone no canto superior direito do monitor de TV; quando o ícone é apresentado, a aplicação espera pela interação do telespectador. A Figura 4 apresenta a localização típica no monitor de TV dos RFI nomeados como “Exibir”.

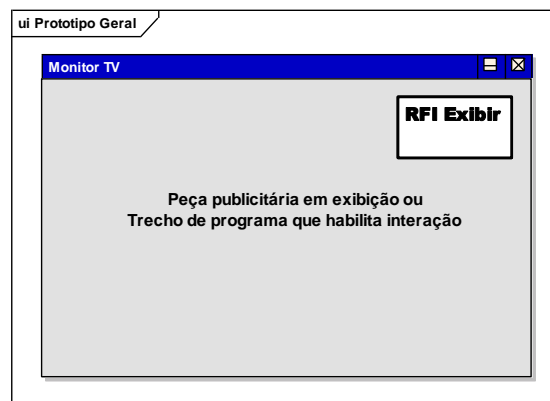


Figura 4²⁵ – *Localização típica no monitor de TV dos RFI “Exibir”*

- **Apresentar:** exibe uma janela sobre o conteúdo em transmissão, através da qual o usuário (telespectador) realiza interação (informa dados, participa de pesquisa, realiza compras etc.). A Figura 5 apresenta a localização típica no monitor de TV dos RFI nomeados como “Apresentar”.

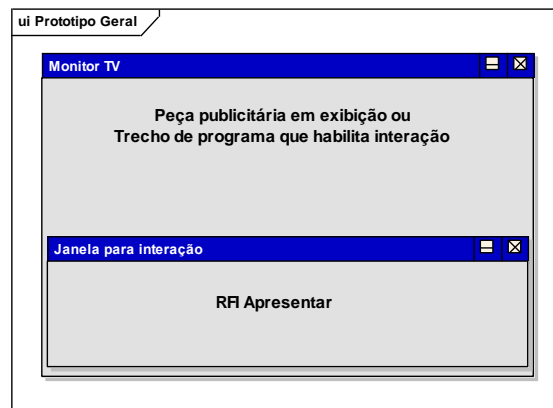


Figura 5 – Localização típica no monitor de TV dos RFI “Apresentar”

- Requisitos Funcionais de Negócio:
 - **Calcular:** efetua operações matemáticas baseadas em fórmulas.
 - **Validar:** analisa se um conteúdo foi corretamente informado durante uma interação, bloqueando ações seguintes do usuário no caso de ser identificada alguma não conformidade.
 - **Comunicar:** envia um e-mail para um destinatário previamente estabelecido.
 - **Habilitar:** indica uma condição de uso decorrente de uma ação através do uso do aparato tecnológico disponível para interação; neste sentido, costuma estabelecer relação evidente com os Requisitos Não Funcionais nomeados como ‘Utilizar’ (definição apresentada a seguir).

- Requisitos Não Funcionais:
 - **Utilizar:** informa que um recurso tecnológico (de hardware ou software) necessita estar disponível durante a interação.

4. Especificação de requisitos na forma de casos de uso

Teóricos de software têm definido e divulgado uma quantidade significativa de notações técnicas para formalizar graficamente os requisitos funcionais de software desde meados

dos anos 1970²⁶ – as várias notações costumam ser justificadas pelo surgimento de novos paradigmas de análise.

Neste trabalho se considera que a notação de Casos de Uso, em conjunto com o formato de especificação dos requisitos na forma de texto apresentado na seção anterior constituem um nível de formalismo apropriado para uso no ambiente da TV digital interativa (em relação à especificação do comportamento dos aplicativos). Além de tecnicamente suficiente para a especificação, é relevante destacar que o uso de uma notação já divulgada tende a reduzir o tempo necessário para utilização do método devido ao fato de os profissionais de software provavelmente conhecerem a técnica.

Uma vez que existe farta bibliografia para tratar do tema Casos de Uso²⁷ e a pesquisa abordada neste trabalho propôs o uso da técnica *Use Case* exatamente da forma como estabelecida pelos autores consultados, esta seção não apresenta os conceitos básicos para elaboração deste tipo de artefato; apenas destaca que, considerando o formato de especificação textual apresentado anteriormente, algumas instruções gerais podem apoiar na criação do Modelo de Casos de Uso:

- Cada RFI é candidato a – no mínimo – um objeto Caso de Uso (tipicamente, mas não necessariamente, concreto);
- Os RFN são candidatos a passos ou caminhos alternativos da especificação do Caso de Uso e, caso sejam aplicáveis a mais que um RFI, são candidatos a Casos de Uso abstratos (que estabelecem relacionamentos *include* ou *extend* – para passos ou caminhos alternativos, respectivamente);
- Os RNF tendem a influenciar na execução dos Casos de Uso sob perspectiva tecnológica ou de restrição (uma vez que conceitualmente este tipo de requisito tipicamente é representado como especificação suplementar e costuma ser relacionado como “Requisito especial” ao Caso de Uso); no caso do método utilizado, estes aspectos são tratados via rastreabilidade – a seção seguinte fornece mais informações.

4.1. Rastreabilidade requisitos textuais x casos de uso

As instruções básicas para definição de rastreabilidade entre os requisitos textuais e os Casos de Uso envolvem:

- Todo RFI deve ter rastreabilidade definida para, ao menos, um Caso de Uso;
- Todo Caso de Uso deve realizar, no mínimo, um RFI;
- Não é necessário rastrear RFN e RNF para os Casos de Uso – uma vez que estes requisitos já têm rastreabilidade elaborada em relação aos RFI, que por sua vez rastreiam para os Casos de Uso, considera-se que estes últimos, por definição, estão também associados aos RFN e RNF correspondentes; esta abordagem facilita a manutenção das árvores de rastreabilidade, sem comprometer as análises de impacto para alterações.

Este conteúdo é suficiente para compreensão da especificação exemplo, apresentada na próxima seção.

5. O Projeto Zeta

O Projeto Zeta²⁸, executado com apoio da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), tem como objetivo principal desenvolver um método para entrada de texto através de teclados numéricos, e possui outros três projetos relacionados: *Zeta Capacitação*²⁹, *Zeta Celular*³⁰ e *Zeta Controle Remoto*. Aspectos de gestão destes projetos podem ser consultados em (Marquioni, 2010). O projeto *Zeta Controle Remoto* (a partir do qual foi obtido o conteúdo exemplo para este trabalho) aborda a entrada de texto através do teclado numérico do controle remoto da TV digital interativa.

O método para entrada de texto em questão difere basicamente de outros existentes devido ao fato de o método Braille ser uma de suas referências básicas. Este diferencial deve permitir uma maior facilidade para interação com a TV digital pelos deficientes visuais³¹. Além do desenvolvimento do aplicativo para entrada de dados propriamente dito, o projeto *Zeta Controle Remoto* tem gerado especificação de requisitos para produtos de software que utilizam o método durante as interações: estes produtos têm sido documentados através do

processo de especificação comentado nas seções anteriores³²; parte da especificação de um destes produtos é apresentada no trabalho.

5.1. Contexto geral do Projeto Zeta

Uma vez que o uso de processos formais costuma ser associado a aspectos negativos (tipicamente burocracia excessiva, lentidão, altos custos de desenvolvimento e aplicação viável apenas no caso de organizações que tenham grande disponibilidade de recursos humanos para atuar com formalização), parece relevante apresentar, ainda que apenas em visão geral, a estrutura e equipe do Projeto Zeta.

5.1.1. Estrutura básica de gestão e equipe do projeto

Cada um dos projetos que compõem o Projeto Zeta possui gestão própria, acompanhada por um Gerente para Integração Técnica (que monitora e sincroniza as dependências entre eles). Os projetos *Zeta Controle Remoto* e *Zeta Celular* possuem desenvolvimento de software associado: a equipe que atua com o desenvolvimento de software para o *Controle Remoto* é composta de dois profissionais: um deles assume os papéis de Líder Técnico e Analista de Requisitos; o outro profissional assume o papel de Desenvolvedor. A atividade de especificação apresentada nesta seção foi elaborada pelo profissional que assume o papel de Analista de Requisitos. Em relação ao impacto da execução da atividade de especificação de requisitos no ciclo de vida de desenvolvimento, Tarcísio Bannwart, gerente do projeto *Zeta Controle Remoto*, comenta que:

“Embora reconhecesse a necessidade de ter o conteúdo de requisitos formalizado, no início imaginava que a inclusão de novas atividades relacionadas a esta formalização impactaria negativamente nas datas de entrega, além de aumentar os custos de desenvolvimento. Contudo, constatei que apesar das novas atividades para especificação dos requisitos utilizarem um esforço que antes não existia (ou, pelo menos, não era monitorado), as datas de entrega não foram penalizadas – pelo contrário, em alguns casos, antecipamos o término do desenvolvimento. [...] Quanto aos custos adicionais, precisamos refinar as medições [...] [mas] dados iniciais analisados fornecem indícios que houve diminuição de retrabalho com a utilização do processo. Esta

diminuição aparentemente não apenas ‘paga’ as horas de especificação, como a redução de não conformidades melhora nossa imagem perante os clientes” (Bannwart, 2010).

5.1.2. Esforço associado ao processo

O maior esforço constatado foi relativo à definição do método³³ de especificação, que envolveu: identificar os conceitos a aplicar, palavras reservadas a utilizar, formato de rastreabilidade aplicável, especificação do procedimento documentado e criação do manual técnico. Foram utilizadas 40 horas para proceder com a formalização do conteúdo do processo (o esforço requerido para realizar a revisão bibliográfica não fez parte do projeto). Uma vez formalizado o processo, o esforço de definição do método esperado é relativo a melhorias e refinamentos do conteúdo por revisão periódica ou quando da constatação de alguma melhoria imediata.

Em relação ao esforço para formalização utilizando o método definido, o trecho da especificação apresentado neste artigo foi elaborado em 3,5 horas, sendo:

- 1 hora: especificação dos requisitos textuais³⁴ (RFI, RFN e RNF);
- 2,5 horas: elaboração do Modelo de Casos de Uso³⁵ (criação da imagem do diagrama e especificação – considerando o ciclo de vida que envolve geração de esboço, refinamento e estruturação dos objetos *Use Case*³⁶).

5.2. Apresentação conceitual do conteúdo exemplo especificado

O exemplo a seguir é relativo a uma operação de compra através da TV digital interativa. Uma vez que este trabalho não tem como objetivo apresentar a especificação completa de uma operação de *t-commerce*, mas ilustrar como um método de especificação de requisitos que utilize boas práticas e técnicas disponíveis pode gerar uma documentação de produto simples, com pouca burocracia relacionada à especificação e que possui aspectos de rastreabilidade associados, o conteúdo original do *Projeto Zeta Controle Remoto* foi simplificado de modo a não tornar o exemplo demasiado extenso, mas observando a necessidade de referenciar o tema da interação através da televisão³⁷. Assim, o recorte abordado no exemplo engloba apenas parte das operações relativas a uma interação de compra pela TV. Vale destacar ainda que os esforços para especificação citados

anteriormente são relativos à versão *completa* do conteúdo apresentado nesta seção (e não da simplificação elaborada).

Em termos de negócio, o exemplo envolve apresentar como o telespectador é informado que o conteúdo em exibição possibilita interação e é Zeta Compatível (possibilita interação utilizando o método Zeta para entrada de dados textuais através do teclado numérico do controle remoto). O telespectador resolve realizar a compra e informa seus dados pessoais, de endereço, do produto e, após informar dados de pagamento, é solicitada validação da transação junto à operadora de cartão de crédito; uma vez aprovado o crédito, o fornecedor catalogado para o produto é informado que uma compra foi realizada.

5.3. Exemplo de especificação

5.3.1. Requisitos textuais

O Quadro 1 a seguir contém a especificação dos requisitos em relação ao recorte adotado. A Figura 6 apresenta um mapa da rastreabilidade entre esses requisitos especificados.

Tipo	Nome Requisito	Descrição Requisito
RFI	Exibir interação disponível ³⁸	O sistema exibe ícone padrão para informar interação disponível.
RFI	Exibir interação Zeta compatível	O sistema exibe ícone padrão para informar interação compatível com linguagem Zeta.
RFI	Apresentar janela para definir interação desejada ³⁹	O sistema mantém interface para o telespectador definir qual interação, dentre as disponíveis, ele deseja executar em relação ao conteúdo em exibição. São dados da janela para definição de qual interação deseja executar: => TECLAS: - Vermelho: NÃO TRATADO NESTE EXEMPLO; - Verde: Aquisição do produto via <i>t-commerce</i> ; - Amarelo: NÃO TRATADO NESTE EXEMPLO; - Azul: Sair.

Tipo	Nome Requisito	Descrição Requisito
RFI	Apresentar janela para interação <i>t-commerce</i>	<p>O sistema mantém interface para interagir com peça/trecho de programa através de realização de <i>t-commerce</i>. São dados da janela de interação para <i>t-commerce</i>:</p> <p>=> CAMPOS⁴⁰:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nome cliente; - Endereço Entrega; - Nome do produto; - Quantidade do produto; - Valor unitário; - Valor total produto; - Número Cartão de Crédito; - Mês Validade Cartão de Crédito; - Ano Validade Cartão de Crédito; - Código de segurança; - Qtde parcelas; <p>=> TECLAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verde: Enviar e limpar; - Azul: Sair.
RFN	Calcular valor total produto	<p>Após informada a quantidade desejada do produto, o sistema calcula o valor total do produto como:</p> <p>Valor Total Produto = Quantidade Desejada * Preço unitário.</p>
RFN	Validar cartão crédito operadora	<p>Após informados dados de pagamento, o sistema solicita à operadora de cartão de crédito que o número do cartão informado seja validado.</p>

Tipo	Nome Requisito	Descrição Requisito
RFN	Validar saldo (limite disponível) cartão crédito operadora	Após informados dados de pagamento, o sistema solicita à operadora de cartão de crédito que o limite para realizar a compra desejada com o cartão informado seja validado.
RFN	Comunicar fornecedor responsável cadastrado	Após validações com sucesso pela operadora de cartão de crédito, o sistema informa (por e-mail) ao fornecedor cadastrado para o produto comprado as informações relativas à transação realizada: => Dados Cliente; => Dados Endereço Entrega; => Dados Produto; => Dados Pagamento.
RFN	Habilitar interação ao pressionar tecla “Info” (após informativo interação disponível)	Após exibido informativo ‘Interação disponível’ a interface considera que, ao apertar o botão “Info” do controle remoto da TV digital, o usuário deseja iniciar interação com peça em exibição.
RFN	Habilitar interação ao pressionar tecla “Info” (após informativo Zeta Compatível)	Após exibido informativo ‘Zeta Compatível’ a interface considera que, ao apertar o botão “Info” do controle remoto da TV digital, o usuário deseja iniciar interação utilizando componente Zeta.
RFN	Habilitar entrada dados via teclado numérico (na janela para interação)	A interface utiliza componente Zeta para reconhecimento de pares de cliques sobre as teclas da grade numérica do controle remoto.
RNF	Utilizar canal retorno auditivo	O retorno auditivo é realizado utilizando o canal áudio-descrição.
RNF	Utilizar controle remoto	As interações são realizadas utilizando o controle

Tipo	Nome Requisito	Descrição Requisito
	para realizar interação	remoto da TV digital.

Quadro 1 – Especificação dos requisitos do exemplo na forma de texto

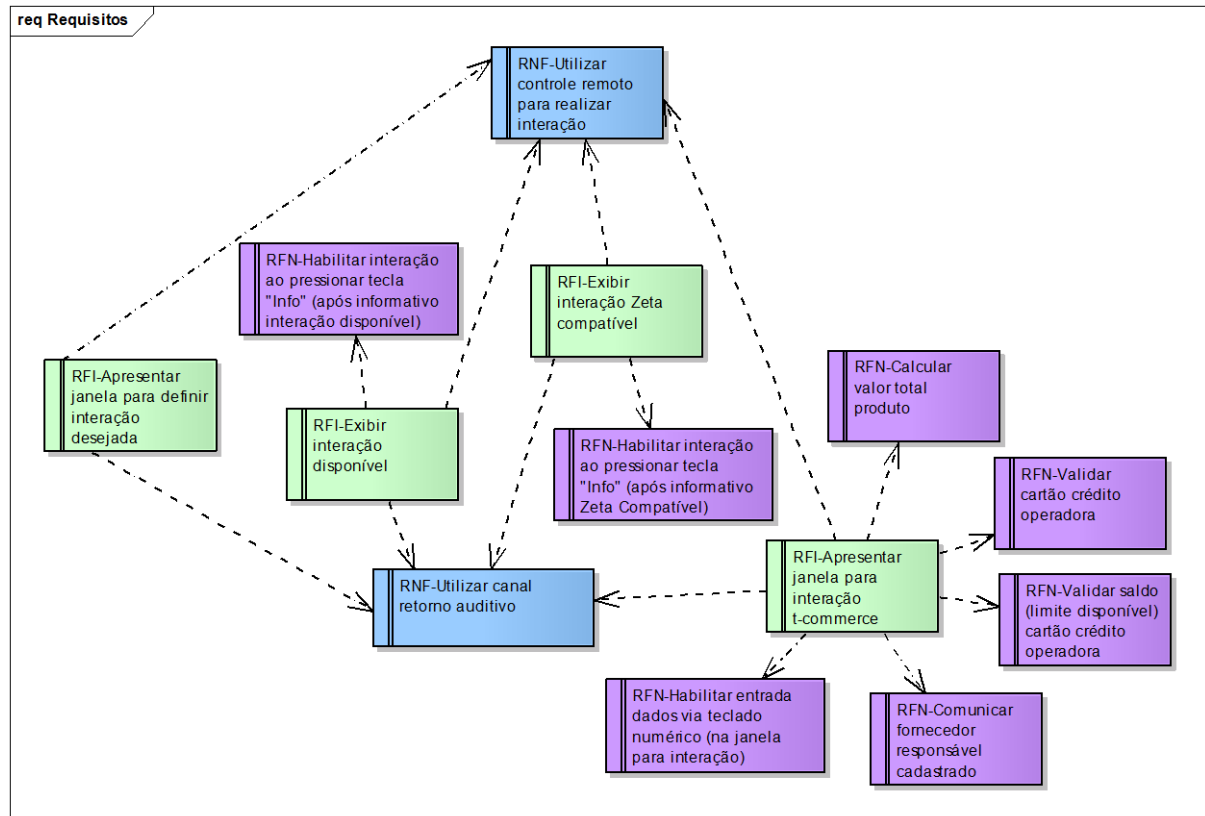


Figura 6⁴¹ – Mapa geral de rastreabilidade entre os requisitos textuais considerados no exemplo

5.3.2. Casos de Uso

São apresentados a seguir exemplos de especificação para dois dos Casos de Uso derivados dos RFI mapeados: no caso deste exemplo, cada RFI originou um *Use Case*. O Quadro 2 apresenta a especificação simplificada do Caso de Uso elaborado a partir do RFI 'Apresentar janela para definir interação desejada'.

Caso de Uso	Definir interação desejada	
Descrição	Caso de uso através do qual o telespectador escolhe a opção de interação que deseja utilizar em relação à peça em exibição.	
Caminho básico		
Passo	Nome	Descrição Passo
01	Início	O Caso de Uso inicia através do ponto de inclusão “Definir interação desejada” no Caso de Uso “Apresentar interação disponível”.
02	Apresenta interface	O sistema apresenta a interface para seleção da interação desejada, observando: <ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo textual apresentado de acordo com RFI correspondente; - Conteúdo textual transmitido também por fala pelo canal áudio-descrição.
03	Inclui “Zeta compatível”	O sistema inclui o Caso de Uso “Apresentar interação Zeta compatível”.
04	Fim	O telespectador pressiona a tecla “Azul” do controle remoto e o Caso de Uso termina.
Caminhos alternativos		
No.	Nome	Descrição Caminho Alternativo
01	Encerrar	Durante a execução de qualquer passo, caso o telespectador pressione a tecla “Azul” o Caso de Uso termina.
Pontos de extensão		
No.	Nome	Descrição Ponto de extensão

01	Executar interação <i>t-commerce</i>	O ponto de extensão “Executar interação <i>t-commerce</i> ” ocorre durante a execução do passo “Apresenta interface”, quando o telespectador seleciona (pressiona) a tecla “Verde” de seu controle remoto.
----	--------------------------------------	--

Quadro 2 – Especificação do Caso de Uso ‘Definir interação desejada’

Em seguida, o Quadro 3 apresenta uma especificação simplificada para o Caso de Uso elaborado a partir do RFI ‘Apresentar janela para interação *t-commerce*’.

Caso de Uso	Executar interação <i>t-commerce</i>	
Descrição	Caso de uso através do qual o telespectador realiza interação para compra de produto apresentado durante a transmissão do conteúdo televisivo.	
Caminho básico		
Passo	Nome	Descrição Passo
01	Início	O Caso de Uso inicia a partir do ponto de extensão “Executar interação <i>t-commerce</i> ” no Caso de Uso “Definir interação desejada” (quando o telespectador pressiona a tecla “Verde” de seu controle remoto).
02	Apresenta interface: Compra	O sistema apresenta a interface para interação relativa ao Produto comercializado: - Conteúdo textual apresentado de acordo com RFI correspondente; - Conteúdo textual transmitido também por fala pelo canal áudio-descrição.
02.1	Informar produto	O telespectador informa a quantidade desejada do produto e pressiona a tecla “Verde” de seu controle remoto.

		O sistema calcula o valor total do produto de acordo com regra de cálculo especificada e apresenta o resultado do cálculo.
02.2	Informar cliente	O telespectador informa os dados do comprador e pressiona a tecla “Verde” de seu controle remoto.
02.3	Informar dados pagamento	O telespectador informa os dados para pagamento e pressiona a tecla “Verde” de seu controle remoto. O sistema valida o número do cartão e limite de crédito disponível junto à operadora de cartão de crédito.
03	Informar compra realizada com sucesso	O sistema emite mensagem de compra realizada com sucesso e envia e-mail ao fornecedor cadastrado informando os dados do pedido.
04	Fim	O telespectador pressiona a tecla “Azul” do controle remoto e o Caso de Uso termina.
Caminhos alternativos		
No.	Nome	Descrição Caminho Alternativo
01	Tratar cartão inválido	Durante a execução do sub-passo “Informar dados pagamento” no caminho básico, caso o número do cartão de crédito informado esteja incorreto (não seja possível validá-lo com sucesso), o sistema emite mensagem “Cartão incorreto”. O Caso de Uso retorna para o sub-passo “Informar dados pagamento”.
02	Tratar limite insuficiente	Durante a execução do sub-passo “Informar dados pagamento” no caminho básico, caso o limite do cartão de crédito informado não seja suficiente para realizar a compra, o sistema emite mensagem “Cartão com saldo insuficiente”. O Caso de Uso retorna para o sub-passo “Informar dados pagamento”.

03	Encerrar	Durante a execução de qualquer passo, caso o telespectador pressione a tecla “Azul” o Caso de Uso termina.
Pontos de extensão		
No.	Nome	Descrição Ponto de extensão
n/a ⁴²	n/a	n/a

Quadro 3 – Especificação do Caso de Uso ‘Executar interação t-commerce’

A Figura 7 apresenta o Diagrama de Casos de Uso resultante dos requisitos tratados no exemplo e a Figura 8 corresponde a um mapa geral de rastreabilidade que relaciona os Casos de Uso aos requisitos textuais apresentados anteriormente. Nesta última figura, parece relevante observar que a rastreabilidade dos RFN e RNF com os Casos de Uso ocorre através da relação entre os RFI e os *Use Cases*. Assim, o Caso de Uso ‘Apresentar interação Zeta compatível’ tem associados – via RFI ‘Exibir interação Zeta compatível’ – o RFN ‘Habilitar interação ao pressionar tecla ‘Info’ (após informativo Zeta Compatível)’ e os RNF ‘Utilizar canal retorno auditivo’ e ‘Utilizar controle remoto para realizar interação’.

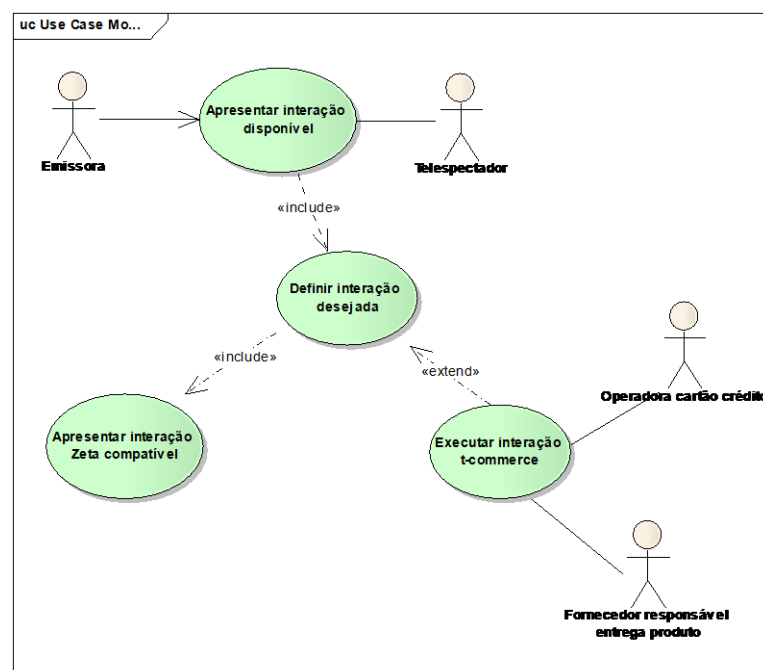


Figura 7 – Diagrama de Casos de Uso do exemplo

desenvolvimento além das fronteiras típicas de software: no caso, procurou-se associar o conceito de modelos mentais para apoiar a especificação dos requisitos textuais.

Na situação real de aplicação do processo de especificação abordado neste trabalho, constatou-se melhoria significativa em relação ao desenvolvimento sem o uso de especificação formalizada para os requisitos:

“Profissionais da empresa que estavam acostumados a desenvolver software sem requisitos formalizados têm enfrentado dificuldades ao executar manutenções nos aplicativos desenvolvidos antes da definição do processo. A falta do conteúdo formal e da rastreabilidade é considerada crítica pela equipe” (Bannwart, 2010).

É relevante destacar dois desdobramentos evidentes para este trabalho: o primeiro envolve expandir o método de especificação apresentado – que trata basicamente de comportamento dos aplicativos –, para que haja integração (através de Diagramas de Classes e Seqüência) dos requisitos mapeados na forma de Casos de Uso com as definições técnicas/tecnológicas Ginga. Um segundo desdobramento parece necessário no sentido de relacionar um modelo de negócios para a TV digital com o comportamento dos aplicativos, considerando as possibilidades de interação oferecidas pelo ambiente digital⁴³. Este segundo desdobramento é crítico inclusive porque

“quase nenhuma emissora tem ainda um modelo de negócio definido para explorar esse novo segmento [...] [e] muitas empresas do setor de radiodifusão ainda enxergam a TVDI [TV digital interativa] [...] como uma ameaça, que pode comprometer o faturamento [...] e dispersar a audiência” (Fagundes, 2009, p. 64).

Este trabalho, que não deve ser considerado conclusivo, apenas apresentou alguns estudos e definições iniciais para tentar apoiar na definição de um padrão que possa ser utilizado pela comunidade de desenvolvimento de produtos de software durante a criação de aplicativos para o ambiente da TV digital interativa, destacando que o momento parece bastante oportuno, no sentido de este tipo de desenvolvimento abordar, desde seu início, boas

práticas constatadas em projetos de software desenvolvidos para outros ambientes tecnológicos.

7. Referências bibliográficas

ABNT NBR 15604 (2007). Norma Brasileira: Televisão digital terrestre – Receptores. ABNT, Rio de Janeiro.

ALEXANDER, Ian F.; STEVENS, Richard (2002). Writing Better Requirements. Addison-Wesley, Londres.

BARBOSA FILHO, André; CASTRO, Cosette (2008). Comunicação digital: Educação, tecnologia e novos comportamentos. Paulinas, São Paulo.

BOLAÑO, Cesar; BRITTOS, Valério (2007). A televisão brasileira na era digital: exclusão, esfera pública e movimentos estruturantes. Paulus, São Paulo.

CANNITO, Newton (2010). A televisão na era digital: Interatividade, convergência e novos modelos de negócio. Summus Editorial, São Paulo.

CHRISSIS, Mary Beth; KONRAD, Mike; SHRUM, Sandy (2003). CMMI Guidelines for process integration and product improvement. Addison-Wesley, Boston.

CLARKE, Siobhán; BANIASSAD, Elisa (2005). Aspect-oriented analysis and design: The theme approach. Addison-Wesley, Boston.

CYBIS, Walter; BETIOL Adriana H.; FAUST, Richard (2007). Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações. Novatec Editora, São Paulo.

DEMARCO, Tom (1989). Análise Estruturada e Especificação de Sistema. Campus, Rio de Janeiro.

DTV (2010), “Cidades onde a TV Digital está no ar”, 21 outubro 2009, <http://www.dtv.org.br/materias.asp?menuid=3&id=11>.

BANNWART, Tarcísio (2010). Entrevista presencial concedida ao autor. Curitiba, 15 janeiro 2010.

ERIKSSON, Hans-Erik et al 2004. UML 2 Toolkit. Wiley Publishing Inc, Indianapolis.

FAGUNDES, José S (2009), TV Digital: Convergência e interatividade, in BARBOSA, Marialva; FERNANDES, Marcio; J DE MORAIS, Osvando -orgs- (2009), Intercom Curitiba 2009. Editora e Gráfica Vida & Consciência, São Paulo.

FERRAZ, Carlos (2009), Análise e perspectivas da interatividade na TV Digital, in SQUIRRA, Sebastião; FECHINE, Yvana - org.- (2009), Televisão Digital: desafios para a comunicação – Livro da COMPÓS 2009. Editora Sulina, Porto Alegre.

- FORUMSBTVD (2009), "SET'09: Fórum SBTVD destacou interatividade", 21 outubro 2009, <http://www.forumsbtvd.org.br/materias.asp?id=209>.
- FORUMSBTVD (2010), "Brasil, Argentina, Chile, Peru e Japão aprovam a criação do Fórum Internacional ISDB-T", 17 janeiro 2010. <http://www.forumsbtvd.org.br/materias.asp?id=223>.
- GALITZ, Wilbert O (2002). The essential guide to user interface design. John Wiley & Sons Inc, New York.
- GANE, Chris; SARSON, Trish (1983). Análise Estruturada de Sistemas. LTC – Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro.
- GAWLINSKI, Mark (2003). Interactive television production. Focal Press, Oxford.
- JACOBSON, Ivar; BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James (2001). The Unified Software Development Process. Addison-Wesley, Boston.
- JACOBSON, Ivar; NG, Pan-Wei (2005). Aspect-Oriented software development with use cases. Addison-Wesley, Boston.
- JAKOBSON, Roman (2005). Lingüística e Comunicação. Cultrix, São Paulo.
- JENKINS, Henry (2008). Cultura da Convergência. Aleph, São Paulo.
- KOTONYA, Gerald; SOMMERVILLE, Ian (1998). Requirements Engineering: Processes and Techniques. John Wiley & Sons Inc, New York.
- LEFFINGWELL, Dean; WIDRIG, Don (2006). Managing Software Requirements Second Edition: A use case approach. Addison-Wesley, Boston.
- LEON, Alexis (2005). Software configuration management handbook. Artech House, Boston.
- MARQUIONI, Carlos Eduardo (2009, Outubro). "Requisitos funcionais de software: Reflexões iniciais da influência do método de especificação em características de gestão de projetos", IV Simpósio Internacional de Administração e Marketing/VI Congresso de Administração da ESPM, São Paulo, Brasil.
- MARQUIONI, Carlos Eduardo (2010, Outubro). "Gestão de projetos de inovação de produto: Uma proposta de estrutura para gerenciamento de projetos complexos", V Simpósio Internacional de Administração e Marketing/VII Congresso de Administração da ESPM, São Paulo, Brasil.
- MCMENAMIM, Sthephen M.; PALMER, John F (1991). Análise Essencial de Sistemas. McGraw Hill Ltda, São Paulo.
- NETTO, José Teixeira Coelho (2003). Semiótica, Informação e Comunicação. Editora Perspectiva, São Paulo.
- OLIVEIRA, José Paulo Moreira de (2008). A redação eficaz. Elsevier, Rio de Janeiro.

- PEIRCE, Charles S. (2005), *Semiótica*. In NETTO, José Teixeira Coelho -trad.- (2005), Editora Perspectiva, São Paulo.
- PATRIOTA, Karla Regina M. P. (2009), *Sob demanda, convergente e interativa. A customização da Publicidade na Televisão Digital*, in: SQUIRRA, Sebastião; FECHINE, Yvana - org.- (2009), *Televisão Digital: desafios para a comunicação – Livro da COMPÓS 2009*. Editora Sulina, Porto Alegre.
- PRESSMAN, Roger (2000). *Software Engineering: A Practitioner’s Approach: European Adaptation*. McGraw Hill International, Londres.
- ROBERTSON, Suzanne; ROBERTSON James (2007). *Mastering the requirements process: Second Edition*. Addison-Wesley, Boston.
- ROSENBERG, Doug; SCOTT, Kendall (2001). *Applying use case driven object modeling with UML: An annotated e-commerce example*. Addison-Wesley, Boston.
- SCHNEIDER, Geri; WINTERS, Jason P (2001). *Applying Use Cases: A practical guide*. Addison-Wesley, Boston.
- TEIXEIRA, Lauro H. de Paiva (2008). *Televisão digital: interação e usabilidade*. 143f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP, Bauru.
- VAN LAMSWEEERDE, Axel (2009). *Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications*. John Wiley & Sons, Glasgow.
- WILLIAMS, Raymond (2003). *Television: Technology and Cultural Form*. Routledge Classics Edition, Padstow.
- YOURDON, Edward (1989). *Modern Structured Analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

Notas

¹ A TV digital terrestre é aquela transmitida por ar; as outras formas de transmissão são via satélite e via cabo. As companhias que transmitem televisão a cabo “usam uma conexão física de cabo entre elas e seus clientes [...]. Cabos podem trafegar grandes quantidades de dados (há usualmente uma grande quantidade de largura de banda), porque eles [os cabos] são sistemas fechados, protegidos de interferência” (Gawlinski, 2003, p. 52-53). Por outro lado, os “operadores da plataforma via satélite transmitem seu sinal de transmissores situados aproximadamente 38.000 Km [...] no espaço [acima do solo]. [...] Espectadores

captam o sinal usando antenas direcionais” (Gawlinski, 2003, p. 54). A televisão digital terrestre utiliza “transmissores fixados no solo para enviar sinais de rádio às residências. A grande vantagem é o que o sinal digital pode ser transmitido via transmissores associados às instalações existentes, construídas para a televisão analógica” (Gawlinski, 2003, p. 55).

² Para um histórico da implantação da TV digital no Brasil, consulte (Bolaño; Brittos, 2007).

³ Consulte (FORUMSBTVD, 2010).

⁴ “Criado em janeiro de 2008 pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT/MCT), o Cenrid [Centro Nacional de Referência em Inclusão Digital] tem como objetivo integrar e dar visibilidade a projetos de inclusão digital desenvolvidos pelo governo federal, pela academia e pelo terceiro setor, por fundações e grandes bancos, entre outras instituições. São 25 áreas temáticas estudadas, entre elas TV Digital” (Barbosa Filho; Castro, 2008, p. 77-78).

⁵ O canal de retorno corresponde a um meio de comunicação “integrado ao aparelho de TV do usuário [espectador]” (Ferraz, 2009, p. 16). Este canal pode ser uma linha telefônica ou uma rede de dados (como a Internet). Para que exista canal de retorno, é pressuposto o uso do televisor em “associação a outra tecnologia [...] [disponibilizada por] uma empresa de telecomunicações” (Cannito, 2010, p. 92). Como alternativa de canal de retorno tem sido avaliada a possibilidade de criação de uma rede nacional de telecomunicações de banda larga controlada pelo governo. Contudo, até o momento da elaboração deste trabalho não há um equacionamento definitivo para o tema.

⁶ Outros dois formatos de interatividade, mais simples, são conhecidos como “interatividade local” e “interatividade simples” (Ferraz, 2009, p. 32-33).

⁷ Vale destacar que “Experimentos iniciais com televisão interativa, em meados da década de 1990, foram descartados basicamente como fracassos [...] [pois] Quase ninguém queria parar de ver televisão para comprar a roupa que um dos amigos de *Friends* (1994) usava” (Jenkins, 2008, p. 93). Contudo, é necessário considerar que em meados dos anos 1990 as interações em tempo real ainda eram relativamente limitadas (ao menos no caso do Brasil),

inclusive através da Internet. A expectativa é que o aumento do uso da Web possa ter atuado *preparando* o telespectador para interagir também através da TV digital.

⁸ “Um requisito funcional é uma ação que o produto deve executar para ser útil aos usuários. Requisitos funcionais surgem a partir do trabalho que seus *stakeholders* necessitam fazer. Quase toda ação – calcular, inspecionar, publicar [...] – pode ser um requisito funcional. [...] Este requisito é algo que o produto obrigatoriamente deve fazer para ser útil no contexto do negócio do cliente” (Robertson; Robertson, 2007, p. 09).

⁹ Corresponde aos requisitos que “não estão relacionados especificamente com a funcionalidade de um sistema. Eles endereçam restrições ao produto em desenvolvimento, ao processo utilizado para este desenvolvimento e especificam restrições externas que o produto deve atender [...] [; envolve particularmente aspectos relacionados a] segurança, facilidade de uso [usabilidade], [...] e desempenho” (Kotonya; Sommerville, 1998, p. 187).

¹⁰ “Entende-se por repertório uma espécie de vocabulário, de estoque de signos conhecidos e utilizados por um indivíduo [...] [:] uma mensagem será ou não significativa [...] conforme o repertório dessa mensagem pertencer ou não ao repertório do receptor” (Netto, 2003, p.123).

¹¹ Reflexões relativas à usabilidade para a TV digital interativa podem ser consultadas em (Teixeira, 2008).

¹² Parece provável que o usuário típico durante o desenvolvimento de software (que participa do levantamento e da validação dos requisitos) para a TV digital interativa seja composto por profissionais da área da Comunicação (por exemplo, profissionais relacionados a emissoras de TV e profissionais de agências de publicidade). Neste sentido, os telespectadores seriam os usuários finais. Fica evidente a importância dos usuários durante a definição dos requisitos ao considerar a quantidade de usuários finais potencialmente impactados por eventuais não conformidades em aplicativos elaborados sem um processo de software adequado.

¹³ Rastreabilidade de requisitos envolve a elaboração de elos entre os requisitos, suas fontes e as várias abstrações criadas ao longo do projeto. Estes elos são especialmente úteis

quando é necessário avaliar quais outros requisitos podem ser afetados por uma mudança solicitada em um requisito específico.

¹⁴ Uma justificativa para a criação das várias abstrações é apresentada ao longo desta e da próxima seção do trabalho.

¹⁵ Outros critérios que podem ser considerados incluem a disponibilidade de ferramentas para formalização, os métodos conhecidos pelo profissional responsável pela especificação, o padrão de especificação utilizado pela empresa na qual o responsável pela especificação atua, o padrão de especificação de requisitos da empresa cliente (no caso de subcontratação) etc.

¹⁶ A obra de Charles Sanders Peirce (1839-1914) possui um formato padrão adotado mundialmente para citação, referenciando os chamados *Collected Papers* [CP] quanto a seus volumes e parágrafos. Assim, quando apresentado, por exemplo, CP 2.223, trata-se de uma citação extraída dos *Collected Papers*, volume 2 da edição americana, parágrafo 223.

¹⁷ Neste caso, optou-se pelo uso da tradução fornecida por Teixeira Coelho (Peirce, 2005, pp. 39-40).

¹⁸ Trata-se da especialização do requisito funcional que corresponde a uma interface para interação. É importante destacar que lógica ou regras de negócio não são especificadas neste tipo de requisito: apenas o conteúdo observável na interface é mapeado como RFI.

¹⁹ Corresponde à especificação da lógica e regras de negócio aplicáveis ao produto de software (inclusive aquelas que executam operações em relação aos campos das interfaces): tipicamente, um RFI possui vários requisitos RFN relacionados. Assim, é boa prática avaliar – para cada campo listado nos RFI – quais regras de negócio, restrições, condições especiais incidem sobre ele para formalização dos Requisitos Funcionais de Negócio.

²⁰ Outros atributos que são associados aos requisitos envolvem: Área de Negócio solicitante do requisito, Prioridade do requisito, Importância do requisito, Status do requisito etc. Estes atributos são mantidos e acompanhados basicamente pela equipe do projeto, e os usuários passam a tomar decisões em relação a eles após a compreensão do conteúdo abordado

diretamente (após lerem a especificação dos atributos básicos e visualizarem o *protótipo textual*).

²¹ Item de configuração é um conceito definido pela Gerência de Configuração, que corresponde a todo artefato que necessita ter versão e mudança controlada durante o ciclo de vida do produto: o “IEEE [...] define um item de configuração como uma agregação de hardware, software ou ambos, que é designada para gestão de configuração e tratado como uma entidade única no processo de gestão de configuração” (Leon, 2005, p. 10).

²² Uma analogia evidente com a Engenharia Civil é em relação à planta baixa de uma edificação, que não apenas continua válida após o término do projeto de construção da obra, como também deve ser consultada antes que sejam realizadas reformas (projetos de manutenção) na edificação, para analisar o impacto da mudança.

²³ É possível identificar também justificativas sob perspectiva de gerenciamento de projetos para evitar o uso de textos longos na especificação – algumas destas justificativas podem ser consultadas em (Marquioni, 2009).

²⁴ Estes aspectos parecem especificados de forma mais adequada através dos RFN e RNF, que estabelecem relação com o *protótipo textual* via rastreabilidades: debatidas a seguir.

²⁵ As Figuras 4 e 5 foram criadas utilizando a ferramenta CASE Enterprise Architect (<http://www.sparxsystems.com.au>).

²⁶ Como exemplos podem ser citadas as técnicas de modelagem da Análise Estruturada (Gane; Sarson, 1983) e (DeMarco, 1989), da Análise Essencial (Mcmenamim; Palmer, 1991), da Análise Estruturada Moderna (Yourdon, 1989), da Orientação a Objetos com notação UML (Jacobson; Booch; Rumbaugh, 2001), da Orientação a Aspectos (Clarke; Baniassad, 2005) e (Jacobson; Ng, 2005).

²⁷ Consulte (Jacobson, Booch; Rumbaugh, 2001), (Schneider; Winters, 2001), (Rosenberg; Scott, 2001), (Eriksson *et al*, 2004), (Jacobson; Ng, 2005), (Leffingwell; Widrig, 2006).

²⁸ www.projetozeta.com.br.

²⁹ O projeto *Zeta Capacitação* trata aspectos de treinamento no conceito e uso do método para entrada de dados em cada uma das tecnologias para as quais o método tem sido desenvolvido. Este projeto não é abordado neste artigo.

³⁰ No projeto *Zeta Celular*, a entrada de dados é relativa ao teclado numérico do aparelho celular. Este projeto não é abordado no artigo.

³¹ Com a TV digital interativa, o público de deficientes visuais passa a ter maior acessibilidade para acompanhar programas televisuais devido aos recursos da audiodescrição e audioloção: A audiodescrição corresponde a uma “locação em língua portuguesa, sobreposta ao som original do programa, destinada a descrever imagens, sons, textos e demais informações que não podem ser percebidos ou compreendidos por pessoas com deficiência visual. A informação deve ser enviada pelo provedor de conteúdo [...] que, a critério do usuário, pode ser selecionado” (ABNT NBR 15604, 2007, p. 40). A audioloção permite “a inserção de locução, em português, destinada a possibilitar que pessoas com deficiência visual e pessoas com deficiência intelectual selecionem as opções desejadas em menus e demais recursos interativos. [...] deve ser enviado pelo provedor de conteúdo” (ABNT NBR 15604, 2007, p. 40).

³² Vale destacar que a documentação elaborada para os produtos possibilitou derivar uma sugestão de padrão geral para especificação de aplicativos para TV digital.

³³ O autor deste trabalho atuou como consultor durante esta definição, e atua como Gerente de Integração Técnica – papel comentado anteriormente nesta mesma seção do trabalho.

³⁴ O exemplo apresentado possui 13 requisitos textuais, o que leva a um tempo médio aproximado de 5 minutos para especificação de cada requisito, considerando inclusive o estabelecimento de rastreabilidades.

³⁵ O exemplo apresentado possui 4 Casos de Uso estruturados, o que leva a um tempo médio aproximado de 40 minutos para especificação de cada Caso de Uso, considerando inclusive o estabelecimento de rastreabilidades com os RFI correspondentes.

³⁶ Para informações sobre o ciclo de vida para especificação de Casos de Uso utilizado consulte (Leffingwell; Widrig, 2006).

³⁷ Para efeito de simplificação, foram removidas do exemplo várias regras de negócio (RFN) e Requisitos Não Funcionais, além de algumas opções de interação. Por exemplo: todos os RFN relativos a cálculos de frete, tempos limite para definição de interesse em interagir, alternativas para interação foram removidos.

³⁸ Uma vez que se trata de requisito nomeado como Exibir, a imagem mental da interface deve ser próxima daquela apresentada na Figura 4.

³⁹ Uma vez que se trata de requisito nomeado como Apresentar, a imagem mental da interface deve ser próxima daquela apresentada na Figura 5.

⁴⁰ Há campos necessários no caso de uma transação real que foram omitidos neste exemplo.

⁴¹ As Figuras 6, 7 e 8 foram criadas utilizando a ferramenta CASE *Enterprise Architect* (<http://www.sparxsystems.com.au>).

⁴² n/a = não se aplica.

⁴³ Há várias possibilidades para o modelo de negócios de interação. Como exemplos podem ser citados os formatos “a. com redimensionamento da imagem: a imagem com o conteúdo televisivo é reduzida a uma parte da tela [...]; b. ocultação parcial da imagem: a aplicação aparece, parcialmente, sobre a imagem [...]; c. transparência sobre a imagem [...]; d. tela cheia: neste caso, a imagem (e o som) da TV desaparece, dando lugar apenas à aplicação [...]” (Ferraz, 2009, p. 35). Uma vez que estas possibilidades de interação afetam a interação tanto em termos tecnológicos quanto do comportamento do software, parece que podem impactar o método de formalização – em termos de RNF e da especificação dos Casos de Uso.