

**Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos
Universidade de São Paulo
São Carlos**

ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS: UMA INTRODUÇÃO

Marcelo Augusto Santos Turine¹

Paulo Cesar Masiero

E-mail: {mast/masiero}@icmsc.sc.usp.br

Março de 1996

¹ Este trabalho foi desenvolvido como parte das atividades do estágio supervisionado realizado no Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) no segundo semestre de 1995.

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. UMA VISÃO GERAL DA ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	3
2.1. Elicitação de Requisitos.....	4
2.2. Análise de Requisitos.....	6
2.3. Modelagem.....	6
2.4. Documento de Requisitos do Software.....	6
3. AVALIAÇÃO DE UM DOCUMENTO TEXTUAL DE REQUISITOS.....	10
3.1. Especificação Informal.....	10
3.2. Análise Crítica.....	12
4. PROPOSTA DE UM DOCUMENTO TEXTUAL DE REQUISITOS DO USUÁRIO.....	14
5. CONCLUSÕES.....	18
 APÊNDICE I: VOCABULÁRIO RELATIVO AO SAPES.....	 20
APÊNDICE II: DIAGRAMA DO DOMÍNIO.....	25
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	26

1. Introdução

O processo de desenvolvimento de software compreende um conjunto de atividades que engloba métodos, ferramentas e procedimentos, com o objetivo de produzir softwares que atendem aos requisitos especificados pelos usuários (clientes) [May90; Pre94]. A satisfação dos requisitos especificados pelos usuários é a pré-condição básica para o sucesso de um software. Um software que foi mal especificado, certamente irá desapontar o usuário e causar problemas à equipe de desenvolvimento, que terá de modificá-lo para se adequar às necessidades do usuário. De acordo com Castro [Cas95], a especificação de requisitos serve como um padrão para testar se as fases de projeto e implementação do processo de desenvolvimento de software estão corretas.

O objetivo principal deste trabalho é mostrar como um documento de requisitos (informal) deve ser organizado e redigido para que seja legível, não ambíguo e siga as diretrizes propostas por padrões internacionais (por exemplo, Norma ISO/IEC 9126) quanto à especificação de requisitos. Isso é realizado apresentando-se uma versão de um documento de requisitos que é analisada e corrigida, dando origem a um documento organizado dentro dos padrões propostos.

Este trabalho apresenta na seção 2 uma visão geral da engenharia de requisitos, dando ênfase, principalmente, à definição e ao processo de engenharia de requisitos. Na seção 3 é apresentado um exemplo de um documento de requisitos (especificação informal) de um determinado problema. A partir de uma análise crítica dessa especificação, utilizando regras de estruturação de especificações de requisitos, é apresentado na seção 4 um documento estruturado de requisitos do sistema. Finalizando, a seção 5 contém as conclusões deste trabalho.

2. Uma Visão Geral da Engenharia de Requisitos

Inicialmente, é necessário distinguir os termos *requisito* e *especificação*. Uma maneira de clarear esta distinção é utilizar a definição do glossário de engenharia de software [IEE90] e do dicionário Aurélio [Aur86].

O glossário de engenharia de software do IEEE [IEE90] define requisito como:

1. Uma condição ou capacidade necessitada por um usuário para resolver um problema ou alcançar um objetivo.
2. Uma condição ou capacidade que deve ser satisfeita ou possuída por um sistema ou componente do sistema para satisfazer um contrato, um padrão ou uma especificação.
3. Uma representação documentada de uma condição ou capacidade como em (1) ou (2).

Segundo o dicionário Aurélio [Aur86], o termo *requisito* pode ser definido como “condição necessária para a obtenção de certo objetivo, ou para o preenchimento de certo fim”. Já o termo *especificação* é “uma descrição rigorosa e minuciosa das características que um material, uma obra, ou um serviço deverão apresentar”.

De acordo com o IEEE [IEE84; IEE91], o processo de aquisição, refinamento e verificação das necessidades do usuário é chamado de engenharia de requisitos (E.R.). O objetivo da E.R. é sistematizar o processo de definição dos requisitos, obtendo uma especificação correta e completa dos requisitos. O entendimento da engenharia de software como uma disciplina que procura tornar mais eficaz o software e mais eficiente o processo utilizado para produzir este software é fundamental para entender o papel da E.R.

Boehm [Boe89] define a E.R. como uma disciplina cujo objetivo é desenvolver uma especificação completa, consistente e não ambígua, servindo de base para um *acordo* entre todas as partes envolvidas e descrevendo *o quê* o produto de software irá fazer ou executar, mas não como ele será feito.

Segundo Leite [Lei90; Lei94], a E.R. estabelece o processo de definição de requisitos como um processo no qual o que deve ser feito é “*elicitado*”, *modelado* e *analisado*. Este processo deve se basear em diferentes pontos de vista e usar uma combinação de métodos, ferramentas e pessoal. O produto deste processo é um modelo que servirá para produzir um documento de requisitos. Este processo acontece num contexto chamado de *Universo de Informações* (UdeI), que é apresentado na Figura 1 e é descrito a seguir.

Para produzir um documento de requisitos completo e consistente — produto da E.R. — é necessário, inicialmente, entender melhor o contexto em que o problema se situa, ou seja, quais são os objetivos do produto a ser desenvolvido, as tarefas/atividades fundamentais para a “engenharia” deste produto e os limites do desenvolvimento. Assim, para especificar corretamente os requisitos é necessário definir o UdeI.

Segundo Leite [Lei94], UdeI é o contexto geral no qual o software deverá ser desenvolvido. O UdeI inclui todas as fontes de informação e todas as pessoas relacionadas ao software, às quais denominamos de agentes deste universo. O UdeI é a realidade circunstanciada pelo conjunto de objetivos definidos por quem solicitou o software.

2.1. Elicitação de Requisitos

A palavra “*elicitación*” não existe na língua portuguesa, mas foi criada e tem sido utilizada por vários autores (e.g., Leite em [Lei94]) englobando o significado dos

verbos eliciar (fazer sair, extrair, trazer à tona a verdade), clarear, extrair e descobrir. Assim, uma definição sucinta de elicitação é obter e tornar explícito o máximo de informações possíveis para o conhecimento de um objeto em questão.

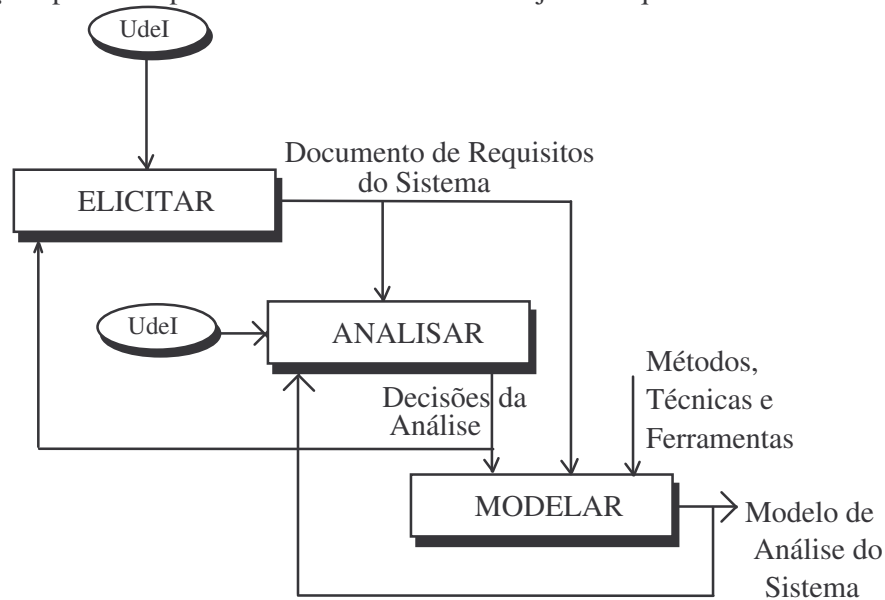


Figura 1: Processo de Engenharia de Requisitos.

Na fase de elicitação de requisitos o engenheiro de requisitos procura captar os requisitos do software, buscando obter conhecimento do domínio do problema. Para alcançar tal objetivo, esta fase utiliza *três atividades* principais: *identificação das fontes de informação*, *coleta de fatos* e *comunicação*, além de ferramentas, pessoal e métodos.

Para *identificar as fontes de informação* o engenheiro de requisitos utiliza o UdeI, que contém toda a informação do domínio do problema, compreendendo os agentes (autores, usuários) mais outras fontes de informação, como por exemplo: documentação do macrosistema, políticas da organização (por exemplo, Plano Diretor de Informática), manuais de equipamentos de hardware e software, memorandos, atas de reunião, contratos com fornecedores, livros sobre tema relacionado, outros sistemas da empresa e outros sistemas externos.

Na atividade de *coleta de fatos*, usualmente são feitas entrevistas com os clientes, são consultados os materiais existentes que descrevem os objetivos e desejos da organização, e também é pesquisada a existência de sistemas similares para uma posterior análise. É importante observar que o uso apenas de entrevista não é suficiente para obter todas as informações necessárias. Outras técnicas importantes para a coleta de fatos sobre um sistema são: leitura de documentos, observação, questionários, análise de protocolos, participação ativa dos agentes (autor e usuário)

do UdeI, enfoque antropológico, reuniões, reutilização e recuperação (engenharia reversa) do projeto do software.

Para que a elicitação tenha sucesso é fundamental que os engenheiros de requisitos se *comuniquem* eficazmente com os clientes ou pessoas (especialistas) que entendem o problema. O engenheiro de requisitos precisa se envolver com o trabalho do cliente e/ou especialistas no domínio, se envolver com os funcionários, observar, aprender e questionar.

Como resultado da fase de elicitação de requisitos é desenvolvido o documento de requisitos do sistema que contém a especificação de requisitos. Este documento é utilizado como base para as fases seguintes: análise de requisitos e modelagem [Fio95].

2.2. Análise de Requisitos

A fase de análise de requisitos é fundamental para o sucesso do processo de desenvolvimento do software. Nesta fase, o projetista (engenheiro de requisitos) especifica as funções e desempenho do software, indica a interface do software com outros sistemas, estabelece as restrições de projeto do software [Pre94].

O objetivo da fase de análise de requisitos é avaliar e revisar o escopo do software (documento de requisitos do software). Através de um processo de descoberta, refinamento, modelagem e especificação, o objetivo é obter uma especificação de requisitos completa e consistente. Pelas razões expostas acima, é muito provável que o documento de requisitos obtido até então, possua várias inconsistências ou problemas de funcionalidade, e o projetista durante esta fase deve ser capaz de detectar e resolver inconsistências. As decisões de análise servem para realimentar e melhorar o documento de requisitos do sistema, pois este será a base para todas as fases da engenharia de software subseqüentes.

2.3. Modelagem

A fase de modelagem tem por objetivo criar e desenvolver modelos que descrevem estática e dinamicamente o que o sistema deve fazer, e não como deve ser feito. Estes modelos expressam os requisitos descritos no documento de requisitos, possibilitando um maior entendimento do domínio da aplicação, servindo para determinar se a especificação está completa, consistente e precisa, fornecendo uma transição para a fase de projeto. Diversos métodos para apoiar o projetista na modelagem de sistemas existem na literatura, como por exemplo: FUSION [Col94], Booch [Boo91], OMT, JSD e Análise Estruturada.

2.4. Documento de Requisitos do Software

O documento de requisitos de um software contém todos os requisitos funcionais e de qualidade do software, incluindo as capacidades do produto, os recursos disponíveis, os benefícios e os critérios de aceitação. Este documento serve como um meio de comunicação entre o projetista do software e o usuário, a fim de estabelecer um “acordo” acerca do software pretendido. Deve-se evitar que durante o desenvolvimento do documento de requisitos decisões de projeto sejam tomadas.

Assim, devido à importância do documento de requisitos dentro do processo de desenvolvimento do software, é fundamental que este documento seja organizado de forma a melhorar a compreensão e a legibilidade dos requisitos, evitando que problemas e erros surjam na fase de implementação do software.

O documento de requisitos do sistema deve ser composto por sentenças em linguagem natural, seguindo determinados padrões:

1) Iniciar com “*O sistema deve ...*”.

Exemplo:

“*O sistema deve* rodar em microcomputadores da linha IBM PC que possuam microprocessador 486 DX ou superior.”

2) Os requisitos devem estar organizados logicamente, como por exemplo, inicialmente todos os requisitos de entrada, depois os de processamento e por último os requisitos de saída.

3) Cada requisito deve ter um identificador único, por exemplo, um identificador numérico, para posterior referência.

4) Os requisitos do software devem estar divididos em *requisitos funcionais* e *não funcionais*. Embora as suas fronteiras nem sempre sejam precisas de se determinar, esta divisão tem sido bastante usada na literatura.

A Norma ISO/IEC 9126 [ISO9126] define seis características de qualidade de software que devem ser avaliadas e também propõe algumas subcaracterísticas: *Funcionalidade*, *Usabilidade*, *Confiabilidade*, *Eficiência*, *Manutenibilidade* e *Portabilidade*. A seguir cada um destas características será descrita segundo esta norma.

A *Funcionalidade* define os *requisitos funcionais* que o software ou componentes do software devem executar. A *funcionalidade* diz respeito à finalidade a que se propõe o produto de software e é, portanto, a principal característica de qualidade para qualquer tipo de software.

Definição de *Funcionalidade* [ISO9126]: “Conjunto de atributos que evidenciam a existência de um conjunto de funções e suas propriedades especificadas. As funções são as que satisfazem as necessidades explícitas e implícitas²”. A Norma

²Esse conjunto de atributos caracteriza o que o software faz para satisfazer as necessidades, enquanto os outros conjuntos caracterizam principalmente quando e como ele faz.

ISO/IEC 9126 apresenta ainda, de forma informativa, a subdivisão em subcaracterísticas:

4.1. *Adequação*: atributos do software que evidenciam a presença de um conjunto de funções e sua apropriação para as tarefas especificadas.

4.2. *Acurácia*: atributos do software que evidenciam a geração de resultados ou efeitos corretos ou conforme acordados.

4.3. *Interoperabilidade*: atributos do software que evidenciam sua capacidade de interagir com sistemas especificados.

4.4. *Conformidade*: atributos do software que fazem com que ele esteja de acordo com as normas, convenções ou regulamentações previstas em leis e descrições similares, relacionadas à aplicação.

4.5. *Segurança de acesso*: atributos do software que evidenciam sua capacidade de evitar o acesso não autorizado, acidental ou deliberado, a programas e dados.

Os *requisitos não funcionais*, também denominados de requisitos de qualidade, incluem tanto limitações no produto (desempenho, confiabilidade e segurança) como limitações no processo de desenvolvimento (custos, métodos a serem adotados no desenvolvimento e componentes a serem reutilizados). As características de qualidade de software são: *Usabilidade*, *Confiabilidade*, *Eficiência*, *Manutenibilidade* e *Portabilidade*.

Definição de *Usabilidade* [ISO9126]: “Conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para se poder utilizar o software, bem como o julgamento individual desse uso, por um conjunto explícito ou implícito de usuários³”.

A *Usabilidade* é caracterizada por um produto ser fácil de usar, de aprender e de recordar. A satisfação do usuário quando usa um produto é um fator importante. E, mais importante ainda, é verificar se o produto desempenha eficientemente a tarefa para a qual foi projetado. Usabilidade tem se tornado uma vantagem competitiva e significativa no desenvolvimento de software. A Norma ISO/IEC 9126 apresenta a subdivisão em subcaracterísticas de usabilidade:

4.6. *Inteligibilidade*: atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para reconhecer o conceito lógico e sua aplicabilidade.

4.7. *Aprensibilidade*: atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para aprender sua aplicação (por exemplo: controle de operação, entradas, saídas).

4.8. *Operacionalidade*: atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para sua operação e controle da sua operação.

³A usabilidade deve levar em conta os vários ambientes de usuários que o software pode afetar, que podem abranger desde a preparação para uso até a avaliação de resultados. A usabilidade definida nesta Norma é diferente da definição do ponto de vista ergonômico, em que outras características como eficiência e eficácia também são consideradas componentes da usabilidade.

Definição de *Confiabilidade* [ISO9126]: “Conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de manter seu nível de desempenho sob condições estabelecidas durante um período de tempo estabelecido⁴”. As subcaracterísticas de confiabilidade são:

4.9. *Maturidade*: atributos do software que evidenciam a frequência de falhas por defeitos no software.

4.10. *Tolerância a Falhas*: atributos do software que evidenciam sua capacidade em manter um nível de desempenho especificado nos casos de falhas no software ou de violação nas interfaces especificadas.

4.11. *Recuperabilidade*: atributos do software que evidenciam sua capacidade de restabelecer seu nível de desempenho e recuperar os dados diretamente afetados, em caso de falha, e em tempo e esforço necessários para tal.

Definição de *Eficiência* [ISO9126]: “Conjunto de atributos que evidenciam o relacionamento entre o nível de desempenho do software e a quantidade de recursos usados, sob condições estabelecidas⁵”. A subdivisão das características de eficiência é:

4.12. *Comportamento em relação ao Tempo*: atributos do software que evidenciam seu tempo de resposta, tempo de processamento e velocidade na execução de suas funções.

4.13. *Comportamento em relação aos Recursos*: atributos do software que evidenciam a quantidade de recursos usados e a duração de seu uso na execução de suas funções.

Definição de *Manutenibilidade* [ISO9126]: “Conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para fazer modificações especificadas no software⁶”.

A *Manutenibilidade* é a facilidade com a qual o programa pode ser corrigido se um erro é encontrado; ser adaptado se o ambiente mudar ou ser melhorado se o cliente desejar alguma mudança nos requisitos. Provavelmente, o fator mais importante que afeta a manutenibilidade é o planejamento para manutenibilidade. Se o software é visto como um elemento de um sistema que inevitavelmente sofrerá mudanças, as chances de se produzir um software manutenível irão aumentar substancialmente. A subdivisão das subcaracterísticas de manutenibilidade é:

⁴Em software não ocorre desgaste ou envelhecimento. As limitações em confiabilidade são decorrentes de defeitos na especificação dos requisitos, projeto ou implementação. As falhas decorrentes desses defeitos dependem de como o produto de software é usado e das opções de programa selecionadas, e não do tempo decorrido.

⁵Os recursos podem incluir outros produtos de software, hardware, materiais (por exemplo: papel para impressora, discos flexíveis) e serviços de operação, manutenção ou suporte.

⁶As modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptações do software devido a mudanças no ambiente, ou nos seus requisitos.

4.14. *Analísabilidade*: atributos do software que evidenciam o esforço necessário para diagnosticar deficiências ou causas de falhas ou para identificar partes a serem modificadas.

4.15. *Modificabilidade*: atributos do software que evidenciam o esforço necessário para modificá-lo, remover seus defeitos ou adaptá-lo a mudanças ambientais.

4.16. *Estabilidade*: atributos do software que evidenciam o risco de efeitos inesperados ocasionados por modificações.

4.17. *Testabilidade*: atributos do software que evidenciam o esforço necessário para validar o software modificado.

Definição de *Portabilidade* [ISO9126]: “Conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de ser transferido de um ambiente para outro⁷”. As subcaracterísticas de portabilidade são:

4.18. *Adaptabilidade*: atributos do software que evidenciam sua capacidade de ser adaptado a ambientes diferentes especificados, sem a necessidade de aplicação de outras ações ou meios além daqueles fornecidos para essa finalidade pelo software considerado.

4.19. *Capacidade para ser instalado*: atributos do software que evidenciam o esforço necessário para sua instalação num ambiente especificado.

4.20. *Capacidade para substituir*: atributos do software que evidenciam sua capacidade e esforço necessário para substituir um outro software, no ambiente estabelecido para esse outro software.

4.21. *Conformidade*: atributos do software que o tornam consonante com padrões ou convenções relacionados à portabilidade.

3. Avaliação de um Documento Textual de Requisitos

3.1. Especificação Informal

A seguir é apresentado o documento de requisitos do *Sistema de Apoio à Escrita* (SAPES). Este documento é resultado da fase de elicitação de requisitos do processo de engenharia de requisitos e foi especificado por um pesquisador, preocupado em desenvolver um sistema para apoiar o seu trabalho de pesquisa e redação de artigos científicos.

Deseja-se construir um sistema de auxílio à pesquisa bibliográfica. Esse sistema deve possuir um arquivo de itens bibliográficos (arquivo de bibliografia) contendo

⁷O ambiente pode incluir ambiente organizacional, de hardware ou de software.

informações tais como: nome, local e data da publicação; autor; resumo; etc. Esse arquivo pode ser atualizado, consultado e utilizado de diversas maneiras. Um tipo de utilização que o sistema deve permitir é a de produzir, de forma automatizada, um arquivo de referências bibliográficas relativo a um documento específico em elaboração. Ou seja, tendo como base o texto do documento, identificar todas as referências que ocorrem no texto, extrair da base bibliográfica e armazenar, em forma padrão, em arquivo, que será posteriormente parte integrante do documento em elaboração. A seguir relata-se como essas atualizações, consultas e utilizações devem ser efetuadas.

1) Informações para a atualização do arquivo de bibliografia

- Um item bibliográfico pode ser adicionado ao arquivo, desde que ele já não exista no arquivo.

- Os itens de informação associados à inserção de bibliografia podem ser referenciados por sinônimos, essencialmente autores, editoras, periódicos e congressos.

- Mensagens de erro devem ser fornecidas quando itens bibliográficos incompletos forem inseridos; esses itens devem ser, mesmo assim, armazenados no arquivo de bibliografia.

- A inclusão de um item bibliográfico já existente deve ser considerada como uma possível alteração.

- A forma de referência deve ser elaborada automaticamente utilizando o padrão ABNT: as três primeiras letras do sobrenome do primeiro autor seguido do ano de publicação. No caso de duas ou mais publicações do mesmo primeiro autor no mesmo ano, distinguem-se essas publicações utilizando-se as letras a para a primeira publicação, b para a segunda, e assim por diante.

- A numeração lógica das bibliografias deve ter uma correspondência com a numeração e localização física das bibliografias.

- Um item bibliográfico pode ser excluído do arquivo de bibliografia desde que ele já exista.

- Um item bibliográfico existente pode ser editado e qualquer informação relativa àquele item pode ser alterado.

- A consistência da numeração lógica e física não se altera.

- Deve ser possível importar o arquivo de bibliografia de outros pesquisadores, com diferentes alternativas e com ou sem confirmação; as alternativas devem ser semelhantes às alternativas de busca no arquivo de bibliografia.

- O sistema deve fornecer facilidades para a realização de backups das bibliografias.

2) Informações para a consulta ao arquivo de bibliografia

- Um item bibliográfico deve poder ser identificado por qualquer combinação de um ou mais autores (sobrenome), ano, assunto, período, etc.

- Deve ser possível, no momento da busca, se optar pela impressão dos itens bibliográficos ou pela cópia dos itens no arquivo, de forma total ou parcial.

- O sistema deve fornecer ao usuário as informações contidas na base relativas às alternativas de busca selecionadas pelo mesmo.

3) Informações para a emissão de relatórios

- Deverá ser possível a solicitação de relatórios, com alternativas de seleção semelhantes às alternativas de seleção da consulta e identificação de bibliografia, com possibilidade de confirmação dos itens a serem impressos.

- Deve-se fornecer facilidades para a criação e impressão de fichas técnicas, com informações essenciais e objetivas relativas a um conjunto de itens bibliográficos. As fichas técnicas criadas devem ser armazenadas e eliminadas sob a solicitação do usuário.

- Deve-se fornecer facilidades para a obtenção de relatórios ordenados por diferentes alternativas: ano, autor, título, etc.

4) Informações quanto à geração das referências de um texto

- A partir de um arquivo texto, o sistema deve gerar automaticamente um arquivo de referências contendo os itens bibliográficos citados no texto.

- O arquivo de referências deve ser um arquivo padrão, de forma a possibilitar a junção com o arquivo texto. Seria conveniente se existissem alternativas para os editores mais comumente utilizados.

- A forma de identificação dos itens bibliográficos mencionados no texto deve sempre estar na forma [ABCnn], onde ABC representa as três primeiras letras do sobrenome do primeiro autor e nn o ano de publicação. O sistema deve fornecer facilidades para adequar tanto o texto como o arquivo de referências à forma de citação requerida pela entidade à qual o trabalho será submetido.

- O sistema deve emitir uma mensagem se existir alguma citação no trabalho e essa não estiver na bibliografia.

- Ao usuário será permitido somente completar algum item do arquivo de referências; ou aqueles inexistentes na bibliografia, ou aqueles que eventualmente tenham sido inseridos de forma incompleta. Não deve ser possível ao usuário alterar as informações geradas automaticamente pelo sistema.

5) Informações quanto à interface

- A interface deve ser gráfica, de acordo com um padrão de interface, dirigida a menu.

- Alternativamente, o sistema deve possibilitar o seu uso através de linhas de comandos, para usuários avançados.

- Aspectos de portabilidade devem ser considerados no projeto da interface e no projeto e implementação do próprio sistema.”

3.2. Análise Crítica

Este documento de requisitos possui vários problemas, de acordo com as diretrizes apresentadas na seção anterior:

1- A especificação informal procura seguir a regra de frases curtas, usando frases do tipo “O Sistema deve ...”, entretanto, isto não é feito de forma padronizada.

Exemplo: “Um item bibliográfico pode ser adicionado ao arquivo, desde que ele já não exista no arquivo”.

2- Cada seção da especificação informal descreve vários requisitos ao invés de um único requisito. Assim, apesar de cada seção da especificação informal ser numerada, não obedece a uma forma de organização do item 3 (seção 2.4), que exige que cada requisito deve ter um identificador único.

3- Apesar das seções que contêm os requisitos estarem organizadas logicamente — Informações para a atualização do arquivo de bibliografia, Informações para a consulta ao arquivo de bibliografia, Informações para a emissão de relatórios, Informações quanto à geração das referências de um texto e Informações quanto à interface — os requisitos não estão organizados corretamente de acordo com os cenários ou “casos de uso” (*use-cases*) do pesquisador (Violou o item 2 da seção 2.4.). Por exemplo, o requisito “O sistema deve fornecer facilidades para a realização de backups das

bibliografias” não está classificado corretamente dentro da seção “Informações para a atualização do arquivo de bibliografia”.

- 4- Os requisitos não estão separados em funcionais e de qualidade. Violou o item 4 da seção 2.4.
- 5- O texto se refere a detalhes de implementação, o que não é conveniente nesta fase de desenvolvimento. É importante não utilizar termos relacionados à implementação como “arquivo” e “menu”.
Exemplo: *“A interface deve ser gráfica, de acordo com um padrão de interface, dirigida a menu.”*
- 6- Há requisitos muito vagos, que dão apenas uma idéia das preocupações do usuário, mas não poderão ser validados objetivamente ao final do desenvolvimento.
Exemplos:
 - a) *“A consistência da numeração lógica e física não se altera”.*
 - b) *“Aspectos de portabilidade devem ser considerados no projeto da interface e no projeto e implementação do próprio sistema”.*
- 7- Os requisitos estão misturados com as definições de termos do domínio da aplicação.
Exemplo: Não é necessário explicar na descrição do requisito como é o padrão ABNT (quinto requisito da seção 1).
- 8- Alguns requisitos são inconsistentes.
Exemplos:
 - a) No quinto requisito da seção 1 (Informações para a atualização do arquivo de bibliografia) o que deve ser feito se dois autores distintos tiverem o mesmo sobrenome?
 - b) O terceiro requisito da seção 4 (Informações quanto à geração das referências de um texto) não se refere aos sufixos a, b, c, etc. trazendo dúvidas em relação ao quinto requisito da seção 1 (Informações para a atualização do arquivo de bibliografia).
- 9- Não há consistência no uso dos termos do domínio.
Exemplos:
 - a) A palavra “arquivo” do primeiro requisito da seção 1 (Informações para a atualização do arquivo de bibliografia) é a mesma que a expressão “arquivo

de bibliografia” do terceiro e sexto requisito da seção 1, e também é a mesma que “bibliografia” do quarto requisito da seção 4?

b) O termo “... citados no texto” do primeiro requisito da seção 4 é o mesmo que “... mencionados no texto.” do terceiro requisito da seção 4, e também é o mesmo que “... se existir alguma citação no trabalho....” do quarto requisito da seção 4?

10- Existem requisitos que não tem sentido, são ambíguos ou que não podem ser satisfeitos.

Exemplo:

a) O que significam os termos “numeração lógica”, “numeração física”, “consistência entre numeração lógica e física” e “sinônimos”?

b) Quais são exatamente os itens de informação que formam um item bibliográfico? c) Uma ficha técnica é composta de quais itens de informação?

4. Proposta de um Documento Textual de Requisitos do Usuário

Aplicando as diretrizes/propriedades e as regras de estruturação de especificação de requisitos, discutidas neste trabalho, no documento de requisitos do Sistema de Apoio à Escrita (SAPES) apresentado na seção anterior, um novo documento de requisitos do SAPES foi desenvolvido e é apresentado a seguir. Todos os termos em *itálico* do documento de requisitos fazem parte do léxico (dicionário) do domínio da aplicação e são definidos detalhadamente no Apêndice I (Vocabulário Relativo ao SAPES). O Diagrama do Domínio da aplicação que inter-relaciona todos os termos do domínio é apresentado no Apêndice II.

A. Visão Geral do Sistema

O Sistema de Apoio à Escrita (SAPES) tem como objetivo principal auxiliar a pesquisa bibliográfica. Os *usuários* deste sistema são, principalmente, *pesquisadores* que durante a sua pesquisa bibliográfica podem ler *publicações* (por exemplo: *artigos*, livros e periódicos) e armazená-las no sistema através de *itens bibliográficos*, construindo, assim, a sua *bibliografia* pessoal. Esta *bibliografia* pode ser alterada e consultada conforme a necessidade do *pesquisador*, além da possibilidade de fornecer diferentes tipos de relatório. O *pesquisador* pode também utilizar o sistema durante a redação de textos científicos. Através do *documento* produzido pelo *pesquisador*, o sistema reconhece as *citações* e gera automaticamente a *referência bibliográfica*.

B. Requisitos Funcionais

B.1. Preparação e Manutenção dos Itens Bibliográficos

1. O sistema deve permitir a inserção, alteração e exclusão de *itens bibliográficos*, mantendo uma *bibliografia*.
2. O sistema deve solicitar ao *pesquisador* os *itens de informação* necessários para inserir um *item bibliográfico* na *bibliografia*. Os *itens de informação* são: título, autor(es), data(mês/ano), local, resumo da *publicação*, assunto, *numeração física*, editora, periódico (volume, número, páginas), congresso e *forma de citação*.
3. O sistema deve fornecer mensagens de erro quando *itens bibliográficos* incompletos forem inseridos. Tais mensagens interrogam o *pesquisador* se deseja cancelar a operação de inserção, completar as informações incompletas ou concluir a inserção assim mesmo.
4. O sistema deve, no caso de ocorrer a tentativa de inserção de um *item bibliográfico* já existente, comunicar ao *pesquisador* a existência deste *item bibliográfico* na *bibliografia*. Se, neste caso, o *pesquisador* confirmar a operação de inserção, o sistema deve informar que tal operação irá alterar o *item bibliográfico* existente.
5. O sistema deve gerar automaticamente a *forma de citação* (*código de citação*) seguindo o padrão ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) quando o *pesquisador* inserir um *item bibliográfico* na *bibliografia*.
6. O sistema deve fornecer facilidades para a criação e manutenção de uma lista de *sinônimos*, para os seguintes *itens de informação* do *item bibliográfico*: autor, editora, periódico e congresso.
7. O sistema deve permitir a alteração dos *itens de informação* de um *item bibliográfico* da *bibliografia*, com exceção do *código de citação* que é gerado automaticamente pelo sistema. O *pesquisador* pode acessar/recuperar um *item bibliográfico* pelos *itens de informação*: autor, título e pelos *sinônimos* de autor e título, respectivamente.
8. O sistema deve permitir a exclusão de um *item bibliográfico* se este item existe na *bibliografia*. O *pesquisador* pode acessar/recuperar um *item bibliográfico* a ser excluído pelos *itens de informação*: autor, título e pelos *sinônimos* de autor e título, respectivamente.
9. O sistema deve permitir a inserção de *itens bibliográficos* importados de *bibliografias* de outros *pesquisadores*, através dos *itens de informação* autor e título e também pelos *sinônimos* de autor e título, respectivamente. O operação de inserção pode exigir ou não confirmação. A importação de itens pode ser total

(todo a *bibliografia* do *pesquisador*) ou parcial (somente alguns *itens bibliográficos*).

10. O sistema não deve permitir a alteração da *bibliografia* por parte de *pesquisadores* não autorizados (Segurança de Acesso).

B.2. Consultas Gerais e Emissão de Relatórios

11. O sistema deve permitir consulta a *itens bibliográficos* existentes na *bibliografia*. A busca destes *itens bibliográficos* pode ser realizada a partir dos seguintes *itens de informação* ou combinação destes: autor, assunto, editora, periódico, local e ano de *publicação*. Assim, o sistema apresenta para o *pesquisador* todos o(s) *item(s) bibliográficos* que satisfazem o critério de busca.
12. O sistema deve, durante o processo de consulta, averiguar com o *pesquisador* quais *itens de informação* ele deseja recuperar. Assim, o sistema pode recuperar *itens bibliográficos* totais ou parciais.
13. O sistema deve solicitar ao *pesquisador*, no momento da consulta o tipo do relatório a ser gerado. O relatório contém *itens de informação* relativos aos *itens bibliográficos* selecionados pelo *pesquisador* durante o processo de consulta. Os relatórios podem ser impressos (na tela ou na impressora) ou podem ser gravados em arquivos para posterior análise.
14. O sistema deve ordenar os *itens bibliográficos* dos relatórios de acordo com a preferência do *pesquisador*, utilizando as alternativas pelos *itens de informação*: autor, título e pelos *sinônimos* de autor e título, respectivamente.
15. O sistema deve fornecer recursos para a criação e impressão de *fichas técnicas* a partir das informações que o sistema possui sobre os *itens bibliográficos*. Uma vez geradas as *fichas técnicas*, o *pesquisador* pode optar por relatório impresso ou gravação em arquivos. As *fichas técnicas* contêm além dos *itens de informação* do *item bibliográfico*, de forma parcial ou total, anotações do *pesquisador* a respeito do *item bibliográfico*.

B.3. Uso dos Itens Bibliográficos durante a redação de um texto científico

16. O sistema deve percorrer o *documento* produzido pelo *pesquisador* a fim de identificar todas as *citações* encontradas. A partir destas *citações* o sistema deve gerar automaticamente a *referência bibliográfica* seguindo o padrão ABNT, e que posteriormente será anexada ao *documento*. As *citações* no *documento* devem estar na forma ABNT.
17. O sistema deve permitir ao *pesquisador* ordenar as *referências* das *referências bibliográficas* em ordem alfabética por autor ou pela ocorrência da sua respectiva *citação* no *documento*.

18. Caso o sistema encontre uma *citação* no *documento* que não esteja na *bibliografia*, o sistema deverá fornecer uma mensagem adequada ao *pesquisador* alertando a ocorrência de uma possível *citação* incorreta.
19. O sistema não deve permitir que o *pesquisador* altere as informações geradas automaticamente pelo sistema. Caso o *pesquisador* deseje alterar os *itens de informação* de uma *referência* das *referências bibliográficas* por erro ou por não estar completa, ou deseje inserir um *item bibliográfico* não encontrado pelo sistema, este deve proceder com as alterações desejadas na *bibliografia* e em seguida o sistema deve percorrer novamente o *documento* gerando uma nova *bibliografia*. Caso não deseje fazer alterações na *bibliografia*, deverá então fazer correções diretamente no *documento*.

C. Requisitos de Qualidade

Confiabilidade

20. O sistema deve ter capacidade para recuperar os dados perdidos da última operação que realizou em caso de falha.
21. O sistema deve fornecer facilidades para a realização de backups dos arquivos do sistema.

Eficiência

22. O tempo de processamento de uma operação de consulta não deve exceder três segundos para uma quantidade inferior a 10 *itens bibliográficos*.
23. O tempo de resposta para as operações de inserção, alteração e exclusão não deve exceder a três segundos.

Portabilidade

24. O sistema deve rodar em microcomputadores da linha IBM PC que possuam microprocessador 486 DX ou superior, memória RAM mínima de 8Mbytes e rodem sob Windows95.
25. O sistema deve ser facilmente portátil para o UNIX.

Esta nova versão do documento de requisitos está organizada dentro dos padrões propostos, seguindo as diretrizes de especificação de requisitos apresentadas neste trabalho, tais como:

- O documento está organizado em torno de “use-cases” ou cenários utilizados pelo pesquisador: Preparação e Manutenção dos Itens Bibliográficos,

Consultas Gerais e Emissão de Relatórios e Uso dos Itens Bibliográficos durante a redação de um texto científico.

- Cada seção da especificação informal está numerada e cada requisito tem um identificador único.
- Os requisitos estão separados em requisitos funcionais e não funcionais (qualidade).
- O texto não se refere a detalhes de implementação
- Os requisitos que não têm sentido e são ambíguos foram eliminados.
- As inconsistências foram eliminadas, apresentando as soluções para resolvê-las.
- Os termos do domínio são usados consistentemente. Explicações dos termos relevantes do domínio da aplicação estão separadas da especificação dos requisitos e armazenadas no léxico do domínio (Apêndice I).

5. Conclusões

Este trabalho apresentou uma visão geral da engenharia de requisitos, enfatizando, principalmente, sua definição e o processo de engenharia de requisitos. De uma maneira geral, a engenharia de requisitos estabelece um processo de definição dos requisitos com o objetivo de obter uma especificação correta e completa dos requisitos. O produto deste processo é um modelo que servirá para produzir um documento de requisitos. Este documento serve como um meio de comunicação entre o projetista do software e o usuário a fim de estabelecer um “acordo” do software pretendido.

Assim, o objetivo principal deste trabalho foi mostrar como um documento de requisitos deve ser organizado e redigido para que seja legível, não ambíguo e siga as diretrizes propostas por padrões internacionais (por exemplo, Norma ISO/IEC 9126) quanto à especificação de requisitos. Para alcançar tal objetivo, inicialmente foi apresentada uma versão de um documento de requisitos do Sistema de Apoio à Escrita (SAPES). Este documento foi analisado e corrigido, dando origem a um novo documento organizado dentro dos padrões propostos.

APÊNDICE I

Vocabulário Relativo ao SAPES

Este Apêndice contém termos relevantes do documento de requisitos do sistema que formam o léxico do domínio da aplicação.

<i>Termo</i>	<i>Definição</i>	<i>Sinônimo</i>	<i>Ver Também</i>
Arquivo de Bibliografia	Idem ao termo Bibliografia .	Bibliografia	
Arquivo de Referências Bibliográficas	Idem ao termo Referência Bibliográfica .	Referência Bibliográfica	
Arquivo Texto	Idem ao termo Documento .	Documento	Artigo
Artigo	Texto com todas as citações especificadas pelo autor e com a referência bibliográfica já pronta e concatenada no final. É um texto já publicado pelo pesquisador ou por qualquer outro autor.	Trabalho	Arquivo Texto, Documento
Bibliografia	É o conjunto de todos os itens bibliográficos de um pesquisador e estes itens se referem a publicações de sua biblioteca .	Arquivo de Bibliografia	
Biblioteca	É o conjunto de publicações de um pesquisador , mantidos particularmente.		
Citação	Referência a uma publicação em um documento , na forma de citação padronizada pela ABNT.		Referência, Referência Bibliográfica

Código de Citação	Idem ao termo Forma de Citação.	Forma de Citação	
Documento	Arquivo que contém o texto sendo redigido pelo pesquisador , contendo citações e que está pronto para ser manipulado pelo sistema SAPES.	Sinônimo	Artigo, Arquivo Texto
Ficha Técnica	É um cartão retangular que contém informações sobre um item bibliográfico , servindo para consulta, para levar a uma conferência ou reunião. Contém informações resumidas sobre um item bibliográfico . Esta ficha técnica pode conter além dos itens de informação do item bibliográfico , de forma total ou parcial, conter também anotações do pesquisador a respeito do item bibliográfico .		
Forma de Citação	Forma normalizada pela ABNT, formada juntando-se as três primeiras letras do sobrenome do primeiro autor, seguido do ano de publicação do item bibliográfico . No caso de duas ou mais publicações do mesmo autor no mesmo ano, distinguem-se estas publicações juntando com o ano da	Código de Citação	Citação

Forma de Citação	publicação, as letras “a” para a primeira publicação, “b” para a segunda publicação e assim por diante. Por exemplo, [TUR95a], [TUR95b]. Esta forma é usada na citação , entre colchetes, para identificar uma referência dentro do documento .	Código de Citação	Citação
Identificação do Item Bibliográfico	Idem ao termo Citação	Citação	Forma de Citação
Item Bibliográfico	Cada verbete que descreve uma publicação . Um item bibliográfico contém um conjunto de itens de informação sobre uma certa publicação .		Item de Informação

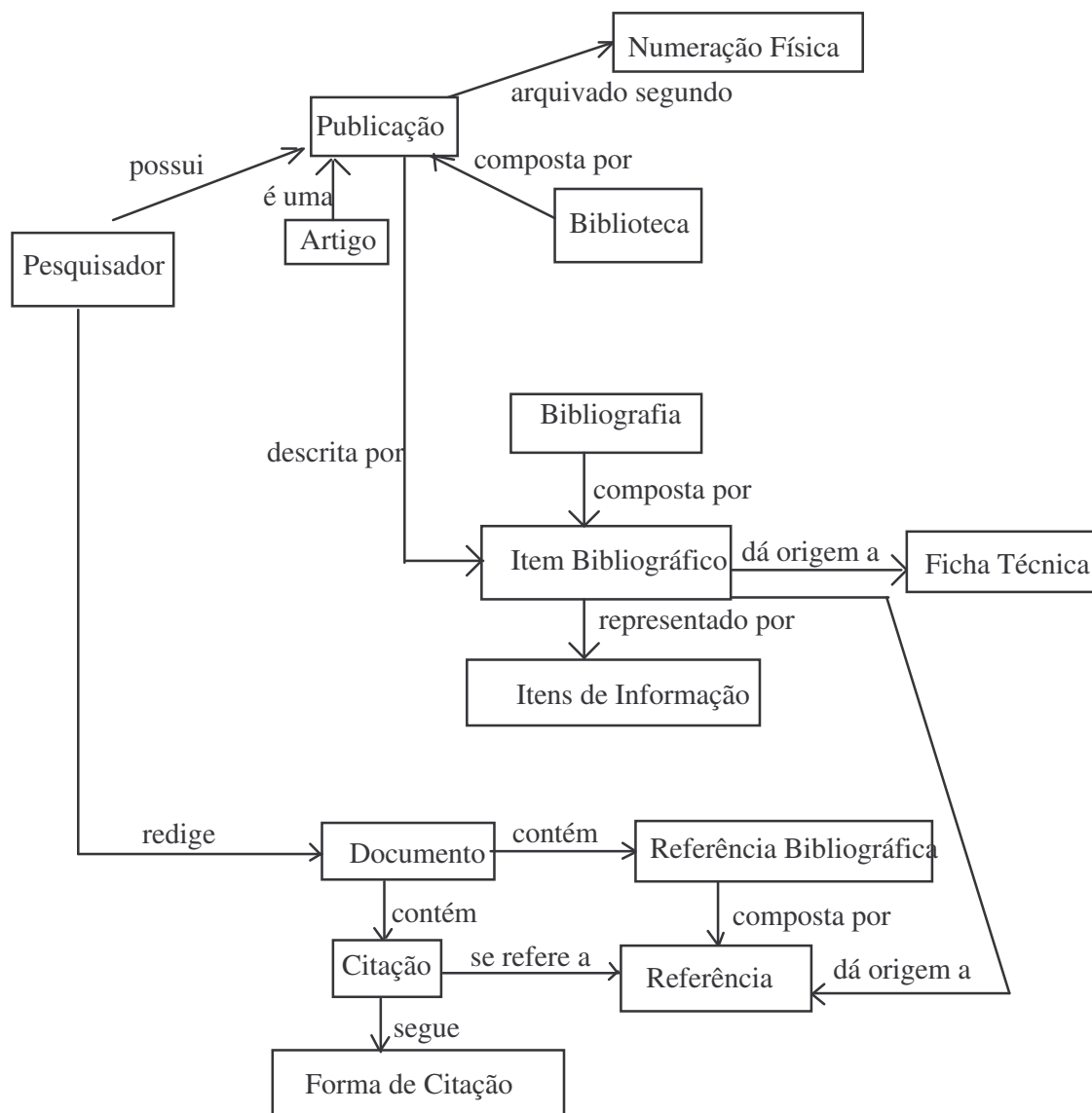
Item de Informação	Cada informação armazenada em um item bibliográfico . As informações mais comuns são: título, autor (es), data (mês/ano), local da publicação. Outras informações adicionais podem ser: resumo (pequena descrição da publicação), assunto, numeração física , editora, congresso, periódico (volume, número, páginas) e forma de citação da publicação .		
Numeração Física	Forma de classificação estabelecida pelo pesquisador para arquivar e recuperar publicações em sua biblioteca particular. É um item de informação do item bibliográfico .		
Pesquisador	É a pessoa que utiliza o sistema SAPES e que está interessada na manutenção automatizada da Bibliografia .	Usuário	
Publicação	Qualquer meio de divulgação envolvendo artigos , periódicos, livros, anais, revistas e relatórios técnicos.		
Referência	Um subconjunto de um item bibliográfico , pertencendo a referência bibliográfica gerada para um determinado documento .		Referência Bibliográfica

Referência Bibliográfica	É o conjunto de referências a ser concatenado no final do documento que está sendo redigido pelo pesquisador no sistema SAPES.	Arquivo de Referências Bibliográficas	Referência
Sinônimo	Representação abreviada do valor de qualquer item de informação . Por exemplo, ao invés de registrar o nome completo de um autor, digamos José Carlos Bento de Saraiva, o pesquisador registra apenas JCBS.		
Trabalho	Idem ao termo Artigo	Artigo	
Usuário	Idem ao termo Pesquisador	Pesquisador	

APÊNDICE II

Diagrama do Domínio

Este Apêndice contém o Diagrama do Domínio da aplicação que inter-relaciona todos os termos apresentados no Apêndice I.



Referência Bibliográfica

- [Aur86] Aurélio Buarque de Holanda Ferreira. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Segunda Edição - revista e ampliada). Editora Nova Fronteira, 1986.
- [Boe89] Boehm, B.W. Software risk management. IEEE Computer Society Press: Washington, 1989.
- [Boo91] Booch, G. Object-Oriented Design with Applications. Benjamin Cummings, CA, 1991.
- [Cas95] Castro, J. F. B. Introdução à engenharia de requisitos. In: *XV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, JAI'95, Canela, RS, Brasil, 1995, 43p.
- [Col94] Coleman, D. et al. Object-Oriented Development: The Fusion Method. Prentice Hall, 1994.
- [Fio95] Fiorini, S.T.; Leite, J.C.S.P. & Soares, T.D.M. Integrando processos de negócio à elicitação de requisitos. In: *IX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, SBES'95*, Recife, 03-06 de outubro de 1995. p.379-394.
- [IEE84] *IEEE Std. 830. IEEE Guide to Software Requirement Specification*. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. New York, 1984.
- [IEE90] *IEEE Std. 610.12 IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. New York, 1990.
- [IEE91] *IEEE Software: Measurement Based Process Improvement*. july 1991, v.11(4).
- [ISO9126] *ISO/IEC 9126. Information Technology - Software Product Evaluation - Quality characteristics and guidelines for their use*. 1991.
- [Lei90] Leite, J.C.S.P. Validação de requisitos: o uso de pontos de vista. In: *Revista Brasileira de Computação*, v.6, n.2, p.39-52, RBC, outubro/dezembro 1990.
- [Lei94] Leite, J.C.S.P. Engenharia de Requisitos. In: *Notas de Aula*, PUC-RJ, 1994
- [May90] Mayrhauser, A.V. Software Engineering: Methods and Management. Academic Press, 1990, 864p.
- [Pre94] Pressman, R.S. Software engineering: a practitioner's approach. Euopean Edition, 1994, 801p.