

Uma Proposta de Padrões de Sintaxe de Requisitos no Idioma Português

Rebeca Camurça Cunha e Christopher Shneider Cerqueira

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil
rebecacamurca@ita.br, chris@ita.br

Abstract. Requisitos permeiam todo o ciclo de vida de um sistema, desde a etapa de identificação das necessidades das partes interessadas, incluindo as atividades de verificação e validação, bem como operação, suporte, até o descarte. Para tal, deve-se observar o processo pelo qual estes requisitos são estabelecidos, isto é, as disciplinas que compõem a Engenharia de Requisitos, a fim de garantir que os requisitos sejam completos, coerentes e corretos, seja a declaração de requisito *per se* ou o documento contendo o conjunto de requisitos. Entretanto, observando práticas realizadas durante o desenvolvimento de um sistema, tem-se que programas problemáticos tendem a apresentar requisitos incertos, irrealistas ou instáveis. A organização de requisitos em uma estrutura adequada pode auxiliar nestes aspectos, além da redução da quantidade de requisitos, detecção de duplicidades e omissões, dentre outros. Este trabalho, portanto, propõe a utilização de padrões de sintaxe de requisitos em português, dentro do contexto da ferramenta de MBSE Capella, a fim de auxiliar no desenvolvimento de requisitos em diferentes níveis hierárquicos, tais como requisitos de usuário, e requisitos de sistema. Desta forma, serão identificados em literaturas consagradas de requisitos, atributos e características considerados necessários para atingir requisitos de qualidade, além de entender os requisitos-modelos em inglês propostos e assim viabilizar uma proposição de padrão de sintaxe em português contemplando tais considerações. Como resultado deste trabalho, identifica-se como oportuno a ampla divulgação do conhecimento na área de engenharia de requisitos na comunidade brasileira e a mitigação de problemas envolvendo requisitos de baixa qualidade, principalmente no que tange a questões de idioma.

Keywords: Padrões de Sintaxe, Modelos de Requisitos, Engenharia de Requisitos, MBSE.

1 Introdução

A aplicação e utilização de Engenharia de Requisitos passou por uma evolução à medida que a Engenharia de Sistemas foi desenvolvida, inclusive no contexto de desenvolvimento de sistemas militares, no qual o entendimento do problema e definição de requisitos do sistema são fundamentais [1]. Apesar disso, o GAO (*United States Government Accountability Office*) identifica diversos problemas nos programas de obtenção relacionados a requisitos e à aplicação adequada de Engenharia de Sistemas e de Requisitos, dentre os quais se destaca desafios na definição de requisitos alcança-

veis para o desenvolvimento de sistemas e supervisão eficaz durante o processo de desenvolvimento, baixa qualidade na tradução dos requisitos de alto nível em requisitos de nível inferior, bem como na rastreabilidade [2], [3].

Diversos estudos associam aspectos problemáticos de requisitos à taxa de insucesso de projetos, destaca-se, por exemplo, a correlação de sucesso ou fracasso de um projeto com a forma que processo de desenvolvimento de requisitos foi realizado, de forma que riscos e custos resultantes de um processo de engenharia de requisitos mal conduzido podem ser elevados e por vezes impossíveis de serem reparados [4].

Dentre as oportunidades para aprimorar os requisitos individualmente e os documentos de requisitos, alguns autores [5]–[7] entendem que a utilização de padrões pré-estabelecidos, regras e estruturação pode minimizar a ocorrência de ambiguidade, interpretações indevidas, garantia de existência de características definidas, rejeição de requisitos inadequado, bem como a possibilidade de minimizar a quantidade de requisitos, de detecção de omissões e duplicidades, de auxiliar no gerenciamento de requisitos e inclusive a possibilidade de reutilização entre diferentes projetos.

Embora os problemas citados não sejam ocasionados unicamente devido à utilização da língua portuguesa, identificou-se uma lacuna na literatura acerca de como escrever requisitos e publicações contendo propostas de padrões de sintaxe no idioma.

Outrossim, identifica-se como oportuno a utilização de modelagem aliado à proposição de padrões de sintaxe, tendo em vista que a modelagem além de permitir a estruturação em construtos mais simples e consequentemente um entendimento maior de um sistema complexo. Portanto, vislumbra-se um impacto no desenvolvimento e gerenciamento de requisitos, tais como, identificação, análise e exploração das necessidades, identificação e alocação de requisitos no sistema e subsistemas, rastreabilidade dos requisitos ao longo dos diferentes níveis de abstração.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Engenharia de Requisitos

Engenharia de Requisitos, embora geralmente considerada apenas como análise de requisitos, é uma disciplina mais abrangente, cuja preocupação está em descobrir, desenvolver, rastrear, analisar, qualificar, comunicar e gerenciar requisitos que definem o sistema em níveis sucessivos de abstração [7].

Engenharia de Requisitos é o conjunto de atividades estruturadas para desenvolver o entendimento e documentar a especificação do sistema para os *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento de um sistema. Para tal, identifica como fundamental a realização das atividades de elicitação, análise, validação, negociação, documentação e gerenciamento [1].

Boilerplates

A expressão de um requisito dá-se através de um *boilerplate*, acrescido dos valores, de forma que deve observar dois aspectos: a seleção do *boilerplate* apropriado e a extração de dados para completar a declaração [7].

Boilerplate é um padrão de linguagem natural que restringe a sintaxe da sentença a uma estrutura de linguagem pré-definida e sua utilização na escrita de requisitos provê uma abordagem simples e efetiva para o aumento da qualidade destes requisitos [8].

A linguagem utilizada irá depender do nível em que o requisito é expresso, destacando como exemplo que o princípio dos requisitos dos *stakeholders* é fundamentado no domínio do problema, preocupado com as capacidades e restrições de capacidade, enquanto os requisitos do sistema fundamentam-se no domínio da solução e, portanto, possuem enfoque nas funções e restrições do sistema [7].

EARS (Easy Approach to Requirements Syntax).

Este estudo foi desenvolvido em virtude da percepção dos autores da utilização de linguagem natural não estruturada na escrita de requisitos de *stakeholders* não ser adequada para a definição de requisitos tendo em vista a ocorrência de problemas como ambiguidade, falta de precisão, complexidade, omissão, duplicidades, falta de concisão. Foram propostos padrões para a escrita de requisitos: uma estrutura genérica, outras cinco especializações de acordo com o tipo de requisito a partir da estrutura genérica e uma estrutura combinada [9], conforme apresentada na Tab 1.

Tab 1. – Padrões de sintaxe proposto EARS.

Tipo de requisito	Descrição do tipo de requisito	Proposta de sintaxe
Genérico	Estrutura simplificada que deve constar as condições em que o requisito é chamado	<i><optional preconditions> <optional trigger> the <system name> shall <system response></i>
Ubíquo	Não há condições ou gatilho, significa que deve estar sempre ativo	<i>The <system name> shall <system response></i>
Dirigido por evento	Iniciado apenas quando o evento de acionamento for detectado na vizinhança	<i>WHEN <optional preconditions> <trigger> the <system name> shall <system response></i>
Comportamento indesejado	Descreve as situações que são indesejadas: falhas, desvios, e interação com outros sistemas	<i>IF <optional preconditions> <trigger>, THEN the <system name> shall <system response></i>
Dirigido por estado	Ativo enquanto o sistema está na condição definida por um estado	<i>WHILE <in a specific state> the <system name> shall <system response></i>
Característica opcional	Aplicável apenas quando o sistema inclui uma característica específica	<i>WHERE <feature is included> the <system name> shall <system response></i>
Complexo	Combinação dos padrões básicos propostos	<i>WHILE <pre-condition> WHEN <trigger> the <system name> shall <system response></i>

2.2 Engenharia de Sistemas baseada em Modelos

Engenharia de Sistemas baseada em modelos é a aplicação de modelagem de sistemas como parte dos processos, com a finalidade de prover suporte às etapas de definição

de requisitos, projeto, análise, verificação e validação do sistema em desenvolvimento desde o início da fase conceitual de projeto e sendo continuamente utilizada ao longo das demais fases do ciclo de vida [10].

A metodologia ARCADIA consiste em um conjunto de processos, métodos e ferramentas [11], foi desenvolvida pela empresa Thales em um período de transformação em seus mercados e produtos. A empresa reuniu diversos participantes-chaves de engenharia, a fim de descrever o estado da arte, destacar as dificuldades e expectativas em suas atividades, além de contribuir para definições de novas práticas, de forma que foi estruturada objetivando a definição e validação da arquitetura de sistemas complexos e que favorece o trabalho colaborativo entre todos os *stakeholders*, os quais compartilham da mesma metodologia, informação, descrição de necessidade e modelo do sistema [12].

Na avaliação de metodologias de MBSE [13], destacam-se aspectos práticos de utilização de diversas metodologias, dentre as quais destaca-se que é uma metodologia que provê tanto um método quanto uma linguagem, adotando conceitos inspirados em *Unified Modeling Language (UML)* e *Systems Modeling Language (SysML)* e que utiliza como ferramenta o *software* Capella, de código livre. Adicionalmente, os estágios de desenvolvimento da arquitetura do sistema utilizando a metodologia ARCADIA estão alinhados com os processos técnicos do ciclo de vida de sistema padrão proposto pela ISO/IEC/IEEE 15288:2018, em que a modelagem baseada nas necessidades dos usuários traduz os requisitos de alto nível dos usuários na arquitetura operacional, os quais são transformadas nos níveis subsequentes nas necessidades do sistema e na definição de como as expectativas dos usuários serão atendidas [13].

A metodologia ARCADIA é dividida em cinco níveis de engenharia [12], [14]:

- **Análise Operacional (*Operational Analysis*):** Apresentado o problema a partir da ótica dos usuários operacionais, através da identificação dos atores que interagem com o sistema, seus objetivos, atividades, restrições e condições de interação.
- **Análise das Necessidades do Sistema (*System Needs Analysis*):** Apresenta uma expectativa acerca do sistema, por meio da construção de uma análise funcional externa com o objetivo de identificar a resposta em funções ou serviços de sistema necessários a seus usuários, considerando restrições de propriedades não-funcionais solicitadas.
- **Arquitetura Lógica (*Logical Architecture*):** Apresenta as primeiras escolhas quanto à solução do projeto, a partir de uma análise funcional interna do sistema, a fim de identificar as subfunções que viabilizam a execução das funções necessárias para os usuários identificadas nas fases anteriores, e com a identificação dos componentes lógicos que implementam estas subfunções internas, integrando as restrições não-funcionais escolhidas para serem abordadas.
- **Arquitetura Física (*Physical Architecture*):** Esta camada objetiva estabelecer escolhas da solução do projeto, definindo a arquitetura finalizada do sistema, ou seja, como deve ser integrada e completa.
- **Estratégia de Construção do Produto (*Product Building Strategy*):** Apresenta as condições que cada componente deve cumprir para satisfazer as restrições e limitações resultantes da escolha da arquitetura de projeto estabelecidas

nas fases anteriores. Adicionalmente, define a estratégia de integração, verificação e validação do sistema como um todo.

Quanto aos requisitos, destaca-se que a formatação textual continua presente, sendo utilizada como contribuição na expressão das necessidades desde o início do ciclo de vida [14]. A ferramenta Capella não possui nenhum diagrama dedicado exclusivamente a descrição textual de requisitos, entretanto permite a criação de elementos de requisitos, os quais são vinculados a elementos do modelo em qualquer diagrama.

3 Metodologia de Pesquisa

A **Fig. 1** apresenta a sequência metodológica a ser utilizada no desenvolvimento do trabalho de mestrado proposto. A partir de execução da revisão da literatura, serão:

- Identificados os níveis hierárquicos de requisitos [7], de forma a permitir estabelecer para quais níveis serão propostos os padrões de sintaxe, bem como entender as especificidades referentes a cada um destes níveis. Por exemplo, o agente responsável por executar uma função requerida pode variar de acordo com o nível de abstração que o requisito se encontra.
- Identificados os tipos de requisitos [7] para cada um dos níveis hierárquicos considerados no trabalho, de forma a selecionar um conceito de tipos de requisitos dentre os diversos disponíveis.
- Caracterização de cada um destes tipos identificados, a fim de permitir considerar cada aspecto específico ao tipo na proposição de padrão, tal que englobe um ou mais tipos. Para esta etapa, ressalta-se que além do contexto da literatura, será avaliado observar práticas desenvolvidas e utilizadas em documentos de requisitos disponíveis do Exército Brasileiro, e se possível de demais Forças Armadas ou Departamentos de Defesa internacionais.

Dada esta sequência e definição de conceitos e atributos, será proposto um ou mais padrões de sintaxe de requisitos, tal que abranja os requisitos identificados.

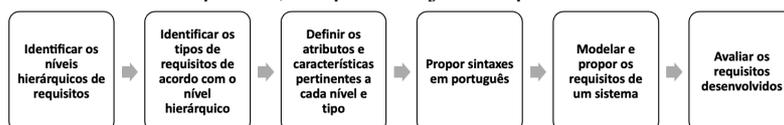


Fig. 1 - Etapas da metodologia de pesquisa

Para avaliação dos padrões de sintaxe será utilizado como estudo de caso o SIMUA, o qual será modelado no Capella, ferramenta de Engenharia de Sistemas baseada em Modelo. Uma vez propostos os requisitos a partir dos níveis de abstração da ferramenta a partir dos padrões de sintaxe proposto em conjunto com o modelo, serão avaliados quanto à completude, correção e consistência junto à ferramenta RQA da REUSE *Company*¹.

Destaca-se que a utilização do Capella é uma ferramenta assessória aos padrões de sintaxe, tendo em vista a possibilidade de, por intermédio da modelagem do sistema,

¹< <https://www.reusecompany.com/rqa-quality-studio>>

realizar o desenvolvimento dos requisitos, garantindo a completeza do conjunto de requisitos, bem como a rastreabilidade ao longo dos níveis de abstração.

4 SIMUA

O SIMUA (*Safe Integration of different Unmanned Aircraft into non-segregated airspace*) é um projeto que faz parte do acordo de cooperação entre Brasil e Suécia, dentro do contexto do projeto estratégico do ADS (*Air Domain Study*), o qual possui participação, dentre outras organizações, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), representado por professores, alunos e bolsistas do Centro Espacial ITA (CEI).

O projeto tem como escopo explorar atividades de pesquisa em duas vertentes: (1) Integração segura em espaço aéreo não segregado para operações além da linha de visada (*BVLOS – Beyond Visual Line of Sight Operations*) de aeronaves não tripuladas, sistemas de aeronaves pilotadas remotamente (*RPAS - Remotely Piloted Aircraft System*) e drones; (2) desenvolvimento e demonstração de soluções para *RPAS* e drones para integrar com segurança em espaço aéreo de Gerenciamento de Tráfego Aéreo (*ATM – Air Traffic Management*), bem como em espaço aéreo de Gerenciamento de Tráfego Aéreo Não Tripulado (*UTM – Unmanned Air Traffic Management*).

A participação do ITA, dentre outras atividades, é caracterizada pelo desenvolvimento de simulações na região de Florianópolis, que permita a avaliação de conceitos e arquiteturas. Desta forma, este trabalho irá contribuir no desenvolvimento dos requisitos de simulação, a partir das necessidades identificadas pelas partes interessadas e dos cenários identificados.

5 Considerações Finais

Este trabalho teve seu início em março de 2022, sendo parte do Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO) oferecido pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) aos alunos militares das diversas Forças Armadas. A expectativa de conclusão da pesquisa é março de 2024.

Atualmente, este trabalho encontra-se na fase de desenvolvimento dos Requisitos do Sistema para o SIMUA, enquanto aguarda-se a validação dos Requisitos dos *Stakeholders* por parte dos demais participantes do projeto.

5.1 Contribuições Esperadas

A contribuição deste trabalho possui duas vertentes, isto é, o impacto gerado para a sociedade e o impacto gerado para o Exército Brasileiro após aplicação dos conhecimentos adquiridos durante a pesquisa. Inicialmente, espera-se com este trabalho, contribuir com uma estruturação de boas práticas para elaboração de requisitos em português, a qual permitirá a divulgação ampla do conhecimento na área e a mitigação de problemas que envolvem requisitos de baixa qualidade.

Por outro lado, a partir da ótica do Exército Brasileiro, os conhecimentos poderão ser aplicados na elaboração de novos documentos de requisitos de Sistemas e Materiais de Emprego Militar, bem como vislumbrar o impacto direto em diversas fases do Ciclo de Vida, principalmente nas atividades de Teste e Avaliação dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar, que foram motrizes para a identificação da necessidade melhorias no processo de desenvolvimento dos requisitos.

Referências

- [1] SOMMERVILLE, I. Integrated requirements engineering: A tutorial. *IEEE software*, v. 22, n. 1, p. 16-23, 2005.
- [2] United States Government Accountability Office Report to Congressional Committees. Military Service Chiefs' Concerns Reflect Need to Better Define Requirements before Programs Start. GAO, 2015.
- [3] United States Government Accountability Office Report to Congressional Committees. Best Practices Increased Focus on Requirements and Oversight Needed to Improve DOD's Acquisition Environment and Weapon System Quality. GAO, 2008.
- [4] HUSSAIN, A.; MKPOJOGU, E O.. Requirements: Towards an understanding on why software projects fail. Em: AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC, 2016. p. 020046
- [5] Holt, J.; Perry, S. A.; Brownsword, M. Model-based requirements engineering. Institution of Engineering and Technology, 2012.
- [6] INCOSE RWG. INCOSE: Guide for Writing Requirements. 3ª ed. San Diego, California. INCOSE, 2019.
- [7] DICK, J. et al. Requirements Engineering in the Problem Domain. *Requirements Engineering*, 2017.
- [8] ARORA, C et al. Requirement boilerplates: Transition from manually-enforced to automatically-verifiable natural language patterns. In: 2014 IEEE 4th International Workshop on Requirements Patterns (RePa). IEEE, 2014.
- [9] MAVIN, Alistair et al. Easy approach to requirements syntax (EARS). In: 17th IEEE International Requirements Engineering Conference. IEEE, 2009.
- [10] FRIEDENTHAL, S.; MOORE, A.; STEINER, R. A practical guide to SysML: the systems modeling language. Morgan Kaufmann, 2014.
- [11] ESTEFAN, J. A. et al. Survey of model-based systems engineering (MBSE) methodologies. *IncoSE MBSE Focus Group*, v. 25, n. 8, p. 1-12, 2007.
- [12] VOIRIN, Jean-Luc. Model-based system and architecture engineering with the arcadia method. Elsevier, 2017.
- [13] DI MAIO, Marco et al. Evaluating MBSE methodologies using the FEMMP framework. In: 2021 IEEE International Symposium on Systems Engineering. IEEE, 2021. p. 1-8.
- [14] ROQUES, P. Systems architecture modeling with the Arcadia method: a practical guide to Capella. Elsevier, 2017.