

Definição de um modelo de processo de engenharia de requisitos orientado a objetivos para apoiar pequenas e médias empresas do setor de desenvolvimento de software

Rafael Ferreira Lima
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel, Brasil
rafael.lima14@unioeste.br

Victor Francisco Araya Santander
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel, Brasil
victor.santander@unioeste.br

Abstract—A large number of software projects fail or do not deliver all the functions defined in the original plan. To support small and medium-sized software development organizations, this work will propose an approach based on elements of Goal-Oriented Requirements Engineering (GORE), such as the use of diagrams created by techniques like iStar, the Non-Functional Requirements Framework (NFR Framework), Keep All Objectives Satisfied (KAOS) and Goal-Based Requirements Analysis Method (GBRAM), and others. The proposed methodology should include stages, activities, inputs and outputs, roles, artifacts and guidelines for the elicitation, documentation, validation and management of requirements. The aim is to propose a model that enables the creation of a minimal structure of requirements documents to support the subsequent phases (design, implementation and testing) in the software development process.

Keywords—GORE; Goal Oriented Requirements Engineering; small and medium-sized enterprises.

Resumo—Grande parte dos projetos de software falham ou não entregam todas as funções definidas em seu projeto original. Para ajudar pequenas e médias empresas desenvolvedoras de software este trabalho tem por finalidade propor uma abordagem que utilizará elementos da engenharia de requisitos orientada a objetivos (*Goal Oriented Requirements Engineering* ou GORE) como base (por exemplo a utilização de diagramas produzidos por técnicas como *iStar*, *Non-Functional Requirements Framework* (NFR-Framework), *Keep All Objectives Satisfied* (KAOS) e *Goal-Based Requirements Analysis Method* (GBRAM), entre outras. A abordagem proposta deve contemplar fases, atividades, entradas e saídas, papéis, artefatos, bem como diretrizes para elicitar, documentar, validar e gerenciar requisitos. Almeja-se, em particular, propor um modelo que permita elaborar uma estrutura mínima necessária de um documento de requisitos visando apoiar as próximas etapas (projeto, implementação e testes) no processo de desenvolvimento de software.

Palavras-chave—GORE; Goal Oriented Requirements Engineering; pequenas e médias empresas.

I. INTRODUÇÃO

Práticas eficazes de Engenharia de Requisitos (ER) são essenciais para o sucesso de projetos de software. Essas práticas auxiliam na identificação, documentação e gestão eficiente das necessidades das partes interessadas, reduzindo o risco de falha do projeto e aumentando as chances de sucesso [1].

Portanto, utilizar princípios de engenharia na elicitação, análise e negociação, documentação, validação e gerenciamento de requisitos funcionais e não funcionais de software é primordial para obter sistemas que, de fato, atendam às necessidades dos seus usuários e clientes [2]. Uma vertente de pesquisa da engenharia de requisitos vem recebendo atenção. Denomina-se engenharia de requisitos orientada a objetivos (em inglês *Goal Oriented Requirements Engineering* - GORE) [3].

A GORE utiliza objetivos como base para a elicitação, análise, elaboração, estruturação, documentação e evolução das especificações do sistema. Esses objetivos têm papel central no processo de ER, pois fornecem a justificativa para as necessidades levantadas, direcionam sua identificação, ajudam a defini-las com clareza e delimitam o escopo do sistema. Além disso, servem como critério para avaliar a completude e a pertinência do que foi especificado [4].

A GORE apresenta diversas vantagens em relação à ER tradicional. Objetivos, por exemplo, explicam as razões por trás de requisitos, pois consideram não somente o software *per se*, mas também o contexto no qual ele está inserido. Os objetivos também fornecem critérios claros para verificar se foram atendidos, auxiliam na identificação e negociação de conflitos, permitem manter registro do raciocínio utilizado em seu refinamento (desde o nível mais abstrato até as especificações mais detalhadas) e servem como ferramentas valiosas para a

análise de soluções alternativas [5].

A modelagem das intencionalidades na GORE é realizada através de diagramas produzidos por técnicas como *iStar* [6], *Non-Functional Requirements Framework (NFR-Framework)* [7], *Keep All Objectives Satisfied (KAOS)* [8] e *Goal-Based Requirements Analysis Method (GBRAM)* [9], entre outras, que são utilizadas pelas organizações que precisam atualizar ou desenvolver novos sistemas.

Desta forma, este trabalho tem como finalidade propor um modelo de processo que utilizará elementos da GORE como base, contendo fases, atividades, entradas e saídas, papéis, artefatos e diretrizes para elicitar, documentar, validar e gerenciar requisitos. Almeja-se, em particular, propor um modelo que permita elaborar uma estrutura mínima necessária de um documento de requisitos a ser utilizado para apoiar as próximas etapas (projeto, implementação e testes) no processo de desenvolvimento de software. O foco deste modelo de processo está em pequenas e médias empresas (PME) que têm o desenvolvimento de software como fim ou meio, pois elas possuem maior estrutura e maturidade que microempresas, o que facilita a adoção de modelos como os baseados em GORE. Já as microempresas tendem a operar de forma mais informal e com menos recursos. Diante das limitações comuns às PMEs, como equipe e orçamento reduzidos, busca-se responder: como apoiá-las para que tenham mais sucesso no desenvolvimento de software?

Além desta seção, na seção II apresenta-se o referencial teórico, na seção III, a metodologia e estado atual do trabalho, na seção IV, os resultados parciais da RSL, na seção V, trabalhos relacionados e na seção VI as considerações finais.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Um **modelo de processo de software** é uma descrição abstrata do processo de software. Vários tipos de informação devem ser integradas em um modelo de processo de software para indicar quem, quando, onde, como e por que os passos são realizados. Para representar um modelo de processo de software é utilizada uma linguagem de modelagem do processo de software, a qual deve oferecer recursos para descrever e manipular os passos do processo [10] [11].

Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos se baseia no uso de metas para elicitar, analisar, documentar, estruturar, especificar e modificar requisitos. O uso de metas ajuda a capturar em diferentes níveis os objetivos que o sistema deve atingir e assim justificar porque o sistema é necessário [12]. Por objetivo se entende uma condição ou estado do mundo que um stakeholder gostaria de alcançar [13]. Alguns dos benefícios do uso da GORE são: perspectiva do sistema mais ampla, as metas que justificam os requisitos, além de estabelecer critérios precisos para sua completude [12].

Entre as principais abordagens da GORE estão: *NFR Framework* [7], *iStar* [6], *KAOS* [8] e *GBRAM* [9].

Pequenas e Médias Empresas: A Lei Complementar nº 123/2006 [14], também conhecida como Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, classifica as empresas como micro, pequenas, médias e grandes. Essa classificação é feita tanto por faturamento quanto por número de funcionários. Empresas de pequeno porte são empresas que tem renda superior a R\$ 360 mil e até R\$ 4,8 milhões e entre 10 e 49 funcionários no setor de comércio e serviços e entre 10 e 99 empregados na indústria. Médias empresas possuem faturamento bruto anual superior a R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões e entre 50 e 99 empregados no setor de comércio e serviços e na indústria entre 100 e 499 funcionários.

III. METODOLOGIA E ESTADO ATUAL DO TRABALHO

A sequência metodológica para a realização da pesquisa é mostrada na Figura 1.



Fig. 1. Sequência metodológica.

a) **Estudos das técnicas GORE:** para aprofundar o conhecimento sobre a GORE e suas ferramentas, inicialmente uma série de leituras foi realizada, em particular os trabalhos apresentados em [9] [15] [8] [6]. Estas leituras permitiram compreender a essência dessas técnicas.

b) **Revisão Sistemática da Literatura (RSL):** Para nortear o desenvolvimento deste trabalho, uma RSL está sendo desenvolvida, a qual objetiva buscar conhecimento sobre a utilização de técnicas da GORE na indústria, em especial em pequenas e médias empresas que tenham o desenvolvimento de software como fim ou meio, pretendendo responder as seguintes questões de pesquisa: **Questão 1.** Como as técnicas da GORE vêm sendo aplicadas na indústria? **Questão 2.** Quais são os principais desafios ao uso dessas técnicas e ferramentas da GORE na indústria? **Questão 3.** Quais são as principais vantagens e desvantagens percebidas no uso da GORE na indústria? **Questão 4.** Existem relatos do potencial de uso de técnicas da GORE na indústria? **Questão 5.** Em quais atividades do processo de engenharia de requisitos e para qual categoria de sistema computacional e organizações essas técnicas, ferramentas e processos da GORE são utilizados? **Questão 6.** Existem técnicas da GORE que são utilizadas em processos de engenharia de requisitos em PMEs e como estas técnicas são aplicadas?

As várias fases da RSL seguem as recomendações apontadas em [16]. O planejamento completo pode ser consultado em

[17]. Também cabe destacar o uso da ferramenta Parsifal [18] no gerenciamento do protocolo e execução da RSL.

A string de busca definida a partir da abordagem PICO e questões de pesquisa foi: ("Goal-Oriented requirements engineering" OR "Goal Oriented requirements engineering") AND ("companies" OR "Company" OR "Enterprise" OR "Enterprises" OR "Startup" OR "Startups" OR "Venture" OR "Ventures" OR "Business" OR "Businesses"). A mesma foi utilizada nas diversas bases de pesquisa selecionadas e obtiveram-se os artigos referentes ao tema. Na base ACM obteve-se 101 artigos, na Compendex 120, na IEEE 38, na base Web of Science 56 e na Scopus 101 artigos, com um total de 416 artigos.

Após a importação de todos os artigos no Parsifal, aplicou-se alguns filtros para evitar artigos duplicados ou incoerências de assunto. Foram encontrados 164 trabalhos duplicados. Após a leitura dos títulos, palavras-chave e abstract das bases com exceção da ACM (leitura em andamento), resultaram 29 artigos selecionados para a leitura completa. Esses trabalhos foram identificados com um ID conforme pode ser observado na tabela 1, disponível em [17].

c) Estudar Princípios de Engenharia de Requisitos:

Estudar princípios da engenharia de software experimental [19] [20] visando a escolha de técnicas para realizar a validação do processo proposto junto à PMEs da região.

d) Definir Modelo de Processo de Engenharia de Requisitos: para elicitar, analisar e negociar, documentar, validar e gerenciar requisitos funcionais e não funcionais utilizando as técnicas da GORE selecionadas bem como outras pertencentes à UML, quando considerado necessário, será considerada inicialmente a proposta apresentada em [12] bem como trabalhos prévios que definem os elementos essenciais que devem pertencer a qualquer processo de ER [10]. Também serão considerados os processos do ciclo de vida de software da norma ISO 12207 [21].

e) Aplicar o método TAM (Technology Acceptance Model) [22]: objetiva-se avaliar a percepção dos integrantes das organizações envolvidas no processo proposto. Davis [22] sugere que a intenção comportamental determina o uso da tecnologia. A partir dessa premissa, o TAM utiliza a TAR para explicar, as relações causais entre a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida e entre a atitude, a intenção do usuário e a adoção da tecnologia em si [23].

f) Fazer ajustes no modelo proposto: de acordo com os resultados obtidos na experimentação e aplicação do método TAM serão propostos ajustes no modelo proposto.

IV. RESULTADOS PARCIAIS DA RSL

É possível apontar alguns resultados parciais da RSL. Estes resultados correspondem à leitura dos 29 trabalhos selecionados até o momento.

Para a **questão 1** observa-se que a GORE apresenta diversos usos dos quais destacam-se: alinhar os requisitos de sistemas de informação com os objetivos organizacionais ou sistemas mais específicos, integração com análise e adaptação de sistemas baseados em dados, combinação de suas técnicas com práticas de modelagem e desenvolvimento, redesenho de processos empresariais, além de ser muito eficiente em sistemas complexos.

Para a questão 2 identificou-se que os artigos lidos relatam desafios associados não diretamente às técnicas e ferramentas da GORE mas desafios compartilhados entre a GORE e a ER tradicional. Para um melhor entendimento, esses desafios foram agrupados em categorias conforme segue: **1.** Problemas Relacionados a Recursos e Tempo **2.** Complexidade de Implementação e Aplicação **3.** Problemas de Alinhamento e Estratégia **4.** Problemas com Requisitos **5.** Integração com Sistemas Existentes **6.** Interesses e Stakeholders **7.** Aplicação e Escopo **8.** Problemas de Comunicação e Compreensão.

Para a questão 3 é possível observar diversas vantagens apontadas da GORE em relação à ER tradicional. Para melhor entendimento, as vantagens identificadas foram agrupadas em 10 categorias: **1.** Alinhamento Estratégico e Organizacional **2.** Melhoria de Processos e Qualidade **3.** Elicitação e Modelagem de Requisitos **4.** Monitoramento e Controle **5.** Redução de Problemas e Riscos **6.** Suporte à Tomada de Decisões **7.** Flexibilidade e Adaptação **8.** Comunicação e Engajamento **9.** Eficiência e Automação **10.** Exploração e Reutilização de Conhecimento.

Para a questão 4 é possível destacar que o potencial de uso da GORE na indústria, para melhor entendimento foi separado nas seguintes categorias, as quais indicam como essas ferramentas podem ser usadas para: **1.** Análise e Redesenho de Processos de Negócio **2.** Alinhamento Estratégico e Organizacional **3.** Elicitação e Modelagem de Requisitos **4.** Adaptação e Evolução de Sistemas **5.** Apoio à Tomada de Decisão e Priorização de Requisitos **6.** Engajamento de Stakeholders e Comunicação **7.** Eficiência, Reutilização e Automação **8.** Integração com Padrões e Modelos Consolidados Há trabalhos que apontam a integração da GORE com outras abordagens, como BPMN, CMMI, MDD e arquitetura de software, ampliando seu escopo de aplicação.

Para a questão 5 foi possível observar que a GORE pode ser aplicada em um conjunto diversificado de setores da economia. Para melhor compreensão foi dividido em Setor Público, Tecnologia e Software, Transporte e Logística, Educação, Comércio e Serviços, Indústria e Construção, Entretenimento e Outros Serviços.

Para a questão 6 é possível apontar que as técnicas da GORE mais utilizadas são *iStar*, GRL e KAOS, conforme pode ser observado na tabela 2 - Técnicas utilizadas e os respectivos IDs dos trabalhos [17].

V. TRABALHOS RELACIONADOS

Este estudo toma por base o trabalho apresentado em [12], no qual propõe-se o uso das técnicas GORE para documentar requisitos de sistemas legados, visando identificar, em particular, objetivos que deixaram de ser atendidos ou que foram atendidos parcialmente. Nesse trabalho foram utilizadas as técnicas *iStar* e *NFR Framework* para documentar os requisitos. Outro trabalho relacionado é apresentado em [24], no qual descreve-se um mapeamento sistemático da literatura sobre ES no contexto de PMEs, enfatizando os desafios, limitações, restrições e barreiras enfrentados nesse contexto. Já em [25], os autores resumem os resultados de um workshop sobre ER com profissionais de 10 PMEs, apresentando aos participantes um conjunto de princípios, técnicas, métodos e ferramentas da ER para esse tipo de organização. Por último, o trabalho apresentado em [26] investiga os problemas associados à ER enfrentados pelas PMEs de software, a fim de fornecer *insights* para empresas de software, particularmente aquelas com menos experiência sobre os desafios associados à essa área durante o desenvolvimento de software. Contudo, estes trabalhos não consideram o uso da GORE como elemento central na definição e condução do processo de ER.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta uma proposta inicial e resultados parciais de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre a aplicação da Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos em pequenas e médias empresas de desenvolvimento de software. A análise de 29 artigos vem mostrando que a GORE pode ser utilizada na indústria, embora com restrições em situações específicas, como falta de recursos, tempo, complexidade de implementação e escopo. Em contrapartida, apresenta vantagens frente à engenharia de requisitos tradicional, como alinhamento estratégico, melhoria de processos, monitoramento e controle de mudanças, apoio à tomada de decisão, flexibilidade e adaptação. Como próximos passos, pretende-se definir o modelo, validá-lo em empresas da região e aplicar métodos de avaliação, como o TAM, para mensurar sua aceitação. Cabe destacar que este trabalho está associado à dissertação de mestrado (em andamento) do primeiro autor deste artigo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Alzayed, "Evaluating the role of requirements engineering practices in the sustainability of electronic government solutions," *Sustainability*, vol. 16, no. 1, p. 433, 2024.
- [2] G. Kotonya and I. Sommerville, *Requirements engineering: processes and techniques*. Wiley Publishing, 1998.
- [3] J. Horkoff *et al.*, "Goal-oriented requirements engineering: an extended systematic mapping study," *Requirements Engineering*, vol. 24, pp. 133–160, 2019.
- [4] A. van Lamsweerde, *Requirements engineering: from system goals to UML models to software specifications*. John Wiley & Sons, Ltd, 2009.
- [5] C. H. Bernabe, "Goro: uma ontologia sobre requisitos orientados a objetivos," 2020.
- [6] E. Yu *et al.*, "Social modeling for requirements engineering: An introduction," in <https://doi.org/10.7551/mitpress/7549.003.0004>, 2011.
- [7] L. Chung, B. A. Nixon, E. Yu, and J. Mylopoulos, *Non-functional requirements in software engineering*. Springer Science & Business Media, 2012, vol. 5.
- [8] RESPECT-IT, "A kaos tutorial," Tech. Rep., 2007, tutorial v1.0, Outubro.
- [9] A. I. Anton, "Goal-based requirements analysis," in *Proceedings of the second international conference on requirements engineering*. IEEE, 1996, pp. 136–144.
- [10] W. S. Humphrey and M. I. Kellner, "Software process modeling: principles of entity process models," in *Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering*, 1989, pp. 331–342.
- [11] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, "Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review," *Software Quality Journal*, vol. 16, pp. 237–261, 2008.
- [12] R. G. Fritola *et al.*, "Documentação de requisitos de sistemas legados: Uma proposta baseada na engenharia de requisitos orientada a objetivos," 2023.
- [13] C. T. L. L. Silva, C. Borba, and J. Castro, "G2spl: Um processo de engenharia de requisitos orientada a objetivos para linhas de produtos de software," in *WER*, 2010.
- [14] Lei Complementar nº 123, <https://tinyurl.com/rsc62nca>, 2006, acesso 27 fev. 2025.
- [15] A. Lapouchnian, "Goal-oriented requirements engineering: An overview of the current research," University of Toronto, Tech. Rep., 2005.
- [16] B. Kitchenham, S. Charters *et al.*, "Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering," 2007.
- [17] Tabelas, <https://tinyurl.com/5x5uz6fv>, 2025, acesso em: 27 fev. 2025.
- [18] PARSIFAL, <http://www.parsifal.com>, 2025, acesso em: 27 fev. 2025.
- [19] F. Shull, J. Singer, and D. I. K. Sjøberg, *Guide to advanced empirical software engineering*. London: Springer, 2008.
- [20] C. Wohlin *et al.*, *Experimentation in software engineering*. Berlin: Springer, 2012.
- [21] I. O. for Standardization, *Systems and Software Engineering: Software Life Cycle Processes*. ISO, 2017.
- [22] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS quarterly*, pp. 319–340, 1989.
- [23] E. L. Lopes, L. L. Caracciolo, and E. Herrero, "A aceitação do mobile banking no brasil: uma análise por meio do modelo tam estendido," *Teoria e Prática em Administração (TPA)*, vol. 8, no. 1, pp. 190–221, 2018.
- [24] M. V. dos Santos, W. K. G. Assunção, and I. F. da Silva, "Engenharia de software em empresas de pequeno e médio porte: Um mapeamento sistemático," in *ERES*. SBC, 2020, pp. 134–143.
- [25] E. Kamsties, K. Hörmann, and M. Schlich, "Requirements engineering in small and medium enterprises," *Requirements Engineering*, vol. 3, pp. 84–90, 1998.
- [26] S. Besrou, L. B. A. Rahim, and P. Dominic, "A quantitative study to identify critical requirement engineering challenges in the context of small and medium software enterprise," in *2016 3rd international Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS)*. IEEE, 2016, pp. 606–610.