

Uso de Abordagens da Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos na Indústria: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Rafael Ferreira Lima¹[0009–0007–3812–0103] and Victor Araya
Santander¹[0000–0002–0584–4777]

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel CEP 85819-110, Brasil
rafael.lima14@unioeste.br; vfasantander@gmail.com

Resumo. Este artigo apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) cujo objetivo é identificar e analisar evidências sobre o uso de técnicas e métodos da Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (GORE) no desenvolvimento de software, com atenção particular ao contexto de pequenas e médias empresas (PMEs). O trabalho foi conduzido seguindo diretrizes consolidadas para RSL na Engenharia de Software. A análise dos estudos selecionados permitiu identificar as principais técnicas da GORE empregadas, as atividades da Engenharia de Requisitos em que são aplicadas e os contextos organizacionais em que têm sido utilizadas, bem como as vantagens e limitações relatadas na literatura. Os resultados indicam que a GORE tem sido investigada e aplicada em diferentes contextos organizacionais, incluindo PMEs. Observa-se o uso recorrente de técnicas como i*, NFR Framework e KAOS, principalmente nas atividades de elicitação, análise e negociação de requisitos. Entre as principais vantagens relatadas destacam-se a melhoria da comunicação, o alinhamento entre objetivos organizacionais e requisitos de software e o apoio à tomada de decisão. Por outro lado, limitações como a complexidade das técnicas, a curva de aprendizado e o esforço necessário para manutenção dos modelos podem dificultar sua adoção contínua em ambientes industriais.

Palavras-Chave: Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (GORE), Revisão Sistemática da Literatura, Pequenas e Médias Empresas (PMEs).

1 Introdução

A engenharia de requisitos (ER) é uma subárea da computação que trata da elicitação, análise e negociação, documentação, validação e gerenciamento de requisitos [12]. Um dos maiores desafios relatados envolve o alinhamento dos requisitos com os objetivos expressos por *stakeholders* envolvidos no contexto organizacional do software pretendido [2]. Objetivos dos *stakeholders* devem orientar o refinamento de requisitos funcionais e não funcionais [3].

Neste contexto, têm sido propostas técnicas, métodos e ferramentas para apoiar o que denomina-se processo de ER [12]. A ER tradicional apresenta téc-

nicas específicas para cada uma das atividades desse processo. Por exemplo, entrevistas, questionários e etnografia são usadas para elicitar requisitos e revisões e prototipação para validar requisitos [11]. Contudo, uma vertente de pesquisa e perspectiva vem defendendo que as técnicas tradicionais devem apoiar e ser integradas a um processo orientado a objetivos [2] [9] [13]. Esse processo deve iniciar pela preocupação de descoberta dos "porquês" que estão por trás dos requisitos de um sistema. Requisitos não alinhados com estas metas não devem fazer parte de um documento de requisitos. Denomina-se esta vertente de GORE (*Goal Oriented Requirements Engineering*) [10]. A GORE tem apresentado várias técnicas e métodos utilizados em trabalhos acadêmicos e na indústria tais como iStar [17], NFR Framework [3], KAOS [4], GBRAM [2], entre outras, as quais são utilizadas para gerar modelos que permitam apoiar o processo de engenharia de requisitos orientado a objetivos. Contudo, faltam relatos mais sistemáticos do uso dessas técnicas e métodos na indústria de software [7] [10]. Isto é importante para compreender as vantagens e desvantagens percebidas do uso dessas abordagens bem como propor melhorias e até mesmo disseminar o uso da GORE.

Assim, embora já existam estudos sobre a GORE, a literatura ainda apresenta limitações quanto à compreensão de como essas abordagens vêm sendo utilizadas em contextos industriais, especialmente em pequenas e médias empresas (PMEs). Por exemplo, uma RSL sobre o tema é apresentada em [8] com foco voltado para a descrição e análise das técnicas de modelagem de objetivos utilizadas na ER, sem se aprofundar no uso dessas técnicas na indústria. Nessa linha de pesquisa, em [10] apresenta-se um mapeamento sistemático da literatura (MSL), abordando tópicos, avaliações, frameworks e tendências de pesquisa em GORE. O trabalho concentra-se em aspectos conceituais da GORE. Da mesma forma, o trabalho apresentado em [6] investiga tendências e evolução da GORE, discutindo métodos, frameworks e aplicações da abordagem em diferentes contextos, sem se aprofundar no uso da GORE na indústria e, em particular, em PMEs. Desta forma, os trabalhos observados concentram-se em métodos e modelos conceituais, enquanto evidências sobre a aplicação prática da GORE em atividades da ER ainda permanecem dispersas.

Observando esta carência, o presente trabalho apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) cujo objetivo principal é investigar relatos na literatura do uso da GORE na indústria de software, em particular em pequenas e médias empresas. PMEs são uma importante categoria da indústria que representa, por exemplo mais de 85 por cento das empresas desenvolvedoras de software no Brasil [22]. Essa realidade também é vivenciada em outros países, com as devidas diferenças econômicas, culturais e de categorização de dimensões de empresas nessa área [19]. Desta forma, a RSL permite conhecer como a indústria utiliza a GORE em projetos de software, mais especificamente nas atividades da ER bem como quais vantagens e desvantagens são apontadas nos relatos. Os resultados obtidos podem ser úteis tanto para profissionais que pretendem usar a GORE em seus processos de ER como também para a academia, instigando pesquisadores na realização de possíveis trabalhos futuros nessa área.

Tabela 1: Planejamento da Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

Passo 1 — Questões de Pesquisa QP1: Existem relatos do potencial de uso de técnicas da GORE na indústria? QP2: Como as técnicas da GORE vêm sendo aplicadas na indústria? QP3: Em quais atividades do processo de ER, como e para qual categoria de sistema e organizações essas técnicas são utilizadas? QP4: Existem técnicas da GORE utilizadas em processos de ER em PMEs e como são aplicadas? QP5: Quais são as principais vantagens e desvantagens percebidas no uso da GORE na indústria?
Passo 2 — <i>String</i> de Busca ("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")
Passo 3 — Fontes de Busca ACM Digital Library; IEEE Digital Library; ISI Web of Science; Scopus; Compendex.
Passo 4 — Critérios de Inclusão e Exclusão <i>Inclusão:</i> Estudos que envolvam técnicas GORE na indústria; publicados em eventos, revistas ou livros de Engenharia de Software; escritos em Português, Inglês ou Espanhol. <i>Exclusão:</i> Estudos duplicados; não relacionados ao uso de GORE na indústria; TCCs, dissertações ou teses; estudos em outros idiomas.
Passo 5 — Estratégia de Seleção de Estudos Importação no Parsifal → remoção de duplicados → leitura de título e <i>keywords</i> → leitura de resumos → leitura completa → <i>snowballing</i> .
Passo 6 — Extração de Dados Identificação do estudo; título; autores; tipo de publicação; local e data; fonte de pesquisa; resumo.
Passo 7 — Questões de Qualidade (Q01) O trabalho desenvolve alguma metodologia GORE? (Q02) O trabalho utiliza alguma ferramenta ou metodologia GORE? (Q03) O trabalho é aplicado na fase de <i>Early Requirements</i> ? (Q04) A organização é uma PME? (Q05) O trabalho apresenta estudo experimental para validação? <i>Respostas:</i> Sim (1), Não (0) e Parcialmente (0,5).

O restante do artigo está estruturado como segue: na seção 2 apresenta-se o planejamento da RSL, na seção 3, a execução e na seção 4, a análise das evidências obtidas na RSL. Finalmente, na seção 5 são realizadas as considerações finais do trabalho.

2 Planejamento

A realização de uma RSL envolve três fases principais [20]: planejamento, execução e análise de resultados. Cabe ressaltar que estas fases foram realizadas com auxílio da ferramenta Parsifal [14]. A Tabela 1 ilustra o planejamento da RSL (passos 1 a 7). O principal objetivo deste estudo é identificar e analisar evidências na literatura sobre a utilização de técnicas e métodos da GORE no desenvolvimento de software em ambientes organizacionais, com especial atenção às pequenas e médias empresas. A partir dessa investigação, busca-se identificar como essas técnicas e métodos vêm sendo aplicadas na indústria, em quais atividades da Engenharia de Requisitos, bem como as principais vantagens, limitações e desafios relatados nos estudos.

Utilizamos o método PICOC [21], baseado nos conceitos de população, intervenção, comparação, resultado e contexto, para definir as estratégias de pesquisa, apoiar a formulação das questões de pesquisa e da *string* de busca. A população corresponde à organizações que desenvolvem software, com ênfase em PMEs. A

intervenção refere-se ao uso de técnicas da GORE em processos de engenharia de requisitos, com foco em seus principais desafios e vantagens. A comparação não se aplica diretamente neste estudo, uma vez que o foco está na identificação e análise das evidências existentes na literatura. O conceito de *Outcomes* refere-se à obtenção de estudos da literatura que reportam o uso de GORE na indústria. As questões de pesquisa (passo 1) foram formuladas com apoio do PICOC e expectativas dos pesquisadores relacionadas ao tema. A *string* de busca (passo 2) foi construída com o objetivo de recuperar estudos relacionados ao tema investigado. A estrutura da *string* foi projetada em dois blocos principais. O primeiro bloco representa a Intervenção do PICOC, garantindo que todos os resultados pertençam ao domínio da GORE. O segundo bloco representa a População do PICOC, garantindo que todos os resultados envolvam o uso da GORE em empresas do setor. Neste sentido, termos comumente usados para representar essas empresas foram utilizados. A partir dessa análise e de vários testes pilotos realizados em algumas bases de busca, esta (*string*) foi aplicada nas bases de dados Compendex, ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus e ISI Web of Science (passo 3). Tais bases foram escolhidas por sua ampla utilização e relevância em RSLs na área de Engenharia de Software [20].

Para apoiar o processo de seleção dos estudos, foram definidos critérios de inclusão e exclusão (passo 4), os quais orientaram a estratégia de seleção dos estudos (passo 5). O passo 6 indica quais informações devem ser extraídas das evidências selecionadas, visando subsidiar a análise dos resultados. No passo 7 são definidas as questões de qualidade com o objetivo de avaliar a relevância e a qualidade metodológica dos trabalhos selecionados. Para maior completude na investigação por evidências foi planejada a realização de uma busca adicional denominada *snowballing*, seguindo o protocolo definido por [16]. Esta abordagem consiste na busca por referências usando as estratégias *forward* e *backward*, com a intenção de incorporar à revisão, trabalhos que não foram identificados com a RSL tradicional.

3 Execução da RSL

As buscas foram realizadas no mês de outubro de 2024. Dessa forma, eventuais buscas conduzidas posteriormente podem resultar em quantitativos distintos de estudos, em função da atualização contínua das bases de dados.

Inicialmente realizou-se a **busca e importação dos estudos das bases digitais**. Nesta etapa, a string de busca (adaptada quando necessário aos diferentes mecanismos de busca de cada base) foi executada nas bases de dados selecionadas. Foram obtidos 120 estudos na base Compendex, 101 na ACM, 101 na Scopus, 56 na base ISI Web of Science e 38 na IEEE Digital Library, totalizando 416 estudos, os quais foram importados na ferramenta Parsifal [14].

Na etapa seguinte, **seleção dos estudos**, realizou-se a remoção de 172 estudos duplicados com apoio da ferramenta Parsifal [14] bem como a seleção dos artigos, por meio da análise de títulos, palavras-chave e resumos. Após este processo, 352 estudos foram removidos. Os 64 estudos selecionados para a leitura

completa foram examinados, sendo incluídos para análise final, aqueles que atenderam a todos os critérios de inclusão e excluídos os que se enquadraram em pelo menos um critério de exclusão. Assim, ao final, 39 estudos foram selecionados para responder as questões de pesquisa da RSL. Finalmente, conforme planejado, foi então realizado o processo de *snowballing* [16], obtendo 16 artigos dos quais 10 foram incluídos para a leitura final e síntese dos resultados. Desta forma, após todo o processo de seleção, 49 estudos foram selecionados, os quais foram analisados e discutidos por ambos pesquisadores envolvidos. A Tabela 2 apresenta as informações dos estudos selecionados, incluindo um identificador (ID), o título do artigo, o ano de publicação e a base de indexação. As bases foram codificadas da seguinte forma: (1) ACM, (2) Compendex, (3) IEEE, (4) Scopus, (5) Web of Science e (6) estudos incluídos por *snowballing*.

A etapa de extração de dados foi conduzida com o objetivo de fornecer subsídios para a etapa de análise dos resultados da RSL. Esse processo foi realizado em formato de texto corrido, e sua estrutura, bem como os dados coletados, podem ser consultados em [15]. Posteriormente, os estudos selecionados foram avaliados com base nas cinco questões de qualidade previamente definidas (passo 7 na Tabela 1). As pontuações foram atribuídas a partir da correspondência entre as questões de qualidade e a interpretação obtida durante a leitura dos artigos. Dos 49 estudos aceitos, apenas 05 artigos receberam pontuação máxima (IDs 17, 28, 41, 45 e 49) e a variação foi de 2,5 a 5,0 pontos, sendo que a pontuação máxima que poderia ser atingida seria 5,0 pontos. As pontuações atribuídas aos artigos podem ser consultadas em [15].

4 Análise dos Resultados

A análise de dados foi realizada pelos autores considerando as informações coletadas no formulário de extração de dados com foco nas questões de pesquisa. Buscou-se agrupar artigos relacionados a uma categoria ou conceito associado às respostas para as questões de pesquisa.

QP01 - Existem relatos do potencial de uso de técnicas da GORE na indústria?

Os estudos analisados indicam o potencial de uso das técnicas GORE em contextos industriais, especialmente para apoiar o alinhamento entre metas organizacionais e requisitos de software (IDs: 02, 03, 14, 15). Evidências desse potencial aparecem em aplicações práticas relatadas em diferentes setores, como educação, transporte, tecnologia, saúde, governo e serviços públicos (IDs: 05, 08, 09, 14, 16, 17, 30). Além disso, mesmo em estudos conduzidos em ambientes controlados, como estudos de caso exploratórios ou projetos-piloto, os autores destacam que a GORE contribui para tornar mais explícitas as intenções organizacionais, responsabilidades e dependências entre atores (IDs: 02, 03, 04, 06, 12), evidenciando sua adaptabilidade e potencial de aplicação em contextos industriais reais. Em conjunto, os resultados indicam que, apesar de desafios na adoção (IDs: 01, 02, 03), há evidências consistentes do potencial da GORE para apoiar a engenharia de requisitos em contextos industriais (IDs: 12, 19, 23).

Tabela 2: Tabela de artigos aceitos.

ID	Title	Ano	Pafs	Base	ID	Title	Ano	Pafs	Base
1	Organization goal-oriented requirements elicitation process to enhance information system	2016	Indonésia	4	26	Capturing and Aligning Assurance Requirements for Business Services Systems	2012	Luxemburgo	2
2	Stakeholder Appropriate Requirement Development Approach	2009	India	4	27	The Aircraft and Its Manufacturing System: From Early Requirements to Global Design	2022	Bélgica	2
3	Using Organization Goal-Oriented Requirements Engineering Result to Develop Sales Information System	2017	China	4	28	Intentional Fragments: Bridging the Gap Between Organizational and Intentional Levels in Business Processes	2012	Reino Unido	2
4	Intentional Models Based on Measurement Theory	2011	Luxemburgo	4	29	Modelling Fine-Grained Access Control Policies in Grids	2016	Irlanda	2
5	Towards Goal-oriented Analysis and Redesign of BPMN Models	2019	Bélgica	4	30	An extension of iStar for Machine Learning requirements by following the PRISE methodology	2023	Espanha	2
6	Goal-driven Adaptation of Service-Based Systems from Runtime Monitoring Data	2011	Espanha	3	31	A security requirements modelling language for cloud computing environments	2019	Alemanha	2
7	Goal-Oriented Requirements Analysis of Online Public Complaints System Using SAR, R2G, and KAOS Methods	2022	Indonésia	3	32	Goal-Driven Software Product Line Engineering	2011	Irã	1
8	Implementation of Organization Goal-Oriented Requirements Engineering (OGORE) Method in Designing a Muhammadiyah High School Library Information System	2020	Indonésia	3	33	Cloud Adoption: Prioritizing Obstacles and Obstacles Resolution Tactics Using AHP	2014	Reino Unido	1
9	A New Proposal for The Integration of Key Performance Indicators to Requirements Elicitation Process Originating from Organization Goals	2014	Indonésia	5	34	Evaluation of web-specific goal oriented requirements language models with quantitative reasoning	2014	India	1
10	Towards an Approach for Stakeholder-Oriented Elicitation and Identification of Concerns in EA	2011	Noruega	5	35	Extending Argumentation to Goal-Oriented Requirements Engineering	2007	Reino Unido	1
11	Towards a CMMI-Compliant Goal-Oriented Software Process through Model-Driven Development	2017	Brasil	5	36	Collaborative Social Modeling for Designing a Patient Wellness Tracking System in a Nurse-Managed Health Care Center	2009	USA	1
12	A Goal-Oriented Requirements Engineering Method for Business Processes	2010	Bélgica	5	37	Requirements-Driven Design of Autonomic Application Software	2016	Canadá	1
13	GOREWEB Framework for Goal Oriented Requirements Engineering of Web Applications	2011	India	5	38	An Integrated Approach to Engineer and Enforce Context Constraints in RBAC Environments	2004	Áustria	1
14	Goal Sketching and the Business Case	2009	Inglaterra	5	39	From i* requirements models to conceptual models of a Model Driven Development process	2009	Espanha	1
15	Improving Requirements Engineering through Goal-oriented Models and Tools: Feedback from a Large Industrial Deployment	2017	Bélgica	5	40	Goal-Oriented Metropolis Ecosystem Development	2024	Polónia	6
16	Proposing a High-Level Requirements Mapping Framework for Testing Implementation Compatibility in E-Government Projects	2007	Grécia	5	41	The Quest for Know-How, Know-Why, Know-What and Know-Who: Using KAOS for Enterprise Modelling	2011	Bélgica	6
17	Requirements Refinements and Analysis with Case-Based Reasoning Techniques to Reuse The Requirements	2015	Indonésia	5	42	Application of OGORE methods in ERP-based company business processes	2019	Indonésia	6
18	Self-adaptive model based on goal-oriented requirements engineering for handling service variability	2020	Indonésia	5	43	Evaluation of the Goal-Oriented Requirements Engineering Method KAOS	2010	Alemanha	6
19	Aligning goal-oriented requirements engineering and model-driven development	2009	Espanha	2	44	Goal-oriented requirements specification for digital libraries	2002	Alemanha	6
20	The Experience of Using ERI*c in a Telecom Corporation	2014	Brasil	2	45	Evaluating Goal Achievement in Enterprise Modeling – An Interactive Procedure and Experiences	2009	Canadá	6
21	Eliciting Goals and Softgoals - How to Perceive the Intentionality at the Beginning of the Journey	2017	Brasil	2	46	Requirements Engineering of Village Innovation Application Using Goal-Oriented Requirements Engineering (GORE)	2021	Indonésia	6
22	Regulation, the invisible part of the goal oriented requirements engineering iceberg	2011	Holanda	2	47	Agent-Based Tactics for Goal-Oriented Requirements Elaboration	2002	Bélgica	6
23	Using Business Goals to Inform Software Architecture	2010	USA	2	48	Modeling Enterprise Capabilities with i*: Reasoning on Alternatives	2014	Canadá	6
24	Business-driven data analytics: A conceptual modeling framework	2018	Canadá	2	49	A Data-Driven, Goal-Oriented Framework for Process-Focused Enterprise Re-engineering	2021	Vietnã	6
25	From Goals to High-Variability Software Design	2008	Reino Unido	2					

Fonte: Elaborado pelo autor. Bases: (1) ACM, (2) Compendex, (3) IEEE, (4) Scopus, (5) Web of Science e (6) estudos incluídos por *snowballing*.

QP02 - Como as técnicas da GORE vêm sendo aplicadas na indústria?

Foram identificados sete grandes grupos de aplicação da GORE, revelando diferentes propósitos, níveis de maturidade e combinações metodológicas. Os resultados mostram aplicações da GORE em alinhamento estratégico, modelagem, adaptação, segurança e gestão de processos. A Tabela 3 apresenta cada categoria de aplicações, síntese e IDs dos trabalhos que mencionam a categoria.

Tabela 3: Principais aplicações da GORE na indústria.

Categoria	Síntese das aplicações	IDs
1. Alinhamento estratégico, arquitetura corporativa e controle por KPIs	A GORE é utilizada para alinhar objetivos organizacionais a requisitos, processos e arquitetura de TI. Técnicas como OGORe, KAOS e i* permitem derivar requisitos a partir de metas estratégicas, além de estruturar capacidades organizacionais, responsabilidades e indicadores de desempenho.	01, 09, 20, 23, 26, 40, 41, 42, 45, 48
2. Integração com modelagem e desenvolvimento	Observa-se a integração com abordagens como MDD/OO-Method, SPL e BPMN. Modelos de objetivos servem como base para transformar metas em modelos conceituais, processos ou código, conectando requisitos às etapas de design e implementação.	04, 05, 11, 12, 19, 28, 32, 39
3. Dados, analytics e adaptação em tempo de execução	Destacam-se aplicações ligadas a dados, analytics e adaptação em tempo de execução. Os estudos conectam objetivos a métricas, algoritmos e monitoramento, permitindo adaptação dinâmica de sistemas e apoio à tomada de decisão baseada em dados.	06, 18, 24, 30, 49
4. Redesenho e gestão de processos organizacionais	Reúne trabalhos voltados ao redesenho e gestão de processos. A GORE é utilizada para analisar modelos, justificar mudanças e orientar reengenharia organizacional com base em metas e indicadores.	05, 12, 28, 49
5. Segurança e conformidade	A abordagem é aplicada à definição de requisitos de segurança e conformidade. Modelos orientados a objetivos são combinados com RBAC, UCON e análise de ameaças, permitindo estruturar políticas e avaliar riscos.	29, 31, 33, 35, 38
6. Aplicações específicas em domínios variados	Inclui aplicações em domínios como governo eletrônico, saúde, educação, manufatura e telecomunicações, evidenciando a versatilidade da GORE em diferentes contextos organizacionais.	07, 08, 13, 16, 23, 27, 31, 36, 44, 46
7. Suporte para análise de trade-offs em sistemas complexos	Reúne estudos voltados a sistemas complexos e variáveis. A GORE apoia a decomposição de objetivos, análise de trade-offs e rastreabilidade, contribuindo para decisões em cenários com conflitos e alta complexidade.	18, 25, 27, 37, 43

QP03 - Em quais atividades do processo de engenharia de requisitos, como e para qual categoria de sistema computacional e organizações essas técnicas da GORE são utilizadas?

Elicitação de requisitos: Foram identificados seis grupos principais de abordagens para a atividade de elicitação de requisitos, evidenciando diferentes estratégias para identificar objetivos organizacionais e transformá-los em requisitos de sistema.

No grupo 1, a elicitação é conduzida a partir da análise de visão organizacional, missão, metas estratégicas e indicadores de desempenho (IDs 01, 03, 08, 09, 17, 23, 24, 40 e 42). Nesses estudos, requisitos são derivados diretamente de objetivos organizacionais com base em documentos institucionais, entrevistas e *workshops* com *stakeholders*. Abordagens como OGORe utilizam modelos como o *Goal Tree Model* e KPIs para estruturar e refinar metas até sua transformação em requisitos de sistema. No grupo 2, a elicitação ocorre por meio da modelagem

i*, utilizada como instrumento de descoberta e estruturação de requisitos (IDs 02, 11, 19, 26, 27, 36, 39, 40 e 45). Entrevistas, análise documental e *workshops* colaborativos são utilizados para identificar objetivos, dependências e responsabilidades organizacionais, sendo posteriormente representados em modelos i*.

O grupo 3 reúne estudos que enfatizam metas de qualidade e requisitos não funcionais, especialmente em sistemas adaptativos ou críticos (IDs 04, 06, 18, 31 e 34). Nesses trabalhos, a elicitação é guiada por atributos de qualidade, variabilidade e métricas associadas a metas. No grupo 4, a elicitação destaca a identificação de variabilidade e alternativas de *design* (IDs 25, 32 e 37). Modelos de metas permitem identificar múltiplos caminhos para satisfazer objetivos organizacionais, revelando *variation points* e alternativas arquiteturais.

O grupo 5 inclui estudos em que a elicitação parte de linguagem natural, léxico organizacional, cenários ou processos existentes (IDs 05, 13, 15, 20, 21, 28, 29, 38 e 44). Nessas abordagens, objetivos são inferidos a partir de artefatos como modelos BPMN, *user stories*, cenários de uso ou LEL. O grupo 6 reúne estudos baseados principalmente no método KAOS (IDs 07, 14, 16, 33, 41, 43, 46 e 47), nos quais a elicitação ocorre por meio do refinamento incremental de metas, identificação de responsabilidades e análise de obstáculos.

Análise e negociação de requisitos: Foram identificados três padrões (grupos) principais para a atividade de análise e negociação de requisitos.

No grupo 1, a análise e negociação ocorrem de forma colaborativa, envolvendo comparação de alternativas, resolução de conflitos e priorização entre *stakeholders* (IDs 01, 02, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 30, 33, 35, 36, 38, 40 e 45). Entrevistas, *workshops* e sessões de modelagem são utilizadas para avaliar *trade-offs* entre objetivos organizacionais e requisitos. O grupo 2 reúne estudos em que a análise é conduzida principalmente de forma técnica, verificando consistência, viabilidade ou alinhamento dos requisitos com metas organizacionais e modelos existentes (IDs 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 17, 18, 25, 28, 29, 31, 32, 34, 37, 39, 42, 43, 44, 47, 48 e 49), com negociação limitada ou implícita. O grupo 3 inclui estudos conceituais ou metodológicos que não apresentam evidências claras da atividade em projetos reais (IDs 21, 22, 41 e 46).

A análise orientada a metas é utilizada para avaliar alternativas e alinhar requisitos às metas organizacionais, embora a negociação explícita entre *stakeholders* apareça apenas em parte dos estudos.

Documentação/Especificação de Requisitos: Foram identificados três padrões (grupos) principais para a atividade de documentação de requisitos.

No grupo 1, a especificação é derivada diretamente de modelos orientados a objetivos, substituindo ou complementando documentos tradicionais de requisitos (IDs 01, 03, 11, 17, 19, 23, 26, 27, 39, 40 e 42). Artefatos como *Goal Tree Models*, modelos i*, ArchiMate e modelos conceituais derivados do *OO-Method* documentam objetivos, atores, tarefas, dependências e indicadores organizacionais. O grupo 2 reúne estudos que utilizam linguagens e modelos formais como principal meio de documentação (IDs 06, 07, 10, 12, 13, 18, 20, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 38 e 44). Nesses casos, modelos de objetivos, cenários, *concern models*, URN, LEL e outras estruturas analíticas registram requisitos funcionais, não funcionais

e decisões arquiteturais. O grupo 3 enfatiza a documentação de variabilidade e alternativas de *design* (IDs 25, 28 e 32), utilizando modelos de *features*, *state-charts* e modelos de linha de produto para representar diferentes configurações do sistema. A documentação em abordagens GORE é predominantemente *model-based*, utilizando modelos e linguagens especializadas para registrar objetivos, decisões e restrições do sistema.

Validação de Requisitos: Foram identificados quatro padrões principais para a atividade de validação de requisitos.

No grupo 1, a validação ocorre de forma implícita, geralmente por meio da revisão conceitual de modelos ou análise de alternativas durante a elicitação e análise (IDs 02, 13 e 14). O grupo 2 reúne estudos que realizam validação por meio de testes, utilizando objetivos organizacionais e KPIs como critérios de verificação (IDs 03, 08 e 15), incluindo testes funcionais, testes de aceitação e abordagens como *Behavior-Driven Development* (BDD). No grupo 3, a validação ocorre por meio da análise e verificação de modelos (IDs 06, 17, 18, 20, 29, 31, 34 e 38), incluindo diagnóstico de modelos, avaliação analítica de alternativas, monitoramento de indicadores e verificação formal. O grupo 4 enfatiza validação participativa com *stakeholders* (IDs 11, 36 e 45), utilizando revisões colaborativas de modelos ou protótipos derivados da modelagem.

Gerenciamento de requisitos: Os estudos indicam que o gerenciamento de requisitos é a atividade menos explorada explicitamente nos trabalhos que aplicam técnicas da GORE. Em sua maioria, o gerenciamento ocorre de forma indireta por meio dos próprios modelos GORE, que preservam relações entre objetivos, requisitos e *stakeholders*, apoiando rastreabilidade e análise de impacto de mudanças. Esse padrão pode ser observado nos IDs 01, 03, 08, 09, 14, 17, 23, 24, 40 e 42. Assim, observa-se que as técnicas GORE são mais utilizadas nas atividades iniciais da ER, especialmente elicitação, análise e negociação de requisitos, nas quais objetivos, conflitos e dependências organizacionais são identificados e refinados para apoiar requisitos alinhados à estratégia organizacional.

Setores da Indústria e Categoria de Sistemas

Para responder à segunda parte da questão, foi analisado o setor organizacional em que as técnicas da GORE foram aplicadas nos 49 estudos selecionados. Os resultados mostram uma aplicação heterogênea, abrangendo empresas privadas, instituições públicas, organizações educacionais e ambientes industriais. Essa diversidade indica que a GORE pode ser aplicada em diferentes contextos para apoiar atividades como elicitação de requisitos, alinhamento estratégico e modelagem de processos. A Tabela 4 apresenta a distribuição dos estudos por setor de aplicação. Nessa tabela, o grupo corresponde ao setor econômico, enquanto a área de aplicação indica o domínio específico dentro desse setor no qual o artigo aplica a abordagem da GORE. Em relação às categorias de sistemas, observa-se a predominância de sistemas de informação organizacionais (Ids: 01, 09, 20, 42), sistemas orientados a processos de negócio (Ids: 05, 12, 28, 49), sistemas adaptativos (Ids: 06, 18, 30) e sistemas distribuídos (Ids: 24, 31), evidenciando a aplicação da GORE em diferentes níveis de complexidade e domínio.

Tabela 4: Setores da indústria em que a GORE foi aplicada nos artigos aceitos.

Grupo	Área de aplicação
Comércio e Serviços	Id01 - Distribuidora de produtos; Id02 - Media Shop; Id04 - Serviços Empresariais; Id06 - Serviços de Reserva de Viagens <i>Online</i> ; Id11 - Agência de Fotografia; Id12 Empresa Fictícia de Aluguel de Carros; Id19 - Agência de Fotografia; Id21 - Ramo de Pedágios; Id42 - Distribuição e fornecimento de materiais de escritório e papelaria; Id45 - Serviço Social; Id48 - Setor de Seguros; Id49 - Comércio eletrônico de passagens aéreas
Educação	Id08 - Educação; Id13 Educação; Id28 - Instituição Acadêmica; Id38 - Educação
Transporte e Logística	Id05 - Sistema Logístico; Id09 - Transporte; Id10 - Aviação; Id17 - Empresa de Transporte; Id23 - Transporte Aéreo; Id35 - Aviação; Id47 - Transporte / Infraestrutura Operacional
Tecnologia e Software	Id14 - Desenvolvimento de Software; Id15 - Alta Tecnologia e Telecomunicações; Id18 - Serviços em Nuvem; Id20 - Telecomunicações; Id24 - Empresa de Software / Setor Financeiro / Sistema de Busca Interno; Id25 - Cliente de E-mail; Id29 - Sistemas Grid; Id30 - Geração de Energia e Saúde; Id31 - Cloud Computing; Id33 - Bancário; Id37 - Servidor de E-mail; Id43 - Divisão de TI de Instituição Financeira; Id44 - Bibliotecas Digitais e Aplicações Web Interativas
Setor Público	Id07 - Sistema de Reclamações Públicas; Id16 - Órgãos Públicos; Id40 e Id46 -Gestão Urbana e Governança Metropolitana;
Indústria	Id03 - Setor Têxtil; Id26 - Construção Civil; Id27 - Setor Aero-náutico; Id41 - Varejo Automotivo
Saúde	Id30 - Geração de Energia e Saúde; Id36 - Saúde; Id47 - Saúde (integração com transporte e infraestrutura)
Outros	Id22 - Zoológico

QP04 - Existem técnicas da GORE que são utilizadas em processos de engenharia de requisitos em PMEs e como estas técnicas são aplicadas?

Para responder a esta questão, foram analisados os estudos que indicaram aplicação de técnicas e métodos da GORE em PMEs. Entre os 49 artigos selecionados na RSL, 17 trabalhos relatam explicitamente aplicações nesse contexto. Cabe ressaltar que, diferentemente da qp03, nesta questão o foco está no uso dessas metodologias e técnicas em PMEs.

Os resultados mostram que todas as aplicações ocorrem na atividade de Elicitação de Requisitos, indicando forte concentração do uso da GORE nas fases iniciais da Engenharia de Requisitos. A atividade de Análise e Negociação também aparece em todos os estudos, com exceção do ID 46. Em contraste, a atividade de Documentação/Especificação é menos frequente, sendo relatada em nove estudos (IDs 01, 03, 10, 12, 17, 19, 28, 39 e 42), enquanto a Validação de Requisitos aparece em apenas cinco trabalhos (IDs 03, 08, 14, 17 e 45). Nenhum dos estudos analisados relata aplicação explícita de técnicas da GORE na atividade de Gerenciamento de Requisitos.

Os resultados indicam que as técnicas da GORE são utilizadas principalmente nas fases de *early requirements*, apoiando a identificação, estruturação e avaliação de metas organizacionais e interesses de *stakeholders*. Técnicas como GRL e i*, bem como métodos como KAOS, OGORE e B-SCP, são utilizados para alinhar objetivos de negócio aos requisitos do sistema, permitindo o refinamento de metas e a derivação de requisitos. A Tabela 5 apresenta os trabalhos analisados. O valor ✓ indica atividade coberta, enquanto – indica atividade não coberta. A

tabela apresenta estudos que aplicaram técnicas da GORE em PMEs, indicando a técnica utilizada e as atividades de ER em que foram empregadas.

Tabela 5: Trabalhos, técnica ou método e atividades da GORE em PMEs.

ID	Técnica/Método	Elic.	Anál./Neg.	Doc./Esp.	Valid.	Gerenc.
1	GRL	✓	✓	✓	-	-
3	GTM	✓	✓	-	-	-
8	GRL	✓	✓	-	✓	-
9	GRL	✓	✓	-	-	-
10	ASTEAM	✓	✓	✓	-	-
12	B-SCP	✓	✓	✓	-	-
14	G-R Model	✓	✓	-	✓	-
17	AGORA	✓	✓	✓	✓	-
19	i*	✓	✓	✓	-	-
22	i*	✓	✓	-	-	-
28	KAOS	✓	✓	✓	-	-
39	i*	✓	✓	✓	-	-
41	KAOS	✓	✓	-	-	-
42	GTM	✓	✓	✓	-	-
45	i*	✓	✓	-	✓	-
46	KAOS	✓	-	-	-	-
49	i*, BIM	✓	✓	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor. ✓ atividade coberta; – atividade não coberta.

QP05 - Quais são as principais vantagens e desvantagens percebidas no uso da GORE na indústria?

Vantagens: As vantagens foram agrupadas em dez categorias principais. A Tabela 6 apresenta uma síntese das principais vantagens reportadas pelos estudos analisados.

Os estudos indicam que a GORE contribui para alinhar requisitos aos objetivos organizacionais, melhorar sua qualidade e consistência, apoiar decisões e facilitar a comunicação entre *stakeholders*. Além disso, permite identificar conflitos e riscos antecipadamente, monitorar metas por indicadores e favorecer a adaptação a mudanças.

Desvantagens: Alguns estudos relatam limitações associadas ao uso da GORE em contextos industriais. Essas desvantagens foram agrupadas em cinco categorias principais. A Tabela 7 sintetiza estas categorias com os IDs dos trabalhos associados a cada categoria.

Os estudos indicam que as principais limitações da GORE estão associadas ao esforço necessário para construção e manutenção dos modelos, à complexidade metodológica das técnicas e às dificuldades de integração com sistemas e processos organizacionais existentes. Esses resultados sugerem que, embora a GORE apresente benefícios relevantes para a engenharia de requisitos, sua aplicação prática pode demandar capacitação adequada das equipes, apoio organizacional e estratégias de adaptação às condições específicas de cada contexto.

4.1 Implicações para pesquisadores e profissionais

Os resultados desta RSL evidenciam oportunidades de pesquisa relacionadas ao uso integrado da GORE nas diferentes atividades da ER, especialmente em gerenciamento de requisitos e adoção em PMEs. Para profissionais, os resultados

Tabela 6: Vantagens do uso de GORE na indústria.

Categoria	Síntese das vantagens reportadas	IDs
1. Alinhamento Estratégico e Organizacional	A GORE permite conectar requisitos aos objetivos organizacionais, favorecendo a coerência entre metas estratégicas, decisões de projeto e requisitos operacionais.	01, 02, 03, 08, 09, 12, 14, 23, 24, 26, 40, 49
2. Melhoria de Processos e Qualidade	A abordagem contribui para aumentar a consistência, completude e clareza dos requisitos, reduzindo erros e retrabalho ao estruturar melhor o entendimento do domínio.	01, 03, 04, 08, 09, 11, 16, 23, 28, 36, 38
3. Elicitação e Modelagem de Requisitos	O uso de modelos orientados a objetivos facilita a elicitação estruturada, a identificação de requisitos não evidentes e a organização das preocupações dos <i>stakeholders</i> .	04, 10, 19, 20, 21, 22, 37, 39, 44, 46, 47
4. Monitoramento e Controle	A GORE possibilita acompanhar o cumprimento de metas por meio de indicadores e KPIs, permitindo avaliar a efetividade dos requisitos ao longo do ciclo de vida do sistema.	04, 06, 20, 29, 40, 41, 43
5. Redução de Problemas e Riscos	A análise de metas e obstáculos permite identificar conflitos e lacunas nos requisitos de forma antecipada, reduzindo riscos e custos associados a mudanças tardias.	01, 03, 08, 09, 14, 16, 28, 43, 47
6. Suporte à Tomada de Decisões	Modelos orientados a objetivos auxiliam na análise de alternativas, na resolução de conflitos e na priorização de soluções alinhadas aos objetivos organizacionais.	02, 13, 14, 16, 17, 24, 27, 45, 48, 49
7. Flexibilidade e Adaptação	A GORE facilita a adaptação a mudanças de contexto e requisitos, apoiando a gestão de variabilidade e a seleção de alternativas em ambientes dinâmicos.	02, 06, 12, 20, 22, 25, 29, 41, 46
8. Comunicação e Engajamento	Os modelos de objetivos promovem uma linguagem comum entre <i>stakeholders</i> , melhorando a comunicação, negociação e compreensão das responsabilidades.	01, 03, 04, 08, 09, 14, 20, 21, 23, 37, 39, 44
9. Eficiência e Automação	A abordagem permite automatizar artefatos e processos derivados de modelos, contribuindo para maior eficiência e produtividade no desenvolvimento.	11, 23, 36, 38
10. Exploração e Reutilização de Conhecimento	A GORE favorece a reutilização de conhecimento e padrões de requisitos, apoiando o raciocínio baseado em casos e reduzindo retrabalho em projetos futuros.	17, 44

indicam que técnicas como i^* , KAOS, GRL e OGORE podem apoiar o alinhamento entre objetivos organizacionais e requisitos de software, contribuindo para melhorar a comunicação e a tomada de decisão. Em especial no contexto de PMEs, a GORE pode auxiliar na estruturação das atividades reduzindo ambiguidades e favorecendo maior alinhamento entre necessidades organizacionais e soluções computacionais.

5 Considerações Finais

A análise dos resultados da RSL evidencia que a GORE tem sido investigada e aplicada em contextos industriais, incluindo PMEs, porém de forma heterogênea e fragmentada. Os estudos analisados indicam um uso recorrente de técnicas como i^* , NFR Framework e KAOS, principalmente nas atividades de elicitação, análise e negociação de requisitos, confirmando o potencial dessas abordagens para apoiar a compreensão das intenções organizacionais e dos objetivos dos *stakeholders*.

Entretanto, os resultados também revelam que a aplicação da GORE tende a se concentrar em recortes específicos do processo de Engenharia de Requisitos, sendo raros os trabalhos que abordam de maneira integrada todas as atividades do processo, especialmente documentação, validação e gerenciamento de requisitos. A partir da análise crítica dos resultados, identificam-se oportunidades para trabalhos futuros. Estes trabalhos podem incluir a atualização periódica

Tabela 7: Desvantagens do uso da GORE na indústria.

Grupo (Categoria)	Desvantagens agrupadas	IDs
1. Recursos e Tempo	A aplicação da GORE pode exigir elevado esforço de modelagem, tempo e recursos humanos especializados, o que pode dificultar sua adoção em organizações com equipes reduzidas ou restrições de recursos.	01, 03, 07, 08, 10, 14, 15, 20, 21, 36, 43
2. Complexidade	As técnicas da GORE podem apresentar alta complexidade metodológica e conceitual, envolvendo modelos extensos, curva de aprendizado elevada e dificuldades de manutenção e análise em sistemas complexos.	01, 06, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45
3. Integração	A adoção da GORE pode demandar esforço adicional para integração com sistemas legados, ferramentas existentes e outras técnicas de modelagem, aumentando a complexidade de implementação.	15, 16, 19, 27, 32, 40, 41
4. Stakeholders	Conflitos de interesse, resistência à mudança e a necessidade de forte colaboração entre <i>stakeholders</i> podem dificultar o alinhamento de objetivos e a adoção das técnicas.	01, 03, 08, 09, 23, 27
5. Comunicação	A complexidade das notações e modelos orientados a objetivos pode dificultar a compreensão por parte de <i>stakeholders</i> não especialistas, comprometendo a comunicação e o entendimento compartilhado.	02, 14, 21, 28, 36, 38, 40, 41, 44

da Revisão Sistemática da Literatura, incorporando estudos publicados após outubro de 2024, para verificar a evolução das pesquisas sobre GORE em PMEs. Também se sugere a realização de validações empíricas em diferentes domínios e organizações, a fim de avaliar a aplicabilidade prática e as limitações dos modelos propostos. Visualiza-se também a possibilidade de investigar estratégias de adoção incremental da GORE e analisar fatores humanos e organizacionais que influenciam sua aceitação em PMEs. Por fim, como limitações do trabalho é possível apontar que as buscas nas bases contemplam estudos publicados até outubro de 2024, a escolha da estrutura da *string* pode não ter considerado algum termo desconhecido pelos pesquisadores bem como a própria visão subjetiva dos autores na análise dos resultados.

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. Abdullahi, S. et al.: Software requirements negotiation: A review on challenges. *International Journal of Innovative Computing*, 11(1), 1–6 (2021).
2. Anton, A. I.: Goal-based requirements analysis. In: *Proceedings of the second international conference on requirements engineering*. IEEE, 136-144 (1996).
3. Chung, L. et al.: *Non-functional requirements in software engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, (2012).
4. Dardenne, A., Lamsweerde, A. V., Fickas, S.: Goal-directed requirements acquisition. *Science of Computer Programming* 20(1-2), 3–50 (1993).
5. Davey, B., Parker, K. R.: Requirements elicitation problems: a literature analysis. *Issues in Informing Science and Information Technology* 12, 71–82 (2015).
6. Delima, Rosa, Wardoyo, Retantyo, Mustofa, Khabib.: Goal-oriented requirements engineering: state of the art and research trend. *JUITA: Jurnal Informatika*, 105-114 (2021).

7. Donzelli, P, Bresciani, P.: Goal-oriented requirements engineering: a case study in e-government. In: International Conference on Advanced Information Systems Engineering. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 15, 601-616 (2003).
8. Elsayed, I. A., Ezz, Z., Nasr, E.: Goal Modeling Techniques in Requirements Engineering: A Systematic Literature Review, Journal of Computer Science, 13(9), 430–439 (2017).
9. Fritola, R. G., Santander, V. A. Documentação de requisitos de sistemas legados: uma proposta baseada na engenharia de requisitos orientada a objetivos. In: *Anais do Workshop em Engenharia de Requisitos - Proceedings of the 25th Workshop on Requirements Engineering (WER2022)*. 2022. ISSN 2675-0066. ISBN 978-65-00-73495-9. DOI: 10.29327/1298262.25-28.
10. Horkoff, J. et al.: Goal-oriented requirements engineering: an extended systematic mapping study. Requirements engineering, Springer 24, 133–160 (2019).
11. Khalid, S. et al.: Ensuring quality in software requirement engineering process: A comparative study. Egyptian Informatics Journal, Elsevier 31, 100754 (2025).
12. Kotonya, G., Sommerville, I.: Requirements engineering: processes and techniques. Wiley Publishing, (1998).
13. Van Lamsweerde, A. v.: Requirements engineering: From system goals to UML models to software. Chichester, UK: John Wiley & Sons (2009).
14. Parsifal homepage, <https://parsif.al/>, Acessado em 2026/03/10.
15. Dados RSL, <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.31816561>, Figshare, Acessado em 2026/05/28.
16. Wohlin, C.: Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering, 1-10 (2014).
17. Yu, E. S.: Towards modelling and reasoning support for early-phase requirements engineering. In: Proceedings of ISRE'97: 3rd IEEE International Symposium on Requirements Engineering. IEEE 1997, 226-235 (1997).
18. Zowgui, D., Nurmiliani, N.: A study of the impact of requirements volatility on software project performance. In: IEEE. Ninth Asia-Pacific Software Engineering Conference, 3-11 (2002).
19. Fayad, M.E., Laitinen, M., Ward, R.P.: Software engineering in the small. Communications of the ACM 43(3), 115-118 (2000).
20. Kitchenham, B., Charters, S.: Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE-2007-01, Keele University and Durham University (2007).
21. Petticrew, M., Roberts, H.: Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide. John Wiley & Sons (2008).
22. SEBRAE/PR: Panorama das Empresas de TIC no Brasil – 2024. (Sebrae/PR), Curitiba (2025). Disponível em: <https://sebraepr.com.br/impulsiona/panorama-das-empresas-de-tic-no-brasil-2024/>. Acessado em: 13/03/2026.