

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

Willian Samuel Gerstberger

**Uma Proposta de Desenvolvimento de uma  
Técnica de Elicitação de Requisitos para  
Sistemas Multiagentes com Ênfase no  
Modelo BDI**

Alegrete  
2021



Willian Samuel Gerstberger

**Uma Proposta de Desenvolvimento de uma Técnica  
de Elicitação de Requisitos para Sistemas  
Multiagentes com Ênfase no Modelo BDI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Engenharia de  
Software da Universidade Federal do Pampa  
como requisito parcial para a obtenção do tí-  
tulo de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Gilleanes Thorwald  
Araujo Guedes

Coorientador: Bel. Iderli Pereira de Souza  
Filho

Alegrete  
2021



**Willian Samuel Gerstberger**

**Uma Proposta de Desenvolvimento de uma Técnica de Elicitação de Requisitos  
para Sistemas Multiagentes com Ênfase no Modelo BDI**

Trabalho de Conclusão  
apresentado ao Curso de Engenharia  
de Software da Universidade Federal  
do Pampa, como requisito parcial para  
obtenção do Título de Bacharel em  
Engenharia de Software.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 04 de outubro de 2021.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Gilleanes Thorwald Araujo Guedes

Orientador

UniPampa

---

Bel. Iderli Pereira de Souza Filho

UniPampa

---

Prof. Dr. Eder Mateus Nunes Gonçalves

UniPampa

---

Prof. Dr. Maicon Bernardino da Silveira

UniPampa

---



Assinado eletronicamente por **GILLEANES THORWALD ARAUJO GUEDES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/10/2021, às 09:52, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **MAICON BERNARDINO DA SILVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/10/2021, às 09:53, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **IDERLI PEREIRA DE SOUZA FILHO, Usuário Externo**, em 04/10/2021, às 09:54, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **Eder Mateus Nunes Gonçalves, Usuário Externo**, em 04/10/2021, às 17:06, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0624388** e o código CRC **F673C952**.

---



Este trabalho é dedicado aos meus pais,  
por sempre me encorajarem e mostrarem paciência.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à toda minha família e a minha namorada, que com suas broncas e conselhos sempre me apoiaram, e acima de tudo pela ajuda em todos os momentos que esta era necessária.

Um agradecimento mais que especial ao meu orientador Prof. Dr. Gilleanes Thorwald Araujo, por ter aceitado me orientar em cima da hora e ainda por cima em um momento tão difícil, onde todo o trabalho teve que ser realizado à distância. Por sempre se mostrar disponível (até em suas férias) em tirar minhas dúvidas e corrigir o texto. Sem seus conselhos e orientação este trabalho não seria possível.

Agradeço também a todo grupo de pesquisa que foi responsável por me mostrar o universo de sistemas multiagentes e que sempre estavam dispostos a sanar minhas intermináveis dúvidas, em especial a figura do meu coorientado Iderli que sempre ajudou participando das reuniões e dando sugestões de melhorias.

A todos meus amigos, de longe e de perto, que a toda hora me ajudaram e que proporcionaram as melhores lembranças que alguém pode ter.

Por fim agradeço a UNIPAMPA por possibilitar a qualquer pessoa a chance de um estudo com um alto nível de qualidade e principalmente de forma gratuita.



"As pessoas pensam na educação  
como algo que podem terminar."

Isaac Asimov



## RESUMO

Um dos mais importantes aspectos da Engenharia de Requisitos - uma subárea da Engenharia de Software - é o processo de elicitação de requisitos. Erros ou falhas de interpretação cometidos no processo de elicitação podem gerar problemas graves que atrasam e aumentam consideravelmente o custo do software ou mesmo causam a falha total do projeto. Sistemas multiagentes são usados como alternativa para resolver problemas complexos por meio da divisão desta complexidade entre vários agentes de software. Todavia, como todos os outros softwares, sistemas multiagentes também sofrem dos mesmos problemas de elicitação de requisitos. No entanto, alguns requisitos para sistemas multiagentes possuem características particulares que permitem, por exemplo, definir as crenças, desejos e intenções dos agentes. Estas características podem ser representadas pelo modelo *Belief-Desire-Intention* (BDI) ou crença–desejo–intenção. Levando em consideração a importância da elicitação de requisitos, desenvolvemos uma revisão sistemática com o intuito de, a partir dos resultados obtidos, analisar e entender como as técnicas de elicitação para sistemas multiagentes atualmente existentes são aplicadas, quais são suas características particulares e se algumas delas cobrem a elicitação de requisitos para o modelo BDI. A partir desta revisão sistemática, percebemos a necessidade de elaborar a proposta de uma nova técnica de elicitação de requisitos específica para sistemas multiagentes com foco no modelo BDI, tendo em vista que as técnicas existentes não suportam este modelo, não são intuitivas e são de difícil aplicação. Por fim, validamos a técnica proposta por meio da aplicação de uma entrevista visando elicitar requisitos para um sistema multiagentes de entrega de pacotes.

**Palavras-chave:** Engenharia de Requisitos. Elicitação de Requisitos. Técnica de elicitação. Sistemas multiagentes. Modelo BDI.



## ABSTRACT

One of the most important aspects of Requirements Engineering (RE) - a software engineering subfield - is the requirements elicitation process. An error or a misinterpretation in the process of requirements elicitation can cause major problems such as delaying, impacting the cost of the software or even causing a total project failure. Multiagent systems are used as an alternative to solve complex problems by dividing this complexity among several software agents. However, like all other software, multiagent systems also suffer from the same requirements elicitation problems. Although, some requirements for multiagent systems have particular characteristics that allow, for example, to define the agents' beliefs, desires, and intentions. These special features can be represented by the BDI model. Taking into account the importance of eliciting requirements, we developed a systematic review in order to, from the results obtained, analyze and understand how the elicitation techniques for currently existing multiagent systems are applied, what are their particular characteristics and whether any of them cover the elicitation of requirements for the BDI model. Based on this systematic review, we realized the need to prepare a proposal for a new technique for eliciting specific requirements for multiagent systems with a focus on the BDI model, considering that existing techniques do not support this model, they are not intuitive and are difficult to apply. Finally, we validate the proposed technique by applying an interview aiming to elicit requirements for a multiagent package delivery system.

**Key-words:** Requirements Engineering. Requirements elicitation. Elicitation Techniques. Multiagent systems. BDI model.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Típica de um Sistema Multiagente. . . . .	28
Figura 2 – String de Busca Genérica . . . . .	36
Figura 3 – Processo de Pesquisa. . . . .	38
Figura 4 – Análise SWOT da técnica Homer. . . . .	43
Figura 5 – Modelo Pré-Definido para Representar um Sujeito. . . . .	45
Figura 6 – Modelo Pré-Definido para Representar um Objeto. . . . .	45
Figura 7 – Modelo Pré-Definido para Representar um Verbo e Estado. . . . .	45
Figura 8 – Exemplo de Resposta para Questão do REG. . . . .	48



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fontes de Busca. . . . .	35
Tabela 2 – Resposta para as Questões de Qualidade . . . . .	38
Tabela 3 – Tabela de Extração de Dados . . . . .	38
Tabela 4 – Agente Centro de Distribuição . . . . .	78
Tabela 5 – Agente Gerente de Rotas . . . . .	79
Tabela 6 – Agente Centro de Expedição . . . . .	80
Tabela 7 – Agente Gerente de Entregas . . . . .	81
Tabela 8 – Agente Entregador . . . . .	82
Tabela 9 – Cenário 1: Receber os pacotes . . . . .	83
Tabela 10 – Cenário 2: Gerar remessa de pacotes . . . . .	84
Tabela 11 – Cenário 3: Criar as rotas de entrega . . . . .	85
Tabela 12 – Cenário 4: Enviar remessa para centro de expedição . . . . .	86
Tabela 13 – Cenário 5: Receber Remessa . . . . .	87
Tabela 14 – Cenário 6: Separar os pacotes de uma remessa . . . . .	88
Tabela 15 – Cenário 7: Preparar o pacote para entrega . . . . .	89
Tabela 16 – Cenário 1: Receber entregas . . . . .	90
Tabela 17 – Cenário 2: Gerar remessa de entregas . . . . .	91
Tabela 18 – Cenário 3: Criar Rotas . . . . .	92
Tabela 19 – Cenário 4: Enviar Remessa de Entregas . . . . .	93
Tabela 20 – Cenário 5: Receber Remessa de Entregas . . . . .	94
Tabela 21 – Cenário 6: Preparar a entrega . . . . .	95



## LISTA DE SIGLAS

- ABGR** *Agent Based Goal Refinement* ou Refinamento de Metas Baseado em Agente
- AORE** *Agent Oriented Requirements Elicitation* ou Elicitação de Requisitos Orientados ao Agente
- AOSE** *Agent Oriented Software Engineering* ou Engenharia de Software Orientada por Agente
- BDI** *Belief-Desire-Intention* ou crença–desejo–intenção
- GORMAS** *Guidelines for Organizational Multi-agent Systems*
- LEL** *Language Extended Lexicon* ou Linguagem de Léxico Estendido
- REG** *Requirements Elicitation Guide* ou Guia de Elicitação de Requisitos
- SMA** Sistema Multiagentes
- SWEBOK** *Software Engineering Body of Knowledge* ou Guia do Conhecimento da Engenharia de Software
- TrAM** *Transaction Agent Modelling*
- UML** *Unified Modeling Language* ou Linguagem de Modelagem Unificada



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO . . . . .	23
1.1	Motivação . . . . .	24
1.2	Objetivos do Trabalho . . . . .	24
1.2.1	Objetivo Geral . . . . .	24
1.2.2	Objetivos Específicos . . . . .	25
1.3	Principais Contribuições . . . . .	25
1.4	Metodologia Utilizada no Trabalho . . . . .	25
1.5	Organização deste Trabalho . . . . .	26
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .	27
2.1	Sistemas Multiagentes . . . . .	27
2.1.1	Modelo <i>BDI - Belief Desire Intention</i> . . . . .	29
2.2	Engenharia de Requisitos . . . . .	30
2.2.1	Elicitação de Requisitos . . . . .	30
2.2.1.1	Fontes de Requisitos . . . . .	31
2.2.1.2	Técnicas de Elicitação . . . . .	32
2.2.2	Análise de Requisitos . . . . .	32
2.2.3	Especificação de Requisitos . . . . .	33
2.2.4	Validação de Requisitos . . . . .	33
3	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA . . . . .	35
3.1	Protocolo da Revisão Sistemática . . . . .	35
3.2	Etapa de Condução . . . . .	37
3.3	Resultados da Revisão Sistemática . . . . .	37
4	TÉCNICAS DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS PARA SMA	41
4.1	Estado da Arte da Técnica Homer . . . . .	41
4.2	Técnicas de Elicitação Recuperadas Através da Revisão . . . . .	43
4.2.1	Early Requirement Guidelines for Multiagent System Modeling	43
4.2.2	Eliciting Multi-Agent Systems Intentionality: from Language Extended Lexicon to i* Models . . . . .	44
4.2.3	A Visualization Technique for Agent Based Goal Refinement to Elicit Soft Goals in Goal Oriented Requirements Engineering	46
4.2.4	Requirements Elicitation and Analysis of Multiagent Systems Using Activity Theory . . . . .	47
4.2.5	Agency and the Virtual Campus: The TrAM Approach . . . . .	49
4.3	Requirements Engineering in the Development of Multi-Agent Systems: A Systematic Review . . . . .	50

5	ESTUDO E APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MILLER . . .	53
5.1	Abordagem Homer . . . . .	53
5.2	Técnica de Miller . . . . .	54
5.3	Simulando uma Entrevista . . . . .	57
5.4	Entrevista para Elicitação do Sistema de Entregas Aplicando a Técnica de Miller . . . . .	57
5.4.1	Primeira Etapa . . . . .	58
5.4.2	Segunda Etapa . . . . .	59
5.4.3	Terceira Etapa . . . . .	59
5.5	Considerações sobre a técnica . . . . .	60
6	PROPOSIÇÃO DE UMA NOVA TÉCNICA DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS PARA SISTEMAS MULTIAGENTES	63
6.1	A Técnica Proposta . . . . .	63
6.2	Diretrizes para Técnica . . . . .	65
6.3	Entrevista de Validação . . . . .	67
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	71
	REFERÊNCIAS . . . . .	73
8	ANEXOS . . . . .	77
8.1	Glossário de Termos . . . . .	77
8.2	Artefatos Levantados na Primeira Entrevista . . . . .	78
8.2.1	Agentes do Sistema . . . . .	78
8.2.2	Cenários do sistema . . . . .	83
8.3	Artefatos Levantados na Segunda Entrevista . . . . .	90

## 1 INTRODUÇÃO

A definição de agente de software idealizada por Wooldridge e Ciancarini (2001), e aceita por grande parte dos engenheiros de software, afirma que agentes são processos de software que podem até certo ponto realizar ações autônomas e são capazes de interagir e comunicar-se com outros agentes para satisfazer os objetivos a ele impostos. Os agentes podem ser cognitivos, ou seja, são capazes de formar planos para seus comportamentos, e podem ser reativos, ou seja, apenas reagem a eventos.

Os Sistemas Multiagentes (SMAs) se caracterizam por representar um conjunto de agentes que interagem entre si, situados em um ambiente comum. Estes sistemas evoluíram significativamente nas últimas três décadas, e o desenvolvimento dos mesmos envolvem, entre outros, inteligência artificial, sistemas distribuídos e engenharia de software (SHEHORY; STURM, 2016).

De acordo com Jennings (1999), ao adotarmos uma visão de mundo orientada a agentes, torna-se aparente que a maioria dos problemas requer ou envolve múltiplos agentes. Seja para representar a natureza descentralizada do problema, os múltiplos locais de controle, as múltiplas perspectivas ou os interesses concorrentes. Além disso, os agentes precisam interagir uns com os outros, seja para atingir seus objetivos individuais ou para gerenciar as dependências que decorrem de estarem situados em um ambiente comum.

Conforme este campo da computação foi evoluindo, a complexidade e desafios que estes sistemas apresentam também cresceu, tornando-se necessário a aplicação dos princípios de engenharia de software a fim de empregar técnicas de análise, projeto e implementação, levando assim ao surgimento da *Agent Oriented Software Engineering* ou Engenharia de Software Orientada por Agente (AOSE). Este domínio evoluiu para abranger uma ampla gama de tópicos, incluindo especificação formal e validação de requisitos, metodologias de desenvolvimento, técnicas de engenharia de software, arquiteturas e infraestrutura (SHEHORY; STURM, 2016).

Os autores Wooldridge e Ciancarini (2001) referem-se a área de AOSE como um meio de gerenciamento da complexidade do software, que visa apoiar o desenvolvimento de sistemas baseado em agentes. Porém apesar do progresso considerável, os desafios que o campo encontrou desde a sua concepção ainda se mantêm.

Uma das subáreas da engenharia de software é a Engenharia de Requisitos. Esta possui a finalidade a elicitare, analisar, especificar e validar os requisitos de um dado sistema (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). É uma etapa que possui extrema importância para o engenheiro de software devido a necessidade de compreensão correta do que as partes interessadas querem de um sistema de software.

De acordo com Davey e Parker (2015), embora muitas vezes considerada uma tarefa simples, a elicitação de requisitos para projetos de desenvolvimento de software é uma das fases mais delicadas de qualquer metodologia de desenvolvimento de software,

sendo os requisitos pontos críticos para definir, estimar e gerenciar qualquer projeto.

Sistemas multiagentes devem ter seus requisitos elicitados como qualquer outro software, e para tanto, técnicas de elicitação eficazes precisam ser aplicadas, garantindo assim um sistema coeso com as especificações do cliente. A *Agent Oriented Requirements Elicitation* ou Elicitação de Requisitos Orientados ao Agente (AORE) pode ajudar nestes casos, sendo esta uma área usada para entender os requisitos do usuário e apresentar a resposta dentro do contexto do agente (WAISHIANG et al., 2016).

Esse trabalho tem como objetivo principal identificar quais são as técnicas de elicitação de requisitos para sistemas multiagentes, bem como de que maneira as mesmas são aplicadas e se elas cobrem o modelo *Belief-Desire-Intention* ou crença–desejo–intenção (BDI). O objetivo desta pesquisa é adquirir o conhecimento necessário a respeito do estado da arte das técnicas atuais e, com base na identificação de seus pontos fracos e fortes propor uma nova técnica de elicitação para SMAs com ênfase no modelo BDI.

## 1.1 Motivação

Definir com precisão os requisitos de um software permite que todos os recursos da empresa e a energia da equipe de desenvolvimento sejam direcionados a um fim claro. Sem uma definição precisa daquilo que se pretende desenvolver perde-se tempo, erros são cometidos e a qualidade do produto final é incerta (KOSCIANSKI; SOARES, 2007).

Com relação a sistemas multiagentes, a elicitação de requisitos apresenta uma complexidade extra, posto que, além de estabelecer com as partes interessadas quais as funcionalidades que os usuários externos poderão acessar no sistema, é necessário conseguir identificar os cenários internos a que os usuários normais não terão acesso e provavelmente nem sequer saberão de sua existência, já que estas funcionalidades serão executadas por agentes de software que farão parte do sistema em questão. Dessa forma, é muito mais complexo para as partes interessadas conceberem tais características do sistema.

Como uma má elicitação pode provocar erros graves no desenvolvimento futuro de uma aplicação, decidimos investigar quais são e como são aplicadas as técnicas de elicitação de requisitos no contexto de um sistemas multiagentes, de tal forma que seja possível determinar se as mesmas cobrem o modelo BDI, e quais podem ser as melhorias a serem aplicadas na proposta para uma nova técnica de elicitação.

## 1.2 Objetivos do Trabalho

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor uma nova técnica de elicitação de requisitos para sistemas multiagentes com ênfase no modelo BDI, visando garantir a correta elicitação de requisitos para sistemas multiagentes.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão sistemática que indique as técnicas de elicitação de requisitos para sistemas multiagentes disponíveis.
- Compreender como são aplicadas as técnicas consideradas mais promissoras, estudá-las, avaliá-las e apresentar nossas considerações.
- Desenvolver uma nova técnica de elicitação para sistemas multiagentes com ênfase no modelo BDI e validá-la por meio de sua aplicação em uma situação real.

### 1.3 Principais Contribuições

- Apresentar uma lista das principais técnicas de elicitação de requisitos para sistemas multiagentes, compilada por meio dos resultados encontrados através da revisão sistemática.
- Apresentar uma análise completa de cada técnica encontrada e como a mesma deve ser aplicada, com possíveis sugestões de melhoria em alguns pontos necessários.
- Proposta e aplicação de uma nova técnica de elicitação que permita levantamento de requisitos para sistemas multiagentes com ênfase no modelo BDI.

### 1.4 Metodologia Utilizada no Trabalho

Para iniciarmos a nossa pesquisa, realizamos uma revisão sistemática da literatura, com seu protocolo exemplificado no capítulo 3. A realização desta revisão teve como objetivo principal encontrar quais são e como são aplicadas as técnicas de elicitação para sistemas multiagentes.

Com a revisão sistemática concluída, iniciou-se a análise dos resultados obtidos, visando entender as características de cada técnica e como a mesma era aplicada.

Assim identificamos algumas lacunas, como por exemplo, que nenhuma técnica possui instruções claras acerca de levantamento de requisitos com ênfase no modelo BDI. Sendo assim, propusemos uma nova técnica tendo como inspiração técnicas estudadas.

Para validar nossa técnica realizamos um estudo de caso em forma de entrevista. Esta entrevista teve como objetivo levantar requisitos para um sistema multiagentes que é responsável pelo gerenciamento de entrega de pacotes.

## 1.5 Organização deste Trabalho

O restante do documento organiza-se da seguinte maneira:

O capítulo 2 apresenta os conceitos e a teoria necessária para a compreensão dos temas propostos. Neste capítulo são apresentados os conceitos de sistema multiagente e engenharia de requisitos, com ênfase em elicitación de requisitos.

O capítulo 3 apresenta a metodologia da revisão sistemática, como a mesma foi conduzida e seus resultados.

O capítulo 4 apresenta a análise completa das técnicas de elicitación encontradas contendo, como as técnicas são aplicadas e sugestões de aperfeiçoamento das mesmas.

O capítulo 5 apresenta um estudo das técnicas de Miller, como também uma elicitación simulada e uma elicitación real utilizando a técnica de Miller.

O capítulo 6 apresenta nossa proposta de uma nova técnica de elicitación para sistemas multiagentes e um estudo de caso para validación da mesma.

O capítulo 7 relata as considerações finais sobre a execução do trabalho.

O capítulo 8 apresenta os artefatos de requisitos levantados durante a realização do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem a finalidade de apresentar os conceitos que serviram como base e referência na realização deste trabalho. A seção 2.1 apresenta os conceitos gerais em relação a agentes e sistemas multiagentes. A seção 2.2 descreve os conceitos quanto a engenharia de requisitos e suas etapas.

### 2.1 Sistemas Multiagentes

Para entender o conceito de sistemas multiagentes é preciso primeiro dar um passo para trás e definir o que são agentes de software. Conforme Jennings, Sycara e Wooldridge (1998), um agente é um sistema de computador com base em software, situado em algum ambiente, e que é capaz de ações autônomas, flexíveis de modo a cumprir seus objetivos de projeto.

Um agente em sua forma básica não é autônomo nem inteligente e pode, por exemplo, realizar tarefas pré-definidas, como coleta e transmissão de dados. O fato de as tarefas serem pré-definidas deixa pouca liberdade de ação, portanto, a autonomia do agente é bastante limitada (SHEHORY; STURM, 2016).

Contudo, agentes mais sofisticados podem exibir autonomia ou inteligência, ou ambos. Por exemplo, agentes com base no modelo BDI são agentes equipados com camadas de software projetadas especificamente para raciocínio e ação inteligentes. Eles mantêm e manipulam planos e dados relevantes do plano e, em seguida, executam seus planos preferidos para cumprir seus objetivos.

Wooldridge e Jennings (1995) apresentam alguns comportamentos pertencentes aos agentes, são eles:

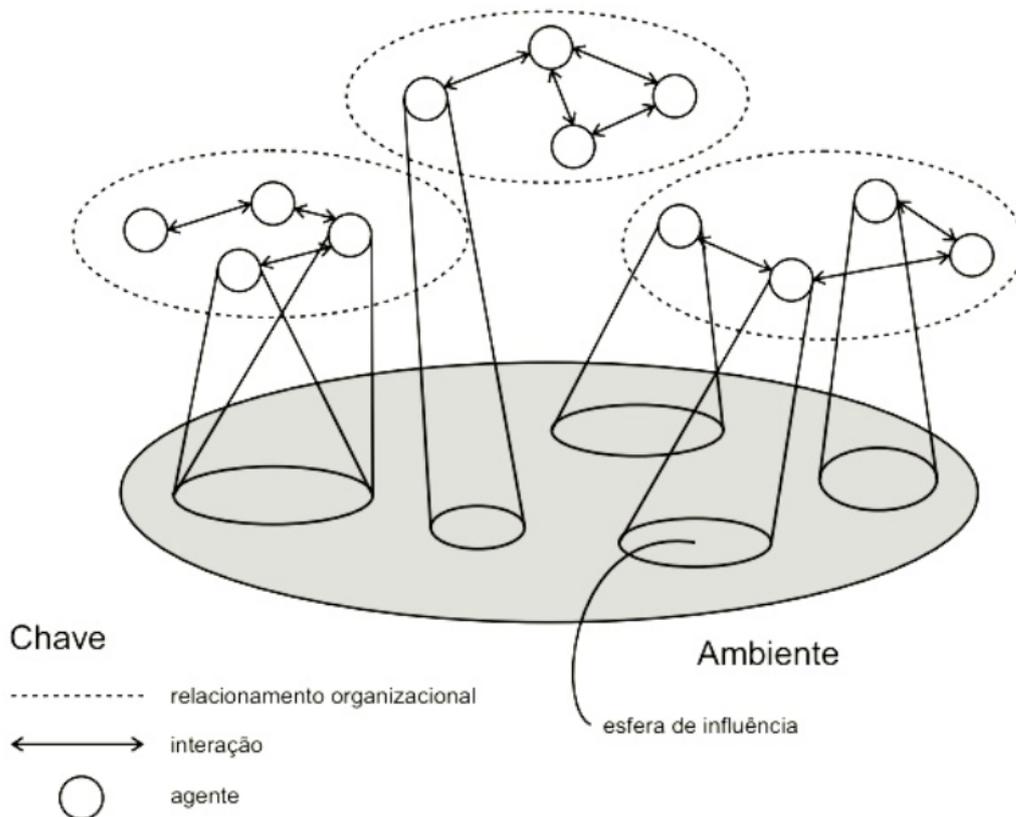
- **Autonomia:** Os agentes operam sem a intervenção direta de humanos ou outros agentes, e possuem algum tipo de controle sobre suas ações e estado interno.
- **Habilidade Social:** Quando existem tarefas muito complexas, agentes interagem com outros agentes por meio de algum tipo de linguagem de comunicação de agente.
- **Reatividade:** Os agentes percebem seu ambiente e respondem em tempo hábil às mudanças que ocorrem nele.
- **Capacidade Proativa:** Os agentes são capazes de exibir um comportamento direcionado a objetivos tomando a iniciativa, e não agem simplesmente em resposta ao seu ambiente.

De acordo com Boissier et al. (2020), agentes em um SMAs representam os órgãos de decisão dos sistemas, ou seja, são entidades projetadas para perseguir autonomamente algum objetivo, encapsulando para esse fim um fluxo de controle lógico e tomando decisões sobre como se comportar e interagir. Podemos considerar o exemplo de uma cidade

inteligente. Um agente que represente um carro autônomo não tripulado, tem o objetivo de chegar a algum lugar-alvo, escolhendo o caminho mais conveniente de acordo com a preferência dos usuários humanos.

Wooldridge (2009) define a estrutura típica de um sistema multiagente, conforme ilustrado na figura 1, o sistema contém vários agentes que interagem entre si por meio de comunicação. Os agentes são capazes de atuar em um ambiente e diferentes agentes possuem diferentes “esferas de influência”, no sentido de que eles terão controle sobre, ou pelo menos poderão influenciar, diferentes partes do ambiente. Essas esferas de influência podem coincidir em alguns casos, e este fato pode gerar relações de dependência entre os agentes, como por exemplo, um agente possuir uma posição hierárquica mais alta comparada a outros agentes.

Figura 1 – Estrutura Típica de um Sistema Multiagente.



Fonte: (WOOLDRIDGE, 2009)

Os autores Cernuzzi, Zambonelli et al. (2008) apresentam algumas abstrações importantes sobre SMAs que devem ser consideradas em um contexto de engenharia de requisitos. São elas:

- **Ator:** É uma entidade comportamental autônoma, interna ou externa ao sistema, que nele se interessa e contribui para a definição de papéis. Um ator pode se tornar

um agente do sistema, mas não necessariamente.

- **Papéis:** Determinam o comportamento dos agentes e estão associados aos objetivos e tarefas específicas que eles devem realizar no contexto da organização.
- **Objetivos:** Definem os objetivos do sistema em geral e de cada ator. Cada objetivo pode se referir a aspectos funcionais (associados aos serviços) ou não funcionais (associados à qualidade do serviço).
- **Aspectos Organizacionais:** Definem uma sociedade organizada de indivíduos (agentes). A sociedade pode ser dividida em sub-organizações (estrutura), cada uma seguindo padrões e regras que governam seu comportamento.
- **Restrições:** Estabelece o comportamento desejado tanto para a organização como para cada agente.
- **Interação entre os agentes:** Normalmente, os agentes operam dentro de um contexto onde precisam cooperar, competir ou simplesmente comunicar-se entre si para atingir seus próprios objetivos.
- **Interações com o ambiente:** Os agentes normalmente percebem e afetam um ambiente dependendo de suas funções e de seus estados atuais.

### 2.1.1 Modelo *BDI - Belief Desire Intention*

Segundo Rao, Georgeff et al. (1995) agentes com base no modelo BDI são equipados com camadas de software projetadas especificamente para raciocínio e ação inteligente. Seu comportamento inteligente é baseado em conceitos como crença, desejo e intenção, todos implementados como artefatos de software dentro dos agentes. Assim os agentes BDI exibem inteligência e autonomia.

Kardas, Tezel e Challenger (2018) descrevem que um agente com base no modelo BDI possui três tipos de atitudes mentais que são crença, desejo e intenção. Crenças são informações sobre o próprio agente, outros agentes e o ambiente em que o agente está localizado. Os desejos expressam todos os possíveis estados de coisas que podem ser alcançados por um agente, e funcionam como um gatilho potencial para as ações de um agente. Por fim, as intenções representam os estados das coisas que o agente acreditou ser capaz de atingir.

Um objetivo é o intermédio entre um desejo e uma intenção. Logo, enquanto a crença de um agente não for verdadeira, ou em outras palavras, enquanto o agente não acreditar que o objetivo pode ser atingido, ele possui apenas o desejo de atingi-lo, mas não irá agir para isso. No momento em que a crença (ou crenças) torna-se verdadeira e o agente passa a acreditar que o objetivo pode ser atingido, esse objetivo torna-se uma intenção e o agente passa a agir para atingi-lo. Para atingir o objetivo que tornou-se uma

intenção, é frequente um ou mais planos associados ao objetivo a ser executado (RAO; GEORGEFF et al., 1995).

## 2.2 Engenharia de Requisitos

O *Software Engineering Body of Knowledge* ou Guia do Conhecimento da Engenharia de Software (SWEBOK) (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014) define que os requisitos de software expressam as necessidades e restrições colocadas em um produto de software que contribuem para a solução de alguns problemas do mundo real.

Os requisitos devem refletir as necessidades dos clientes que buscam um sistema que atenda a um determinado propósito (SOMMERVILLE, 2015). Porém, em contraponto, Pressman (2009) afirma que mesmo que os clientes e usuários finais sejam explícitos em suas necessidades, essas necessidades têm a tendência de mudar ao longo do projeto.

O processo de elicitação, análise, especificação e validação destas necessidades é chamado de engenharia de requisitos, sendo este termo utilizado para caracterizar o tratamento sistemático de requisitos de software (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). Na maior parte dos casos, a engenharia de requisitos é apresentada como o primeiro estágio no desenvolvimento de software.

Segundo Pressman (2009) a intenção da engenharia de requisitos é fornecer a todas as partes uma compreensão por escrito do problema, e isso é alcançado por meio de uma série de produtos de trabalho. Por fim, os produtos de trabalho da engenharia de requisitos são revisados com as partes interessadas para garantir que o que foi especificado é o que elas realmente querem.

As próximas seções irão abordar as etapas da engenharia de requisitos do SWEBOK, tendo como foco principal a elicitação de requisitos, que serve como base para este trabalho.

### 2.2.1 Elicitação de Requisitos

Segundo o SWEBOK, a elicitação é o primeiro estágio no desenvolvimento de uma compreensão do problema que o software deve resolver. É fundamentalmente uma atividade humana, em que as partes interessadas são identificadas e as relações entre a equipe de desenvolvimento e o cliente são estabelecidas. Um dos princípios fundamentais da elicitação é a boa comunicação entre as diversas partes envolvidas no processo (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014).

De acordo com Pressman (2009), o trabalho do engenheiro de software é envolver as partes interessadas e incentivá-las a compartilhar seus objetivos com honestidade. Uma vez que as metas tenham sido capturadas, um mecanismo de priorização para os objetivos deve ser estabelecido. A variedade de partes interessadas envolvidas na execução da elicitação é muito importante pois as mesmas possuem uma forte influência nos resultados

do projeto. É essencial na elicitação de requisitos a escolha de partes interessadas dedicadas em garantir que seus requisitos sejam totalmente especificados e representados de modo a produzir modelos detalhados do sistema. Além disso, é necessário que as partes interessadas possuam boas habilidades de comunicação.

Coughlan, Lycett e Macredie (2003) declaram que, idealmente, a seleção das partes interessadas deve ser com base nas habilidades no domínio do conhecimento, visto que este é exatamente o tipo de conhecimento que precisará ser incorporado em um sistema. É mais comum, entretanto, que as partes interessadas sejam escolhidas com base em sua posição e status, em vez de seu conhecimento em si, embora as restrições de tempo, orçamento e recursos do projeto ditem em última análise o tipo de partes interessadas envolvidas. A seleção de candidatos apropriados para a participação é crítica pois os interessados devem então se engajar em um padrão de interação de acordo com certas influências mediadoras.

Nos trabalhos de Christel e Kang (1992) e Sharma e Pandey (2014) foram identificados uma série de problemas que podem aparecer conforme realiza-se a elicitação, tais como problemas de escopo, problemas de compreensão e problemas de inconsistência.

Problemas de escopo ocorrem quando o limite do sistema é mal definido ou os clientes e usuários especificam detalhes técnicos desnecessários que podem confundir em vez de esclarecer os objetivos gerais do sistema.

Problemas de compreensão são encontrados quando os clientes e usuários não estão completamente certos do que é necessário, têm problemas para comunicar necessidades, omitem informações consideradas óbvias, especificam requisitos que entram em conflito com as necessidades de outros clientes e usuários ou especificam requisitos.

Problemas de inconsistência ocorrem quando os clientes não têm uma compreensão completa do domínio do problema, quando os requisitos mudam ao longo do tempo, são ambíguos e não podem ser testados.

Para ajudar a superar esses problemas, deve-se abordar a atividade de coleta de requisitos da maneira mais organizada possível.

### 2.2.1.1 Fontes de Requisitos

Os requisitos de software podem ser descobertos em diversos tipos de fontes, e é essencial que todas as potenciais fontes sejam identificadas e cuidadosamente avaliadas (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). A seguir apresentamos as fontes mais comumente utilizadas:

- **Partes Interessadas:** O engenheiro de software deve selecionar as partes interessadas com melhor conhecimento do domínio e deve identificar e gerenciar as informações coletadas dos muitos tipos de partes interessadas.
- **Documentos:** Diversos tipos de materiais de leitura podem ser utilizados, e cabe

ao engenheiro de software a tarefa de estudá-los e deles conseguir extrair objetivos gerais de alto nível do software.

- **Ambiente Operacional:** Os requisitos podem ser derivados do ambiente do qual o software será executado, que pode ser condicionado pela estrutura, cultura e políticas internas da organização.

### 2.2.1.2 Técnicas de Elicitação

Uma vez que as fontes de requisitos tenham sido identificadas, o engenheiro de software pode começar a extrair informações de requisitos delas (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). Muitas abordagens diferentes para coleta de requisitos foram propostas e a seguir apresentamos as técnicas de elicitação mais comumente utilizadas:

- **Entrevista:** É uma das técnicas de elicitação mais tradicionais, onde o engenheiro de software desenvolve um questionário com perguntas detalhadas que buscam levantar os objetivos sobre o sistema que será desenvolvido.
- **Questionários:** Um questionário de requisitos fornece uma lista de perguntas sobre os requisitos do software. Normalmente, as perguntas são organizadas em requisitos de negócios ou objetivos do projeto. Um questionário bem elaborado ajuda o engenheiro de software a realizar uma reunião mais eficaz com as partes interessadas.
- **Cenários:** Os cenários fornecem um meio valioso para contextualizar a elicitação dos requisitos do usuário. Eles permitem que o engenheiro de software forneça uma estrutura para perguntas sobre as tarefas dos usuários.
- **Prototipagem:** Protótipos possibilitam a elaboração e teste de interface com as partes interessadas de forma interativa, além de que podem ser desenvolvidos rapidamente e custando pouco.
- **Brainstorming:** A técnica permite a exploração de novos conceitos e consiste em coletar o maior número de ideias possíveis em um curto período em uma ou mais reuniões. Ideias não convencionais são encorajadas para estimular os participantes.

É importante ressaltar que não existe uma técnica específica ou correta. Cada caso tem suas particularidades e deve ser estudado de maneira detalhada. Em alguns casos específicos, a melhor abordagem pode requerir a combinação de diversas técnicas.

### 2.2.2 Análise de Requisitos

O processo de análise de requisitos tem como principais metas detectar e resolver conflitos entre requisitos, descobrir os limites do software e como ele deve interagir com seu ambiente organizacional. Além disso, deve-se ter cuidado ao descrever os requisitos com

precisão suficiente para permitir que os requisitos sejam validados, sua implementação seja verificada e seus custos sejam estimados. (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014).

Para um requisito poder ser considerado como bom, o mesmo deve ser analisado pelo engenheiro de software e conter algumas características, tais como não ser ambíguo, ser verificável, consistente e rastreável (BERENBACH et al., 2009).

A análise de requisitos engloba algumas fases, tais como classificação de requisitos e negociação de requisitos. Na classificação, como o próprio nome diz, os requisitos podem ser classificados em, por exemplo, requisitos funcionais e não funcionais. Já na negociação de requisitos, problemas como conflito entre duas ou mais partes interessadas devem ser resolvidos (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014).

### 2.2.3 Especificação de Requisitos

Esta etapa normalmente se refere à produção de um ou mais documentos que podem ser sistematicamente revisados, avaliados e aprovados (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). Neste documento, geralmente escrito em linguagem natural, podem ser incluídos uma diferente gama de diagramas e de tabelas.

Sommerville (2015) sugere decompor essa etapa em outras duas fases: os requisitos de usuário e os requisitos de sistema. Os requisitos de usuário possuem a responsabilidade de detalhar os requisitos funcionais e não funcionais, tornando-os compreensíveis para os usuários do sistema que não compreendem os detalhes técnicos. Por sua vez, os requisitos de sistema são versões mais complexas dos requisitos de usuário, normalmente usados na implementação do sistema e por isso devem conter uma especificação completa e detalhada.

### 2.2.4 Validação de Requisitos

O processo de validação de requisitos confirma se os requisitos expressam os desejos do cliente em relação ao sistema a ser desenvolvido, e é extremamente importante porque erros em um documento de requisitos podem levar a grandes custos de retrabalho, quando esses problemas são descobertos durante o desenvolvimento ou após o sistema estar pronto para ser executado (SOMMERVILLE, 2015).

Requisitos que não podem ser validados são apenas desejos e, portanto uma tarefa importante é planejar como verificar cada requisito (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). O SWEBOK apresenta alguns procedimentos comuns que podem auxiliar na validação dos requisitos, como revisões de requisitos, onde um grupo de revisores juntamente com um representante das partes interessadas inspeciona os documentos elaborados em busca de erros, suposições confusas e falta de clareza. A prototipagem é outro meio comum para validar a interpretação dos requisitos de software a partir do ponto de vista do engenheiro de software e, quando necessário, fornecer comentários úteis sobre por que estão errados.



### 3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a revisão sistemática da literatura, discorrendo sobre a metodologia da revisão sistemática aplicada, como a revisão foi conduzida e os resultados que foram obtidos.

#### 3.1 Protocolo da Revisão Sistemática

Com o objetivo de pesquisar técnicas de elicitação de requisitos para sistemas multiagentes, foi realizada uma revisão sistemática da literatura seguindo o protocolo proposto por Kitchenham (2004). Por meio deste protocolo, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- **QP1:** Quais são as características necessárias para elicitação de requisitos multiagentes que suportam o modelo BDI?
- **QP2:** Como as técnicas de elicitação de requisitos para sistemas multiagentes são aplicadas?
- **QP3:** Quais estudos apresentam uma nova técnica de elicitação e quais adaptam técnicas a partir de abordagens anteriores?

Estas questões de pesquisa foram estabelecidas visando identificar técnicas de elicitação de requisitos que oferecem suporte para SMAs. Para realização da pesquisa, foram usadas apenas bases de dados que possuem um mecanismo de busca WEB, capaz de usar palavras-chave. As bases utilizadas podem ser vistas na tabela 1.

Tabela 1 – Fontes de Busca.

Fonte	Web site
ACM	<a href="http://dl.acm.org">http://dl.acm.org</a>
Engineering Village	<a href="http://engineeringvillage.com">http://engineeringvillage.com</a>
IEEE Xplore	<a href="http://ieeexplore.ieee.org">http://ieeexplore.ieee.org</a>
Scopus	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>

Fonte: Autor

Com as fontes de busca definidas, foi criada uma *String* de busca genérica conforme apresentado na figura 2. Como cada fonte de busca utiliza diferentes métodos de pesquisa, a *String* foi adaptada conforme era necessário, sempre mantendo as mesmas palavras e sinônimos. O termo BDI não entrou em nossa *String* visto que os trabalhos retornados não eram relacionados com elicitação de requisitos.

Após estabelecer a *String* de busca, foram definidos os critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE) para auxiliar o processo de triagem dos artigos retornados no processo de busca. Esses critérios são fundamentais, pois auxiliarão na redução do

Figura 2 – String de Busca Genérica

```
(Multiagent OR multi-agent OR Agent-based OR "Multi agent") AND ("early requirements"OR "requirements elicitation"OR "requirements elicit"OR "requirements acquisition"OR "elicitation process"OR AORE)
```

Fonte: Autor

número de artigos retornados e, principalmente, nortearão a seleção dos artigos relevantes na pesquisa. Definimos que, por exemplo, se um artigo for classificado em apenas um CI, ele será incluído como estudo primário e se um artigo estiver associado a pelo menos um CE, será excluído.

Os critérios de inclusão são os seguintes:

- **CI1:** O artigo deve apresentar ou propor pelo menos uma técnica para elicitação de requisitos para sistemas multiagentes.
- **CI2:** O artigo apresenta uma comparação de técnicas para elicitação de requisitos para sistemas multiagentes.

Os critérios de exclusão são os seguintes:

- **CE1:** O artigo não é relacionado com sistemas multiagentes.
- **CE2:** O artigo não tem relação com elicitação de requisitos.
- **CE3:** O artigo não apresenta nenhuma técnica para elicitação de requisitos.
- **CE4:** O artigo não está em inglês.
- **CE5:** O artigo tem menos de 6 páginas.
- **CE6:** Estudos disponíveis apenas na forma de resumo, apresentação de slides, pôster, artigo curto ou artigo de introdução de conferência.
- **CE7:** Artigo não disponível para download.

Também foram definidos critérios de qualidade, que possuem o objetivo de comparar qualitativamente a relevância de um artigo com outro e também de classificar os trabalhos que foram selecionados pelos critérios de inclusão. Cada um dos seguintes critérios de qualidade são avaliados pelo pesquisador, sendo que cada pergunta recebeu um peso de 2,5 e portanto, a pontuação total pode resultar em: 0 a 1,0 (ruim); 1,1 a 2,0 (razoável); 2,1 a 4,0 (bom); 4,1 ou 5,0 (muito bom). Os critérios de qualidade são os seguintes:

- **QQ1:** Existe algum tipo de avaliação empírica?
  - **S:** O estudo aplicou uma avaliação, por exemplo, um estudo de caso ou um experimento.
  - **P:** O estudo apenas menciona uma avaliação.
  - **N:** Nenhuma avaliação foi apresentada.
- **QQ2:** A técnica de especificação de requisitos suporta o modelo BDI ou auxilia na elicitação de requisitos específicos para o modelo BDI.
  - **S:** A técnica de especificação suporta o modelo BDI ou auxilia a elicitação de requisitos específicos para o modelo BDI.
  - **P:** A técnica de especificação apenas cita o modelo BDI.
  - **N:** O modelo BDI não é suportado.

### 3.2 Etapa de Condução

A condução desta revisão sistemática foi realizada entre os meses de outubro e novembro de 2020, e foram definidas quatro etapas para a seleção dos estudos: (i) execução da string de busca nas bases bibliográficas; (ii) remoção dos estudos duplicados; (iii) aplicação dos critérios de inclusão e exclusão aos trabalhos; e (iv) leitura e extração das informações dos estudos resultantes da etapa (iii).

Na primeira etapa, a pesquisa foi executada nas bases bibliográficas selecionadas para esta revisão. Essa etapa teve início com 336 trabalhos importados das bases bibliográficas selecionadas. Na etapa 2, um total de 95 estudos duplicados foram removidos (28% do total). Na etapa 3, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão com base na leitura do título, resumo, palavras-chave e, se necessário, da introdução, resultando na rejeição de 233 trabalhos (70% do total) e na seleção de 8 estudos (2% do total) considerados promissores.

### 3.3 Resultados da Revisão Sistemática

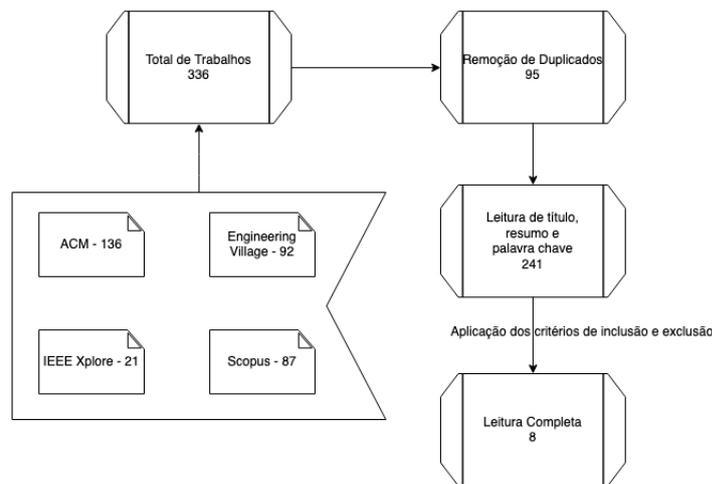
Ao iniciarmos a análise dos resultados da revisão sistemática, conforme a tabela 2 nos mostra, podemos observar a pontuação que cada trabalho obteve a partir das respostas obtidas em relação às questões de qualidade propostas.

Já a tabela 3 nos mostra os dados extraídos através da análise dos trabalhos encontrados.

Dos oito trabalhos considerados promissores e que foram lidos em sua totalidade, sete receberam o status de aceite e um foi recusado.

Vale destacar o trabalho recusado de Wilmann e Sterling (2005). Apesar de este ser o primeiro trabalho a debater a técnica Homer, o mesmo não apresenta nenhum

Figura 3 – Processo de Pesquisa.



Fonte: Autor

Tabela 2 – Resposta para as Questões de Qualidade

Trabalho	QQ1	QQ2	Descrição da Pontuação	Pontuação	Status
(WILMANN; STERLING, 2005)	Não	Não	Ruim	0	Recusado
(Ruiz; Giret; Botti, 2006)	Sim	Não	Bom	2.5	Aceito
(OLIVEIRA et al., 2007)	Sim	Não	Bom	2.5	Aceito
(SEN; JAIN, 2008)	Sim	Não	Bom	2.5	Aceito
(FUENTES-FERNÁNDEZ; GÓMEZ-SANZ; PAVÓN, 2009)	Sim	Não	Bom	2.5	Aceito
(HILL, 2010)	Sim	Não	Bom	2.5	Aceito
(MILLER et al., 2014)	Sim	Não	Bom	2.5	Aceito
(WAISHIANG et al., 2016)	Sim	Não	Bom	2.5	Aceito

Fonte: Autor

Tabela 3 – Tabela de Extração de Dados

Trabalho	Base de Dados	Técnica de Extração	Apoio de uma Ferramenta	Resultados
(Ruiz; Giret; Botti, 2006)	SCOPUS	Fontes de Domínio	Não	Respostas
(OLIVEIRA et al., 2007)	IEEE	Entrevista	Não	Modelos pré definidos
(SEN; JAIN, 2008)	SCOPUS	Brainstorm	Sim	Cartões de Prioridade
(FUENTES-FERNÁNDEZ; GÓMEZ-SANZ; PAVÓN, 2009)	IEEE	Questionário	Não	UML-AT
(HILL, 2010)	SCOPUS	Fontes de Domínio	Não	Gráficos Conceituais
(MILLER et al., 2014)	IEEE	Questionário	Não	Respostas
(WAISHIANG et al., 2016)	SCOPUS	Questionário	Não	Respostas

Fonte: Autor

tipo de avaliação empírica e também não especifica se a técnica suporta o modelo BDI. Entretanto a técnica de elicitação Homer aparece novamente com algumas evoluções no trabalho de Miller et al. (2014), e também no trabalho de Waishiang et al. (2016) onde os mesmos criam uma extensão para a técnica. Estes dois trabalhos receberam nota de 2.5 e foram aceitos.

O motivo para todos os trabalhos que foram aceitos receberam a nota 2.5 e ficarem qualificados como "bom" foi que, todos tiveram a resposta não para a QQ2, que diz respeito ao suporte da técnica em relação aos modelos BDI. Apesar disto, todos os trabalhos

aceitos apresentam uma avaliação empírica e portanto tiveram a resposta sim para a QQ1.

Ainda em relação a QQ1, todos os trabalhos apresentaram um estudo de caso, exceto o trabalho de Sen e Jain (2008), que realizou um estudo experimental.

Sobre as questões de pesquisa, para a Q1, "Quais são as características necessárias para elicitación de requisitos multiagentes que suportam o modelo BDI?", os trabalhos encontrados pela revisão não foram suficientes para responder a esta questão. Sabemos que os agentes com base no modelo BDI devem possuir crenças, desejos e intenções, porém nenhum estudo foi capaz de apresentar um meio de elicitar estas características.

Em relação a QP2, "Como as técnicas de elicitación de requisitos para sistemas multiagentes são aplicadas?", a explicação com detalhes de como as técnicas são aplicadas se encontra no capítulo 4. Neste capítulo os detalhes de cada técnica são desenvolvidos de maneira individual para melhor entendimento do leitor.

E por fim, a QP3, "Quais estudos apresentam uma nova técnica de elicitación e quais adaptam técnicas a partir de abordagens anteriores?", apenas dois estudos adaptam técnicas a partir da técnica de elicitación Homer, os trabalhos já comentados anteriormente de Miller et al. (2014) e de Waishiang et al. (2016). O restante dos estudos apresentam novas técnicas que não se baseiam em nenhum outro estudo que encontramos.

Para finalizar aplicamos um *Snowballing*, que é o trabalho de verificar as referências de trabalhos selecionados em busca de outros trabalhos relevantes. Aplicamos o *Snowballing* nas referências dos oito trabalhos que foram selecionados pelos critérios de inclusão, porém nenhum outro trabalho relevante foi encontrado.



## 4 TÉCNICAS DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS PARA SMA

Nesta capítulo são apresentadas as técnicas de elicitação de requisitos para sistemas multiagentes encontradas durante nossa pesquisa. A seção 4.1 apresenta o estado da arte da técnica de elicitação Homer. A seção 4.2 apresenta as técnicas de elicitação encontradas através dos resultados obtidos da revisão sistemática. A seção 4.3 apresenta uma revisão sistemática sobre engenharia de requisitos para sistemas multiagentes.

### 4.1 Estado da Arte da Técnica Homer

A partir dos resultados obtidos através da revisão sistemática, foi observado que alguns trabalhos fazem uso de aspectos da técnica Homer, que originalmente foi apresentada por Wilmann e Sterling (2005). Estes trabalhos hoje representam o estado da arte da técnica e apresentam algumas evoluções quando comparadas com o trabalho original.

Para fins de contextualização, o processo de aplicação da técnica Homer pode ser descrito com o uso de metáforas organizacionais, como a contratação de novos funcionários para elicitar requisitos dos clientes. Esse estilo de elicitação propõe-se em descobrir com mais facilidade os papéis de agentes e os seus objetivos dentro do sistema. Para ser aplicada, a técnica apresenta uma sequência de perguntas que dever ser feitas as . Vale a pena ressaltar que a metodologia Homer presume que é valido o uso de sistemas multiagentes e que o cliente quer uma solução orientada a agentes. A técnica não se dispõe em nenhum momento a realizar um teste de viabilidade do uso de sistemas multiagentes.

No trabalho original, Wilmann e Sterling (2005) apresentava apenas um conjunto de quatro perguntas a serem respondidas, com algumas subquestões envolvidas, com o intuito de contratar uma nova equipe. A ideia principal era fazer o cliente pensar no problema de que um novo pessoal precisaria ser contratado para resolver, ou resolver parcialmente, o seu problema. Tudo isso com o objetivo final de levantar os papéis de agente e os objetivos do sistema.

O segundo trabalho a apresentar características da técnica, Miller et al. (2014), escrito em coautoria com Sterling, autor original da técnica Homer, apresenta a elicitação de requisitos para um sistema multiagente que simula as etapas necessárias para descarregar um avião após sua chegada ao portão e, prepará-lo para a partida novamente.

O trabalho, que foi realizado com uma empresa do ramo de aviação, identificou que extrair e registrar informações relevantes em modelos orientados a agentes é um problema não trivial, visto que normalmente este tipo de sistema é complexo por si só, e que não existem metodologias que descrevem, de maneira sistemática e prescritiva, como elicitar e registrar requisitos em sua fase inicial.

Sendo assim, os autores apresentam uma abordagem sistemática e repetível para elicitar, analisar e modelar os requisitos de um sistema de uma forma orientada a agentes, em que uma lista de perguntas deve ser respondidas pelas partes interessadas do projeto.

Neste trabalho, Miller et al. (2014) apresenta um conjunto maior de questões

que são divididas em seções. A primeira seção de perguntas diz respeito a entender o sistema do qual os requisitos serão levantados. A segunda seção de perguntas diz respeito a contratar uma nova equipe, aqui fazendo referência às questões originais da técnica Homer. Por fim, a terceira seção diz respeito a definir uma solução, em que os requisitos que serão levantados devem possuir uma relação com o limite do sistema de software (que é o limite entre o software, seus usuários e ambiente) e o comportamento do software que resolverá o problema.

Neste trabalho podemos encontrar um conjunto de melhorias quando comparado com o trabalho anterior de Wilmann e Sterling (2005). Podemos destacar o maior número de questões a serem respondidas pelas partes interessadas, o que facilita a coleta de mais detalhes a cerca dos requisitos a serem levantados, e as melhorias em relação à falta de métodos sistemáticos para elicitação de requisitos orientados a agentes.

Em outro trabalho que traz características da técnica Homer, os autores Waishiang et al. (2016) apresentam uma técnica de elicitação chamada eHOMER, que transforma modelos matemáticos para um contexto de sistemas multiagentes através de uma série de perguntas, que por sua vez são baseadas na técnica de elicitação HOMER (WILMANN; STERLING, 2005). Essas perguntas tem como objetivo identificar elementos em modelos matemáticos que correspondem a características específicas orientadas a agentes, como, função, tarefa, restrições e regras de comportamento.

A maior contribuição que este trabalho busca trazer está no fato de conseguir adaptar a metáfora organizacional da técnica HOMER. Com a metáfora é possível apenas elicitar uma função que sempre será associada a uma pessoa ou algum cargo, já esta técnica consegue trazer a caracterização de elementos de sistemas complexos de domínios como biologia, química e mudanças climática, onde humanos, organismos não humanos e entidades ambientais constituem um sistema complexo.

Apesar do foco do trabalho ser converter modelos matemáticos para um contexto multiagente, podemos observar que esta extensão da técnica HOMER possui um grande potencial em ser aplicada em diferentes circunstâncias.

Um trabalho que não retornou pela revisão sistemática, pois não está indexado nas bases pesquisadas, mas que achamos importante trazer para a discussão, foi o trabalho de (SOUZA, 2020), que em sua monografia para o trabalho de conclusão de curso apresenta uma análise SWOT, figura 4, onde são identificadas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da metodologia Homer. Em suas conclusões sobre Homer, o autor aponta que a técnica possui diversas fraquezas, sendo a maior parte delas em relação a sua cobertura ou dificuldade de extrair alguns requisitos particulares para SMAs. Entretanto o mesmo finaliza considerando a metáfora organizacional uma ótima técnica para extrair requisitos para um SMAs.

Figura 4 – Análise SWOT da técnica Homer.

<p style="text-align: center;"><b>F</b>raquezas (-)</p> <p>A metáfora organizacional é útil mas pode deixar o Stakeholder confuso;</p> <p>Ações podem ser extraídas as tarefas, mas com dificuldade.</p> <p>Não existem meios simples de extrair percepções</p> <p>Algumas perguntas não são intuitivas de responder</p> <p>A profundidade da extração depende do entrevistado</p> <p>Não é possível extrair funções dos agentes de software, como por exemplo de agentes externos (como usuários)</p> <p>Não é possível extrair, com facilidade, as crenças dos agentes.</p> <p>Não é possível extrair, com facilidade, os planos dos agentes.</p>	<p style="text-align: center;"><b>A</b>MEAÇAS (-)</p> <p>Perguntas não intuitivas podem gerar falhas, conflitos ou erros de interpretações.</p> <p>Perguntas com necessidade de explicação prévia.</p> <p>Crenças e planos só são possíveis de extrair a partir da descrição da função</p>
<p style="text-align: center;"><b>F</b>ORÇAS (+)</p> <p>A metáfora organizacional se encaixa muito bem no contexto de um Sistema Multiagente.</p> <p>Fácil extração dos papéis dos agentes</p> <p>Fácil extração dos objetivos dos agentes</p> <p>A descrição de funções é intuitiva.</p>	<p style="text-align: center;"><b>O</b>PORTUNIDADES (+)</p> <p>É fácil encaixar a metodologia Homer em um processo novo</p> <p>Facilidade de extensão da metodologia.</p> <p>Diversas oportunidades de melhoria.</p>

Fonte: (SOUZA, 2020)

## 4.2 Técnicas de Elicitação Recuperadas Através da Revisão

Nesta seção são apresentadas as análises acerca das técnicas de elicitação encontradas na realização da revisão sistemática.

### 4.2.1 Early Requirement Guidelines for Multiagent System Modeling

Os autores Ruiz, Giret e Botti (2006) apresentam neste trabalho diretrizes para o levantamento de requisitos iniciais para sistemas multiagentes compostos de papéis, objetivos e relação entre papéis. Estas diretrizes tem como principal premissa a metodologia de decomposição de sistemas complexos. A abordagem tem foco no entendimento a partir da perspectiva da observação do comportamento de um dado sistema, assim o engenheiro de software deve ser capaz de conectar todos os componentes detectados como resultado de suas interações e dependências.

As diretrizes propostas estão divididas em três aspectos, sendo eles: identificação de papéis, especificação das interações de papéis e identificação de objetivos. Um estudo de caso é apresentado no trabalho contendo todos os detalhes e atividades que devem ser realizadas em cada etapa.

Na etapa de identificação de papéis, se identificarmos um elemento que realiza uma ação, ele pode ser considerado como um objeto que recebe e produz informações, que podem ser vinculadas a um papel. Se o sistema possui um controle geral do papel, o mesmo é considerado um elemento interno, caso contrário ele é considerado um elemento externo.

Na segunda etapa, especificação das interações de papéis, o papel mais importante detectado na primeira etapa, geralmente com maior número de entradas, é usado como

o “papel transmissor” inicial. A partir disso obtêm-se as interações entre os papéis, que são formadas sempre por um “papel transmissor”, uma entrada, uma ação, uma saída e o “papel receptor”.

A última etapa, identificação de objetivos, propõe técnicas estruturadas para documentar a definição de funções, controles, dados e fluxos funcionais para identificar os objetivos de cada papel encontrado na primeira etapa.

O uso desta técnica para levantar requisitos iniciais é muito interessante, mas a mesma deve ater-se somente a este objetivo. Para elicitar questões mais complexas do sistema o ideal seria estabelecer uma relação com outra técnica, mantendo os requisitos iniciais levantados como um ponto de partida.

Outro ponto observado é que, assume-se que o analista fazendo uso desta técnica possui um conhecimento prévio do problema, o que muitas vezes não é o caso. Melhores resultados poderiam ser obtidos caso uma das partes interessadas possuindo algum conhecimento do domínio trabalha-se em conjunto com o analista.

#### 4.2.2 Eliciting Multi-Agent Systems Intentionality: from Language Extended Lexicon to $i^*$ Models

O trabalho de Oliveira et al. (2007), propõe uma técnica que tem como principal objetivo elicitar a intencionalidade dos agentes, para tanto é preciso identificar os donos dos objetivos e sub objetivos, ou seja, os atores do problema. Intencionalidade no contexto do trabalho apresentado significa interesses e motivações dos atores.

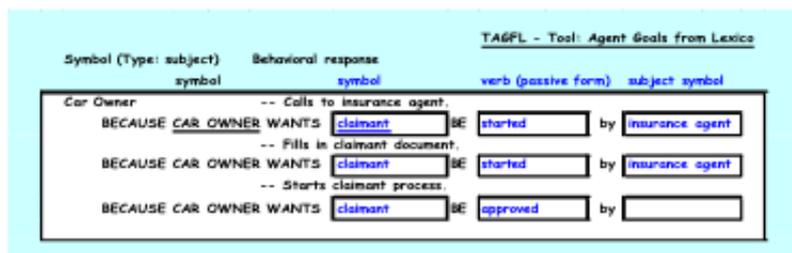
Para realizar a elicitação os autores optaram em utilizar a *Language Extended Lexicon* ou Linguagem de Léxico Estendido (LEL), que fornece uma base adequada para encontrar os objetivos, pois, captura os elementos do vocabulário da aplicação. A LEL é composta por símbolos, e cada símbolo é identificado por um nome ou nomes, em caso de sinônimos, e é representado por duas descrições. A primeira descrição, denominada noções, é a notação do símbolo equivalente a uma descrição encontrada em um dicionário. A segunda descrição, chamada de resposta comportamental, é a conotação do símbolo que descreve a contextualização desse símbolo no contexto geral em que o software será desenvolvido e operado.

Já estes símbolos estão classificados em quatro diferentes tipos, sendo eles: sujeito (alguém que faz a ação), objeto (algo que recebe a ação), verbo (que significa a ação) e estado (que é o resultado da ação).

Para evitar representações escritas de estilo livre, foram adotados modelos pré-definidos que têm o objetivo de conduzir os analistas a representar a intencionalidade dos papéis. Existem três modelos disponíveis, um para sujeito, um para objeto e um para verbo e estado.

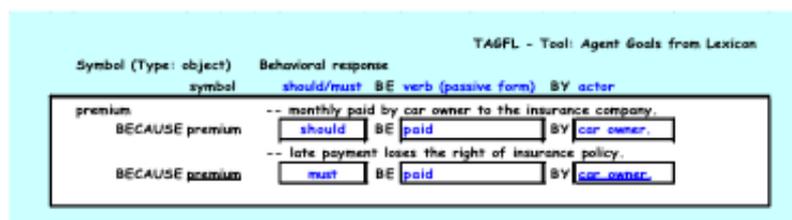
Os autores presumem que a identificação dos atores é uma tarefa relativamente simples, uma vez que eles são frequentemente mencionados diretamente em documentos e

Figura 5 – Modelo Pré-Definido para Representar um Sujeito.



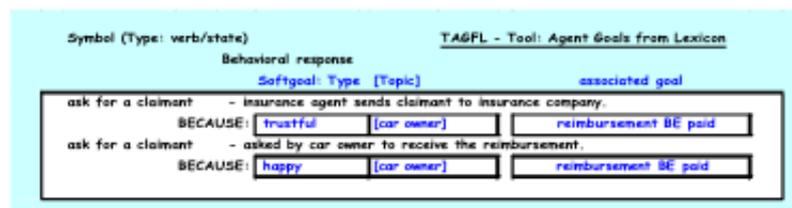
Fonte: (OLIVEIRA et al., 2007)

Figura 6 – Modelo Pré-Definido para Representar um Objeto.



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2007)

Figura 7 – Modelo Pré-Definido para Representar um Verbo e Estado.



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2007)

entrevistas. O grande problema é como extrair e expressar a intencionalidade dos mesmos.

Observa-se que dentro de cada símbolo LEL as respostas comportamentais visam representar ações, como, por exemplo, quais ações acontecem, quais ações são os reflexos de uma ação e quais ações podem ser aplicadas. A ideia geral dos autores é que ações mudam estados e os estados são objetivos.

Os resultados obtidos através da prova de conceito apresentada no artigo, foram alcançados por meio de documentos que faziam referência ao problema que os autores estavam resolvendo. Para mitigar o problema mencionado pelos autores, que diz respeito

à falta de entendimento da intencionalidade dos atores, o recomendado seria a participação de uma ou mais partes interessadas com domínio do problema.

A sugestão para participação das partes interessadas poderia dar-se de três maneiras diferentes. Através da realização de um *brainstorm* antes da aplicação da técnica, onde as partes interessadas seria capaz de contextualizar e sanar dúvidas do analista sobre o problema. Através da realização de uma entrevista também antes da aplicação da técnica, com um questionário de perguntas já previamente estabelecidas. Por último, com a participação direta das partes interessadas no decorrer da aplicação da técnica de elicitação, caso o mesmo se sinta confortável para isto.

### 4.2.3 A Visualization Technique for Agent Based Goal Refinement to Elicit Soft Goals in Goal Oriented Requirements Engineering

No trabalho de Sen e Jain (2008), os autores afirmam que a extração correta de objetivos é possível por meio de um método envolvendo a participação máxima das partes interessadas que possuem um bom conhecimento do domínio do problema, e este processo de extração de objetivos pode ser aperfeiçoado tornando o processo de extração iterativo.

Seguindo este princípio, os autores propõem uma técnica ágil para elicitar *soft goals* utilizando o processo *Agent Based Goal Refinement* ou Refinamento de Metas Baseado em Agente (ABGR). O processo ABGR é feito em várias sessões de Sprints, e as atividades propostas em cada sessão são: desenvolver, embrulhar (Wrap), revisar e ajustar. Após cada sessão de Sprint, uma saída é gerada a partir do algoritmo compilador do cartão de atividades. Cada saída gerada deve conter um número maior de sub objetivos elicitados mostrando a sua ligação com seu predecessor. Durante a iteração sucessiva deste processo, as partes interessadas irão elicitar muitos objetivos, criando assim um conjunto de objetivos que são completos, precisos e prontos para serem convertidos em um documento de especificação de requisitos de software de alta qualidade.

O fim das sessões de Sprint ocorre quando o analista verifica que um número suficiente de novos sub objetivos foi elicitado e os mesmos são suficientes para a escrita do documento de especificação de requisitos de software.

Antes de iniciar as atividades com as partes interessadas, um analista irá realizar a atividade de planejamento, que tem como meta preparar uma lista inicial de objetivos. Algumas características que podem auxiliar o analista a formar esta lista inicial são, objetivos da empresa, políticas corporativas e visão corporativa. Todas as partes interessadas envolvidas na elicitação irão receber esta lista e devem atribuir um valor inteiro em ordem crescente a todos os objetivos disponíveis com base na prioridade. Após realizada a atribuição de prioridade, o analista usando o algoritmo de compilação de cartões de atividade, desenvolvido pelos próprios autores, recebe a lista com a ordem de prioridade dos objetivos. O propósito desta lista é servir como um ponto de início para os Sprints que se iniciam em sequência, e fazer com que as partes interessadas se sintam mais familiarizadas

com o contexto da aplicação.

No decorrer do artigo os autores apresentam um passo a passo de como desenvolver o algoritmo que é responsável por realizar e exibir as prioridades dos objetivos e também por apresentar os sub objetivos elicitados, suas ligações com outros objetivos e com as partes interessadas.

Os resultados apresentados pelos autores mostram que esta técnica de elicitação pode ter um aproveitamento muito bom, pois, no estudo de caso apresentado no artigo que possuiu uma duração de três sprints e teve dez partes interessadas envolvidas, foram levantados 104 novos objetivos.

Contudo, deve-se considerar alguns pontos importantes. Ainda que o analista apresente uma lista inicial de objetivos, as partes interessadas envolvidas na elicitação devem possuir certo grau de entendimento do escopo do problema, visto que são fundamentais para o sucesso da elicitação. O desenvolvimento de um software seguindo as regras do algoritmo proposto também deve ser levando em consideração, tendo em vista que os autores não disponibilizaram nenhum código fonte e também não foram encontradas ferramentas que sirvam este propósito.

#### 4.2.4 Requirements Elicitation and Analysis of Multiagent Systems Using Activity Theory

Segundo os autores Fuentes-Fernández, Gómez-Sanz e Pavón (2009), o *Requirements Elicitation Guide* ou Guia de Elicitação de Requisitos (REG) é um questionário com múltiplas questões que contém o conhecimento especializado que os desenvolvedores precisam para obter informações sobre seus sistemas multiagentes, ambientes humanos e suas influências mútuas. Esse conhecimento assume a forma de requisitos descritos como diagramas em uma linguagem de modelagem própria, desta forma orientando a elicitação de requisitos e aumentando a produtividade com o uso de modelos para uma ampla gama de requisitos.

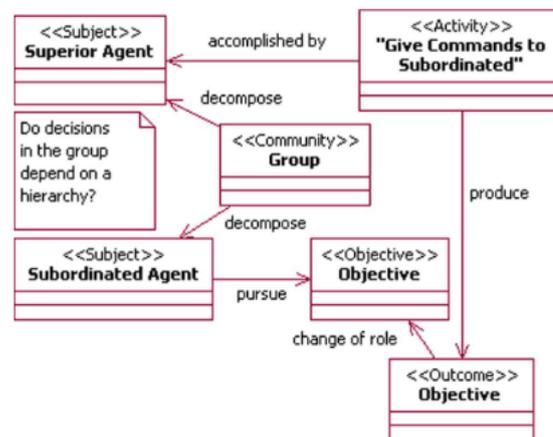
As questões do REG dividem-se em quatro áreas, sendo elas:

- **Meios e Fins:** Esta área considera as relações entre os objetivos dos usuários e o sistema.
- **Ambiente:** Esta área considera a integração da tecnologia com requisitos, ferramentas, recursos, divisões de trabalho e regras sociais do ambiente.
- **Aprendizagem, cognição e articulação:** Esta área considera como a tecnologia alvo fornece suporte para organizar a atividade e a aquisição de conhecimentos sobre ela e o sistema.
- **Desenvolvimento:** Esta área considera como o uso da tecnologia alterou a forma anterior da atividade e a evolução prevista da forma atual.

Cada área possui diferentes aspectos e cada aspecto detém um número específico de questões, tendo o REG em sua totalidade 170 questões.

As respostas para as questões propostas são a soma de texto mais um diagrama UML-AT, sendo esta uma extensão da *Unified Modeling Language* ou Linguagem de Modelagem Unificada (UML) criada pelos autores. A figura 8 demonstra a resposta para a pergunta 2.8.4. Esta pergunta pertence à área 2 "Ambiente" e ao aspecto 8 "Regras, normas e procedimentos que regulam as interações sociais e a coordenação relacionada às ações direcionadas." Esta é a quarta questão deste aspecto, e pode-se dar da seguinte forma, "As decisões no grupo dependem de uma hierarquia?"

Figura 8 – Exemplo de Resposta para Questão do REG.



Fonte: (FUENTES-FERNÁNDEZ; GÓMEZ-SANZ; PAVÓN, 2009)

O resultado pretendido com a aplicação do REG são especificações de requisitos mais completas em relação às características sociais e intencionais do sistema multiagente em desenvolvimento. Segundo o autor, mesmo questões aparentemente simples revelam requisitos que podem ser negligenciados ou difíceis de descobrir nas especificações reais, o que poderia gerar problemas no produto final.

Algumas preocupações levantadas pelo autor, e que apareceram em estudos de caso, mostram que certos analistas apenas procuram aplicar o REG, esquecendo que os mesmos são encorajados a usar todas as técnicas e conhecimentos possíveis para garantir que nenhuma informação relevante seja ignorada. Em segundo lugar, nem todas as questões do REG fazem sentido em um determinado ambiente. Os analistas devem previamente realizar uma análise cuidadosa de quando cada questão é útil para evitar a coleta de informações que não são relevantes para o desenvolvimento do sistema multiagente.

A lista completa de perguntas não foi encontrada em nenhum trabalho publicado, porém em contato realizado com o autor, o mesmo confirmou que a lista completa das perguntas existe, embora nunca tenha sido totalmente publicada. No entanto, nem todas

as perguntas possuem uma descrição completa. Foi realizado um esforço para especificar aquelas perguntas que foram úteis nos experimentos, mas para outras perguntas que não foram muito usadas, existe apenas a forma textual.

#### 4.2.5 Agency and the Virtual Campus: The TrAM Approach

Neste trabalho, Hill (2010) aborda a elicitação de requisitos iniciais para sistemas multiagentes por meio da técnica *Transaction Agent Modelling* (TrAM), que incorpora o uso de gráficos conceituais para capturar e representar as dimensões qualitativas inerentes às situações do mundo real.

A técnica TrAM foi desenvolvida originalmente para demonstrar as vantagens e a ampla aplicabilidade dos Gráficos Conceituais como uma ferramenta para capturar e representar as facetas complexas de sistemas empresariais distribuídos (HILL; POLOVINA; SHADIJA, 2006).

O primeiro passo para elicitar requisitos com esta técnica está em capturar os principais objetivos do projeto e modelá-los em um gráfico conceitual, que irá definir alguns dos conceitos e fará com que os analistas pensem sobre as relações entre os conceitos. Não há problema algum caso dois analistas produzam dois gráficos diferentes, pois isto é típico durante a fase de requisitos.

Em paralelo à criação dos modelos, o engenheiro de software deve pensar em termos de domínio, como nomes de conceitos e de relações, e para auxiliar a construção de uma base lógica, perguntas de pôr que, o que e como devem ser feitas aos gráficos. Assim que vários gráficos forem criados, é possível uni-los com o intuito de gerar um único gráfico mais abrangente do sistema.

Não é explícito por parte dos autores qual seria o melhor método para auxiliar na extração de requisitos, como no início, onde deve-se capturar os principais objetivos do projeto, ficando a cargo do analista, por exemplo, decidir entre realizar uma entrevista com as partes interessadas ou um talvez um *brainstorm*. Também não fica claro se a técnica de elaboração dos gráficos pode ser ensinada para as partes interessadas com o intuito da participação das mesmas, visto que não se trata de algo tão complexo, ou se a participação das mesmas deve se ater na fase inicial da captura de conceitos.

Apesar do trabalho usar termos como desejo e intenção, comumente utilizadas para modelos BDI, o autor não deixa claro se a técnica pode elicitar agentes com essas características. Em dado momento do texto, faz-se uso da palavra intenção e utiliza-se a palavra plano como sinônimo para a mesma, "*the intention (plan)*", o que não é correto visto que um objetivo pode ter planos associados e, quando ele se torna uma intenção um ou mais planos podem ser disparados.

### 4.3 Requirements Engineering in the Development of Multi-Agent Systems: A Systematic Review

Esta revisão não apareceu nos nossos resultados da revisão sistemática, contudo resolvemos adicioná-la em nossa pesquisa pois trata-se de um trabalho que apresenta questões semelhantes ao nosso estudo, como por exemplo, o estudo sobre a etapa de elicitação de requisitos.

Neste trabalho os autores Blanes, Insfran e Abrahão (2009) produzem uma revisão sistemática da literatura que busca entender como os requisitos são trabalhados em cada uma das quatro etapas da engenharia de requisitos. Como nosso trabalho tem foco na elicitação de requisitos, resolvemos analisar para nosso estudo apenas o que diz respeito a esse tema.

Alguns dos trabalhos encontrados, presumidamente os mais importantes para cada etapa de engenharia de requisitos, são apresentados com uma breve explicação, porém inconsistências graves foram encontradas em alguns dos trabalhos apresentados que dizem respeito a elicitação de requisitos.

No primeiro trabalho apresentado, relacionado a elicitação, os autores da revisão citam a metodologia *Guidelines for Organizational Multi-agent Systems* (GORMAS) (ARGENTE; BOTTI; JULIAN, 2009). Porém a cobertura de elicitação desta metodologia não é clara, dependendo muito da interpretação do texto por parte do engenheiro de software. As diretrizes apresentadas pela metodologia GORMAS estão divididas em oito fases, sendo que apenas as duas primeiras fazem sentido em um contexto de elicitação de requisitos. As duas fases são:

- **Fase a) Missão:** Esta área considera as relações entre os objetivos dos usuários e o sistema.
- **Fase b) Serviços e Tarefas:** Definir os serviços oferecidos pela organização aos seus clientes, bem como a forma como esses serviços se comportam, seus relacionamentos e os objetivos a eles relacionados.

O segundo trabalho, (BURMEISTER et al., 2008), apresenta uma metodologia que aplica conceitos de agente no nível de processo de negócios. Entretanto, os autores erroneamente colocam este trabalho como uma abordagem para elicitação, considerando que o trabalho apenas utiliza o conceito de agentes BDI na modelagem de processo de negócios. Em suma, o trabalho nem sequer apresenta uma técnica de elicitação para sistemas multiagentes.

O terceiro trabalho, (RANJAN; MISRA, 2006), apresenta um modelo híbrido para análise de requisitos de sistemas multiagentes, e claramente concentra-se principalmente em modelos de análise. Segundo os autores do trabalho, o artigo apresenta uma abordagem para identificar, especificar e integrar requisitos. Novamente os autores da revisão

erroneamente colocam este trabalho como uma abordagem para elicitação, visto que apesar de os autores falarem em identificar requisitos, o foco do trabalho é a análise dos mesmos e nenhuma técnica de elicitação é apresentada.

Por fim, também são apresentadas mais duas técnicas já previamente discutidas neste trabalho, a técnica de elicitação HOMER (WILMANN; STERLING, 2005) e o Guia de Elicitação de Requisitos REG (FUENTES-FERNÁNDEZ; GÓMEZ-SANZ; PAVÓN, 2009).



## 5 ESTUDO E APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MILLER

Este capítulo está estruturado da seguinte forma: Na sessão 5.1 apresentamos as técnicas que fazem uso da abordagem Homer. Na sessão 5.2 apresentamos nosso estudo da técnica de Miller et al. (2014). Em seguida na sessão 5.3 simulamos uma elicitação de requisitos com essa técnica. E, por fim, na sessão 5.4 apresentamos uma entrevista real de elicitação de requisitos aplicando a técnica de Miller et al. (2014).

### 5.1 Abordagem Homer

Com os trabalhos encontrados através da revisão sistemática, nossa principal conclusão foi que nenhuma técnica de elicitação para sistemas multiagentes atinge o objetivo de cobrir e especificar requisitos associados ao modelo BDI. A partir desta conclusão começamos o trabalho de estudar as técnicas que fazem uso das características de Homer, visando entender quais seriam as mudanças necessárias para que a nova técnica suporte a cobertura de requisitos que englobem o modelo BDI.

Decidimos trabalhar com a técnica Homer por alguns motivos, entre os mais importantes estão:

- A técnica aparecer mais de uma vez nos trabalhos retornados pela revisão sistemática.
- O uso de metáforas organizacionais facilita a identificação de papéis de agente e a comunicação entre os papéis.
- Esta ser a técnica mais detalhada em termos de aplicação, bem como a que possui maior número de exemplos de como aplica-lá.
- As outras técnicas retornadas pela revisão sistemática não satisfizeram nossas expectativas uma vez que estas são pouco intuitivas, difíceis de serem aplicadas e algumas delas nem completas estão.

Apesar de ter sido muito importante por ter concebido a ideia geral da técnica Homer, o trabalho de Wilmann e Sterling (2005) hoje se mostra muito simples quando comparado com trabalhos que mais tarde também abordaram a técnica de uma forma mais abrangente, visto que o mesmo foi recusado em nossa revisão sistemática por não apresentar um estudo de caso envolvendo a técnica.

Quando contatamos o autor do trabalho para perguntar acerca de alguns detalhes da técnica, o mesmo nos explicou que este era um trabalho introdutório da técnica e que esta seria melhor trabalhada, porém o estudante de doutorado responsável pela concepção da ideia decidiu abandonar o projeto.

Outro trabalho que aborda a técnica Homer, é o trabalho de Waishiang et al. (2016), que trás boas evoluções para a técnica. Porém o foco desta evolução esta em elici-

tar requisitos para sistemas multiagentes que tenham a necessidade de elicitar requisitos ambientais específicos.

A técnica de Waishiang et al. (2016) permite a elicitação de sistemas que trabalham com propriedades ambientais e que sustentam elementos naturais, como por exemplo, rochas, rios, lagos e assim por diante, visto que não é possível levantar estes papéis de agente através da metáfora organizacional.

Porém para sistemas multiagentes que não fazem uso de artefatos ambientais, a técnica se assemelha muito ao trabalho de Wilmann e Sterling (2005), pois as questões apresentadas são as mesmas, tendo como única diferença apenas a questão que visa levantar as características ambientais.

Isto posto, decidimos trabalhar com a técnica que é exposta no trabalho de Miller et al. (2014). Apesar dos autores fazerem uso de características da técnica Homer apresentada por Wilmann e Sterling (2005), em nenhum momento os mesmos descrevem seu trabalho como uma extensão ou evolução da técnica Homer. Porém, fica claro que este trabalho é fruto de um amadurecimento da técnica, tendo em vista que técnica Homer de Wilmann e Sterling (2005) é aplicada de forma integral na segunda etapa dessa nova técnica.

## 5.2 Técnica de Miller

Para aprofundar nosso conhecimento acerca da aplicação da técnica apresentada por Miller et al. (2014), julgamos necessário realizar um estudo mais aprofundado deste trabalho. Este estudo contou com uma análise individual das questões que são propostas e também uma entrevista aplicando a técnica, que buscou encontrar lacunas e pontos a serem melhorados.

O artigo de Miller et al. (2014) é o segundo trabalho, em ordem cronológica, em que a técnica Homer é apresentada. Neste trabalho escrito em coautoria com Sterling, um dos autores do primeiro trabalho em que a técnica aparece, as questões da técnica Homer aparecem como complemento na proposta de um nova técnica de elicitação de requisitos para sistema multiagentes.

A elicitação de requisitos desta técnica está dividida em três etapas, cada uma delas responsável por elicitar certas características do sistema.

A primeira etapa tem como objetivo a busca por uma compreensão do sistema que deve ser desenvolvido. Para isto, primeiramente devem ser identificados cenários do sistema e, para cada cenário encontrado uma série de questões precisa ser respondida. No trabalho os cenários foram formulados pelas partes interessadas antes da entrevista, porém não está claro se estes devem ser construídos antes ou durante a entrevista de elicitação.

- **Q1. Qual é o objetivo desta atividade?** Esta questão visa elicitar os objetivos

e sub-objetivos do cenário.

- **Q2. Esta atividade pode ser dividida em um conjunto/série de atividades menores?** Esta questão visa identificar objetivos adicionais.
- **Q3. Quais papéis participam desta atividade?** Esta questão visa eliciar os papéis no sistema.

Para cada papel identificado na questão 3, responda as seguintes questões.

- **Q3.1. Se estivesse desempenhando esse papel, em quais outros papéis eu confiaria e quais são minhas relações com esses papéis?** Esta questão visa eliciar as relações organizacionais e de interação do sistema. Essa pergunta também ajuda a identificar outros papéis no sistema. Para papéis adicionais, adicione-os à fila de papéis a serem analisados.
- **Q3.2. Quais responsabilidades eu teria com relação a atingir o objetivo dessa interação?** Esta pergunta visa eliciar as responsabilidades do papel
- **Q3.3. Que conhecimento eu precisaria para concluir com sucesso esta interação?** Esta questão visa eliciar o conhecimento necessário para que um agente que desempenhe o papel conclua com sucesso a interação.
- **Q3.4. Quais recursos eu precisaria para completar com sucesso esta interação?** Esta questão visa eliciar os aspectos relevantes do ambiente.
- **Q3.5. A quais políticas sociais (regras, regulamentos ou códigos de comportamento) devo aderir para concluir com êxito esta interação?** Esta questão visa eliciar as restrições sob as quais a função deve operar.

A segunda etapa faz uso das questões da técnica Homer apresentadas por Wilmann e Sterling (2005), e estas visam eliciar as motivações para o novo sistema.

As perguntas usadas para eliciar as motivações do novo sistema são:

- **Q1. Se fosse necessário contratar mais funcionários para lidar com o problema, que posições você precisaria preencher?** Esta questão visa eliciar os novos papéis que serão adicionados ao sistema.

Para cada novo papel identificado na questão 1, responda as seguintes questões:

- **Q2. Se estiver desempenhando esse papel, qual é o propósito da minha posição e quais aspectos do problema eu resolveria?** Esta questão visa definir quaisquer novos objetivos ou sub-objetivos no sistema.
- **Q2.1. Faça as perguntas 3.1 a 3.5 da primeira etapa.**

- **Q3. Existem novas políticas sociais às quais devo aderir?** Esta questão visa eliciar quaisquer novas restrições sob as quais as funções devem operar.

Por fim, na terceira etapa são definidos o limite do sistema de software e o comportamento do software que resolverá o problema. Ambos são definidos por meio da especificação dos tipos de agentes e suas funções no sistema.

Para eliciar o comportamento do sistema, deve-se fazer as seguintes perguntas para cada responsabilidade identificada em cada papel:

- **Q1. Se estivesse desempenhando essa função, quais atividades seriam necessárias para que eu cumprisse minha responsabilidade?** Esta questão visa eliciar o comportamento do sistema que cumprirá a responsabilidade atribuída e contribuirá para o alcance dos objetivos do sistema.

Para cada atividade identificada na questão 1, responda as seguintes questões.

- **Q2. Esta atividade é realizada por um agente humano, um sistema externo ou um agente de software?** Esta questão visa atribuir responsabilidades às partes do sistema.
- **Q3. Se estiver realizando esta atividade, o que devo fazer?** Esta questão visa quebrar uma atividade em sub atividades e ações atômicas. Ações são atividades que não são consideradas em mais detalhes.
- **Q4. Que ajuda eu precisaria de outros agentes para concluir esta atividade com sucesso?** Esta questão visa eliciar possíveis mensagens que podem ser enviadas e recebidas para completar esta atividade.
- **Q5. O que me leva a realizar esta atividade?** Esta pergunta visa eliciar o gatilho para a atividade; ou seja, o evento ao qual o agente reage.
- **Q6. Em que condições posso realizar esta atividade?** Esta questão visa eliciar as pré-condições para a atividade, ou seja, os estados do ambiente que permitem essa atividade.
- **Q7. O que acontece depois de concluir esta atividade?** Esta questão visa eliciar como a atividade muda o ambiente.
- **Q8. Para quais outros agentes preciso informar que esta atividade foi concluída?** Esta questão visa eliciar informações sobre as interações e as ações para essa atividade.

### 5.3 Simulando uma Entrevista

Miller et al. (2014) sugerem que a melhor forma de aplicar a técnica seria através do formato de entrevista com as partes interessadas. Contudo, também é deixado claro que este não precisa ser o único formato a ser adotado para a extração de requisitos e as questões podem ser igualmente respondidas usando outras técnicas.

Antes de aplicarmos a técnica com as partes interessadas resolvemos fazer uma elicitación teste com o objetivo de buscar um maior entendimento de como a técnica deve ser aplicada. Para isto, uma pessoa tomou o papel de parte interessada e usou um sistema multiagente de uma livraria online como exemplo. Esta foi a maneira encontrada que nos permitiu um maior entendimento de como os conceitos da técnica, apresentados de forma teórica no artigo, se traduziam para uma forma mais prática.

Durante esta simulação, resolvemos seguir a orientação dos autores e adotar o formato de entrevista, seguindo a ordem de etapas e questões proposta pela técnica. As etapas e questões são explicadas na íntegra na sessão 5.2.

Esta simulação também nos trouxe as considerações iniciais em relação a aplicabilidade da técnica. Podemos destacar que houve uma certa dificuldade em seguir a ordem das etapas e questões como apresentadas no artigo, principalmente no momento de elicitar os objetivos de cada cenário.

Ao realizar a entrevista na parte onde discutia-se os objetivos de um cenário, o entrevistado acabava respondendo questões que seriam solicitadas em outra etapa da entrevista, inviabilizando assim a aplicação das questões na ordem sugerida pela técnica sem uma explicação prévia.

Optamos por identificar os cenários iniciais no início da entrevista juntamente com a parte interessada, visto que não fica claro no trabalho de Miller et al. (2014) como esta etapa deve ser realizada. Com a leitura do trabalho, podemos pressupor que as partes interessadas já estavam com os cenários prontos, porém acreditamos que na maioria dos casos as partes interessadas apenas possuem uma ideia vaga do que o sistema deve fazer, e é trabalho do entrevistador auxiliar este processo de idealização do sistema.

Decidimos não apresentar nenhum dos requisitos levantados durante esta simulação, pois esta possuía apenas o propósito geral de ajudar a entender como a técnica deve ser aplicada de uma maneira prática.

### 5.4 Entrevista para Elicitación do Sistema de Entregas Aplicando a Técnica de Miller

O sistema para gerenciar entregas de pacotes é um projeto de sistema multiagente que está sendo elaborado pela Universidade Federal do Rio Grande e que se encontra em fase inicial de desenvolvimento. Este sistema tem como principal característica o gerenciamento das fases de entrega de encomendas que vão, por exemplo, desde o recebimento

da entrega em unidades de recebimento da empresa, passando por todas as etapas até a entrega final na casa do consumidor.

Para elicitar os requisitos deste sistema, realizamos uma entrevista que teve a duração de cerca de uma hora, e para responder nossas questões tivemos a participação de dois pesquisadores que fazem parte do Grupo de Pesquisa em Sistemas Multiagentes e estão responsáveis pelo desenvolvimento do projeto.

Nenhuma questão específica foi feita para um pesquisador em particular. Conforme cada pergunta era feita o pesquisador que se sentia mais apto a responder falava. Decidimos adotar esta estratégia visando mitigar casos em que, por exemplo, pudessem haver conflitos entre as respostas ou um dos entrevistados não soubesse responder uma questão em particular.

No momento em que a entrevista foi realizada, a ideia do sistema estava em fase de concepção e por isto estava sendo trabalhada, o que por fim ajudou, visto que, em mais de uma oportunidade novos conceitos para o sistema foram surgindo quando os pesquisadores eram indagados em certas questões. Em alguns momentos houve certo desacordo entre os pesquisadores em relação a alguns requisitos, entretanto no fim sempre se chegou a um consenso sobre o que estava sendo discutido.

Temos a expectativa de que os requisitos levantados pela entrevista possam futuramente vir a contribuir no decorrer da pesquisa e do desenvolvimento do sistema.

#### **5.4.1 Primeira Etapa**

Decidimos seguir o fluxo de etapas e questões da técnica conforme apresentado no trabalho de Miller et al. (2014), assim decidimos iniciar com a primeira etapa de perguntas que dizem respeito à compreensão do sistema. Para isso pedimos para os entrevistados nos explicassem de uma maneira geral o que esperavam do sistema e quais seriam os seus objetivos principais. Por meio destas explicações introdutórias foi possível identificar os primeiros cenários do sistema, que são os seguintes:

- Centro de distribuição recebe pacotes.
- Centro de distribuição monta remessa com vários pacotes.
- Centro de distribuição envia a remessa para o centro de expedição.
- Centro de expedição recebe as remessas.
- Centro de expedição passa o pacote para o entregador.

A partir da identificação destes cenários, foi possível começar a entrevista com as questões apresentadas para a primeira etapa. Estas questões visam levantar os objetivos de cada cenário, verificar se é possível decompor algum cenário em cenários menores e elicitar os papéis de agente e suas características.

Ao questionar o objetivo do cenário "Centro de distribuição envia a remessa para o centro de expedição", verificamos que também era necessário criar as rotas que as remessas e os pacotes devem percorrer, assim surgiram os cenários "Gerar a rota da remessa" e "Gerar a rota do pacote".

Para elicitar os papéis de agente e suas características é necessário nesta etapa verificar quais papéis participam de cada cenário. Assim identificamos os seguintes papéis de agente:

- **Centro de Distribuição:** Recebe pacotes e cria remessas de pacotes.
- **Gerente de Rotas:** Cria as rotas para a entrega dos pacotes e das remessas de pacotes.
- **Centro de Expedição:** Separa as remessas de pacote para rota final de entrega.
- **Gerente de Entregas:** Notifica o entregador de que um pacote pode ser entregue e mostra a rota para entrega.

#### 5.4.2 Segunda Etapa

A segunda etapa da entrevista visa elicitar novos papéis de agente e, também através das funções que esses novos papéis poderão exercer, levantar novos objetivos para o sistema. Tudo isso deve ser identificado por meio das questões encontradas na técnica Homer.

Entretanto, esta segunda etapa não nos trouxe os resultados esperados visto que, quando confrontados com a primeira questão desta etapa, que busca encontrar os novos papéis para o sistema, nenhum dos pesquisadores conseguiu pensar em algo novo, levando em conta que o papel ainda não pensando para o sistema até este momento, Gerente de Rotas, foi levantado na etapa anterior.

#### 5.4.3 Terceira Etapa

Por fim, realizamos a última etapa da entrevista que busca principalmente definir o comportamento do software. Nesta etapa são elicitados, por exemplo, características como, o tipo do papel do agente, quais mensagens que são trocadas entre os agentes e as pré e pós condições de um cenário.

Uma questão abordada nesta etapa e que vale a pena citar é o fato de que, ao ser questionado sobre que tipo de ação o agente Gerente de Entregas deveria ter caso não conseguisse entregar um pacote, os pesquisadores ainda não possuíam a resposta para esta situação e iriam estudá-la. Outro caso interessante é que, ao serem questionados qual seria o tipo de agente no caso do Gerente de Entregas, os pesquisadores optaram por mantê-lo como agente de software e não agente humano.

Outro ponto interessante a ser mencionado é o fato de que, ao serem questionados se o papel de agente Gerente de Rotas precisaria de ajuda de outros agentes para concluir a atividade de criar as rotas, os pesquisadores nos explicaram que irão usar heurísticas de entrega únicas para cada região e que o agente faria uso das mesmas para realizar esta tarefa, assim não necessitando ajuda de outro agente.

## 5.5 Considerações sobre a técnica

Após um estudo que buscou primeiramente encontrar uma familiarização da técnica por meio da aplicação da mesma por meio de uma simulação, e também mais tarde através de uma entrevista real, podemos agora apresentar nossas considerações sobre a técnica, que vão desde seus pontos fortes e fracos, aplicabilidade da técnica, lacunas encontradas e oportunidade de melhorias.

Podemos destacar que o levantamento inicial dos cenários necessários para responder às perguntas da primeira etapa criam um bom entendimento inicial das principais características do sistema, o que por si só já facilita o processo de elicitación dos requisitos. As questões propostas pela técnica tornam intuitiva a elicitación dos objetivos de cada cenário, como também, os papéis de agente que participam do sistema.

A primeira lacuna e a mais clara é que a técnica definitivamente não suporta o modelo BDI de forma alguma. A técnica em nenhum momento traz à tona uma discussão a cerca de quais seriam as crenças iniciais de um papel de agente, como também não elicitamos as percepções que um agente interpretando o papel precisaria ter sobre o ambiente. Outro ponto que não fica claro é como um objetivo do agente se tornaria uma intenção. Vendo a técnica pela perspectiva BDI, conseguimos apenas identificar as responsabilidades de um agente que podem, mas não quer dizer que sejam obrigatoriamente, seus objetivos. Porém, com base nessas responsabilidades, não conseguimos identificar com certeza se estas são percepções, objetivos ou ações, produzindo assim uma certa ambiguidade.

Apesar de as questões serem intuitivas, notamos ser muito difícil seguir o roteiro de etapas propostas pela técnica. Um dos problemas que ocorreu durante a nossa simulação, e que voltou a aparecer durante a entrevista, foi que questões que devem ser elicitadas mais para o final da entrevista, como pré e pós condições de um cenário, começam a ser discutidas durante a primeira etapa, principalmente onde se discutem os objetivos do sistema. Uma lacuna assim permite que diferentes elicitaciones usando a técnica sejam realizadas de diferentes maneiras, não permitindo assim que a técnica proporcione uma elicitación sistemática e repetitiva.

O fato de as características de requisitos, que devem ser discutidas mais para o fim da entrevista, começarem a aparecer no início, torna repetitivas algumas etapas da elicitación, pois alguns aspectos do sistema começam a aparecer recorrentemente, tornando a entrevista maçante em alguns momentos. Isto se deve ao fato de que, primeiramente devem ser identificados cenários e se possível estes cenários devem ser divididos em sub

cenários. Em seguida na terceira etapa, devem ser identificadas atividades para cada cenário, e para cada atividade todas as questões dessa etapa devem ser repetidas fazendo referência às questões da primeira etapa.

Os resultados produzidos a partir da entrevista se encontram nos anexos deste trabalho.



## 6 PROPOSIÇÃO DE UMA NOVA TÉCNICA DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS PARA SISTEMAS MULTIAGENTES

Este capítulo apresenta a proposta da nossa nova técnica para elicitação de requisitos para sistemas multiagentes com ênfase no modelo BDI. A sessão 6.1 mostra como chegamos na proposta para a nova técnica, a sessão 6.2 contém as questões propostas para a técnica e a sessão 6.3 apresenta detalhes sobre a entrevista para validação da técnica.

### 6.1 A Técnica Proposta

Em um primeiro momento nossa intenção foi estender a técnica Homer ou uma das técnicas que fazem uso de características dela. Porém, apesar de a mesma, como a figura 4 apresentada na sessão 4.1 sugere, possuir uma facilidade de extensão e diversas oportunidades de melhoria, para nós a técnica de Miller et al. (2014), utilizada para a entrevista, não demonstrou ser adequada para nossos objetivos, conforme visto em nossas considerações na sessão 5.5.

Por este motivo, ao invés de estendermos a mesma para nossos fins, decidimos desenvolver uma nova técnica de elicitação, incluindo diretrizes de como ela deve ser aplicada. Nossa técnica é parcialmente inspirada na técnica Miller et al. (2014), a partir da qual resolvemos adaptar algumas questões e formas de elicitação.

Um dos pontos fortes levantados por nós, e que apresentamos nas considerações da técnica na sessão 5.5, é o levantamento inicial de cenários que Miller et al. (2014) realizam em sua técnica. Acreditamos no potencial que este levantamento inicial possui e no seu objetivo de identificar cenários que compõem o sistema. Com esta etapa é possível, no início da elicitação, identificar o escopo geral do sistema e as principais funcionalidades que o mesmo deve ter. Assim sendo, optamos por adicionar esta etapa à nossa técnica, sendo ela também a primeira etapa em nosso processo de elicitação. Em alguns casos pode ser necessário realizar mais de uma entrevista visando a identificação dos diversos cenários.

No contexto de nossa técnica, optamos por usar o termo cenário para nos referirmos a um conjunto de passos executados dentro de uma funcionalidade. É função do entrevistador também identificar e sugerir cenários além dos que foram elaborados com as partes interessadas, tendo em vista a dificuldade de pessoas não familiarizadas com sistemas multiagentes (e com qualquer outro tipo de sistema, na verdade) em identificar cenários, principalmente os internos que são executados por papéis de agente.

Durante a primeira entrevista com os pesquisadores da FURG, percebemos que não foi possível aplicar a segunda etapa da técnica apresentada por Miller et al. (2014), pois todos os papéis de agente já tinham sido levantados anteriormente. Ainda assim, por meio de experiências que encontramos em outros trabalhos, que mostram a aplicação da metáfora, acreditamos que esta pode ajudar a melhorar o processo de levantamento de papéis de agente.

Sendo assim, decidimos incorporar em nossa técnica o uso da metáfora organizacional apresentada por Wilmann e Sterling (2005) e adaptada na técnica de Miller et al. (2014), pois julgamos que a mesma torna mais intuitiva esta tarefa fundamental no levantamento de requisitos para sistemas multiagentes.

Durante a simulação de aplicação da técnica e também durante a entrevista que realizamos, tivemos alguns problemas no que diz respeito ao entendimento de certas questões aplicadas na técnica de Miller et al. (2014), principalmente nas questões que se referem às responsabilidades do papel de agente.

Não conseguimos através do artigo de Miller et al. (2014), identificar se as responsabilidades seriam ações ou objetivos do agente. Sendo assim, partimos do pressuposto que se pudesse fazer a associação de responsabilidades com objetivos, porém isso não ficava explícito no trabalho.

Algumas soluções foram pensadas para sanar este problema, que acreditamos ser uma lacuna de ambiguidade, como por exemplo, desdobrar esta questão para que dentro das responsabilidades pudéssemos identificar também as percepções ou objetivos que afetam o ambiente. Entretanto adotamos a solução que pensamos ser a mais simples e resolvemos substituir o termo responsabilidade por objetivo.

Para fazer com que a técnica fosse capaz de levantar requisitos para sistemas multiagentes que fazem uso do modelo BDI, resolvemos adicionar novas questões específicas para levantar as crenças iniciais e percepções do papel de agente. Acreditamos que na elicitação ainda é muito cedo para se discutir a questão de planos, uma vez que eles já podem representar a solução do problema.

Visando solucionar dois problemas que identificamos e que foram descritos anteriormente na sessão 5.5, ou seja, a dificuldade de seguir o roteiro proposto e o fato de que a entrevista com o tempo se torna repetitiva e maçante, pois certos aspectos do sistema ficam sendo discutidos repetidas vezes, decidimos não utilizar a terceira etapa da técnica de Miller et al. (2014).

Entretanto, reconhecemos que esta etapa apresenta algumas questões que se mostram muito importantes para o levantamento dos requisitos, e assim, resolvemos adaptar para nossa técnica algumas delas. No entanto, estas questões sofreram modificações de forma a mudar a referência que estas faziam a atividades, visto que nossa técnica trabalha apenas com cenários.

Para representar os requisitos elicitados através da aplicação da nossa técnica, optamos por criar nosso próprio modelo que se apresenta em forma de tabela. Nesta tabela se encontram as características que consideramos ser as mais importantes, tanto dos cenários como também dos papéis de agente.

Para sistemas que possuam termos específicos ou técnicos de uma determinada área, é recomendado que o entrevistador também produza um glossário de termos com o intuito de deixar claro e auxiliar quem quer que continue a análise e especificação do

sistema.

## 6.2 Diretrizes para Técnica

A aplicação da nossa técnica se divide em duas etapas, a primeira busca identificar cenários do sistema, e a segunda apresenta questões que são realizadas em cima dos cenários identificados.

Na primeira etapa, buscando entender as motivações do novo sistema, o entrevistador deve pedir para que as partes interessadas façam uma descrição de quais funções o sistema deverá atender. A partir dessas descrições, o entrevistador, com o auxílio dos entrevistados, deverá identificar os cenários que comporão o sistema.

Após identificar os cenários, passamos para a etapa dois, em que, para cada cenário identificado na primeira etapa, devem-se aplicar as seguintes questões:

- **Q1- Este cenário é interno ou externo?**

Esta questão visa identificar se o cenário é interno, ou seja, um cenário por meio do qual agentes interpretando um determinado papel interage no sistema ou se o cenário é um cenário externo, ou seja, um cenário em que usuários interagem com o sistema.

- **Q2 - Qual é o objetivo deste cenário?**

Esta questão visa produzir um resumo da descrição do cenário, destacando o que se busca atingir com sua execução.

- **Q3 - Este cenário pode ser dividido em um conjunto de cenários menores?**

Esta questão visa identificar cenários que são grandes e, nesse caso, dividi-los em cenários menores. Nesta situação, os novos cenários identificados devem ser adicionados à lista de cenários a serem analisados.

- **Q4 - Se fosse necessário contratar funcionários para lidar com este cenário, que posições você precisaria preencher?**

Esta questão visa levantar os papéis de agente que atuarão no cenário.

- **Q5 - Qual o gatilho que leva este cenário a se tornar ativo?**

Esta questão visa determinar o gatilho para o cenário, ou seja, o evento que pode acionar esse cenário.

- **Q6 - Quais são as pré condições deste cenário?**

Essa questão visa elicitare a pré-condição para o cenário começar; ou seja, os estados do ambiente que permitem esse cenário.

- **Q7 - Quais são as pós condições deste cenário?**

Esta questão visa elicitare como o cenário muda o ambiente; ou seja, o que acontece assim que este cenário é concluído.

- **Q8 - Existem outras entidades que deveriam ser informadas de que este cenário foi concluído?**

Esta questão visa elicitare possíveis eventos, tais como interações ou mensagens enviadas entre papéis de agentes, entre papéis de agentes e usuários externos ou entre papéis de agentes e o próprio sistema quando da conclusão do cenário. Dessa forma, esta questão permitiria identificar outros papéis de agente e usuários do sistema.

**Q9 - Para cada papel de agente identificado na questão 4, faça as seguintes questões, assumindo que você está interpretando o papel de agente:**

- **Q9.1 - Quais as crenças iniciais (conhecimento) que possuo sobre mim, sobre outros papéis de agente e sobre o ambiente?**

Esta questão visa levantar as crenças iniciais do papel de agente.

- **Q9.2 - Se estivesse desempenhando esse papel, com quais outros papéis eu teria contato e quais seriam minhas relações com esses papéis?**

Esta questão visa identificar as interações dos papéis de agente. Essa pergunta também ajuda a identificar outros papéis de agente e as mensagens trocadas entre eles.

- **Q9.3 - Quais seriam meus objetivos com relação ao cenário em questão?**

Esta pergunta visa elicitare os objetivos do papel de agente com relação a um cenário específico.

- **Q9.4 - Que conhecimento eu precisaria ter para atingir meus objetivos?**

Esta questão visa elicitare o conhecimento necessário para que um agente que desempenhe o papel atenda com sucesso aos seus objetivos relativos ao cenário.

- **Q9.5 - Que mudanças ou eventos no ambiente afetam as minhas crenças com relação aos meus objetivos?**

Ações dos usuários ou outros agentes, ou mesmo condições sendo satisfeitas no sistema devem ser descritas destacando quais crenças do papel de agente poderiam ser modificadas por elas.

- **Q9.6 - Que percepções eu preciso possuir para poder sondar o ambiente e determinar se as mudanças e eventos que nele ocorrem alteram as minhas crenças?**

Muitas vezes um agente precisa perceber o ambiente para determinar como agir nele. A percepção de eventos (como por exemplo mensagens enviadas por outros papéis de agentes) podem mudar as crenças do papel de agente em questão.

- **Q9.7 - Que ações externas que pudessem afetar o ambiente eu poderia realizar em um cenário?**

Essa questão busca identificar possíveis ações externas de um agente interpretando o seu papel. Uma ação externa é uma ação que um agente executa sobre o ambiente que faz com que uma mudança ocorra, tais como, alterar uma informação em uma base de conhecimento ou o envio de mensagens.

- **Q.9.8 - Existem políticas sociais (regras, restrições ou códigos de comportamento) às quais eu devo aderir?**

Esta questão visa elicitare quaisquer restrições sob as quais os papéis de agentes devem operar.

- **Q9.9 - Quais recursos seriam necessários para eu completar com sucesso este cenário?**

Que recursos o agente executando o papel precisaria ter acesso para que ele possa atingir seus objetivos.

### 6.3 Entrevista de Validação

Buscando validar nossa técnica, entramos em contato novamente com os pesquisadores que estão encarregados pelo desenvolvimento do sistema multiagente responsável por gerenciar entregas de pacotes. Prontamente os mesmos aceitaram o convite para a realização de uma segunda entrevista e a mesma foi agendada.

Entre a primeira e a segunda entrevista se passaram 21 dias, e durante este período de tempo novos conceitos para o sistema de entregas surgiram e foram debatidos entre os pesquisadores. Por este motivo existem eventuais diferenças em alguns requisitos e em alguns papéis de agentes quando comparamos os requisitos levantados na primeira e na segunda entrevista.

A fim de agilizar a primeira etapa em que devem ser identificados os cenários iniciais, sugerimos aos pesquisadores iniciar esta etapa fazendo uso dos cenários levantados na primeira entrevista. Com isto, ao invés de novamente discutirmos todo o sistema de uma forma mais generalizada, conseguimos focar de uma forma mais direta em cada cenário.

Nesta primeira etapa resolvemos fazer alguns ajustes nos cenários, como por exemplo, optamos em ter apenas um cenário de "Criar Rotas" e também trocar alguns termos que utilizamos na primeira entrevista. Ao invés de usar o termo pacotes para cada unidade individual que deve ser entregue, agora nos referimos a estas unidades com o termo

entregas. O cenário "Separar pacotes de uma remessa" foi excluído pois agora uma remessa não é mais separada em entregas, e sim, a remessa inteira vai para um entregador e esse realiza as entregas individuais.

Em nossa primeira entrevista todos os papéis de agente foram levantados com a questão Q3 de Miller et al. (2014) que diz, "Quais papéis participam desta atividade?", assim não tivemos a oportunidade de utilizar a metáfora organizacional.

Já durante a segunda entrevista, em que apenas a metáfora foi utilizada para elicitare os papéis de agente, pudemos notar que os nomes levantados para cada papel conseguem transmitir melhor a ideia da função que cada agente deve assumir dentro do sistema. Um exemplo deste caso é que, na primeira entrevista o papel de agente responsável por montar as remessas era o papel de agente Centro de Distribuição. Já durante a segunda entrevista onde usamos a questão Q4 que diz, "Se fosse necessário contratar funcionários para lidar com este cenário, que posições você precisaria preencher?", levantamos o papel de agente Montador de Remessas.

Nosso principal objetivo para com essa técnica agora também é possível, dado que a mesma também torna possível levantar questões que dizem respeito ao modelo BDI, como por exemplo, a partir das perguntas 9.1 e 9.5 podemos agora levantar as crenças iniciais referentes a um papel de agente e também o que pode levar à mudança destas crenças. Com a questão 9.6 agora também é possível identificar as percepções que o agente deve possuir para sondar o ambiente e determinar se estas mudanças alteram as suas crenças. Conseguimos com nossa técnica elicitare nesta segunda entrevista todas estas novas características, que não foram possíveis identificar na realização da primeira entrevista.

Também durante esta segunda entrevista, resolvemos mudar a ordem de algumas questões, pois concluímos que está ordem não era adequadamente fluída em certas partes, como por exemplo, nas questões que levantam os gatilhos, pré e pós condições do sistema. Estas questões eram feitas mais para o final da entrevista, porém notamos que fazia mais sentido realizar as mesmas antes de levantar as características dos papéis de agente.

Um dos problemas que encontramos, e que não conseguimos resolver com a eficiência que desejávamos, foi que, conforme a entrevista ia sendo realizada, a mesma torna-se de certa forma repetitiva, visto que deve-se aplicar todas as questões proposta para cada cenário identificado, mas isto não significa que novos requisitos estão sendo levantados a cada momento.

De uma forma geral podemos concluir que acreditamos que nossa nova técnica seja melhor em alguns aspectos quando comparada com as técnicas que foram previamente encontradas, estudadas e aplicadas. Nossa nova técnica se mostrou melhor em levantar os papéis de agente de um sistema, como também permitiu a identificação de características específicas do modelo BDI. Entretanto, devemos dar mérito à técnica de Miller et al. (2014), pois ela foi uma grande inspiração para nós principalmente em relação a etapa

inicial de levantamento de cenários.

Os resultados produzidos a partir desta segunda entrevista também se encontram no anexo ao final desta monografia.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos maiores aprendizados que podemos obter acerca de elicitação de requisitos pode ser visto em Sommerville (2015), que declara que o custo de corrigir um problema de requisitos fazendo uma alteração no sistema é geralmente muito maior do que reparar erros de projeto ou codificação. Uma mudança nos requisitos geralmente significa que o projeto e a implementação do sistema também devem ser alterados, além de que todo o sistema deve ser testado novamente.

Isto é igualmente verdadeiro para sistemas multiagentes. Desta forma, em busca de melhor elicitar os requisitos específicos para este tipo de sistema, foi realizada uma revisão sistemática da literatura em que procurou-se identificar técnicas de elicitação de requisitos específicas para sistemas multiagentes.

A partir das técnicas encontradas, analisamos as mesmas tentando entender como estas são aplicadas. Procuramos também identificar os pontos fracos e fortes de cada uma delas, principalmente no que diz respeito à cobertura do modelo BDI. Após analisarmos as técnicas concluímos que nenhuma delas cobre o modelo BDI e além disso algumas das técnicas encontradas são de difícil aplicação e pouco intuitivas.

Embasados por estes estudos, decidimos em um primeiro momento estender a técnica Homer. Após estudarmos os trabalhos que aplicam esta técnica, identificamos que, para realizar este trabalho, a melhor técnica seria a de Miller et al. (2014), visto que esta se utiliza das questões da técnica Homer apresentadas por Wilmann e Sterling (2005) e, além disso, a complementam com um novo conjunto de questões que tornaram a elicitação mais produtiva.

Com a intenção de entender melhor a técnica de Miller et al. (2014), produzimos um estudo detalhado da mesma, em que cada questão proposta pela técnica é analisada. Também em busca de um entendimento mais prático, primeiramente realizamos uma elicitação simulada objetivando o levantamento de requisitos para um sistema multiagente de livraria online. Em seguida, realizamos uma elicitação real para levantar requisitos para um sistema multiagente de entrega de pacotes.

A partir destas elicitações, elaboramos uma lista de pontos fortes, fracos e de lacunas que deveriam ser resolvidas, sendo a maior delas a impossibilidade de elicitar requisitos para sistemas multiagentes que fazem uso das características do modelo BDI.

Como a técnica de Miller acabou não se mostrando adequada para nossos objetivos, resolvemos criar uma nova técnica de elicitação de requisitos inspirada no trabalho de Miller et al. (2014). Também resolvemos adotar em nossa técnica a metáfora organizacional apresentada por Wilmann e Sterling (2005), que serve para levantar os papéis de agente.

Em nossa proposta para a nova técnica, tentamos ao máximo resolver os principais problemas e lacunas encontradas, especialmente a lacuna que diz respeito à elicitação de características com o modelo BDI. Para isto criamos questões específicas que visam, por

exemplo, levantar características dos papéis de agente como, as crenças iniciais e o que pode levar a mudança destas crenças e também questões que elicitam as percepções que o agente deve possuir.

Após efetuarmos a proposta da nova técnica de elicitação e das diretrizes de como esta deve ser aplicada, realizamos uma nova entrevista com os pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento do sistema multiagente de entrega de pacotes. A partir dos resultados obtidos através da segunda entrevista, podemos dizer que a nova técnica possui potencial e pode ser uma opção válida na elicitação de requisitos para sistemas multiagentes, principalmente nos que fazem uso do modelo BDI.

Todos os artefatos de requisitos que foram levantados a partir de ambas as entrevistas realizadas, podem ser encontrados nos anexos desta monografia.

## REFERÊNCIAS

- ARGENTE, E.; BOTTI, V.; JULIAN, V. Organizational-oriented methodological guidelines for designing virtual organizations. In: OMATU, S. et al. (Ed.). **Distributed Computing, Artificial Intelligence, Bioinformatics, Soft Computing, and Ambient Assisted Living**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 154–162. ISBN 978-3-642-02481-8. Citado na página 50.
- BERENBACH, B. et al. **Software & systems requirements engineering: in practice**. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 2009. Citado na página 33.
- BLANES, D.; INSFRAN, E.; ABRAHÃO, S. Requirements engineering in the development of multi-agent systems: a systematic review. In: SPRINGER. **International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning**. [S.l.], 2009. p. 510–517. Citado na página 50.
- BOISSIER, O. et al. **Multi-Agent Oriented Programming: Programming Multi-Agent Systems Using JaCaMo**. MIT Press, 2020. (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series). ISBN 9780262360661. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=GM\\\_tDwAAQBAJ](https://books.google.com.br/books?id=GM\_tDwAAQBAJ)>. Citado na página 27.
- BOURQUE, P.; FAIRLEY, R. E. et al. **Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK (R)): Version 3.0**. [S.l.]: IEEE Computer Society Press, 2014. Citado 5 vezes nas páginas 23, 30, 31, 32 e 33.
- BURMEISTER, B. et al. Bdi-agents for agile goal-oriented business processes. In: . [S.l.: s.n.], 2008. p. 37–44. Citado na página 50.
- CERNUZZI, L.; ZAMBONELLI, F. et al. Multi-agent abstractions and organizations and the i\* framework. In: CITESEER. **iStar**. [S.l.], 2008. p. 17–20. Citado na página 28.
- CHRISTEL, M.; KANG, K. **Issues in Requirements Elicitation**. Pittsburgh, PA, 1992. Disponível em: <<http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=12553>>. Citado na página 31.
- COUGHLAN, J.; LYCETT, M.; MACREDIE, R. D. Communication issues in requirements elicitation: a content analysis of stakeholder experiences. **Information and Software Technology**, v. 45, n. 8, p. 525 – 537, 2003. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584903000326>>. Citado na página 31.
- DAVEY, B.; PARKER, K. R. Requirements elicitation problems: A literature analysis. **Issues in Informing Science and Information Technology**, v. 12, p. 71–82, 2015. Citado na página 23.
- FUENTES-FERNÁNDEZ, R.; GÓMEZ-SANZ, J.; PAVÓN, J. Requirements elicitation and analysis of multiagent systems using activity theory. **Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on**, v. 39, p. 282 – 298, 04 2009. Citado 4 vezes nas páginas 38, 47, 48 e 51.
- HILL, R. Agency and the virtual campus: The tram approach. In: . [S.l.: s.n.], 2010. p. 8 – 15. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 49.

- HILL, R.; POLOVINA, S.; SHADIJA, D. Transaction agent modelling: From experts to concepts to multi-agent systems. In: SCHÄRFE, H.; HITZLER, P.; ØHRSTRØM, P. (Ed.). **Conceptual Structures: Inspiration and Application**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 247–259. ISBN 978-3-540-35902-9. Citado na página 49.
- JENNINGS, N.; SYCARA, K.; WOOLDRIDGE, M. A roadmap of agent research and development. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, v. 1, p. 7–38, 03 1998. Citado na página 27.
- JENNINGS, N. R. Agent-oriented software engineering. In: IMAM, I. et al. (Ed.). **Multiple Approaches to Intelligent Systems**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1999. p. 4–10. ISBN 978-3-540-48765-4. Citado na página 23.
- KARDAS, G.; TEZEL, B. T.; CHALLENGER, M. Domain-specific modelling language for belief–desire–intention software agents. **IET Software**, IET, v. 12, n. 4, p. 356–364, 2018. Citado na página 29.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004. Citado na página 35.
- KOSCIANSKI, A.; SOARES, M. dos S. **Qualidade de Software-2ª Edição: Aprenda as metodologias e técnicas mais modernas para o desenvolvimento de software**. [S.l.]: Novatec Editora, 2007. Citado na página 24.
- MILLER, T. et al. Requirements elicitation and specification using the agent paradigm: The case study of an aircraft turnaround simulator. **Software Engineering, IEEE Transactions on**, v. 40, p. 1007–1024, 10 2014. Citado 13 vezes nas páginas 38, 39, 41, 53, 54, 57, 58, 63, 64, 68, 71, 77 e 78.
- OLIVEIRA, A. d. P. et al. Eliciting multi-agent systems intentionality: from language extended lexicon to i\* models. In: . [S.l.: s.n.], 2007. p. 40–49. Citado 3 vezes nas páginas 38, 44 e 45.
- PRESSMAN, R. **Software Engineering: A Practitioner’s Approach**. 7. ed. USA: McGraw-Hill, Inc., 2009. ISBN 0073375977. Citado na página 30.
- RANJAN, P.; MISRA, A. A hybrid model for agent based system requirements analysis. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, v. 31, p. 1–7, 05 2006. Citado na página 50.
- RAO, A. S.; GEORGEFF, M. P. et al. Bdi agents: From theory to practice. In: **ICMAS**. [S.l.: s.n.], 1995. v. 95, p. 312–319. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- Ruiz, N.; Giret, A.; Botti, V. Early requirement guidelines for multiagent system modeling. In: **IEEE Workshop on Distributed Intelligent Systems: Collective Intelligence and Its Applications (DIS’06)**. [S.l.: s.n.], 2006. p. 183–188. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 43.
- SEN, A.; JAIN, S. A visualization technique for agent based goal refinement to elicit soft goals in goal oriented requirements engineering. **Requirements Engineering Visualization, First International Workshop on**, v. 0, p. 2, 03 2008. Citado 3 vezes nas páginas 38, 39 e 46.

- SHARMA, S.; PANDEY, S. K. Requirements elicitation: Issues and challenges. In: IEEE. **2014 International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)**. [S.l.], 2014. p. 151–155. Citado na página 31.
- SHEHORY, O.; STURM, A. **AGENT-ORIENTED SOFTWARE ENGINEERING**. [S.l.]: Springer, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 27.
- SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 10th. ed. [S.l.]: Pearson, 2015. ISBN 0133943038. Citado 3 vezes nas páginas 30, 33 e 71.
- SOUZA, F. **Um Processo de Engenharia de Requisitos para Sistemas Multiagentes**. 2020. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.
- WAISHIANG, C. et al. Agent oriented requirement engineering for lake mathematical modelling: Preliminary study. **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)**, v. 8, 08 2016. Citado 6 vezes nas páginas 24, 38, 39, 42, 53 e 54.
- WILMANN, D.; STERLING, L. Guiding agent-oriented requirements elicitation: Homer. In: . [S.l.: s.n.], 2005. v. 2005, p. 419 – 424. ISBN 0-7695-2472-9. Citado 10 vezes nas páginas 37, 38, 41, 42, 51, 53, 54, 55, 64 e 71.
- WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multiagent systems**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2009. Citado na página 28.
- WOOLDRIDGE, M.; CIANCARINI, P. Agent-oriented software engineering: The state of the art. In: CIANCARINI, P.; WOOLDRIDGE, M. J. (Ed.). **Agent-Oriented Software Engineering**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 1–28. Citado na página 23.
- WOOLDRIDGE, M. J.; JENNINGS, N. R. **Intelligent agents: Theory and practice**. 1995. Disponível em: <<https://eprints.soton.ac.uk/252102/>>. Citado na página 27.



## 8 ANEXOS

Neste anexo se encontram todos os requisitos levantados durante a primeira entrevista seguindo a técnica de Miller et al. (2014). A sessão 8.1 apresenta glossário de termos que visa explicar alguns termos específicos usados para o sistema. A sessão 8.2 apresenta todos os artefatos de requisitos elicitados na primeira entrevista, e por fim a sessão 8.3 apresenta os artefatos de requisitos elicitados na segunda entrevista.

### 8.1 Glossário de Termos

**Entrega** - Unidade de carga que o entregador entrega para uma pessoa.

**Remessa de entregas** - Unidade de carga composta de várias unidades de entrega.

**CD** - Centro de distribuição (local onde chegam as entregas e onde são feitas as remessas).

**CE** - Centro de expedição (local onde chega as remessas que o entregador humano pega e sai para entregar).

## 8.2 Artefatos Levantados na Primeira Entrevista

Nesta sessão são apresentados todos os requisitos levantados na primeira entrevista. Estes artefatos estão divididos em dois tipos: 1 - Representações dos agentes do sistema e suas características. 2 - Cenários do sistema e suas características. Resolvemos usar os modelos apresentados por Miller et al. (2014) para apresentar os requisitos elicitados.

### 8.2.1 Agentes do Sistema

Tabela 4 – Agente Centro de Distribuição

Papel de Agente:	Centro de Distribuição
Tipo de Agente:	Agente de software
Descrição:	Recebe pacotes e cria remessas com vários pacotes
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Receber os pacotes</li> <li>2. Armazenar os pacotes</li> <li>3. Criar remessa de pacotes</li> <li>4. Enviar a remessa com o primeiro caminhão a seguir a rota enviada pelo Gerente de Rotas.</li> </ol>
Restrições:	—

Fonte: Autor

Tabela 5 – Agente Gerente de Rotas

Papel de Agente:	Gerente de Rotas
Tipo de Agente:	Agente de software
Descrição:	Cuida das rotas para a entrega dos pacotes e das remessas de pacotes
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cria a melhor rota para a entrega de pacotes</li><li>2. Cria a melhor rota para entrega das remessas de pacotes</li><li>3. Define o entregador do pacote</li></ol>
Restrições:	Trabalha com heurísticas já definidas para cada região na produção de rotas

Fonte: Autor

Tabela 6 – Agente Centro de Expedição

Papel de Agente:	Centro de expedição
Tipo de Agente:	Agente de software
Descrição:	Recebe remessas de pacotes e as prepara para a última etapa de entrega
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Recebe as remessas de pacotes</li><li>2. Separa as remessas de pacotes</li><li>3. Prepara o pacote para entregador final</li></ol>
Restrições:	Separa remessas de pacotes por ordem de chegada

Fonte: Autor

Tabela 7 – Agente Gerente de Entregas

Papel de Agente:	Gerente de Entregas
Tipo de Agente:	Agente de software
Descrição:	Auxilia o Entregador na entrega de pacotes
Responsabilidades:	1. Notificar o Entregador que uma entrega deve ser realizada 2. Mostrar a rota do endereço de entrega do pacote
Restrições:	—

Fonte: Autor

Tabela 8 – Agente Entregador

Papel de Agente:	Entregador
Tipo de Agente:	Agente humano
Descrição:	Pessoa física que entrega os pacotes
Responsabilidades:	1. Realizar a entrega do pacote
Restrições:	Seguir a rota de entrega sugerida pelo Gerente de Entregas

Fonte: Autor

### 8.2.2 Cenários do sistema

Tabela 9 – Cenário 1: Receber os pacotes

Cenário:	1. Receber os pacotes
Gatilho:	Um pacote chegar ao centro de distribuição
Pré Condição:	Cuida das rotas para a entrega dos pacotes e das remessas de pacotes
Sub-Atividades:	1. Produz a melhor rota para a entrega de pacotes 2. Produz a melhor rota para entrega das remessas de pacotes 3. Define o entregador do pacote
Pós Condições:	Trabalha com heurísticas já definidas para cada região na produção de rotas

Fonte: Autor

Tabela 10 – Cenário 2: Gerar remessa de pacotes

Cenário:	2. Gerar remessa de pacotes
Gatilho:	Ter um número suficiente de pacotes para criar uma remessa
Pré Condição:	Ter entregas na fila de entregas
Sub-Atividades:	Gerar várias remessas com os pacotes que estão na fila
Pós Condições:	Notificar Gerente de Rotas que existe uma nova remessa

Fonte: Autor

Tabela 11 – Cenário 3: Criar as rotas de entrega

Cenário:	3. Criar as rotas de entrega
Gatilho:	Receber notificação de que uma nova remessa está pronta
Pré Condição:	Estar com as heurísticas de melhores rotas para cada região atualizada.
Sub-Atividades:	1. Gerar a rota de entrega para cada pacote da remessa e definir seu entregador 2. Gerar a rota da entrega da remessa
Pós Condições:	Notificar que a remessa agora possui uma rota

Fonte: Autor

Tabela 12 – Cenário 4: Enviar remessa para centro de expedição

Cenário:	4. Enviar remessa para centro de expedição
Gatilho:	Receber notificação que remessa está com uma rota definida
Pré Condição:	Possuir a lista de caminhões disponíveis
Sub-Atividades:	1. Verificar qual o caminhão está disponível para fazer a rota
Pós Condições:	Notificar o Centro de Expedições que uma remessa está a caminho

Fonte: Autor

Tabela 13 – Cenário 5: Receber Remessa

Cenário:	5. Receber remessa
Gatilho:	Chegada de uma nova remessa no centro de distribuição
Pré Condição:	Novas remessas estão disponíveis no centro de expedição
Sub-Atividades:	Receber a remessa no centro de expedição.
Pós Condições:	1. Notificar que a remessa chegou. 2. Começar o processo de separar os pacotes da remessa.

Fonte: Autor

Tabela 14 – Cenário 6: Separar os pacotes de uma remessa

Cenário:	6. Separar os pacotes de uma remessa
Gatilho:	Nova remessa chegou ao centro de expedição
Pré Condição:	Remessas devem estar organizadas por ordem de chegada
Sub-Atividades:	Separar de forma individual os pacotes que compõem uma remessa
Pós Condições:	Fila de espera com pacotes já separados e prontos para serem entregues

Fonte: Autor

Tabela 15 – Cenário 7: Preparar o pacote para entrega

Cenário:	7. Preparar o pacote para entrega
Gatilho:	Possuir pacotes na fila de espera para serem entregues
Pré Condição:	Organizar os pacotes por ordem de chegada
Sub-Atividades:	1. Notificar o entregador definido pelo Gerente de Rotas para cada pacote separado e pronto para entregar
Pós Condições:	Após um entregador pegar o pacote, mudar o status do pacote para pacote entregue

Fonte: Autor

### 8.3 Artefatos Levantados na Segunda Entrevista

Tabela 16 – Cenário 1: Receber entregas

Cenário:	Receber entregas
Tipo de cenário:	Externo
Gatilho (Percepções):	A chegada de uma ou mais entregas
Pré-Condições:	Não ter nenhuma entrega na fila (a fila está zerada)
Pós-Condições:	Se não existem mais entregas na fila o sistema fica ocioso
Papel de Agente Principal:	Operador Recebedor de Pacotes (Humano)
Objetivos do Papel de Agente:	Receber as entregas e cadastrá-las no sistema escaneando um código de barras
Crenças Iniciais do Papel de Agente:	—
Agentes Secundários:	—
Restrições:	—
Ações Externas:	—

Fonte: Autor

Tabela 17 – Cenário 2: Gerar remessa de entregas

Cenário:	Gerar remessa de entregas
Tipo de cenário:	Interno
Gatilho (Percepções):	Ter entregas na fila de entregas
Pré-Condições:	Ter pelo menos uma entrega na fila
Pós-Condições:	—
Papel de Agente Principal:	Montador de Remessas
Objetivos do Papel de Agente:	Gerar várias remessas a partir das entregas.
Crenças Iniciais do Papel de Agente:	1. Conhecimento sobre os dados da entrega 2. Qual entregador tem o maior desejo de entregar aquela remessa.
Agentes Secundários:	Gerente de Rotas
Restrições:	Saber a capacidade máxima de carga do veículo do entregador
Ações Externas:	Montador de Remessas avisa o Gerente de Rotas que uma remessa está pronta e precisa de uma definição de rota

Fonte: Autor

Tabela 18 – Cenário 3: Criar Rotas

Cenário:	Criar Rotas
Tipo de cenário:	Interno
Gatilho (Percepções):	Ter remessas na fila de remessas
Pré-Condições:	Ter pelo menos uma remessa na fila
Pós-Condições:	—
Papel de Agente Principal:	Gerente de Rotas
Objetivos do Papel de Agente:	1. Criar a rota da remessa do CD para o CE 2. Gerar a rota de entrega do CE para o destinatário da entrega
Crenças Iniciais do Papel de Agente:	1. Conhecimento sobre todas as entregas da remessa 2. Conhecimento sobre endereço de entrega das entregas 3. Conhecimento sobre as heurísticas de entrega 4. Conhecimento sobre o trânsito e sobre as condições climáticas
Agentes Secundários:	App de Entregas Caminhoneiro (Humano)
Restrições:	1. Rota do entregador deve sempre começar no CE 2. A rota do entregador deve começar no centro de expedição, mas pode terminar em qualquer lugar.
Ações Externas:	1. Transmitir a rota de entrega para o papel de agente App de Entregas. 2. Transmitir a rota de entrega para o papel Caminhoneiro (Humano)

Fonte: Autor

Tabela 19 – Cenário 4: Enviar Remessa de Entregas

Cenário:	Enviar Remessa de Entregas
Tipo de cenário:	Externo
Gatilho (Percepções):	Ter uma remessa para entregar
Pré-Condições:	Ter remessas suficientes para encher um caminhão
Pós-Condições:	A remessa é entregue no CE
Papel de Agente Principal:	Caminhoneiro (Humano)
Objetivos do Papel de Agente:	Levar a remessa do CD para o CE
Crenças Iniciais do Papel de Agente:	—
Agentes Secundários:	Mensageiro das Remessas
Restrições:	O envio da remessa vai acontecer só quando um caminhão estiver cheio
Ações Externas:	Informar o Mensageiro das Remessas que uma remessa está a caminho do CE.

Fonte: Autor

Tabela 20 – Cenário 5: Receber Remessa de Entregas

Cenário:	Receber Remessa de Entregas
Tipo de cenário:	Interno
Gatilho (Percepções):	Uma ou mais remessas chegarem no CE
Pré-Condições:	Novas remessas estão disponíveis no CE
Pós-Condições:	Fica esperando novas remessas chegarem no CE
Papel de Agente Principal:	Mensageiro das Remessas
Objetivos do Papel de Agente:	Avisar para o agente App de entrega que chegou uma remessa
Crenças Iniciais do Papel de Agente:	Conhecimento de qual remessa pertence a qual entregador
Agentes Secundários:	App de Entregas
Restrições:	A remessa deve ser entregue para o entregador que já estava definido
Ações Externas:	Enviar notificação para o agente App de Entregas

Fonte: Autor

Tabela 21 – Cenário 6: Preparar a entrega

Cenário:	Preparar a entrega
Tipo de cenário:	Interno
Gatilho (Percepções):	Ter remessas de entregas para entregar.
Pré-Condições:	Ter uma remessa para entregar
Pós-Condições:	—
Papel de Agente Principal:	App de Entregas
Objetivos do Papel de Agente:	1. Notificar o papel Entregador (Humano) de quais entregas ele deve fazer 2. Mostrar as rotas para cada entrega
Crenças Iniciais do Papel de Agente:	Conhecimento sobre uma ou mais remessas que devem ser entregues
Agentes Secundários:	Entregador (Humano)
Restrições:	Mostrar a rota que o papel de agente Gerente de Rotas criou
Ações Externas:	Se comunicar com o Entregador (Humano)

Fonte: Autor