



**Guilherme Nascimento Pate Santos**

**Metodologia Ágil para Desenvolvimento de Sistemas  
Inteligentes de Apoio à Decisão**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Informática, do Departamento de Informática da PUC-Rio

Orientador: Alessandro Fabricio Garcia  
Coorientador: Carlos José Pereira de Lucena

Rio de Janeiro  
Junho de 2024



**Guilherme Nascimento Pate Santos**

## **Metodologia Ágil para Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

**Prof. Alessandro Fabricio Garcia**

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Carlos José Pereira de Lucena**

Coorientador

Fundação Padre Leonel Franca

**Prof<sup>a</sup>. Juliana Alves Pereira**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. José Alberto Rodrigues Pereira Sardinha**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Dr<sup>a</sup>. Geisa Martins Faustino**

Microsoft Informática

**Prof. Rodrigo Laiola Guimarães**

UFES

Rio de Janeiro, 20 de Junho de 2024

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e dos orientadores.

### **Guilherme Nascimento Pate Santos**

Graduado em Matemática pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em 2003, Pós-graduado em Projeto Análise e Gerência de Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) em 2004 e Mestre em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) em 2007.

#### Ficha Catalográfica

Pate Santos, Guilherme Nascimento

Metodologia Ágil para Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão / Guilherme Nascimento Pate Santos; orientador: Alessandro Fabricio Garcia; coorientador: Carlos José Pereira de Lucena. – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Informática, 2024.

168 f.; 30 cm

Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Engenharia de Software. 3. Metodologias Ágeis. 4. *Framework*. 5. Sistemas de Apoio à Decisão. 6. Sistemas Multi-Agentes. 7. Enriquecimento de Dados. I. Garcia, Alessandro Fabricio II. Lucena, Carlos José Pereira de. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. IV. Título.

CDD: 004

*A Deus, a minha família e a todos que me ajudaram nessa jornada.*

## **Agradecimentos**

A Deus, por ter me dado a vida e calma necessária nas horas mais críticas.

A minha esposa Thais e ao meu filho Lorenzo por todo apoio e pelos momentos juntos que foram motivadores.

Meu pai Eliomar, minha irmã Juliana e meu primo Leonardo pelo apoio e por que estarem sempre unido nos momentos mais difíceis.

Não posso deixar de citar aqueles que já se foram e deixam saudades, Minha querida mãe Valéria que sempre me apoiava e me motivava a continuar os estudos (\*1958 - † 2022). Minha avó Thereza (\*1939 - † 2020) e meu avô Mario (\*1931 - † 2016) por todo o carinho e conselhos para sempre estudar. Minha dinda Ana Maria (\*1959 - † 2010) por todo o carinho e mensagens de otimismo.

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup> Carlos Lucena, agradeço todos os ensinamentos e apoio recebido. Sinto-me grato por ter convivido com uma pessoa tão genial, experiente e profissional. Agradeço a confiança, a paciência e o incentivo. Agradeço também a todos da banca por aceitar o convite e ao André Lucena pelo apoio logístico.

A todos os professores e funcionários do departamento de informática pelos ensinamentos, conselhos e ajudas. A CAPES e a PUC-Rio pela isenção concedida.

Principalmente a minha esposa Thais e meu filho Lorenzo por todo auxílio e suporte familiar, e por estarmos sempre unidos nos momentos mais difíceis. Aos meus pais Eliomar e Valéria (\*1958 - † 2022) pela formação e educação que me foi dada, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

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

## Resumo

Pate Santos, Guilherme Nascimento. **Metodologia Ágil para Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro, 2024. 168p. Tese de Doutorado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A metodologia proposta, MaSID, traz uma abordagem ágil para o desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio à decisão, neste sentido o trabalho tem como objetivo fornecer um guia para o planejamento e o desenvolvimento de forma a correlacionar informações externas, objetivas ou subjetivas, que venham a reforçar ou modificar uma decisão, modificando assim comportamentos internos ao sistema. Metodologias ágeis atuais não contemplam o levantamento de requisito nem conduzem para uma análise de como fatores externos podem influenciar nas decisões, para suprir esta lacuna nossa metodologia dispõe de um fluxo iterativo e incremental onde cada fase é composta por três reuniões de trabalho, de 15 minutos cada, que recebem artefatos de entrada e geram artefatos de saída, resultado das análises realizadas. Um ciclo da metodologia representa uma passagem por todas as fases, já a execução de uma fase significa que todas as reuniões planejadas foram realizadas. A condução das reuniões visa garantir maior eficiência, colaboração e adaptação às mudanças, para análises mais profundas durante as reuniões, a metodologia disponibiliza *frameworks* conceituais e artefatos específicos. Podemos citar alguns como, o *framework* de negociação, artefatos no formato de quadro e formulários e o gráfico 3D de complexidade que permite visualizar tamanho e complexidade do software desejado. Estas ferramentas viabilizam um ambiente de colaboração durante a reunião, e além disso, melhoram o processo cognitivo da análise, trazendo um ciclo de *feedback* contínuo. Por isso, entendemos que a metodologia MaSID pode melhorar a qualidade e a objetividade das definições do critério de inteligência em um sistema de apoio à decisão. Parte da metodologia foi validada em um projeto voltado para contratos de importação de gasolina, exposto no primeiro estudo de caso.

## Palavras-chave

Engenharia de Software; Metodologias Ágeis; Enriquecimento de Dados; *Framework* Conceitual; Sistemas Inteligentes de Apoio a Decisão.

## **Abstract**

Pate Santos, Guilherme Nascimento. **Agile Methodology for Developing Intelligent Decision Support Systems**. Rio de Janeiro, 2024. 168p. Doctorate Thesis - Computer Science Department, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

The proposed methodology, MaSID, brings an agile approach to the development of intelligent decision support systems, in this sense the work aims to provide a guide for planning and development in order to correlate external information, objective or subjective, that comes to reinforce or modify a decision, thus modifying behaviors internal to the system. Current agile methodologies do not include requirements gathering nor do they lead to an analysis of how external factors can influence decisions. To fill this gap, our methodology has an iterative and incremental flow where each phase is made up of three 15-minute work meetings each, which receive input artifacts and generate output artifacts, the result of the analyzes performed. A cycle of the methodology represents a passage through all phases, while the execution of a phase means that all planned meetings have been carried out. The conduct of meetings aims to ensure greater efficiency, collaboration and adaptation to changes. For deeper analyzes during meetings, the methodology provides conceptual frameworks and specific artifacts. We can mention some such as, the negotiation framework, artifacts in the format of tables and forms and the 3D complexity graph that allows you to visualize the size and complexity of the desired software. These tools enable a collaborative environment during the meeting, and in addition, they improve the cognitive process of analysis, bringing a continuous feedback cycle. Therefore, we understand that the MaSID methodology can improve the quality and objectivity of intelligence criteria definitions in a decision support system. Part of the methodology was validated in a project focused on gasoline import contracts, exposed in the first case study.

## **Keywords**

Software Engineering; Agile Method; Data Enrichment; Conceptual Framework; Method for Intelligent Decision Support System.

## Sumário

1 Introdução	18
1.1. Declaração do problema e desafio de pesquisa	18
1.2. Abordagem de pesquisa	24
1.3. Contribuições	24
1.4. Estrutura da Tese	25
2 Conceitos Básicos	27
2.1. Métodos Ágeis	27
2.1.1. <i>Scrum</i>	28
2.1.2. Kanban	34
2.1.3. <i>Framework</i> 5W2H	36
2.2. Inteligência Artificial	39
2.2.1. <i>PageRank</i>	40
2.2.2. LSTM - <i>Long Short-Term Memory</i>	44
3 Metodologia Ágil para o Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão	47
3.1. Arcabouço	47
3.1.1. Papéis	51
3.1.2. Sistemas de Regras e Políticas	56
3.2. Fase de Iniciação	59
3.3. Fase de Análise e Planejamento	73
3.4. Fase de Negociação	77
3.4.1. Método de uso do <i>Framework</i> Conceitual	81
3.5. Fase de Controle	85
3.5.1. Controle de Mudanças	88
3.6. Fase de Suporte Inteligente ao Apoio à Decisão	91
3.7. Estratégias do Líder da equipe de TI	95

4 Contratos de Importação - Estudo de Caso 1	98
4.1. Problema Exemplo	99
4.2. O Uso da Metodologia	102
4.3. Instanciando a Aplicação	105
4.4. Discussão	109
5 Recomendação de Opção de Lazer - Estudo de Caso 2	111
5.1. Problema Exemplo	111
5.2. O Uso da Metodologia	112
5.3. Discussão	118
6 Planejando salas de aula inteligentes com MaSID e BIM – Estudo de caso 3	119
6.1. Problema Exemplo	120
6.2. O Uso da Metodologia	121
6.2.1. Cartas de Perguntas Básicas ao Cliente	122
6.3. Instanciação da Aplicação	126
6.3.1. Quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave	131
6.3.2. Metodologia BIM no contexto do planejamento de salas de aula inteligentes	134
6.3.3. Avaliação de Custos	135
6.4. Discussão	140
7 Conclusão	143
7.1. Contribuições	146
7.2. Trabalhos Futuros	147
8 Referências	149
Anexo A - Softwares Utilizados	160

## Lista de Figuras

Figura 1. Fluxo básico <i>Scrum</i> ( <i>Scrum</i> Reuniões e cerimônias, 2024).	30
Figura 2. Cenário inicial de negociação entre agentes (imagem de autoria do autor da Tese).	43
Figura 3. Simulação da construção do grafo em um ciclo de negociação (imagem de autoria do autor da Tese).	43
Figura 4. Grafo final após um ciclo de 24 horas de negociação (imagem de autoria do autor da Tese).	43
Figura 5. Módulo de repetição em um LSTM (BAO et al., 2017).	46
Figura 6. Ciclo da metodologia MaSID (imagem de autoria do autor da Tese).	50
Figura 7. Fluxo de tempo nas reuniões e entre as reuniões (imagem de autoria do autor da Tese).	57
Figura 8. Contagem de tempo das atividades de uma reunião (imagem de autoria do autor da Tese).	58
Figura 9. Início de um projeto ou de uma demanda (imagem de autoria do autor da Tese).	61
Figura 10. Reuniões da fase de iniciação e seus artefatos (imagem de autoria do autor da Tese).	62
Figura 11. Fase de iniciação, artefatos e interações (imagem de autoria do autor da Tese).	64
Figura 12. Três cartas do eixo X para levantamento de requisitos funcionais (artefato de autoria do autor da Tese).	65
Figura 13. Três cartas do eixo Y para levantamento de requisitos não funcionais (artefato de autoria do autor da Tese).	67
Figura 14. Três cartas do eixo Z para levantamento de requisitos de inteligência e comportamentais (artefato de autoria do autor da Tese).	68
Figura 15. Gráfico 3D de complexidade (artefato de autoria do autor da Tese).	69
Figura 16. Reuniões da fase de análise e planejamento e seus artefatos (imagem de autoria do autor da Tese).	74
Figura 17. Modelo de camadas (modelo de autoria do autor da Tese).	75
Figura 18. Reuniões da fase de negociação (imagem de autoria do autor da Tese).	

	77
Figura 19. <i>Framework</i> conceitual ( <i>framework</i> de autoria do autor da Tese).	78
Figura 20. Reuniões da fase de controle e seus artefatos de apoio (imagem de autoria do autor da Tese).	85
Figura 21. Visão holística da solução de controle (imagem de autoria do autor da Tese).	90
Figura 22. Gráfico de controle de mudança (imagem de autoria do autor da Tese).	90
Figura 23. Reuniões da fase de suporte inteligente a decisão (imagem de autoria do autor da Tese).	91
Figura 24. Ciclo inteligente de suporte à decisão (imagem de autoria do autor da Tese).	95
Figura 25. Fluxo para alinhamento entre o planejado e desenvolvido (imagem de autoria do autor da Tese).	96
Figura 26. Fluxo de importação por conta e ordem (imagem de autoria do autor da Tese).	98
Figura 27. Arquitetura conceitual de camadas (imagem de autoria do autor da Tese).	103
Figura 28. Processo interativo entre os agentes (imagem de autoria do autor da Tese).	104
Figura 29. Gráfico de valores Dólar x Gasolina	108
Figura 30. Gráfico de valores Dólar x Gasolina x Interesse na Busca	109
Figura 31. Reuniões da fase de iniciação e o possível retorno (imagem de autoria do autor da Tese).	123
Figura 32. Dinâmica de levantamento de requisitos da metodologia MaSID (imagem de autoria do autor da Tese).	124
Figura 33. Cartas por eixo do gráfico 3D de complexidade (artefato de autoria do autor da Tese).	125
Figura 34. <i>Framework</i> conceitual de elementos pedagógicos (Reidsema et al., 2017; Kavanagh et al., 2017)	128
Figura 35. Extensão das Cartas por eixo do gráfico 3D de complexidade (artefato de autoria do autor da Tese).	130
Figura 36. Sala de aula planejada com o software Revit (Pate Santos et al., 2023).	

	135
Figura 37. Evolução do primeiro modelo seguindo o fluxo MaSID (Pate Santos et al., 2023).	136
Figura 38. Modelo no metaverso feito com Spatial (Pate Santos et al., 2023).	139
Figura 39. Anexo A – Tela de apresentação do software MetaTrader5.	161
Figura 40. Anexo A – Tela de instalação do software AutoIT.	162
Figura 41. Anexo A – Tela de instalação AutoIT espaço necessário.	162
Figura 42. Anexo A – AutoIT exemplos.	163
Figura 43. Anexo A – Tela de instalação Anaconda.	164
Figura 44. Anexo A – Tela de de utilização Anaconda.	164
Figura 45. Anexo A – Tela de instalação Eclipse.	165
Figura 46. Anexo A – Definição do workspace no Eclipse.	165
Figura 47. Anexo A – Código para criação de agentes com Jade.	166
Figura 48. Anexo A – Container principal de agentes.	166
Figura 49. Anexo A – Código do agente importador.	167
Figura 50. Anexo A – Tela do agente importador.	167
Figura 51. Anexo A – Container recebendo o agente importador.	167

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Artefato cartão de registro de tempos da metodologia MaSID (artefato de autoria do autor da Tese).	33
Tabela 2. Questões 5W2H (artefato do <i>framework</i> 5W2H).	37
Tabela 3. Artefato de dados básicos para início do projeto ou demanda (artefato de autoria do autor da Tese).	61
Tabela 4. Formulário de questões elucidativas (artefato de autoria do autor da Tese).	70
Tabela 5. Quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave (artefato de autoria do autor da Tese).	72
Tabela 6. Quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave (artefato de autoria do autor da Tese).	76
Tabela 7. Conjunto de questões estruturais (artefato de autoria do autor da Tese).	79
Tabela 8. Artefato de configuração de controle (artefato de autoria do autor da Tese).	89
Tabela 9. Formulário de questões essenciais	92
Tabela 10. Formulário de questões elucidativas, com indicações de relevância (artefato de autoria do autor da Tese).	114
Tabela 11. Quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave com destaque para os requisitos que serão tratados nos pacotes do MVP selecionado (artefato de autoria do autor da Tese).	115
Tabela 12. Extensão do quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave (artefato de autoria do autor da Tese).	116
Tabela 13. Adaptação da metodologia MaSID para as perguntas 5W2H (artefato de autoria do autor da Tese).	127
Tabela 14. Simetria da pessoa chave com o fornecedor qualificado (artefato de autoria do autor da Tese).	133
Tabela 15. Correlação do custo com camadas e requisitos já levantados (Pate Santos et al., 2023).	137
Tabela 16. Tabela gerada pelo software Revit, para objetos da sala de aula (Pate	

Santos et al., 2023).

138

Tabla 17. Comparativo entre o MaSID e as metodologias ágeis. (artefato de autoria do autor da Tese).

144

## Lista de Siglas e Abreviaturas

MaSID	<i>agile Methodology for developing Intelligent Decision-make and System</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
FIPA	<i>Foundation for Intelligent Physical Agents</i>
JADE	<i>Java Agent DEvelopment Framework</i>
JDK	<i>Java Development Kit</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
AAMAS	<i>Autonomous Agents and MultiAgent Systems</i>
OO	<i>Object Orientation</i>
SMA	<i>Multi-Agent System</i>
WIP	<i>Work in Process</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
FIPA ACL	<i>Linguagem padronizada pela FIPA para a comunicação entre agente</i>
ODB2	<i>On Board Diagnostics 2</i>
on-premises	<i>IT environment entirely implemented within the company's infrastructure</i>
SaaS	<i>IT environment outside the company's infrastructure and works as a service available in a cloud</i>
LSTM	<i>Long Short-Term Memory</i>
PageRank	<i>Algorithm used by Google to position websites among its search results</i>
RNN	<i>Recurrent Neural Network</i>
RPA	<i>Robotic Process Automation</i>
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>

REST	<i>Representational State Transfer</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MT5	<i>Meta Trader 5</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
Revit	<i>Revise-Instantly</i>
GeoGebra	<i>Platform with several mathematical applications</i>
GoogleTrends	<i>Provides access to an essentially unfiltered sample of actual search requests made to Google</i>
COVID	<i>(CO)rona (VI)rus (D)isease 2019</i>
SCALE-UP	<i>Student-Centered Active Learning Environment with Upsidedown Pedagogies</i>
PBL	<i>Project-Based Learning / Problem-Based Learning</i>
Backlog	<i>List or history of projects and activities that need to be completed</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>

*Só podemos ver uma curta distância à frente, mas podemos ver muito que precisa ser feito. "Alan Mathison Turing"*

# 1 Introdução

Neste capítulo iniciamos discussões sobre os caminhos e formas que utilizamos para construir uma metodologia ágil para desenvolvimento de sistemas e tomadas de decisão inteligentes, que foi denominada MaSID – Metodologia ágil para Sistemas Inteligentes de apoio a Decisão. Para isso, abordaremos os tipos de modelos de sistemas de apoio à decisão, o conceito ágil através dos métodos e metodologias mais conhecidos e o conceito de inteligência artificial através de algoritmos e arquiteturas. Portanto, ao longo dos capítulos desta Tese apresentaremos detalhadamente nossa metodologia e os estudos de caso realizados, a partir dos quais poderemos apresentar de forma coesa a utilização de todas as ferramentas e artefatos.

Ainda neste capítulo apresentamos a motivação deste estudo, os desafios da pesquisa ao tratar deste assunto e a estratégia utilizada na solução. Na última seção apresentaremos a organização dos capítulos desta Tese.

## 1.1. **Declaração do problema e desafio de pesquisa**

A inteligência tem sido um requisito essencial para o desenvolvimento de sistemas, especialmente em sistemas de apoio à decisão, onde frequentemente é utilizada uma análise conjunta de atributos direta e indiretamente correlacionados a tomada de decisão, de modo a reforçar ou modificar a decisão que foi tomada.

De modo geral, a inteligência está presente em tudo o que é desenvolvido pelo ser humano e para nos apoiar neste conceito teórico utilizamos como referência o estudo de reversibilidade feito por Jean Piaget (Piaget, 1951; Cavicchi, 2018), que é utilizado para definir a natureza dinâmica da inteligência. Neste sentido, a inteligência pode ser vista como a busca pelo equilíbrio, ou seja, é o processo de realizar ajustes nas estruturas para atender ao mundo exterior e assim internalizar esta resposta ao mundo exterior, garantindo uma assimilação do que foi percebido (Piaget, 1977; Boom, 2009).

Dessa forma, em uma visão voltada para sistemas podemos dizer que a capacidade de auto adaptação a novos dados, que surgem em um cenário que se deseja tratar, aliado a critérios de inteligência, podem adicionar análises cada vez mais relevantes em um sistema de apoio à decisão.

Neste sentido, o trabalho proposto tem o desafio de trazer uma metodologia que possa servir de guia ágil para o planejamento e o desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio à decisão.

Observando metodologias como *Scrum*, Kanban e 5W2H percebemos que cada uma tem pontos fortes com boa aplicabilidade em projetos reais, porém, existem algumas lacunas que podem ser exploradas trazendo ganhos importantes para o planejamento e o desenvolvimento de sistemas. Ainda na visão destas metodologias percebemos que não há um suporte nativo a um processo com o foco na inteligência do apoio à decisão, ou seja, não existem ferramentas nem artefatos para apoiarem o planejamento e o desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio à decisão.

Um dos problemas que pretendemos tratar com a nossa metodologia, MaSID, é de como guiar os usuários de forma ágil, para um planejamento inteligente de um apoio à decisão, que terá como resultado um sistema inteligente de apoio à decisão. Para isso, vamos guiar o usuário na busca de fatores externos que venham a modificar o comportamento interno do sistema.

Este estudo buscou correlacionar fatores externos com o comportamento interno do sistema, para tanto, observamos dentre os fatores externos aqueles que tinham mais objetividade ou subjetividade na tomada de decisão.

Desta forma, tem-se que os fatores externos objetivos afetam diretamente a tomada de decisão, ou seja, sua variação pode modificar uma decisão. Já os fatores externos subjetivos podem antecipar uma análise de fatores externos objetivos podendo também modificar uma decisão.

Nesse sentido, os pontos apresentados neste estudo visam cobrir lacunas, e também agregar no uso conjunto com outras metodologias.

Antes de apresentar outros pontos da nossa metodologia é importante destacar, em síntese, as três metodologias *Scrum*, Kanban e 5W2H.

O *Scrum* apresenta um gerenciamento de projetos de forma descentralizada com uma padronização para ciclos de trabalhos ágeis organizados por reuniões (de planejamento, de revisão, diárias e retrospectivas), com entregas de pacotes

entre duas a quatro semanas. Traz também o conceito de equipes autônomas, colaborativas e organizadas por papéis, definindo também o tamanho ideal das equipes (de três a nove pessoas).

Já o Kanban apresenta uma forma de gestão de projetos que busca otimizar a produção e eficiência dos processos, para isto é disponibilizada como ferramenta um quadro onde é apresentado o fluxo de trabalho. Este fluxo de trabalho é apresentado por meio de colunas e as tarefas são identificadas por meio de um cartão. Os cartões apresentam informações como descrição da tarefa, o responsável e o prazo de término, eles representam o trabalho real para que todos possam verificar o status no quadro. Ainda existe o foco em estabelecer limites de cartões ou tarefas em cada etapa do fluxo.

O 5W2H busca através de sete perguntas chave manter um planejamento eficiente e organizado do projeto que se quer realizar, para isso, as perguntas buscam realizar uma definição clara do objetivo, entender a razão das tarefas, onde o projeto será executado, entendendo os prazos, as pessoas, procedimentos utilizados e os custos associados.

Em síntese, a metodologia MaSID, proposta no presente estudo, é precedida de uma etapa de entrada de um projeto ou demanda e é dividida em seis fases (iniciação, análise e planejamento, negociação, controle e suporte inteligente de apoio à decisão). Com isso, busca realizar uma gestão por meio de um ciclo iterativo e incremental baseado em reuniões por fase, sendo o desenho da solução mais centrado na figura do líder da TI.

As fases da metodologia MaSID são compostas por três reuniões de trabalho, de 15 minutos cada, seguindo o padrão das metodologias ágeis tradicionais. A duração do ciclo para entrega de pacotes segue também o padrão de duas a quatro semanas, quanto ao tamanho da equipe utiliza-se o padrão de três a nove pessoas, sendo ainda acrescido a esse total a figura do líder.

Visando suprir lacunas das metodologias já existentes, a metodologia MaSID apresenta, primeiramente, uma etapa de entrada de um projeto ou demanda onde o usuário realiza a formalização da idéia com benefícios esperados, indicando os principais beneficiários da solução. Com este artefato, além de recebermos a indicação de pontos focais para dúvidas no processo, podemos da início a questão orçamentária, que irá apoiar a organização e o custeio do projeto.

A metodologia MaSID, na fase de iniciação, disponibiliza um método para realização do levantamento de requisitos por meio de uma dinâmica de jogo (apresentado no capítulo 3.2), para motivar os participantes e ao final apresenta uma forma de representação gráfica da complexidade dos requisitos levantados (gráfico 3D de complexidade apresentado no capítulo 3.2). Este gráfico é utilizado para apoiar nas negociações e aprovações, com o cliente, de tarefas e pacotes que compõem o MVP – mínimo produto viável; contemplando assim uma lacuna entre as metodologias ágeis tradicionais, que não apresentam métodos de levantamento de requisitos, fundamentais para as definições do sistema que se pretende desenvolver.

Para suporte a esta fase de iniciação, a metodologia traz os artefatos de (i) cartas de perguntas básicas ao cliente, (ii) o gráfico 3D de complexidade e (iii) o quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave. Tendo como base os artefatos desta fase apresentamos o método de seleção do MVP e os seus pacotes como uma vantagem da nossa metodologia MaSID frente às demais metodologias ágeis.

Na fase de análise e planejamento, a metodologia apresenta um método de avaliação da relevância de um pacote, que compõem o MVP, isoladamente, a relevância de um conjunto de pacotes e o ganho para o negócio. Este tipo de planejamento viabiliza um melhor entendimento das premissas e necessidades do sistema para garantir este retorno para o negócio.

Na fase de negociação, a metodologia apresenta um método e um framework conceitual que disponibiliza uma forma de análise e tratamento de um ecossistema de negociação, viabilizando a análise do sentido das comunicações e a busca por fatores externos possam viabilizar uma análise mais inteligente da tomada de decisão. Um método nesse sentido não é disponibilizado por metodologias ágeis tradicionais.

A metodologia MaSID, na fase de controle, apresenta estratégia e ferramenta para antecipar a mudança que possa surgir, tentando assim garantir a manutenção da relevância do software e uma redução no custo da manutenção e da mudança. Esta proposta de antecipação não é realizada em metodologias ágeis tradicionais, por isso apontamos como uma contribuição e complemento das lacunas existentes.

Na fase de suporte inteligente ao apoio à decisão a metodologia MaSID, traz um framework de perguntas que possibilita avaliar a efetividade daquilo que foi

planejado e desenvolvido, considerando se outros fatores não trariam maior clareza e benefício à tomada de decisão. Metodologias ágeis atuais também não apresentam uma forma de verificação do critério de inteligência que estamos construindo, e por isso entendemos que está também uma contribuição da nossa metodologia.

Para isso, a metodologia sugere o uso do paradigma de agente que resumidamente podemos definir como um código capaz de realizar ações no ambiente onde ele está e entender o que precisa obter de informação para atingir seu objetivo (Wooldridge, 2002). Dessa forma, com a metodologia estaremos sempre pensando em um sistema inteligente de apoio à decisão com vários agentes, ou seja, estaremos tratando de um sistema multiagente onde é fundamental pensar sobre a coordenação, a cooperação e a capacidade de negociar dos agentes, já que o conhecimento se encontra distribuído entre eles (Weiss, 1999; Wooldridge, 2002).

Nesta pesquisa, além de estudar métodos ágeis e modelos iterativos e incrementais, também estudamos sistemas de apoio à decisão e a forma como eles suportam tomadas de decisão mais assertivas.

Atualmente a velocidade da informação é um dos pontos de dificuldade para uma tomada de decisão, seja ela no nível estratégico buscando informações para diretores, no nível tático onde temos gestores ou no nível operacional com supervisores. Este tipo de cenário exige respostas rápidas, o que também é um desafio para os sistemas de apoio à decisão, esperamos utilizar a nossa metodologia MaSID para dar apoio na construção de sistemas que possam fornecer um suporte à decisão de forma inteligente (Pate Santos & Lucena, 2023).

Um sistema de apoio à decisão resolverá ou fornecerá opções para resolver um determinado problema, estes sistemas computacionais combinam dados e modelos analíticos sofisticados para apoiar a tomada de decisão, e estão sempre sob o controle do gestor da área. O processo de decisão baseia-se em parâmetros de entrada definidos pelo usuário-chave e a partir daí deve seguir regras onde será possível analisar o impacto relativo de seguir um caminho em vez de outro. Para isso, é necessário utilizar dados antigos, atuais, extraídos de fontes internas, extraídos de fontes externas e dados armazenados especificamente para uso de uma ferramenta. Com base na utilização de diferentes tipos de dados, chegamos a vários tipos de modelos de sistemas de apoio à decisão.

Neste parágrafo vamos citar os modelos mais comuns de sistemas de apoio à decisão, quer seja, o modelo estático, o modelo de otimização, o modelo de previsão e o modelo de análise de sensibilidade. Com o modelo estático o que pretendemos é perceber uma relação, por exemplo, entender uma relação entre um determinado produto e a idade ou rendimento do consumidor. Por sua vez, o modelo de otimização que tem como principal objetivo alocar recursos para garantir que um item esteja disponível, por exemplo, indicando quando um estoque atingiu um nível mínimo e precisa ser repostado para evitar a indisponibilidade deste produto. Já, o modelo de previsão utiliza dados históricos para prever vendas ou tendências econômicas. Por fim, o modelo de análise de sensibilidade, que tem como foco responder questões como “o que poderia acontecer se...” assim com este modelo o que se quer é analisar a consequência de mudar alguma decisão, por exemplo, “O que poderia acontecer se eu aumentar o preço da gasolina em 10%?”.

Nesse sentido, vemos que no desenvolvimento de sistemas todas as etapas são extremamente importantes, mas as etapas de entendimento, levantamento e planejamento se destacam pela aderência e impacto que podem gerar nas demais etapas do desenvolvimento de software. Neste trabalho o foco foi na construção de uma metodologia que pudesse ser utilizada como guia para o desenvolvimento ágil de sistemas inteligentes de apoio à decisão.

O objetivo do trabalho é construir uma metodologia que seja uma referência e um guia para o planejamento e o desenvolvimento de qualquer um dos tipos de modelos de sistemas de apoio à decisão e que, com base no conceito ágil e de forma iterativa e incremental, permita que a solução evolua, adicionando critérios de inteligência.

Para tanto, foram utilizados como base métodos ágeis consagrados como *Scrum* e *Kanban*, e também conceitos básicos do PMBOK (PMI, 2017) foram utilizados como base de alguns conceitos relevantes da nossa metodologia.

Nas próximas seções vamos aprofundar os conceitos e métodos ágeis e como eles serviram de base para a construção da metodologia MaSID.

## **1.2. Abordagem de pesquisa**

Esta Tese propõe uma metodologia com abordagem focada no conceito ágil, em evoluções baseadas na iteração e no aumento de pacotes para fornecer um guia para o desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio à decisão.

A metodologia apresenta um ciclo iterativo e incremental de reuniões por fase, que foca na construção de pequenos pacotes que deverão compor um mínimo produto viável, além de possibilitar uma abordagem mais fluida para questionar critérios estruturais, comportamentais e de inteligência.

A dificuldade de padronização de alguns critérios de análise para serem utilizados no desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio à decisão foram pontos de motivação para a Tese.

## **1.3. Contribuições**

Entendemos que a contribuição da Tese é a metodologia MaSID, que permite a sua utilização adequadamente para o planejamento e o desenvolvimento de sistemas, permitindo sempre a busca de soluções mais inteligentes; para isso a metodologia fornece ferramentas, métodos e *frameworks* que buscam tornam as decisões mais assertivas.

Acredita-se que a Tese tem como um dos pontos fortes de contribuição uma nova forma de realizar o levantamento de requisitos, que possibilitará maior agilidade e assertividade no desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio à decisão. Nesse sentido, mais especificamente, as maiores contribuições da Tese estão nos seguintes pontos:

- O método de reunião em fases.
  - Fornece um ciclo de trabalho de modo que a área cliente se comprometa efetivamente com o projeto.
  - Apresenta para cada fase da metodologia um método dedicado para a realização das tarefas das reuniões.
- O gráfico 3D de complexidade.
  - Na fase de iniciação, o método de levantamento de requisitos com as cartas de perguntas básicas ao cliente e dinâmica de

jogo para garantir o levantamento de requisitos em uma reunião de 15 minutos.

- A partir do levantamento com as cartas é construído o gráfico 3D de complexidade, que permite que a área cliente avalie, não só a quantidade de requisitos, mas também a complexidade do que está sendo solicitado.
- O Quadro de Objetivos Gerais, por Pacote e Resultado-Chave.
  - Na fase de Análise e Planejamento, esta ferramenta possibilita evidenciar os objetivos e apoiar no processo de aprovação de pacotes através do método de análise de objetivos gerais, por pacotes e resultados-chave.
- O *framework* conceitual.
  - Na fase de negociação, esse arcabouço é utilizado em conjunto com o método de análise da comunicação entre agentes, que também inclui um formulário com perguntas sobre conjuntos estruturais a partir da análise do *framework* conceitual.
- O método de identificação de critérios de inteligência.

Na fase de suporte inteligente ao Apoio à Decisão, a metodologia traz o formulário de questões essenciais para, com base nesta ferramenta, realizar uma análise sobre o quanto de inteligência está sendo previsto para o sistema.

#### **1.4. Estrutura da Tese**

Para abordar a pesquisa realizada nesta Tese, organizamos o texto da seguinte forma.

O Capítulo 2 apresenta conceitos básicos de agilidade apresentando três abordagens difundidas, Kanban, o *framework* 5W2H e *scrum*. Além disso, trazemos uma discussão sobre inteligência artificial abrangendo o algoritmo *pagerank* e a arquitetura LSTM – *Long Short-Term Memory*.

O capítulo 3 apresenta nossa metodologia MaSID – “*Agile Methodology for Intelligent Decision-making and System*”, na seção inicial apresentamos conceitos como o *framework*, papéis e o sistema de regras e políticas. Nas seções seguintes

apresentamos as quatro fases da metodologia: Fase de Iniciação, Fase de Análise e Planejamento, Fase de Negociação e Fase de Apoio Inteligente à Decisão.

Na seção a seguir apresentamos a fase de iniciação, fornecemos detalhes sobre os métodos, *frameworks* e ferramentas utilizadas nesta etapa: cartas de perguntas básicas ao cliente, gráfico 3D de complexidade, formulário de questões elucidativas, quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave.

Na seção da fase de análise e planejamento, detalhamos os métodos e *frameworks* utilizados nesta etapa: a aprovação dos pacotes, o quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave.

Na seção fase de negociação, fornecemos detalhes sobre as ferramentas e *frameworks* utilizados nesta etapa: *framework* conceitual de negociação, formulário de conjuntos estruturais.

Na seção onde apresentamos a fase de controle, fornecemos detalhes sobre as ferramentas e *frameworks* utilizados nesta etapa: artefatos de controle de mudanças, pontos de extensão.

Na seção onde apresentamos a fase de suporte inteligente à decisão, fornecemos detalhes sobre os métodos, ferramentas e *frameworks* utilizados nesta etapa: formulário de perguntas essenciais (para critérios de inteligência) e por fim estratégias de líder de equipe de TI.

O Capítulo 4 traz o primeiro estudo de caso que visa apresentar a utilização da metodologia numa aplicação prática no âmbito de um contrato de importação de produtos.

O Capítulo 5 apresenta o segundo estudo de caso no âmbito das cidades inteligentes, mas com foco na criação de recomendações de opções de lazer.

O Capítulo 6 versa sobre o terceiro estudo de caso que tem como objetivo apresentar a versatilidade da nossa metodologia MaSID, aqui apresentamos uma forma de planejar uma sala de aula inteligente, para isso, trabalhamos de forma integrada com a nossa metodologia MaSID e com a metodologia BIM.

O Capítulo 7 apresenta a conclusão, contribuição e trabalhos futuros.

O Capítulo 8 contém as referências utilizadas na Tese.

Em todos os capítulos e seções abordamos temas que inspiraram e agregaram na construção de nossa metodologia MaSID.

## 2 Conceitos Básicos

Neste capítulo falaremos sobre os métodos ágeis, *framework*, arquitetura e algoritmos que mais influenciaram na construção da metodologia MaSID proposta nesta Tese. Nas próximas seções abordaremos *Scrum* (Schwaber & Beedle, 2001), Kanban (Ohno, 2018) e o *framework* 5W2H (Klock et al., 2016), forneceremos um breve resumo e uma ideia de como utilizamos na metodologia MaSID apresentando também quais partes serviram de base.

Na seção de inteligência artificial falaremos sobre os algoritmos *pagerank* e LSTM e abordaremos sua influência na metodologia proposta, cabe resaltar que os conceitos destes algoritmos são utilizados na fase de negociação e revisados na fase de suporte inteligente a decisão, porém podem ser suprimidos em cenários que não tenham necessidade.

### 2.1. Métodos Ágeis

Os métodos ágeis que mais influenciaram a metodologia proposta foram *scrum* e Kanban e de forma bastante aderente, utilizamos também o *framework* 5W2H. A seguir daremos uma breve introdução à história dos três temas mencionados.

Para melhorar a eficiência da produção industrial, Taiichi Ohno, engenheiro industrial da Toyota, desenvolveu o Kanban em meados da década de 1940. O nome Kanban vem da combinação de duas palavras japonesas, “Kan” que significa “sinal”, e “Ban” que significa “placa” que faz referência ao seu artefato principal. O objetivo é gerir a produção de forma otimizada, ou seja, espera-se que a gestão e o controle da obra sejam realizados de forma otimizada.

O *framework* 5W2H surgiu no Japão na década de 1960 e sua criação está relacionada ao Sistema Toyota como ferramenta de controle de qualidade. Foi inicialmente chamado de “7Qs” e com sua popularização passou a ser chamado de “5Ws e 2Hs”.

Em 1986, o artigo “*The New Product Development Game*” dos autores Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka (Takeuchi & Nonaka, 1986) utilizou pela primeira vez o termo *scrum* e em 1995 Jeff Sutherland e Ken Schwaber o apresentaram oficialmente ao público em seu formato atual.

Essas renomadas ferramentas serviram de inspiração para nossa metodologia, suas técnicas, métodos e formas de utilizá-las serão apresentadas nas seções seguintes, onde abordaremos cada uma delas, apresentando também como esses conceitos apoiaram nossa metodologia.

### **2.1.1. Scrum**

*Scrum* é uma estrutura para gerenciamento ágil de projetos que ajuda as equipes a trabalharem juntas e agregarem valor aos clientes (Paasivaara et al., 2017). A proposta de agilidade também é um ponto principal da nossa metodologia, que utilizou alguns conceitos já difundidos com o uso do *scrum* e definiu formas de lidar com pontos em aberto no *scrum*. Nesse sentido, vejamos os pontos importantes do *scrum* comparado à nossa metodologia.

O primeiro ponto importante são os Valores *scrum*, que são apresentados em cinco pilares (“compromisso”, “foco”, “abertura”, “respeito” e “coragem”), que orientam o comportamento das equipes de TI e constroem uma cultura colaborativa ágil e eficaz (Schwaber & Beedle, 2001). Por conta desses ótimos resultados dentro das equipes, nossa metodologia não propõe novos valores nem ajustes ou adaptações. Entendemos que os valores apresentados por metodologias ágeis como *Scrum* e XP são úteis e levam a um comportamento ágil e colaborativo (Thesing et al., 2021). A metodologia ágil XP ou Extreme Programming foi criada em 1990 por Kent Beck (Beck, 1999) e tem o objetivo de melhorar a qualidade do software, aumentar a produtividade e promover a colaboração, para isso tem três pilares principais: a comunicação, o *feedback* e o respeito. Dessa forma, a metodologia XP busca valorizar o trabalho da equipe, garantir a qualidade do software, com melhorias contínuas, e trazer transparência para todos os envolvidos.

O segundo ponto importante são os papéis do *scrum*, que apresentam três papéis principais: são o *product owner*, o *scrum master* e a equipe de

desenvolvimento (Sommerville, 2019; Pressman, 2021). O *product owner* é responsável por definir e priorizar o *backlog* do produto, que é uma lista de recursos e tarefas que precisam ser realizadas. O *scrum master* é responsável por facilitar o processo *scrum* e remover quaisquer impedimentos que possam atrapalhar o progresso da equipe (Schwaber, 2004). A equipe de desenvolvimento é responsável por entregar incrementos potencialmente distribuíveis do produto no final de cada *sprint*. Nossa metodologia apresenta três papéis principais, como o *scrum*, mas utilizamos os papéis de maneiras diferentes e com estruturas diferentes. A seguir, descreveremos os papéis existentes dentro da metodologia, indicando suas principais finalidades.

As pessoas que atuam na equipe de TI têm a responsabilidade de participar de todas as reuniões de apoio ao levantamento de requisitos e à construção do gráfico 3D de complexidade. Essas pessoas apoiam o líder de TI durante todas as reuniões, mas inicialmente, ou seja, nas primeiras reuniões, a equipe deve apoiar principalmente na condução da dinâmica do jogo utilizada para construção do artefato, um gráfico 3D de complexidade, que é responsável por apresentar inicialmente os requisitos contar graficamente e, em segundo lugar, apresentar o gráfico de calor que representa a complexidade da jornada mínima viável de desenvolvimento de produto.

O líder de TI é responsável por orientar durante todas as fases da metodologia, ele é responsável por coordenar todas as reuniões, nas reuniões iniciais ele será responsável por orientar o levantamento de requisitos, utilizando o método de perguntas básicas ao cliente. Além disso, nas reuniões iniciais, o líder de TI será responsável por orientar o método de construção do gráfico 3D de complexidade, orientando também a utilização da dinâmica do jogo utilizada nesta etapa.

O líder do Cliente é responsável por apoiar o entendimento do processo de negócio em todas as fases da metodologia, esse acompanhamento visa possibilitar um levantamento de requisitos adequado. Além disso, o líder do cliente é responsável por priorizar as entregas, realizando assim um processo de aprovação e priorização dos pacotes selecionados pela equipe de TI para entregar um Produto Mínimo Viável, MVP. Por fim, ele é responsável por realizar um processo de controle durante a metodologia, para garantir que o que foi pedido está sendo entregue e seguindo o caminho definido para cada entrega.

O terceiro ponto importante são os eventos *scrum*: são o *sprint*, o *sprint planning*, o *daily scrum*, a revisão do *sprint* e a retrospectiva do *sprint*. Para representar essas reuniões, o *scrum* criou um fluxo conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Fluxo básico *Scrum* (*Scrum* Reuniões e cerimônias, 2024).

Um *sprint* é um período limitado, geralmente de duas a quatro semanas, quando a equipe trabalha em um subconjunto do *backlog* do produto.

O *sprint planning* é uma reunião onde a equipe decide o que trabalhar no próximo *sprint*. A reunião diária é uma reunião curta onde os membros da equipe se atualizam sobre seu progresso e desafios. A revisão do *sprint* é uma reunião onde a equipe demonstra o que fez no *sprint* e obtém *feedback* das partes interessadas. A retrospectiva do *sprint* é uma reunião onde a equipe reflete sobre o que deu certo e o que pode ser melhorado no próximo *sprint*.

O ciclo de reuniões por fase da nossa metodologia utiliza o período médio de um *scrum sprint*, que normalmente é de duas ou quatro semanas.

Podemos alinhar nossa metodologia como um ciclo de *sprint scrum*, neste sentido, podemos entender que no início do ciclo a primeira reunião da fase de iniciação é semelhante ao *sprint planning*, nesta etapa temos como saída o gráfico 3D de complexidade indicando os pacotes selecionados. Ao passar para um segundo ciclo, as reuniões da fase de controle incluem definições para os próximos passos.

Em nossa metodologia não temos o conceito de *daily scrum*, pois cada reunião traz um alinhamento do progresso que foi feito, seja no processo de

planejamento ou desenvolvimento, entendemos que esse tipo de reunião pode gerar mais estresse do que benefícios.

Em nossa metodologia não temos o conceito de reunião retrospectiva descrita pelo *scrum*, mas ao final de cada reunião temos o que chamamos de tempo para reflexão, que é uma breve reunião sobre o que aconteceu, além disso, estamos constantemente utilizando o *feedback* de todos os envolvidos e atualizando artefatos com o objetivo de entender o que ficou bom e o que pode ser melhorado.

O quarto ponto importante são os artefatos do *Scrum*: são o *backlog* do produto, o *backlog* do *sprint* e o incremento. O *backlog* do produto é uma lista dinâmica de recursos e requisitos que o *product owner* gerencia e prioriza. O *backlog* do *sprint* é um subconjunto do *backlog* do produto que a equipe se compromete a trabalhar em um *sprint*. O incremento é a soma de todos os itens do *backlog* do produto concluídos durante um *sprint* e todos os *sprints* anteriores.

Nossa metodologia apresenta uma estrutura semelhante aos eventos *scrum* e artefatos *scrum*, porém esta estrutura é apresentada durante as reuniões por fase dentro de nossa metodologia, portanto apresentaremos as semelhanças a seguir.

Na primeira reunião da fase de iniciação, coletamos requisitos junto à equipe do cliente e a partir deste levantamento obtemos o equivalente ao *backlog* do produto. Para isso, a metodologia disponibiliza diversos artefatos que podem auxiliar a equipe de TI nesse processo.

A segunda reunião começa com o gráfico 3D de complexidade composto por todos os requisitos levantados na reunião anterior. A partir deste artefato é realizada a priorização dos pacotes (MVP) que serão entregues. Neste encontro apresentamos também um caminho da jornada de desenvolvimento dos pacotes priorizados. Com essa jornada definida, traçamos então o mapa de calor que serve para apresentar a complexidade do MVP em um novo gráfico 3D de complexidade específico para este cenário. Os pacotes priorizados serão discutidos nas próximas reuniões.

Em nossa metodologia o MVP que é selecionado, planejado e desenvolvido, isso traz um conceito semelhante ao do *sprint backlog*.

O quinto ponto importante são os princípios do *scrum*: são controle empírico de processos, auto-organização, *time-boxing*, priorização baseada em valor, desenvolvimento iterativo e melhoria contínua. Esses princípios

fundamentam os valores, funções, eventos, artefatos e métricas do *scrum* e ajudam a equipe a entregar valor aos clientes de maneira ágil.

Nossa metodologia compartilha alguns princípios com o *scrum*, podemos destacar o desenvolvimento iterativo, que por definição apresenta progressos sucessivos do software e em nossa metodologia segue o ciclo de fases.

O sexto ponto importante são as métricas do *scrum*: são pontos de dados específicos que ajudam a equipe a medir seu desempenho e melhorar. Algumas métricas comuns do *scrum* são *velocity*, *burndown chart*, *burnup chart*, *cumulative flow diagram*, *lead time*, *cycle time*, *waiting time*, and *defect rate*. Aqui nos concentramos no *lead time*, *cycle time* e *waiting time*. O *lead time* apresenta uma métrica associada ao tempo que se leva para entregar um produto ou serviço a um cliente, desde o momento em que ele o solicita até o momento em que o recebe. O *lead time* é importante para equipes ágeis, pois apoia no planejamento e na priorização do trabalho, bem como a melhorar sua eficiência e qualidade. O *lead time* é dividido em dois componentes: *cycle time* e *waiting time*.

O *cycle time* é o tempo que a equipe gasta trabalhando no produto ou serviço, desde o momento em que começa a trabalhar até o momento em que o finaliza. O *cycle time* reflete a produtividade e o desempenho da equipe e pode ser influenciado por fatores como tamanho da equipe, habilidades, ferramentas, processos e padrões de qualidade. O *cycle time* pode ser medido acompanhando o progresso de cada item de trabalho em um quadro Kanban e usando ferramentas como gráficos de *burndown* ou diagramas de fluxo cumulativos. O *waiting time* é o tempo que o produto ou serviço passa esperando em uma fila, antes ou depois da equipe trabalhar nele. O tempo de espera reflete a eficiência e capacidade de resposta da equipe e pode ser influenciado por fatores como demanda, capacidade, dependências, *feedback* e métodos de entrega. O tempo de espera pode ser medido rastreando a chegada e a saída de cada item de trabalho em um quadro Kanban ou quadro *scrum* e usando ferramentas como gráficos de distribuição de *lead time* ou gráficos de controle. A fórmula do *lead time* é:  $lead\ time = cycle\ time + waiting\ time$ .

Em nossa metodologia não apresentamos gráficos ou diagramas dedicados à medição de desempenho, mas contamos com algumas ferramentas que auxiliam na verificação de *lead time*, tempo de ciclo e tempo de espera.

Seguindo a metodologia, espera-se que na última reunião da fase de iniciação seja realizada a construção do “Quadro de Camada, por Requisito e Pessoas-Chave”. Este artefato organiza os requisitos, inicialmente, em camadas, mostrando também quais pessoas ou equipes são referências para desenvolvimento.

Portanto, espera-se que os pacotes manuseados por uma equipe de referência ou pessoa-chave apresentem melhor produtividade e melhores padrões de qualidade, pois a equipe de desenvolvimento poderá contar com o apoio de desenvolvedores que já passaram por algo semelhante.

Nesse sentido, ao priorizar pacotes que possuem equipe de referência, a metodologia espera que o “Tempo de Ciclo” apresente bons níveis de produtividade e desempenho. Espera-se que paralelamente a equipe busque o conhecimento necessário para aqueles pacotes que não possuem equipe de referência ou pessoa chave.

Para realizar as medições, a metodologia disponibiliza um cartão de registro de tempos para obter informações como, por exemplo, a data em que a equipe retirou a tarefa para executar, bem como a data de entrega e a data em que recebeu aprovação ou *feedback* para melhorias do cliente; essas informações estarão no artefato cartão de registro de tempos e serão preenchidas ao longo das fases da metodologia de forma integrada ao quadro Kanban.

A fase de controle da metodologia é muito útil para melhorar o *lead time*, pois recebemos *feedback* dos clientes e da equipe de TI e com isso podemos entender onde reduzir a fila de trabalhos em andamento, bem como ajustar pacotes e prioridades.

**Tabela 1.** Artefato cartão de registro de tempos da metodologia MaSID (artefato de autoria do autor da Tese).

TimeCard ID	Description	Cycle Time		IT Leader	Key user
		DT start work	DT finish work		
X0001	Tela de cadastro	03/07/2024	03/13/2024	Lucena	Yourdon
Dependency between Cards?		Wait Time		Analyst	Developer
Não		3 days (dif dtStartCard – dtStart_work)		Jhon	Turing
DTStartCard	DTfinish card (prd)	Statement Date		Lead Time	User Signature
03/04/2024	03/18/2024	03/16/2024		9 days	guinaspas

O *scrum planning poker*, também conhecido como *pointing poker*, é uma técnica que as equipes *scrum* usam para estimar o esforço e a complexidade das tarefas em seu *backlog* de produto. Ou seja, essa é uma técnica utilizada no *scrum* por desenvolvedores e não por clientes ou com os clientes. Nossa metodologia MaSID traz as cartas de perguntas básicas ao cliente, para levantamento de requisitos, neste ponto vale destacar que aqui o conceito e o objetivo são bem diferentes entre o *planning poker* e as cartas de perguntas básicas ao cliente.

As cartas de perguntas básicas ao cliente são utilizadas pela metodologia MaSID para o levantamento de requisitos e tem o objetivo de agilizar e facilitar esse processo dentro de uma reunião. As cartas dispõem de algumas perguntas pré-definidas, mas permitem sua extensão caso necessário. Como resultado desta seleção de cartas teremos um grupo de requisitos e a construção do gráfico 3D de complexidade.

### **2.1.2. Kanban**

O Kanban foi concebido como um método de gerenciamento de trabalho na produção industrial na década de 40 e como o nome sugere, utiliza sinais visuais, como cartões e gráficos, para mostrar o andamento das tarefas em um fluxo de trabalho. Foi desenvolvido como forma de otimizar o sistema de produção e reduzir desperdícios nas fábricas da Toyota (Ohno, 2018).

Este método é baseado nos princípios da manufatura enxuta, que visam eliminar atividades desnecessárias e focar no valor do cliente. Kanban pode ser aplicado a qualquer tipo de trabalho, desde o desenvolvimento de software até logística, e pode ajudar as equipes a melhorar sua eficiência, qualidade e colaboração.

A metodologia MaSID também utiliza uma abordagem de tabela e cartão que pode apoiar a medição da eficiência, identificando os envolvidos e realizando um controle contínuo para garantir a qualidade de cada tarefa, além disso, o controle da fila de entrada também é um dos objetivos da metodologia.

O Kanban possui um sistema com conjuntos de regras e políticas que foram desenhadas para serem flexíveis e adaptáveis às necessidades e contexto de cada equipe e projeto. Desta forma, diz-se que o Kanban governa a forma como o

trabalho é gerido e entregue e, para este fim, otimiza o fluxo de valor através de um processo push.

Kanban possui seis princípios básicos e diversas práticas que ajudam as equipes a melhorar sua eficiência, eficácia e previsibilidade (Lewinski et al., 2021). Nossa metodologia MaSID compartilha alguns dos princípios do Kanban, que vemos no texto a seguir.

O primeiro princípio diz que devemos começar com o que já é feito, ou seja, é recomendado que você não altere seu fluxo de trabalho ou funções ou responsabilidades existentes. Dessa forma é possível simplesmente aplicar práticas Kanban e melhorar gradualmente com o tempo o seu processo. No mesmo sentido, a metodologia MaSID busca analisar o processo de forma a manter o seu fluxo de trabalho ou funções no modelo atual, buscando assim reutilizar integralmente este princípio do Kanban para a construção de um sistema inteligente de apoio à decisão.

O segundo princípio do Kanban diz que devemos buscar mudanças incrementais e evolutivas, ou seja, não tentaremos fazer mudanças grandes e disruptivas de uma só vez, mas sim fazer melhorias pequenas e contínuas com base no *feedback* e na colaboração. A metodologia MaSID tem um grande suporte neste segundo princípio, uma vez que possui uma abordagem de reunião por fases de forma iterativa e incremental com foco nas entregas de pacotes que irão compor um MVP. Com isso, esperamos que os desenvolvimentos e mudanças possam ser pequenos, contínuos e baseados em *feedback*.

O terceiro princípio incentiva atos de liderança em todos os níveis, isso significa que todos da equipe podem contribuir para melhorar o processo compartilhando seus *insights*, ideias e sugestões. Em nossa metodologia as reuniões permitem que todos os participantes compartilhem suas ideias, conforme sugerido pelo terceiro princípio do Kanban, porém existe o papel do líder de TI que coordena a reunião e a entrada de novas ideias e sugestões, ou seja, ele recebe essas sugestões, mas tem a responsabilidade de processá-los e decidir se deseja ou não entrar no fluxo de reuniões em fases.

O quarto princípio do Kanban determina a visualização e a definição do fluxo de trabalho, ou seja, usa o quadro Kanban para representar os estágios do seu processo e os itens de trabalho que fluem através dele. Um quadro Kanban ajuda você a ver rapidamente o status, o progresso e os gargalos do seu trabalho

(Hofmann et al., 2018). Na metodologia MaSID reaproveitamos todo o conceito do quadro kanban e acompanhamento do andamento das entregas. Após definir os pacotes que serão desenvolvidos, podemos acompanhar seu andamento através do quadro Kanban.

O quinto princípio versa sobre gerenciar ativamente itens no fluxo de trabalho, o que significa usar uma variedade de técnicas para controlar a quantidade e a qualidade do trabalho em cada etapa do processo. Por exemplo, podemos usar limites WIP (trabalho em andamento) para limitar o número de itens de trabalho em cada estágio, um sistema *pull* para mover itens de trabalho somente quando houver capacidade no próximo estágio e políticas para definir regras e diretrizes para tratamento de Itens de trabalho (Alaidaros et al., 2019). O conceito de limites de trabalho em andamento (WIP) pode ser utilizado em conjunto com a metodologia MaSID, porém não há uma fórmula definida pela metodologia MaSID para determinar a quantidade de itens em processamento em cada etapa. Dessa forma, esta definição deve ser debatida com o líder nas reuniões de TI.

O sexto princípio do Kanban é pautado em melhorar o fluxo de trabalho, isso significa usar métricas e ciclos de *feedback* para monitorar e medir o desempenho do seu processo e identificar oportunidades de melhoria. Neste sentido, podemos utilizar *cycle time*, *throughput*, *lead time* e outros indicadores para monitorar a rapidez e o valor que estamos entregando aos clientes. Nossa metodologia MaSID não utiliza todo o conceito, mas sim algo semelhante, que é o preenchimento do artefato de cartão de registro de tempos, com este artefato podemos obter algumas métricas. Além disso, a metodologia é baseada em *feedback* contínuo e também utilizamos uma fase de controle para identificar oportunidades de melhoria.

### **2.1.3. Framework 5W2H**

O *framework* 5W2H, de forma muito direta, visa garantir que aspectos importantes de um projeto não sejam perdidos durante a criação do planejamento. Para isso, este *framework* utiliza uma tabela contendo questões baseadas nos 5W's e 2H's (O que, Por que, Quem, Onde, Quando, Como e Quanto) para que

possamos determinar metas e construir planos de ação de acordo com as necessidades do projeto (Klock et al., 2016).

Nossa metodologia, MaSID, preconiza que durante a primeira reunião da fase de iniciação, as cartas de levantamento de requisitos com perguntas pré-definidas sejam utilizados pela equipe presente na reunião. Em seguida, espera-se que a equipe reflita sobre o quão úteis foram as questões pré-definidas na elucidação dos requisitos e neste sentido poderá avaliar se há necessidade de criar novas questões ou ampliar questões existentes, para este último caso, vamos utilizar a Tabela 2 contendo questões baseadas nos 5W's e 2H's para a ampliação (Conejo et al., 2019; Toda et al., 2019). Feito isso, devemos trabalhar nas lacunas do levantamento de requisitos que ficaram evidentes durante o processo de reunião.

**Tabela 2.** Questões 5W2H (artefato do *framework* 5W2H).

<b>What</b>	<b>Why</b>	<b>Who</b>	<b>Where</b>	<b>When</b>	<b>How</b>	<b>How Much</b>
What will be done?	Why will it be done?	Who will it be done?	Where will it be done?	When will it be done?	How will it be done?	How much will it cost?
Create new website	To increase opportunities	By the web development team	It will be done in the company's development environment. It will be online for internet access.	Schedule has a start date of 11/01/2023 and an end date of 01/05/2024	The allocated web development team and resources that the company does not have will be hired.	The cost is already on the sheet. If necessary, a new resource will be registered here in R\$
Empower team	Reduce complaints	Training consultancy	Rio de Janeiro	11/15/2023 to 12/15/2023	In the company	R\$ 15.000,00

Ao seguir o fluxo para criação de novas questões, a área cliente, com o apoio da equipe de TI, deve avaliar e descrever como funciona atualmente o processo de negócio em questão e, além disso, deve fornecer detalhes sobre como o processo de negócio deve funcionar. após a implementação de novos desenvolvimentos destinados ao apoio à decisão.

Outro ponto importante é que a equipe do cliente deve saber descrever como o sistema é utilizado pelo usuário e qual será o impacto na usabilidade com a implementação desses novos desenvolvimentos.

A partir deste ponto, passamos para a etapa de construção ou ampliação das questões, com base no *framework* 5W2H. Entendemos que este *framework* pode ser utilizado na construção de questões de levantamento de requisitos, embora seja comumente utilizado como ferramenta para construção de uma lista de ações através de perguntas pré-definidas sobre por que será feito, onde será feito, quem irá fazer, quando fará, como fará e quanto custará.

Podemos perceber que cada diretriz do *framework* 5W2H pode ser tratada com uma profundidade diferente, ou seja, a diretriz “O que” é comumente usada com a frase “O que será feito?”, mas não se limita a isso e pode ser aprofundado com outras questões, por exemplo, “Qual é o seu objetivo?” e desta forma, podemos utilizar este *framework*, ampliando suas funcionalidades, para construir questões que esclareçam e complementem algumas lacunas no levantamento de requisitos.

Com a nova interpretação, dada pela metodologia MaSID, das 7 diretrizes do *framework* 5W2H, foi possível construir novas questões para as cartas de perguntas básicas ao cliente no levantamento de requisitos, abaixo vemos esta adaptação do *framework* para um melhor uso com a metodologia MaSID.

A dimensão referente ao O QUE deve compreender questões sobre a funcionalidade do sistema e sua execução, por exemplo, se alguma funcionalidade possui restrições ou dependências e se há necessidade de execução periódica, neste caso, podemos definir essas questões como estando ligadas aos requisitos funcionais.

A dimensão do PORQUE deve conter questões sobre como resolver uma deficiência do sistema atual. Esta diretriz deve levar a questões relacionadas a decisões inteligentes, por exemplo, pode questionar se um determinado algoritmo será capaz de suportar decisões mais inteligentes e perguntar por que não utilizar outros algoritmos ou por que não utilizar uma composição de algoritmos, neste caso, podemos definir estas questões como sendo ligadas aos requisitos de inteligência.

A dimensão referente ao ONDE deve conter perguntas sobre onde o sistema e seus módulos serão utilizados, por exemplo, podemos questionar se o sistema será executado na nuvem ou local; ou mesmo onde seus componentes devem buscar dados para processar o suporte à decisão, neste caso, podemos definir essas questões como sendo ligadas a requisitos funcionais e requisitos de inteligência.

A dimensão do QUANDO deverá trazer questões ao usuário sobre quando utilizar algum tipo de padronização para determinada atividade, por exemplo, você pode perguntar sobre quando a atual cartilha de padronização visual deve ser utilizada no sistema e se existe alguma específica para os sistemas de apoio a decisão da empresa, neste caso, podemos definir essas questões como ligadas a requisitos não funcionais.

A dimensão QUEM apresenta dúvidas sobre o perfil e responsabilidades do usuário deste produto, além de dúvidas sobre acordo de nível de serviço, por exemplo, pode-se perguntar se haverá segregação de funções durante a execução do sistema, neste caso, podemos definir essas questões como sendo vinculado ao requisito funcional.

A dimensão COMO, levanta dúvidas sobre a apresentação visual do sistema ao usuário, além de outras questões como acessibilidade e usabilidade, questionando sobre a cartilha de padronização, por exemplo. Neste caso, podemos definir essas questões como ligadas a requisitos não funcionais.

A dimensão referente ao QUANTO deve levantar questões sobre qual será a vantagem do novo empreendimento, por exemplo, podemos perguntar sobre a assertividade com a utilização do novo sistema, facilidade de compreensão do escopo do suporte à decisão e até mesmo o retorno financeiro e uma análise de viabilidade financeira. Neste caso, podemos definir essas questões como sendo ligadas a requisitos funcionais e requisitos não funcionais.

Entendemos que desta forma o *framework* 5W2H pode apoiar e servir de base para a construção ou ampliação de questões para levantamento de requisitos.

## **2.2. Inteligência Artificial**

Numa visão geral da inteligência artificial, podemos dizer que um dos seus objetivos é a reprodução de padrões de comportamento, seja através de dispositivos ou programas, e desta forma, nos permite otimizar processos como o de tomada de decisões, além de tornar processos de produção mais eficientes.

Nesta seção falaremos sobre o algoritmo *pagerank* e a arquitetura LSTM, bastante difundidos na área de inteligência artificial (IA), apresentando uma forma

de utilizá-los dentro de nossa metodologia, indicando também os ajustes necessários para utilização como sugerido na metodologia.

### **2.2.1. PageRank**

Nesta seção analisaremos o algoritmo *pagerank* na perspectiva de uma negociação entre agentes, e como a função *pagerank* com a adaptação proposta nesta Tese pode apoiar a determinação do agente que tem maior relevância no serviço que procuramos.

O *pagerank* foi desenvolvido por Larry Page e Sergey Brin (Brin & Page, 1998) e de forma resumida o objetivo deste algoritmo é avaliar a importância de uma página com base nos links recebidos, ou seja, os links que apontam para ela será o que irá a determinar a relevância de cada página ao realizarmos uma pesquisa na internet. Para tanto, o *pagerank* utiliza principalmente sistema de votação e ferramentas de escala logarítmica para determinar esta relevância.

No sistema de votação algumas premissas são levadas em consideração, por exemplo, cada página é um nó de um grafo, um link entre páginas será considerado um voto, quanto mais links uma página receber, mais votos ela terá (Cho et al., 1998).

A escala logarítmica dá o tom de relevância para a página e a premissa é que o crescimento seja em torno de cinco vezes, ou seja, um crescimento não linear. Desta forma, uma página com quatro links terá nota 25 enquanto uma página com dois links terá uma pontuação de 10.

Não entraremos em detalhes do fator de amortecimento ( $d$ ), nem da passagem de autoridade utilizada no *pagerank*, pois essas ferramentas podem ser utilizadas em um ambiente de agentes sem modificações.

Quando utilizamos a ideia de *pagerank* para um cenário de negociação entre agentes de software, estamos criando simetria entre o agente e a página web e suas respectivas relevâncias (Brin et al., 1999).

Utilizando como exemplo o cenário de contratos de importação, apresentado no capítulo 4 desta Tese, podemos perceber que pelo menos dois conjuntos de agentes precisam ser estabelecidos, um para o grupo de importadores e outro para o grupo de exportadores, desta forma, o importador quer saber dentre os

exportadores qual oferece o produto de interesse, qual deles tem o melhor avaliação, ou seja, qual é mais relevante.

Para negociação entre agentes, assumimos a premissa de que os agentes são nós do grafo, e o fechamento de um negócio, por exemplo a assinatura de um contrato de importação, será representado pela junção ou ligação entre um importador e um exportador, e isso será considerado um voto. Desta forma, quanto mais vezes esse agente exportador conseguir fechar negócios, mais conexões teremos com ele e mais relevante ele se tornará.

Para que o conceito de negociação com agentes de software funcione corretamente, precisamos considerar que em um determinado momento o importador  $I_l$  também pode ser um exportador  $E_l$  e portanto, ao iniciar uma negociação, o conjunto de agentes exportadores sempre terá  $k-1$  elementos.

Desta forma, entendemos que, antes do início das negociações, temos um conjunto de  $n$  agentes importadores onde  $n \in \mathbb{N}$  e um conjunto de  $k$  agentes exportadores onde  $k \in \mathbb{N}$ . Assim, quando um agente importador, por exemplo  $I_l$ , iniciar uma negociação, saberemos que estará disponível no máximo um conjunto de  $k-1$  exportadores, ou seja, o agente importador  $I_l$  terá  $E_1, \dots, E_{n-1}$  agentes exportadores disponíveis para Negociar. Ou seja, no momento inicial temos o conjunto de importadores  $I_1, \dots, I_n$  e um conjunto de exportadores  $E_1, \dots, E_k$  onde  $n, k \in \mathbb{N}$ , mas ao iniciar a negociação com  $I_l$  automaticamente remove o conjunto exportador e o  $E_l$  que esse agente poderia ser.

Com isso, a cada ciclo de negociação temos uma combinação impossível, pois um agente importador terá sempre reservado a ele a possibilidade de exportar ao mesmo tempo, porém, ele não pode importar e exportar dele mesmo. Observando um conjunto com 4 agentes e com base no que foi exposto, vemos que quando o agente  $I_l$  está importando um produto, ele não poderá selecionar o exportador correspondente a ele, por exemplo, o agente  $E_l$ . Dessa forma, com este cenário de exemplo, observamos que as combinações possíveis ficam reduzidas de um caso.

Neste cenário, a variável de junção ( $J$ ), a variável de tempo ( $T$ ) e a constante de escalonamento ( $S$ ) foram essenciais para a adaptação do algoritmo *pagerank* a um cenário de negociação entre agentes.

A constante  $S$  determina um tempo máximo para que ocorra uma ou mais negociações entre os agentes, definimos esta variável como 24 horas. Dessa

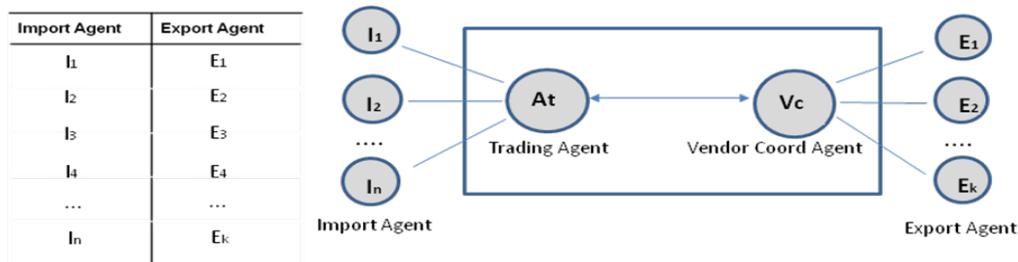
forma, a cada 24 horas, no máximo, teremos a definição de uma pequena base de dados  $B$  com indicação dos pares importador-exportador que se formaram nesse período, podendo também indicar que nada aconteceu nesse período.

Em cada negociação temos um par importador-exportador definido pela variável  $J$ , portanto em cada ciclo de negociação, 24 horas, temos a formação de um banco de dados  $B$  que pode conter nenhum ou  $n$  pares. A base  $B$  que não contém pares é descartada, ou seja, consideramos as bases  $B$  que possuem algum par importação-exportação, ou seja, que contém junções  $J_1, \dots, J_m$  onde  $m \in \mathbb{N}$ . Além disso, temos também a cada ciclo, a determinação da variável  $T$  que marca o tempo de negociação. Ou seja, quando temos uma conexão importador-exportador, por exemplo, temos a junção  $J_1$  e também um  $T_1$  correspondente que indica o tempo necessário para esta escolha.

Desta forma, a cada ciclo de 24 horas temos a criação de um banco de dados  $B$ , portanto com o passar do tempo teremos bancos de dados  $B_1, \dots, B_w$  onde  $w \in \mathbb{N}$ ; Esses bancos de dados contém os pares de agentes, importador-exportador que realizaram uma negociação, ou seja, teremos as junções  $J_1, \dots, J_m$  onde  $m \in \mathbb{N}$  e o tempo gasto para as escolhas  $T_1, \dots, T_p$  onde  $p \in \mathbb{N}$ .

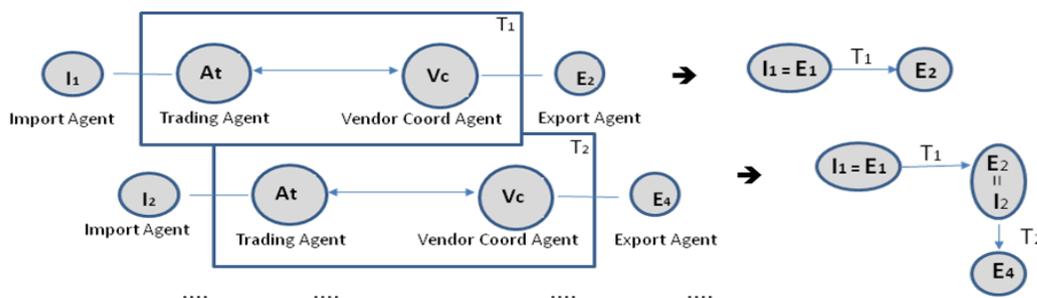
A variável  $T$  pode nos dar uma indicação de alguns problemas, ou necessidade de reavaliação para o fechamento do contrato, por exemplo, em um cenário de contrato de importação, se o agente constatar que há uma guerra, este pode ser um cenário mais demorado para tomada de decisão. Neste caso, podemos tomar como exemplo a guerra entre Rússia e Ucrânia, este fato gera uma necessidade de avaliar também a origem da empresa importadora e a origem da empresa exportadora, com a inclusão destas análises podemos ter um processo de tomada de decisão mais longo que requer intervenção humana para escolher o exportador (Silverstein et al., 2000).

A Figura 2, apresenta o cenário inicial de negociação entre agentes, e como estratégia para implementação desta negociação utilizamos o conceito de agente negociador, ou seja, todo agente importador comunica sua necessidade de importação ao agente negociador que é o intermediador da importação. Da mesma forma os agentes exportadores comunicam suas necessidades ao agente coordenador de vendas, assim seguem as negociações entre os agentes.



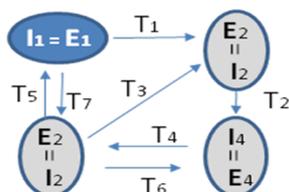
**Figura 2.** Cenário inicial de negociação entre agentes (imagem de autoria do autor da Tese).

A Figura 3 mostra como é construído o grafo em um ciclo de negociação de 24 horas, no qual podemos observar os dois primeiros períodos de tempo em que um agente importador escolhe um exportador. Nesta Figura 3 fica claro que ao definir o agente importador retiramos imediatamente do conjunto de negociação o agente exportador com o mesmo número deste importador.



**Figura 3.** Simulação da construção do grafo em um ciclo de negociação (imagem de autoria do autor da Tese).

Assumindo um cenário onde dentro de um ciclo de 24 horas passam 7 períodos de tempo, onde ocorrem negociações em cada período, podemos verificar que em cada período uma parte do grafo é definida e armazenada em um vetor; e ao final do ciclo temos a execução de todos os 7 períodos de tempo e o grafo final, deste exemplo, conforme mostrado na Figura 4 abaixo.



**Figura 4.** Grafo final após um ciclo de 24 horas de negociação (imagem de autoria do autor da Tese).

Portanto, nossa metodologia propõe a utilização do algoritmo *pagerank*, com essas modificações apresentadas, para situações de negociação entre agentes de software em que haja necessidade de identificar o agente com melhor reputação.

### **2.2.2. LSTM - Long Short-Term Memory**

Nesta seção analisaremos o LSTM (*Long Short-Term Memory*) sob a perspectiva de uma negociação entre agentes para execução de um contrato de importação, apresentando como ele pode apoiar a previsão de elementos que compõem a tomada de decisão sobre o contrato de importação.

LSTM (*Long Short-Term Memory*) foi projetado para superar as limitações dos RNNs tradicionais quando se trata de memória de longo prazo. Alguns exemplos de aplicação LSTM são previsão de séries temporais, reconhecimento de fala, tradução automática, geração de texto e análise de sentimento (Graves et al., 2013).

Nosso principal objetivo com a utilização do LSTM dentro do cenário de negociação entre agentes de software foi a previsão de séries temporais.

Apesar de ser um item opcional no contexto da metodologia e seu uso estar vinculado ao cenário a ser tratado, é importante apresentar como o LSTM pode ser utilizado no cenário de negociação para tratar um contrato de importação. Neste cenário a aplicação do LSTM se deu principalmente para previsão de valores, preço do dólar e de outros ativos que estavam sendo processados para possibilitar a execução do contrato com o maior lucro possível. Como exemplo de uso da predição, podemos falar do cenário de contrato de importação, onde utilizamos um modelo já treinado que nos dava uma predição para valores do dólar e da gasolina, a partir de uma série de valores desses ativos, e assim era possível, por exemplo, reforçar a tendência obtida com as análises técnicas econômicas.

A arquitetura utilizada no projeto do LSTM é inspirada nas portas lógicas de um computador, neste sentido, para construir sua estrutura, foi utilizado o conceito de célula de memória, que visa registrar informações adicionais. Para controlar esta célula de memória, foram construídos três portões; a porta de saída

foi projetada para ler os dados de entrada da célula de memória, a porta de entrada é responsável por decidir quando ler os dados da célula de memória e, finalmente, a porta de esquecimento que é o mecanismo para redefinir o conteúdo da célula de memória (Hochreiter & Schmidhuber, 1997).

Uma forma de entender o fluxo de dados no LSTM é definir que sempre há dados alimentando as três portas, desta forma, podemos entender que as entradas são dados do tempo atual, portanto o estado oculto refere-se a um tempo passado. Em seguida, a função de ativação sigmóide é usada para calcular os valores (porcentagem) dos dados de entrada de cada porta; entrada, saída e esquecimento.

O resultado da função sigmóide para cada uma dessas portas está sempre entre 0 e 1, elas são processadas de forma totalmente conectada para controlar mecanismos de entrada e esquecimento. Nesse sentido, a função de ativação na porta de entrada controla quantos dados novos levamos em consideração, enquanto a aplicação da função sigmóide na porta de esquecimento controla quanto do conteúdo antigo da célula de memória deve ser esquecido.

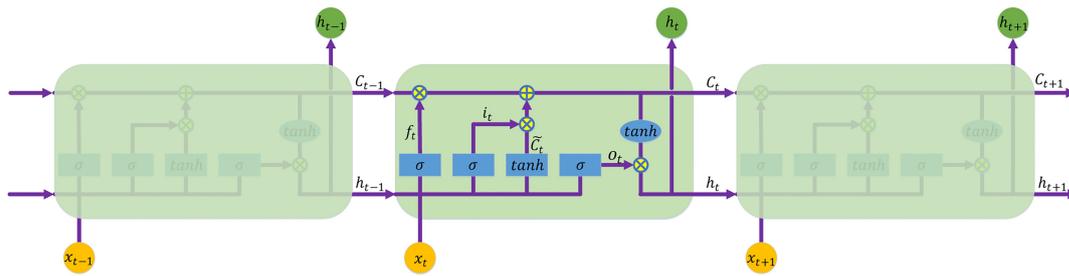
Desta forma, se o resultado da função na porta de esquecimento for próximo de 1, ela manterá os dados antigos e se o resultado na porta de entrada for próximo de 0, ela esquecerá os dados novos, ou seja, o algoritmo manterá o dados antigos trazendo células de memória anteriores para o momento atual, mantendo assim o alcance dessas informações ao longo do tempo.

A aplicação da função sigmóide na porta de saída determina se devemos passar a informação para um processamento chamado preditor ou não, portanto se seu valor se aproximar de 1 então toda a informação passa por esse processamento, se se aproximar de 0 nenhum processamento é realizado, isso processamento preditivo que é uma função tanh, tangente hiperbólica.

Outro conceito utilizado no LSTM é a memória candidata onde a informação passa por uma função tangente hiperbólica, semelhante à função de ativação sigmóide, mas com seus resultados sempre entre -1 e 1.

A Figura 5 abaixo apresenta o módulo de repetição em um LSTM, nesta figura vemos o vetor de entrada  $x_t$ , a célula de memória e o resultado de saída  $h_t$  ambos em um processamento no tempo  $t$ . Dentro da célula de memória podemos ver a porta de entrada representada por  $i_t$ , a porta de esquecimento representada por  $f_t$ , a porta de saída  $o_t$  e finalmente  $\tilde{C}_t$  representa a memória candidata no tempo

$t$ .



**Figura 5.** Módulo de repetição em um LSTM (BAO et al., 2017).

Podemos perceber que ao longo do tempo existe uma cadeia de entradas e saídas visando atingir um resultado mais assertivo para a previsão da série temporal (BAO et al., 2017), e é esse resultado que buscamos ao sugerir a utilização do LSTM em nossa metodologia, este conceito deve apoiar tanto no fluxo de planejamento quanto de desenvolvimento.

### 3 Metodologia Ágil para o Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

A metodologia MaSID apresenta um ciclo iterativo incremental onde busca enfatizar um processo de melhoria contínua trazendo flexibilidade aos seus usuários, de modo que, através da metodologia, estes tenham ferramentas para identificar e planejar as adaptabilidades necessárias a um software de apoio à decisão. Dessa forma, é esperado que durante o uso da metodologia vários ciclos curtos sejam realizados, onde o objetivo de cada ciclo é permitir ao usuário realizar, uma condução leve porém, crítica do levantamento dos requisitos, do planejamento, controle, além de negociação e suporte inteligente a decisão, até o desenvolvimento dos pacotes selecionados para o mínimo produto viável.

O ciclo iterativo incremental enfatiza a flexibilidade da metodologia, assim os vários ciclos curtos em suas reuniões por fase viabilizam um processo de *feedback* com uma maior frequência, o que propicia a adaptabilidade e melhoria contínua, tanto do desenho da solução, quanto do desenvolvimento do software.

Com o ferramental disponibilizado pela metodologia, é possível, por exemplo, verificar se o caminho que está sendo definido, pode alcançar o objetivo esperado ou não e com isso trazer reflexões sobre o que é preciso para alcançar o objetivo desejado.

#### 3.1. Arcabouço

A metodologia proposta foi desenhada para orientar o desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio à decisão, tendo como principal motivação a falta de proposta na literatura para unir conceitos e paradigmas de forma ágil e integrada dentro de um ciclo de vida de gerenciamento de projetos. Nesta seção abordaremos a metodologia, suas estruturas e conceitos relevantes para compreensão e utilização.

A metodologia recomenda que a meta, o processo e o objetivo relativos a uma solicitação de desenvolvimento de necessidade sejam definidos no início do projeto, para que durante a utilização da metodologia possam ser visualizados na evolução das entregas. Desta forma, fornecemos uma metodologia de engenharia de software para organizar a construção de um sistema inteligente de apoio à decisão, apresentando artefatos que serão capazes de apoiá-lo em tempo de design e em tempo de execução.

A metodologia enfatiza a importância do Líder da equipe de TI, preconizando assim que o Líder é responsável por salvaguardar o uso correto da metodologia, garantindo o correto ciclo de reuniões e interação entre os atores. Dessa forma, o desenvolvimento deve prosseguir com agilidade em todas as fases e iterações e, por meio do guia, apoiar ou influenciar a escolha do processo a ser desenvolvido durante a utilização da metodologia. O Líder também deve garantir que os pacotes desenvolvidos para o MVP sejam apresentados ao patrocinador para aprovação, de forma a demonstrar que tanto a perspectiva do usuário quanto a da empresa são levadas em consideração.

Um passo importante que deve ser dado no início da utilização da metodologia é começar com o Método de Reunião Ágil e a reunião de alinhamento. Este é um encontro estritamente técnico de TI, onde todo o time faz o alinhamento, inclusive o Líder, para que possam debater e discutir paradigmas e tecnologias, que serão candidatas a serem utilizadas no desenvolvimento. A realização deste encontro torna todo o processo de construção da solução ainda mais ágil e, portanto, representa um ganho no uso da metodologia e deve ser sempre utilizado como ponto de partida.

Na fase de iniciação, o stakeholder deve trazer os processos que estão relacionados ao objetivo de suporte à decisão e, nesta sequência, o Líder de TI deve introduzir as questões necessárias para convergir para processos mais maduros e automatizados, a fim de acelerar o processo de desenvolvimento de um sistema inteligente de apoio à decisão. Desta forma, podemos perceber que os processos e objetivos estão intimamente relacionados e além disso, as metas também devem estar bem definidas, pois a partir deste ponto definimos as tarefas que devem ser realizadas para atingir o objetivo. Assim, podemos entender que as mudanças de estado são consequências diretas da execução dos processos e do

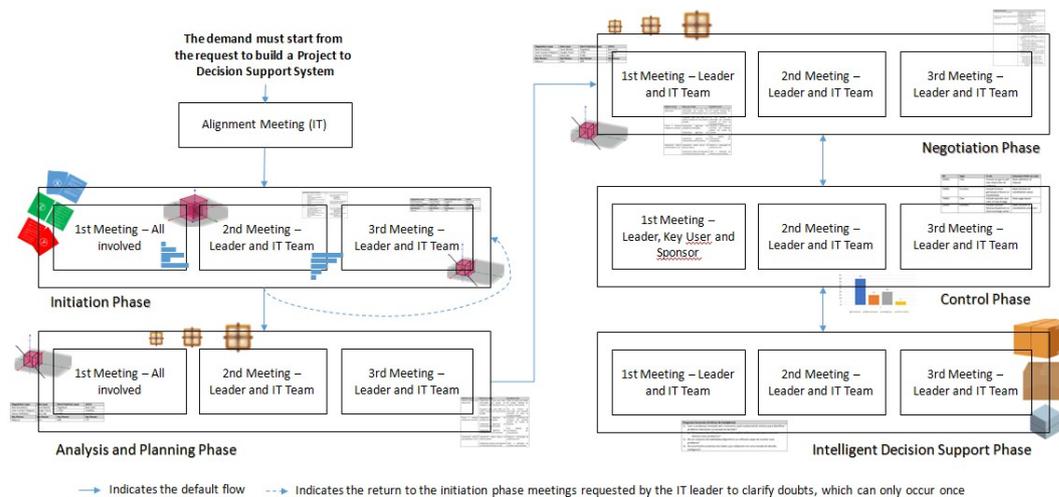
alcance das metas, possibilitadas pela execução dos eventos gerados pelo processo escolhido.

Na fase de iniciação, temos as cartas de perguntas básicas ao cliente para o levantamento de requisitos que, juntamente com o gráfico 3D de complexidade e o quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave, ajudarão a organizar os pacotes que serão implementados. Com esses artefatos o líder e a equipe de desenvolvimento conseguem apresentar a complexidade e o tamanho do sistema proposto de forma mais visual e simples para a área cliente.

Neste ponto cabe realizar uma reflexão sobre a técnica de story points, destacando as principais diferenças entre a técnica utilizada por nossa metodologia. Os story points são realizados pela equipe e não se baseiam em horas, já nossa metodologia MaSID utiliza horas para realizar o planejamento de tempo e conta com a equipe de TI, o líder de TI e a pessoa-chave que pode ser uma pessoa de outra gerência ou ainda uma outra equipe. Os story points não falam sobre o custo em moeda local, já a MaSID realiza um planejamento de custo que leva em consideração a moeda corrente estimando com base nas reuniões com a pessoa-chave. Por fim, os story points não tratam a tecnologia e práticas que deram certo, já a MaSID utiliza principalmente a experiência da pessoa-chave para conseguir entender o que pode ser um melhor caminho tanto como prática de condução do projeto quanto como melhores tecnologias para tratar determinado cenário, além disso ao final, a metodologia MaSID apresenta a complexidade de forma gráfica (Figura 15) o que facilita a comunicação com o uruário. Com isso, podemos entender que são técnicas diversas e que conforme exposto a MaSID apresenta algumas vantagens sobre o story point.

Ao final da fase de iniciação, a metodologia proporciona um ciclo de retorno caso haja necessidade de um refinamento do que foi apresentado, isto é representado na Figura 6 por uma linha pontilhada, evidenciando a possibilidade de retornar à fase iniciação.

Na fase de análise e planejamento, a metodologia pretende realizar todas as confirmações necessárias para ter a certeza de que os requisitos levantados são de elevada qualidade e a equipe pode seguir este caminho sem muitos ajustes significativos posteriormente.



**Figura 6.** Ciclo da metodologia MaSID (imagem de autoria do autor da Tese).

Na fase de negociação, a discussão passa pela definição de qual paradigma será utilizado para construir o ecossistema de negociação para que ele se ajuste ao mundo real. Além disso, outras partes da regra de negócio devem ser discutidas nas reuniões desta fase, para que as estratégias de análise técnica, bem como a análise de tendências possam ser implementadas de forma alinhada aos interesses do negócio.

O principal objetivo da fase de controle, a metodologia, é realizar os ajustes necessários para se adaptar à regra de negócio que foi levantada nas demais fases, bem como no nível do sistema discutir como as adaptações podem ser desenvolvidas (Horn, 2001). Estes podem surgir através de etapas como enriquecimento de dados, previsões e classificações (Abeywickrama & Ovaska, 2017).

Na fase de controle todas as estruturas de entrada permitem a construção de um artefato de controle, que será incrementado continuamente. Além disso, o gráfico de controle de mudança mostrará o que está dentro do escopo do controle contínuo. Este método fornece uma tabela de configuração com alguns pontos de controle que podem ser usados ou ampliados. Por fim, para medir quanto controle temos, o método sugere o uso de um gráfico de barras para rastrear os objetivos.

A conclusão deve ser feita na fase de apoio à decisão, ou seja, o sistema deve realizar a análise final com base nos dados obtidos nas análises realizadas nas demais fases, e deve ter um ponto de contato com a área cliente para informar

claramente do planejamento de qual decisão o sistema irá considerar a melhor (Oliveira et al., 2004).

A Figura 6 mostra o fluxo das fases da metodologia e dos encontros que devem ser realizados. A partir deste fluxo podemos entender que o levantamento de requisitos terá foco na fase de iniciação e na fase de análise e planejamento, mas seus ajustes ocorrerão principalmente durante a fase de controle. Por sua vez, a fase de negociação e suporte à decisão concentra-se nas regras de negócio e nas estratégias de conscientização de software (Serugendo et al., 2007).

Há recomendação de utilização de conceitos e algoritmos que permitam a construção de softwares inteligentes e adaptativos ao longo da metodologia, para os quais artefatos e métodos sejam disponibilizados aos usuários.

### **3.1.1. Papéis**

A metodologia MaSID organiza os papéis em três grupos, um sendo dedicado à equipe de TI, outro ao líder da equipe de TI e outro dedicado à área cliente.

De forma semelhante ao *scrum*, pretendemos trazer as responsabilidades para os grupos de interesse, dessa forma todos estarão comprometidos e assim cada um vai trabalhar para garantir a adequação dentro daquele ponto que lhe afeta. Outro ponto importante e fundamental é que o papel não fica vinculado ao cargo, apenas não misturamos equipe de TI e outras áreas clientes, assim a composição de equipe e indicação do líder pode qualquer pessoa dentro da empresa.

Uma característica distinta é que os grupos apresentados inicialmente como, equipe de TI, líder de TI e área cliente, podem ser flexibilizados quando estamos em um projeto onde é esperado que duas equipes passem a atuar na criação de algum artefato, como é o caso, por exemplo, do planejamento de uma sala de aula inteligente. No caso de um projeto multidisciplinar como o que foi apresentado, teremos artefatos de TI para serem entregues, mas também teremos artefatos de engenharia, então ambos estariam dentro da equipe de TI, assim, para estes casos passamos a chamar de equipe técnica e líder técnico. Esta flexibilização permite

que a metodologia seja utilizada não apenas em cenários com o foco em TI, dando assim mais liberdade para sua utilização.

A equipe de TI tem como responsabilidade transformar os requisitos do cliente em produto funcional. É esperado que esta equipe tenha habilidades de autogerenciamento. A equipe de TI tem uma grande colaboração com o Líder de TI para garantir que as metas do projeto sejam alcançadas.

O líder da TI deve garantir o bom funcionamento da metodologia MaSID, ele deve ser o responsável por manter a equipe focada nos objetivos do projeto, ou seja, ele será o responsável por conduzir as dinâmicas das reuniões, seja com todos os envolvidos seja apenas com a TI, também será o responsável pelo o uso correto dos artefatos durante todas as fases da metodologia.

A área cliente é um papel que pode ser desempenhado, ou por uma equipe ou por apenas uma pessoa, assim, um cliente é o dono do produto que será desenvolvido. A área cliente deve definir o funcionamento esperado do produto, além de disponibilizar a descrição do processo conforme visão do usuário e os critérios de aceitação, seguindo o padrão da Tabela 3, garantindo assim que a solicitação de um produto tenha sempre as informações que atendam às expectativas do cliente.

Podemos dizer que esses são os requisitos estruturantes dos papéis, ou seja, são comportamentos e as habilidades esperados que garantem um bom funcionamento do ciclo iterativo incremental baseado em conceito ágil. Para uma melhor usabilidade apresentamos também os requisitos específicos dos papéis.

Na fase de iniciação o líder da TI deve ser capaz de conduzir as reuniões de levantamento de requisitos por meio de uma dinâmica de jogo com a área cliente, quem estiver com o papel do líder deve garantir a fluidez da reunião. Nas duas outras reuniões apenas com a equipe de TI o líder deve primeiro garantir uma discussão aprofundada sobre o processo de negócio, tendo como ferramenta o *framework* de questões elucidativas e por fim, deve ser capaz de construir o quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave. A partir deste ponto o líder deve traçar a jornada do desenvolvimento junto com a equipe de TI e as pessoas chave indicadas no quadro, a pessoa chave deverá apresentar o melhor caminho para o desenvolvimento indicando dependências e apontando a complexidade de cada etapa. Nesta reunião o líder deve voltar ao gráfico 3D de complexidade para desenhar uma nova versão, apresentando apenas a proposta priorizada, além de

indicar a jornada do desenvolvimento mostrando a complexidade de cada etapa por meio de mapa de calor (Lord D. et al., 2021; Kraus M. et al. 2020), o mapa de calor apresentará um padrão de espectro de cores onde as cores mais vermelhas indicam mais complexidade e as cores mais azuis indicam menos complexidade.

Na fase de Planejamento o líder da TI deve conduzir a reunião com a área cliente no sentido de validar todo o entendimento desenhado e ainda homologar a primeira lista de pacotes que irão compor o primeiro MVP. O líder ainda deverá construir o quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave, solicitando o apoio da equipe de TI quando necessário, ele deve ser capaz de fomentar discussões em temas como arquitetura e tecnologia de modo a garantir a funcionalidade do que foi solicitado.

Na fase de negociação o líder deve ser capaz de conduzir as reuniões de TI para um entendimento sobre que tipo de dado será utilizado e o que já está disponível, abordando também uma análise sobre os sensores e atuadores que podem ser utilizados. Ele deve realizar reflexões sobre qual ou quais paradigmas utilizar, bem como realizar a análise sobre o uso de agentes, utilizando neste caso, o *framework* conceitual disponibilizado pela metodologia, e discutindo assim as interações desenhadas, avaliando se é necessário acrescentar ou retirar alguma delas (Oliveira et al., 2007), trazendo também uma reflexão sobre os algoritmos que se pretende usar.

A fase de controle é uma fase transversal da metodologia, onde o líder deve ser capaz de confirmar a homologação dos pacotes iniciais, além de receber o *feedback* da área cliente. Com este *feedback* ele deve ser capaz de entender o que deve ser ajustado e assim planejar os pontos de extensão pensando na evolução do *software* para um controle contínuo, para isso o líder poderá solicitar apoio a equipe de TI e deve utilizar como base as leis de Lehman, que nos diz que: o software precisa se adaptar a medida que a necessidade do usuário evolui, porém, a cada alteração feita temos um aumento da complexidade e por isso, precisamos contrabalancear este crescimento.

Na fase de suporte inteligente a decisão o líder deve ser capaz de conduzir discussões sobre o critério de inteligência do sistema que está sendo planejado. Para isso ele terá como ferramenta o artefato de questões essenciais para critérios de inteligência que traz perguntas pré-definidas para tornar mais produtiva a discussão. Além disso, o líder de TI deve definir caminhos para o uso de

algoritmos de inteligência artificial, ou seja, ele deve entender se as informações externas estão sendo suficientes para capturar a existência de problema e ainda avaliar se os algoritmos de classificação e predição estão sendo capazes de tratar este problema, para isto ele poderá solicitar o apoio da equipe de TI. Ainda nesta etapa o líder poderá tratar a análise diretamente com os algoritmos sugeridos pela metodologia, pagerank e LSTM, focando em confirmar as definições de ciclo de negociação e no quanto os dados serão lembrados ou esquecidos no processo de predição. Aqueles que estiverem com o papel de equipe de TI devem ser capazes de utilizar o método de levantamento de requisitos durante a fase de iniciação, ou seja, deve ser capaz de apoiar o líder da TI, durante a reunião. Isto significa apoiar com a dinâmica de jogo com as cartas de questões básicas ao cliente e a construção do gráfico 3D de complexidade. Ainda devem apoiar com a ordenação dos requisitos por complexidade e a análise para classificação dos níveis de apoio à decisão, divididos por: nível estratégico, nível tático e nível operacional; por fim devem apoiar na construção do quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave. Durante a fase de análise e planejamento deve ser capaz de discutir sobre as camadas do sistema avaliando as melhores soluções em várias visões como, por exemplo, aplicação, infra, banco de dados e integração entre sistemas, além disso, deve apoiar o líder da TI com o quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave.

Na fase de negociação deve ser capaz de discutir sobre a arquitetura a ser utilizada e apoiar o líder na avaliação do uso de agente com base em um *framework* conceitual. Na fase de controle deve apoiar na análise de pontos de extensão, pensando em uma visão mais focada em arquitetura e o código do sistema que está sendo planejado.

Na fase de suporte inteligente a decisão deve ser capaz de discutir sobre o critério de inteligência do sistema que está sendo planejado, discutindo sobre o tipo de análise que deve ser levado em consideração para realizar uma tomada de decisão mais inteligente. Para isso, será utilizado como base o artefato de questões essenciais para critérios de inteligência. Além disso, deve realizar reflexões sobre o uso de algoritmos de inteligência artificial sugeridos pelo líder da TI.

Durante as reuniões da fase de iniciação à área cliente deve ser capaz de descrever o processo de negócio bem como entender se no seu processo atual existem integrações quais são elas, por fim deve ser capaz de informar sobre as

necessidades e correlacionar claramente a necessidade com os requisitos da demanda, levando em consideração a classificação requisitos funcionais, não-funcionais e de inteligência. Os requisitos de inteligência não devem ser visto como uma composição de requisitos funcionais e não funcionais, mas sim devem ser vistos como requisitos que permitam o sistema realizar ajustes internos, a partir de fatores externos que fazem sentido serem assimilados.

Ainda na fase de iniciação a área cliente deve ser capaz de entender qual o mínimo produto viável atende a suas necessidades, com isso os pacotes que o compõem o MVP poderão ser selecionados com maior assertividade. Na fase de análise e planejamento a área cliente deve reapresentar, em 5 minutos, o seu processo, necessidades, objetivos, prioridades e expectativa de funcionamento, na sequência o líder faz suas considerações. Com base nesta apresentação, a área cliente deve ser capaz de visualizar a complexidade no gráfico 3D e entender as entregas de pacotes pequenos debater sobre o MVP selecionado e assim realizar as homologações dos pacotes que o compõem o MVP, ele deve também estruturar seu *feedback* para a próxima reunião.

Na fase de controle a área cliente deve ser capaz de verificar se o que está sendo feito está no caminho certo para entregar o MVP definido, e quando não estiver no caminho de ser capaz de indicar onde é o problema, trazendo todos participantes para o caminho correto.

A responsabilidade transversal entre os papéis, surge desde o início, já na solicitação da demanda encontramos uma interseção de responsabilidade, pois tanto a área cliente tem que ser capaz de descrever bem seus processos e aquilo que espera com o sistema, quanto o líder da TI, isoladamente ou com a equipe de TI, deve ser capaz de reestruturar esta informação para uma visão mais voltada para TI.

De forma resumida, a equipe de TI deve apoiar o líder de TI no processo de planejamento do sistema e condução da reunião, já na etapa de desenvolvimento o líder de TI é quem deve apoiar a equipe deve garantir o *backlog* sem mudança de escopo, por exemplo. Para composição da equipe a nossa metodologia utiliza o padrão definido pelo *Scrum*, que indica que um time ágil tem de 3 a 9 pessoas, acrescentando o líder nessa contagem, então para a nossa metodologia teremos times de 4 a 10 pessoas.

Por fim, o cliente será o responsável por garantir que o processo foi entendido da forma correta, além de homologar os MVP's e juntamente com o líder de TI garantir que tanto planejamento quanto desenvolvimento estão no caminho correto.

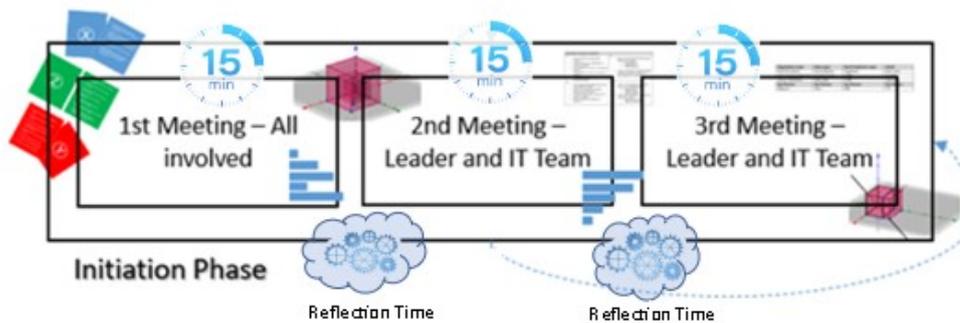
### **3.1.2. Sistemas de Regras e Políticas**

Nesta seção vamos apresentar como a metodologia MaSID integra os eventos, papéis e artefatos dentro do ciclo iterativo incremental de reuniões por fase e como as relações e interações devem ser administradas.

O evento que dispara o início de um projeto, produto ou demanda é a etapa de inicialização, podendo também ser chamada de início do projeto ou início do produto ou início da demanda, onde a área cliente solicita formalmente o desenvolvimento de suas necessidades. Nesta etapa, a área cliente deve preencher o formulário de inicialização, este artefato apresenta dados básicos, pré-definidos, para o entendimento do processo de negócio e da demanda. O líder da TI recebe este artefato e sozinho ou com a equipe de TI organiza e transforma toda informação para uma visão técnica de TI.

A partir deste ponto damos início ao ciclo iterativo incremental de reunião por fases. A seguir será descrito o sistema de regras e políticas gerais da metodologia MaSID.

Neste sentido, em todas as fases da metodologia MaSID a regra geral é que as reuniões tenham artefatos de entrada e de saída e um tempo máximo de 15 minutos de duração, seguindo o padrão de metodologias ágeis como o *Scrum*, além disso, o planejamento e a convocação destas reuniões fica a cargo do líder da TI. Caso o líder da TI decida por realizar as reuniões de uma fase em sequência, ele deverá observar o tempo de intervalo entre as reuniões, que deve ser de pelo menos 5 minutos, seguindo padrões de recuperação da atenção e melhora do aprendizado (Blasche G., 2018; Ginns, P., 2023), chamamos este tempo de *reflection time* e podemos observá-lo na Figura 7. Por sua vez, uma fase só pode ser iniciada um dia após o término da fase anterior, o líder poderá decidir se solicita mais tempo para o início da fase seguinte.



**Figura 7.** Fluxo de tempo nas reuniões e entre as reuniões (imagem de autoria do autor da Tese).

Além disso, a metodologia sugere que ao final de cada atividade, realizada durante a reunião, deve ser realizada uma breve reflexão de até 5 minutos, tempo que não deverá ser contabilizado no tempo total da reunião, também chamamos de *reflection time* este tempo de reflexão entre as atividades realizadas dentro da reunião.

A política encorajada pela metodologia é a colaboração, assim é esperado que tanto no desenvolvimento de uma demanda quanto de um projeto a condução leve ao compartilhamento de conhecimento.

A metodologia não sugere um número específico de pessoas para participar das reuniões, podendo o líder da TI utilizar os padrões de metodologia ágeis tradicionais como referência. Na sequência, será descrito o sistema de regras e políticas por cada fase da metodologia MaSID.

Na primeira reunião da fase de iniciação o tempo máximo continua 15 minutos, mas teremos uma estratificação do tempo na dinâmica do levantamento de requisitos, então para esta reunião teremos três ciclos de 5 minutos. O líder da TI deverá organizar grupos, cada um contendo pelo menos um membro da TI, e conduzir a reunião em uma dinâmica de jogo, utilizando o artefato de cartas de perguntas básicas ao cliente, distribuídos a cada grupo. Ao final de cada ciclo de 5 minutos, o líder da TI deve selecionar os requisitos identificados e construir de forma preliminar o gráfico 3D de complexidade. Esta dinâmica se trata do método de levantamento de requisitos por meio das cartas de perguntas básicas ao cliente, este fluxo é apresentado conforme Figura 8 e mostra cada uma das atividades de levantamento de requisitos e seus tempos de reflexão ou *reflection time*.



**Figura 8.** Contagem de tempo das atividades de uma reunião (imagem de autoria do autor da Tese).

Na fase de iniciação ainda existem duas outras reuniões apenas com a TI, estas reuniões seguem a regra geral de tempo máximo de 15 minutos para cada uma delas. Para estas duas reuniões a política encorajada pela metodologia é a de alinhamento de conhecimento entre membros da TI, bem como entender aquilo que já foi executado e deu certo, para então obter referências e ensinamentos para os próximos passos.

Na primeira reunião da fase de análise e planejamento o tempo máximo continua 15 minutos e os artefatos de entrada serão: gráfico 3D de complexidade, quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave e uma sugestão de pacotes. A saída dessa reunião será a homologação dos pacotes que serão entregues nas próximas. O líder da TI deverá apresentar para todos como foi feita a escolha dos pacotes e em seguida deve conduzir para obtenção da homologação.

Na fase de análise e planejamento ainda existem duas outras reuniões apenas com a TI, estas reuniões seguem a regra geral de tempo máximo de 15 minutos para cada uma delas. Nestas reuniões o líder deve utilizar o modelo de camadas da metodologia para realizar discussões a fim de aprofundar a arquitetura, mas também realizar discussões iniciais sobre ecossistema de negociação, busca de dados e algoritmos. O líder da TI deverá construir o quadro de objetivos gerais por pacote e resultado-chave utilizando como base o modelo disponibilizado pela metodologia.

Na fase de negociação teremos três reuniões apenas com a TI, nessa fase entendemos que o processo de negócio já foi discutido, por isso, há uma compreensão e assim podemos seguir nas três reuniões, inicial, de amadurecimento e de adaptação ao contexto, estas reuniões também seguem a

regra geral de tempo máximo de 15 minutos para cada uma delas. Nestas reuniões o líder deve utilizar o *framework* conceitual de negociação entre agentes, para junto com a equipe de TI definir as necessidades do negócio, definir os dados úteis para a decisão do negócio e definir a relação dos dados para predições e análises técnicas. Como saída devemos obter as definições dos conjuntos estruturais que serão utilizados para essa demanda, para isso o líder utiliza como base o formulário de conjuntos estruturais.

Na primeira reunião da fase de controle o tempo máximo continua 15 minutos e os artefatos de entrada serão arquitetura definida e ciclos de interações entre os agentes. O líder da TI deverá conduzir a reunião para obter as definições de quais são os melhores pontos do sistema para realização da mudança contínua.

Na fase de controle ainda existem duas outras reuniões apenas com a TI, estas reuniões seguem a regra geral de tempo máximo de 15 minutos para cada uma delas. O líder da TI deve conduzir a reunião para construir os artefatos de tabela de controle de mudança definida.

Na fase de suporte inteligente de apoio à decisão, teremos três reuniões apenas com a TI, estas reuniões seguem a regra geral de tempo máximo de 15 minutos para cada uma delas. Nestas reuniões o líder deve utilizar todas as ferramentas já construídas nas fases anteriores, para: definir critérios de tendências (por exemplo, sociais e econômicas), critérios de inteligência, avaliar adaptações de algoritmo sugerido pela metodologia (*pagerank* e LSTM). Como saída teremos o grupo de algoritmos que serão utilizados e o formulário/quadro de perguntas essenciais para confirmação do critério de inteligência.

### **3.2. Fase de Iniciação**

Na fase de iniciação a metodologia apresenta três reuniões sendo uma com todos os envolvidos, ou seja, área cliente e TI, e outras duas reuniões dedicadas a análises de TI, esta fase é a única que poderá ser re-executada por uma decisão do líder da equipe de TI.

Antes do início da fase de iniciação é preciso executar a etapa de início do projeto, neste evento a área cliente solicita formalmente, preenchendo um artefato específico, o desenvolvimento de suas necessidades. O líder deve receber este

artefato e realizar uma análise crítica, sozinho ou com a equipe de TI, e organizar a informação sob a ótica de TI. Como resultado deste evento é esperado que o líder com a equipe de TI tenham o processo de negócio, que foi descrito, organizado e uma lista de tecnologia e paradigmas candidatos para seguir para fase de iniciação.

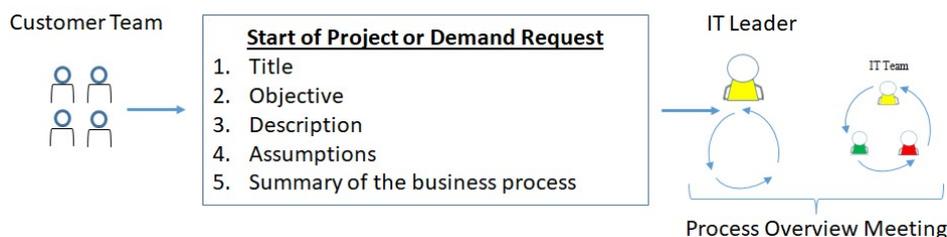
Nesta fase a metodologia espera que sejam realizados o levantamento de requisitos com as cartas de perguntas básicas ao cliente e a construção do gráfico 3D de complexidade. O levantamento de requisitos e uma primeira versão do gráfico 3D de complexidade deve ser gerado em uma primeira reunião onde há a interação da área cliente com a TI. Com estes insumos a metodologia preconiza que em um segundo momento algumas reflexões internas sobre TI sejam realizadas, assim teremos, uma análise crítica do negócio, com base no formulário de questões elucidativas, uma ordenação dos requisitos por sua complexidade e a construção do quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave que irá apoiar no redesenho do gráfico 3D de complexidade.

O líder de TI deve conduzir todas as reuniões da fase de iniciação, para a primeira reunião com todos os envolvidos a metodologia preconiza o uso do método de levantamento de requisitos por meio das cartas de perguntas básicas ao cliente, é com este método que levantamos os requisitos e construímos o gráfico 3D de complexidade.

As demais reuniões apenas com a TI utilizamos principalmente as ferramentas de *framework* de questões elucidativas e quadro de camadas por requisitos e pessoas-chave que servirão de insumo para o método de caminho da complexidade onde vamos traçar a complexidade do desenvolvimento de um pacote escolhido.

A metodologia enfatiza o papel pró-ativo do Líder da equipe de TI, pois é ele que deve realizar o tratamento inicial após a chegada da demanda de desenvolvimento.

O fluxo padrão de início do projeto é apresentado pela Figura 9, assim, tudo começa com uma solicitação de início de demanda para o projeto, então o líder da equipe de TI recebe, por meio do artefato conforme Tabela 3, os detalhes do desenvolvimento da demanda. Por meio dessa entrada, a área cliente deve deixar claro principalmente o que se deseja com a solução dentro do escopo do processo de negócio.



**Figura 9.** Início de um projeto ou de uma demanda (imagem de autoria do autor da Tese).

Neste sentido, a área cliente informa a necessidade daquela demanda através do artefato, apresentado na Tabela 3, que é fornecido pela metodologia, assim o líder da TI recebe as informações iniciais sobre uma nova demanda de desenvolvimento.

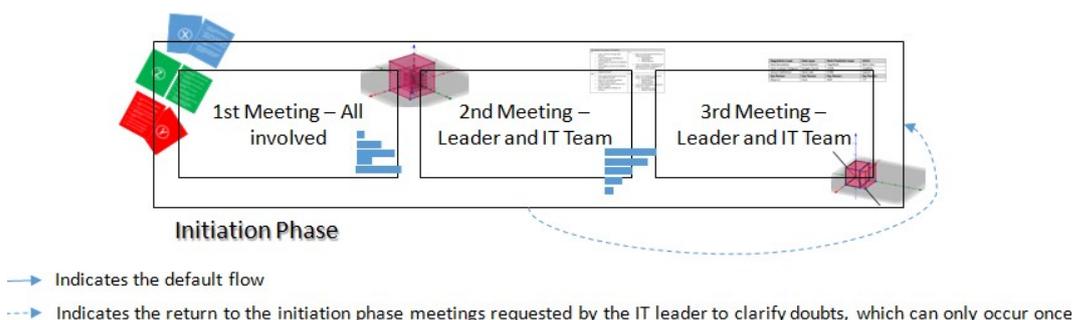
**Tabela 3.** Artefato de dados básicos para início do projeto ou demanda (artefato de autoria do autor da Tese).

	<b>Descriptive Text</b>	<b>Date</b>	<b>Responsible</b>
<b>Title:</b>	Intelligent Decision Support System for Import Contracts.	03/17/2024	Client 1
<b>Goal:</b>	Carry out various analyses, presenting explanations that support decision-making.	03/17/2024	Client 1
<b>Premise:</b>	That decision support is carried out on a cell phone.	03/18/2024	Client 2
<b>Business Process Summary:</b>	We will look for an exporting company that has the product we are looking for at the lowest price, we will also analyze the economic scenario at that moment to know if it is a good time to enter into an import contract or not.	03/19/2024	Client 3
<b>Description of Requirement:</b>	We need several analyzes to be carried out on the current economic scenario and sent so that the decision can be made in the best way.	03/20/2024	Client 3

O objetivo do tratamento das informações pelo líder de TI é organizar e processar a informação de modo a trazer os dados do processo de negócio para uma linguagem mais próxima da engenharia de software, melhorando assim o entendimento da equipe técnica e assim facilitar o alinhamento do que a área cliente deseja com a demanda.

Nesta etapa de início do projeto, todos os *inputs* iniciais para a solução são enviados apenas sob a perspectiva da área solicitante, indicando os representantes da área cliente para seguir nas reuniões preconizadas pela metodologia.

Nessa sequência, a metodologia nos leva à fase de iniciação, onde temos uma reunião com todos os envolvidos, e duas outras reuniões internas, conforme Figura 10, assim como as já conhecidas reuniões de métodos ágeis (Satpathy, 2017; Javed et al., 2010), a metodologia recomenda que as reuniões durem 15 minutos.



**Figura 10.** Reuniões da fase de iniciação e seus artefatos (imagem de autoria do autor da Tese).

Na primeira reunião da fase de iniciação o líder da TI deve conduzir a reunião para realizar o levantamento dos requisitos. Nesta etapa (inicial), o líder deve separar todos em grupos para em uma dinâmica de jogo realizar o levantamento dos requisitos, para isso são utilizadas as cartas de perguntas básicas ao cliente. Os grupos devem sempre ter um membro da equipe de TI para apoiar no fluxo da reunião, no processo de identificação de requisitos e na construção do gráfico 3D de complexidade. Chamamos este método de método de levantamento de requisitos por meio das cartas de perguntas básicas ao cliente.

A metodologia dá início ao seu método de levantamento de requisitos, a partir da dinâmica de cartas, que podem ser realizadas de forma centralizada ou descentralizada.

Na forma centralizada, o líder da área de TI conduz toda a reunião e é ele que passa toda a orientação de como seguir no levantamento de requisitos, enquanto na forma descentralizada os membros da equipe de TI apóiam o líder realizando as orientações quanto ao uso das cartas para o levantamento dos requisitos. Fica a cargo do líder da TI a decisão sobre que forma utilizar a dinâmica.

Independente da forma a ser utilizada, a metodologia preconiza que seja estimulada uma competição saudável entre os grupos para acelerar o levantamento do requisito.

Dessa forma, seguindo o método de uso das cartas, o líder deverá explicar que cada carta tem sua cor e seu tipo de requisito, mostrando a todos que de um dos lados teremos as perguntas básicas ao cliente. A partir deste ponto, ele deve entregar a cada grupo as mesmas cartas explicando que as perguntas existentes podem ser extendidas, como em um *framework*. A dinâmica de jogo tem o objetivo de maximizar a identificação dos requisitos e traz uma competição saudável entre os grupos, uma vez que todos têm o mesmo objetivo, com isso, ganha aquele que identificar o maior número de requisitos para o sistema solicitado. O líder deverá observar aqueles requisitos que tem um consenso entre os grupos, pois apontam uma maior assertividade e identificação do maior problema e talvez a prioridade a ser tratada.

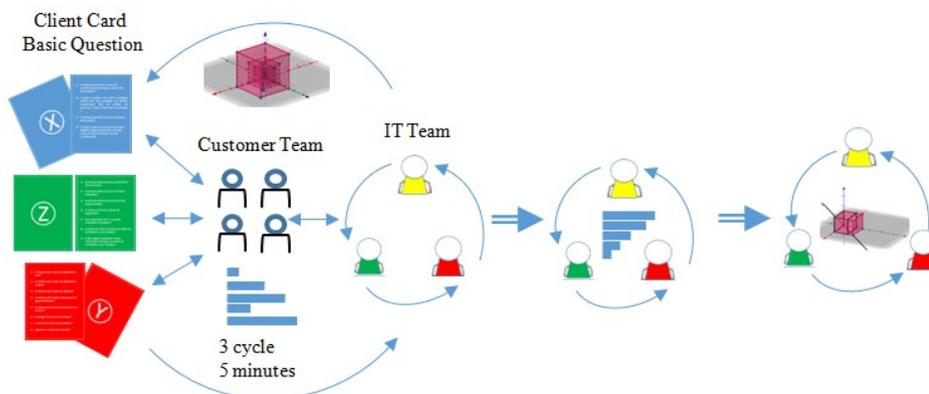
Como saída dessa reunião, teremos os primeiros requisitos necessários ao desenvolvimento, e a sua representação no gráfico 3D de complexidade do sistema solicitado.

A ferramenta de cartas disponibilizada ao líder da TI traz perguntas prontas para apoiar de forma mais ágil e guiar o início do levantamento de requisitos, mas além de possuir essas perguntas, o método deixa claro que as cartas são um *framework* e por isso os engenheiros de software estão livres para criar ou estender suas próprias perguntas utilizando para isso o *framework* 5W2H.

Durante a atividade de reflexão, 5 minutos dentro da reunião, o líder de TI deve iniciar o desenho do gráfico 3D de complexidade, realizando a correlação do requisito com o eixo do gráfico 3D que o corresponde. Cada eixo do gráfico 3D têm um tipo de requisito correspondente, sendo eles divididos em, funcionais, não funcionais e de inteligência ou comportamentais, dessa forma, a cada ciclo da dinâmica um gráfico 3D é definido. A metodologia preconiza a construção de três gráficos de complexidade para que a área cliente possa visualizar a evolução da complexidade e tamanho do software desejado.

O artefato do gráfico 3D de complexidade começa a ser construído na primeira reunião da fase de iniciação e pode ser finalizado na segunda reunião da fase de iniciação. Este gráfico será uma das entradas da terceira reunião e ele

mesmo será redesenhado, nesta fase, para adequar aos pacotes priorizados para o MVP, conforme o fluxo da Figura 11.

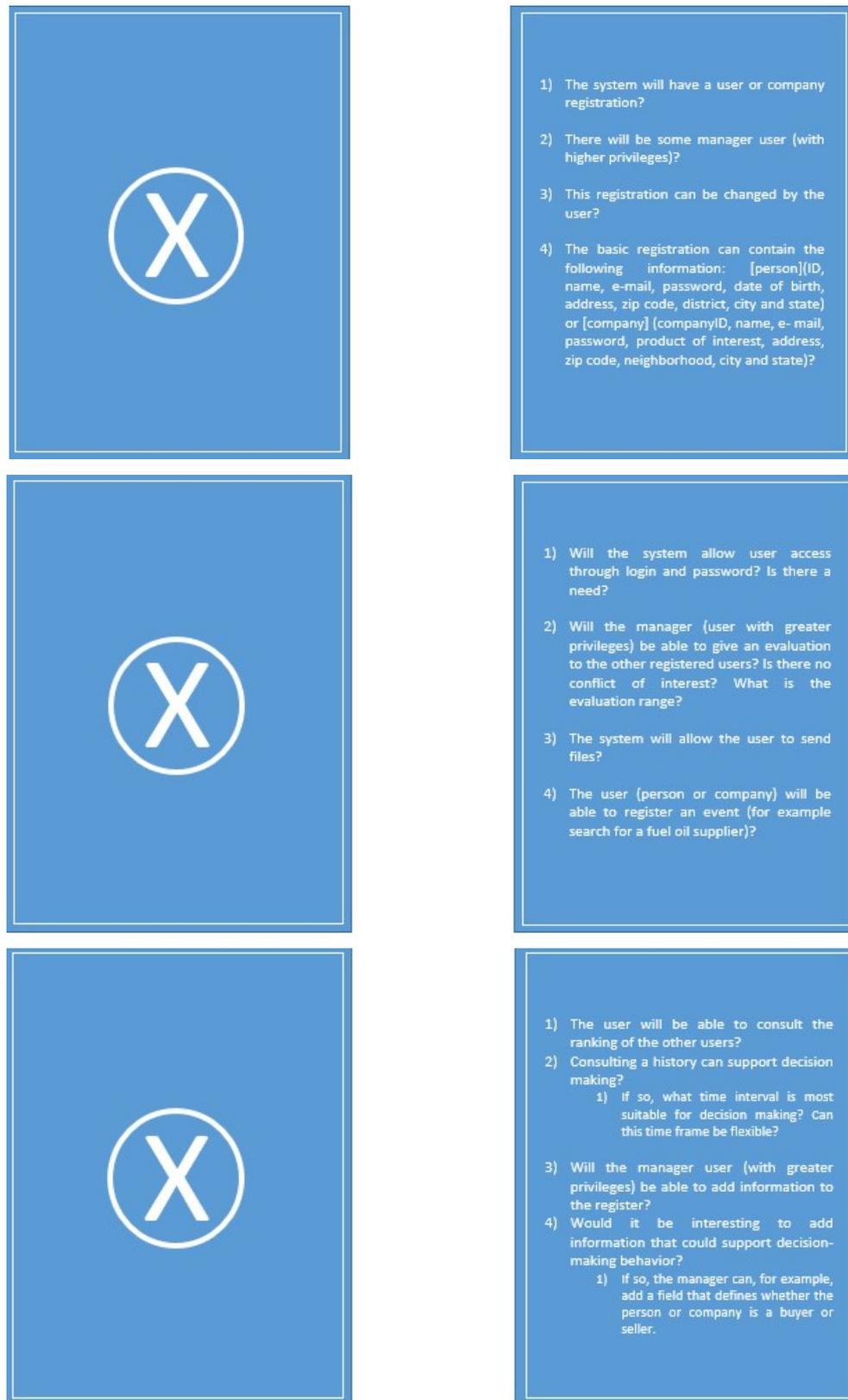


**Figura 11.** Fase de iniciação, artefatos e interações (imagem de autoria do autor da Tese).

Conforme apresentamos, as cartas de perguntas básicas ao cliente são utilizados para realizar o levantamento de requisitos, porém estão intimamente ligados à construção do gráfico 3D de complexidade e por isso cada carta diz respeito a um tipo de requisito e representa um eixo no gráfico 3D.

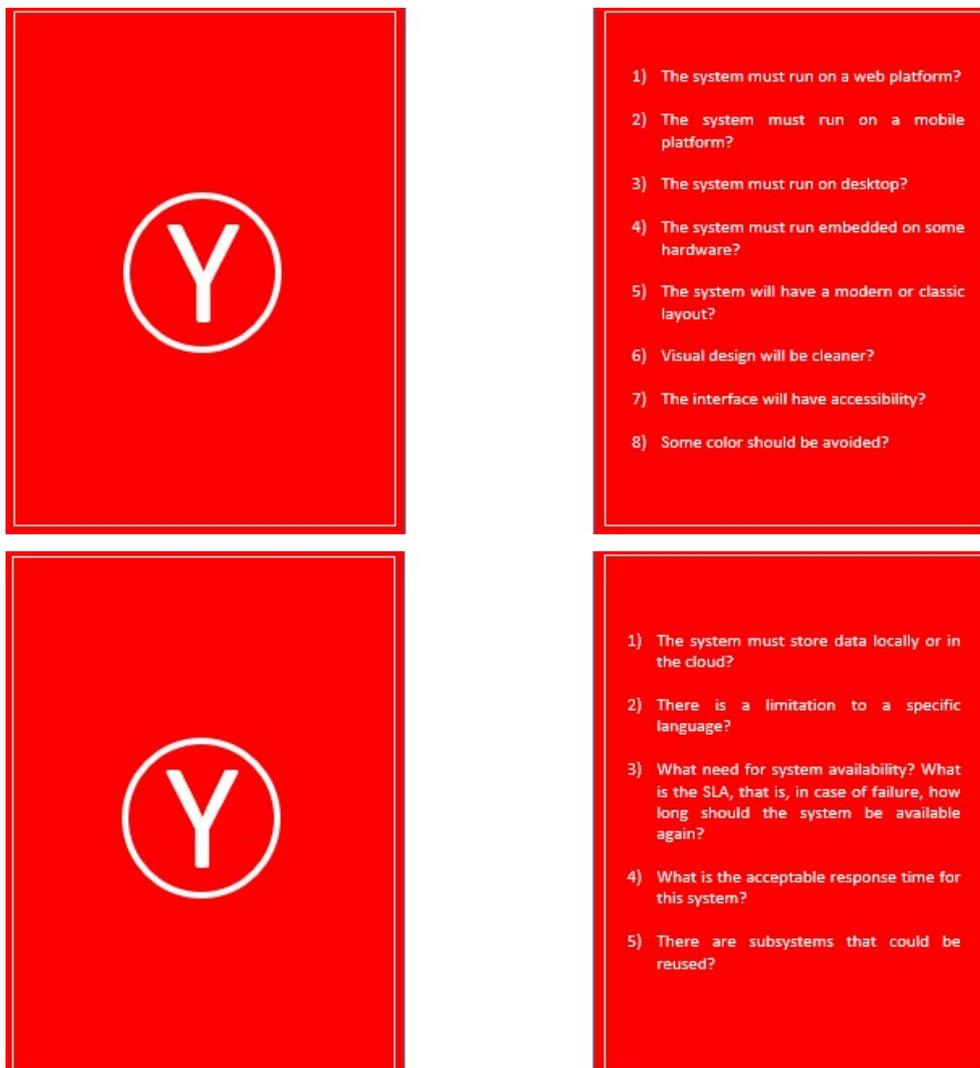
Nesse sentido, fica definido pela metodologia que as cartas azuis representam o eixo X do gráfico 3D e trazem questões sobre os requisitos funcionais, as cartas vermelhas representam o eixo Y e apresentam questões sobre os requisitos não-funcionais e por fim as cartas verdes representam o eixo Z e trazem questões sobre os requisitos inteligência ou requisitos comportamentais. A seguir veremos cada uma das cartas com perguntas básicas ao cliente e na sequência o gráfico de complexidade que é resultado da atividade com as cartas.

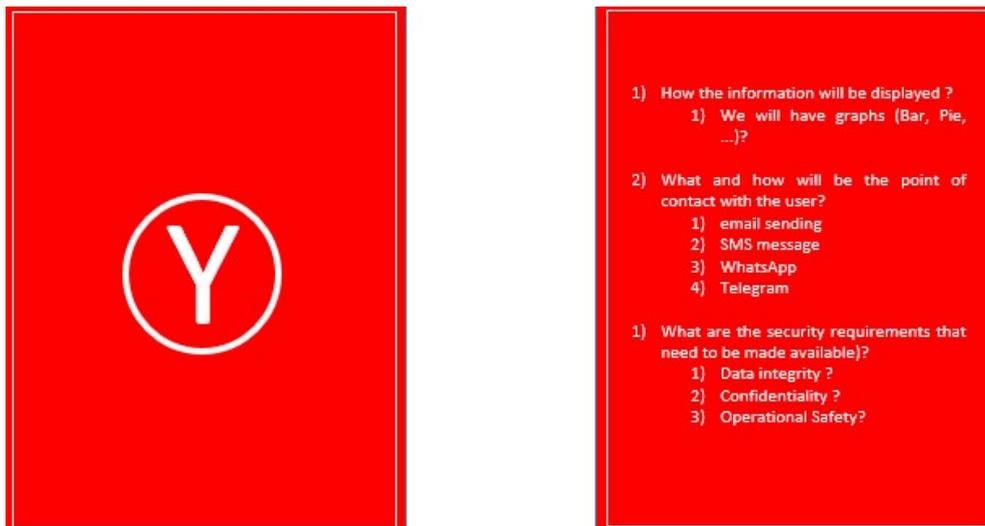
As cartas azuis, apresentadas na Figura 12, têm a letra X de um lado e as perguntas que nortearam a pesquisa com o cliente do outro lado. O método de levantamento traz perguntas prontas para essas cartas, mas também permite que a equipe de TI modifique ou adicione novas perguntas, proporcionando a flexibilidade típica do *framework*. Estas cartas trazem perguntas que aceleram o processo de entendimento, do comportamento do sistema e as funções que ele deve executar para atender as necessidades objetivas dos usuários. Abaixo estão três cartas iniciais disponibilizadas pelo método de coleta de requisitos funcionais.



**Figura 12.** Três cartas do eixo X para levantamento de requisitos funcionais (artefato de autoria do autor da Tese).

As cartas vermelhas, apresentadas na Figura 13, possuem a letra Y de um lado e as perguntas que nortearam a pesquisa com o cliente sobre requisitos não funcionais do outro. Estas cartas trazem perguntas que apóiam na descoberta das restrições e especificações que definem os critérios de qualidade, como desempenho, usabilidade, portabilidade, entre outros. Estes requisitos devem executar as necessidades dos usuários que neste caso, podem ser subjetivos para o usuário como a usabilidade que envolve as preferências individuais. Porém outros podem ser dependentes de interpretação e contexto, que é o caso da portabilidade, além do desempenho que pode envolver métricas e metas o que não é estritamente subjetivo. Aqui as perguntas também podem ser modificadas ou adicionadas, abaixo estão as três cartas iniciais disponibilizados para coleta de requisitos não funcionais.



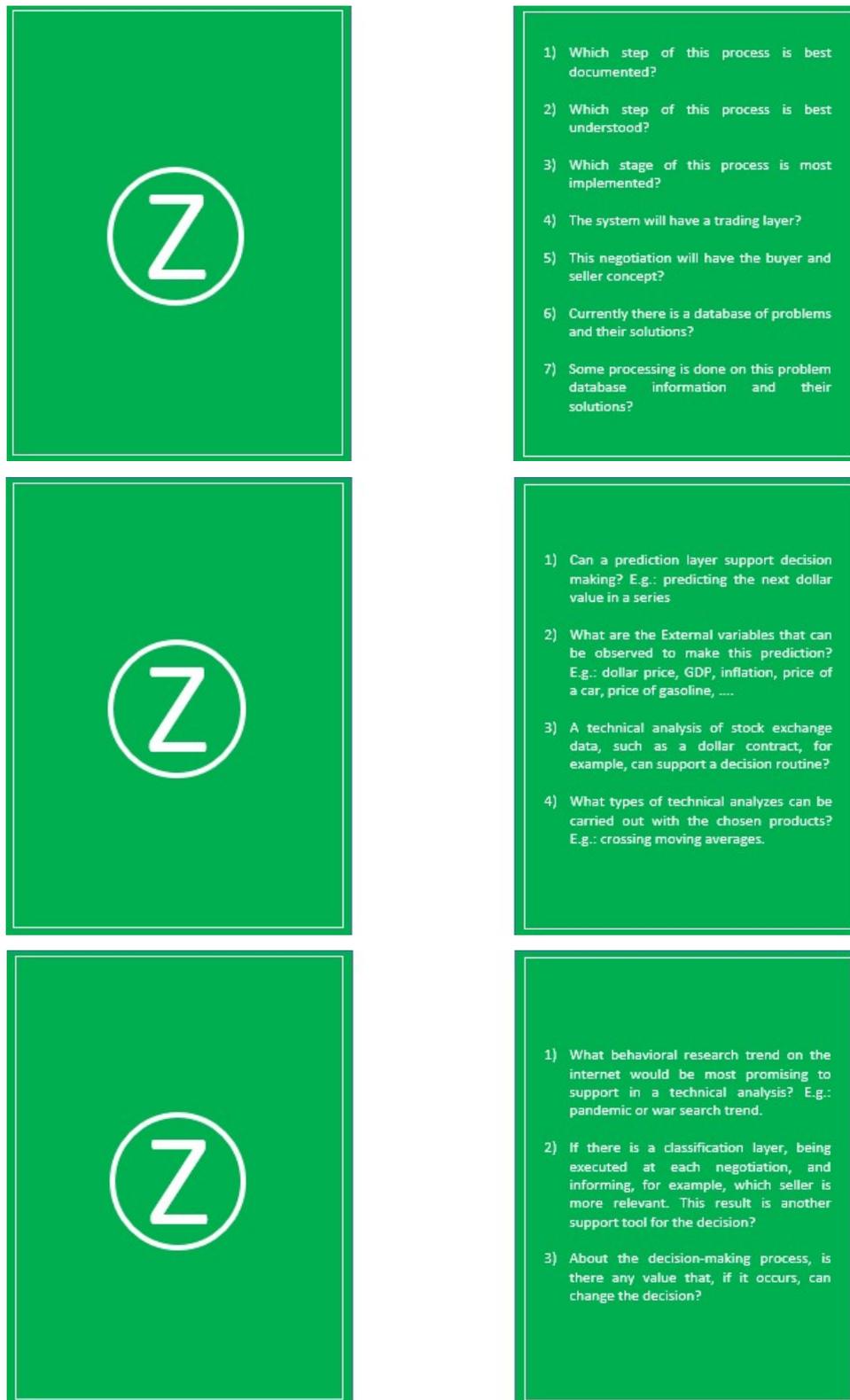


**Figura 13.** Três cartas do eixo Y para levantamento de requisitos não funcionais (artefato de autoria do autor da Tese).

Nas cartas verdes, apresentadas na Figura 14, temos a letra Z, e as questões que apoiam e agilizam o levantamento dos requisitos de inteligência e comportamento.

Estas cartas trazem perguntas que apóiam na reflexão sobre o critério de inteligência do sistema que está sendo planejado, com estes cartas vamos entender, por exemplo, se idéias complexas estão conseguindo ser avaliadas, ou seja, verificamos se há uma assimilação (verificamos se estes requisitos estão incorporando experiência ao conhecimento existente) e uma acomodação (verificamos se os requisitos propõem a modificação da estrutura interna em resposta ao meio) das idéias. Além disso, podemos avaliar os requisitos quanto a necessidade de reversão de operações (por exemplo, se o sistema tem  $2+3=5$  ele deve entender que  $2=5-3$ ), dessa forma, estes requisitos devem atender as necessidades de inteligência do sistema definido pelo usuário em um domínio específico.

Nesse eixo as perguntas também podem ser modificadas ou adicionadas, abaixo estão as três cartas iniciais disponibilizados para coleta de requisitos de inteligência e comportamento.



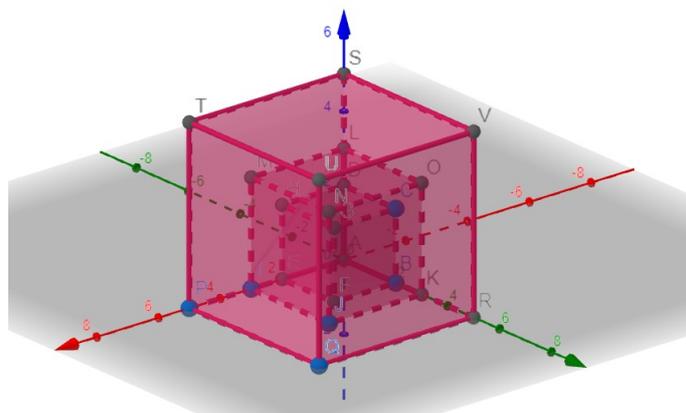
**Figura 14.** Três cartas do eixo Z para levantamento de requisitos de inteligência e comportamentais (artefato de autoria do autor da Tese).

Conforme definido pelo método de levantamento de requisitos que compõem a nossa metodologia, a cada cinco minutos de levantamento com as

cartas, construímos um gráfico de complexidade. Para produzir esse desenho, o método permite duas possibilidades: uma é desenhar no papel, enquanto a outra é desenhar usando um software de geometria, para a Tese utilizamos o GeoGebra<sup>1</sup>, que foi onde criamos os gráficos 3D que estão neste trabalho.

A ferramenta gráfica oferece diversas vantagens, uma delas é a possibilidade de apresentar rapidamente à área cliente a evolução do tamanho e da complexidade do software solicitado. Além disso, com a ferramenta gráfica é possível mostrar com mais clareza as vantagens de uma trajetória de desenvolvimento evolutivo com pequenas entregas.

Do ponto de vista de TI, a ferramenta gráfica, apresentada na Figura 15, proporciona também maior clareza na divisão de tarefas e complexidade do pacote.



**Figura 15.** Gráfico 3D de complexidade (artefato de autoria do autor da Tese).

É possível visualizar e apresentar a complexidade dos pacotes que foram desenvolvidos através deste gráfico, permitindo uma tomada de decisão mais ágil.

Conforme vimos, na primeira reunião da fase de iniciação é realizado o levantamento dos requisitos com as cartas e a cada ciclo de levantamento o líder e a equipe de TI traçam o gráfico de complexidade. Este método tem como benefício a agilidade por apresentar graficamente a complexidade do software solicitado.

A representação gráfica da complexidade é uma vantagem em relação aos métodos tradicionais como ponto de função, pois permite apresentar, tanto a

<sup>1</sup> GeoGebra é uma plataforma com diversos aplicativos matemáticos disponíveis on-line no site: <https://www.geogebra.org/3d> para Tese utilizamos o aplicativo para geração de gráficos 3D.

equipe técnica, quanto ao usuário, de forma simples a complexidade envolvida no desenvolvimento.

A segunda reunião da fase de iniciação será feita apenas com o líder e a equipe de TI, que receberão como entrada os requisitos levantados na primeira reunião, ainda sem qualquer tipo de ordenação, e o gráfico 3D de complexidade. Caso o gráfico já tenha sido finalizado na primeira reunião, então não faremos uso dele nesta etapa, do contrário ele precisará ser complementado e finalizado nesta segunda reunião.

Para realizar a análise nesta reunião o líder utilizará o formulário de questões elucidativas, que é uma ferramenta para aprofundar o conhecimento do negócio e sobre o tipo de suporte à decisão que será planejado, avaliando, por exemplo, se está em um nível estratégico, tático ou operacional.

Ao iniciar a análise o líder deve observar se as questões elucidativas estão nos levando a uma avaliação dentro do escopo do desenvolvimento de TI ou se estão nos levando a um passo anterior. Neste sentido, se perguntas do tipo, “como o processo de negócio funciona? Qual a maior dificuldade na tomada de decisão?”, apresentam dificuldades a serem respondidas a partir das análises realizadas com a área cliente, podemos entender que o processo de negócio ainda não está totalmente definido e precisamos voltar a um passo antes das definições de TI.

Caso as perguntas do formulário de questões elucidativas, apresentadas Tabela 4, nos levem para definições dentro de um escopo de TI, então ao iniciar essa análise o líder vai ordenar a lista de requisitos levantados com base na complexidade.

**Tabela 4.** Formulário de questões elucidativas (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>Explanatory Question Form</b>	
i)	ii)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. How does the Negotiation Process work?</li> <li>2. What is considered when making the decision?</li> <li>3. How to improve the decision-making process?</li> <li>4. How to streamline the decision-making process?</li> <li>5. What are the main difficulties in decision-making?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. What level of decision-making should the system handle?               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strategic Decision</li> <li>2. Tactical Decision</li> <li>3. Operational Decision</li> </ol> </li> <li>2. How is currently existing decision-making classified, programmed or non-programmed (or both)?</li> </ol>

iii)	iv)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Is there any support tool for this decision-making?</li> <li>2. What are the main logistical problems of this process?</li> <li>3. Do negotiators receive support for their decisions?</li> <li>4. What is the scope of this process?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. How would you rate the decision according to probability?               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Risk decision?</li> <li>2. Decision uncertainty?</li> <li>3. Sure decision?</li> </ol> </li> <li>2. How would this decision be classified according to the deadline?               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Short-Term Decision?</li> <li>2. Long-Term Decision?</li> </ol> </li> </ol>
<hr/> This artifact can be used or extended like a framework <hr/>	

As questões elucidativas apresentadas na Tabela 4 foram elaboradas com base na experiência de desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão nos âmbitos empresarial e industrial. A experiência das reuniões de levantamento de requisitos para a construção desses sistemas mostrou que ao utilizar formulário de perguntas podemos acelerar e impulsionar o levantamento e o entendimento do sistema que se pretende desenvolver.

Diversos estudos reforçaram o entendimento de que as perguntas podem acelerar o processo de *feedback* na coleta de requisitos (Pedaste et al., 2015; Christe et al., 2016), por isso acreditamos que os artefatos utilizados para o levantamento de requisitos da fase iniciação da metodologia, representam uma boa ferramenta e uma contribuição da MaSID.

Entendemos que em alguns cenários as perguntas pré-definidas podem ser suficientes e em outros não; portanto, o método entende que essas questões elucidativas podem ser vistas como um *framework*, ou seja, podem ser utilizadas conforme fornecido ou ampliadas pelo usuário adaptando ao cenário quando for conveniente.

A terceira reunião da fase de iniciação será feita apenas com o líder e a equipe de TI, eles receberão como entrada os requisitos já ordenados por complexidade, e o gráfico 3D de complexidade. Para realizar a análise nesta reunião o líder utilizará estes dois artefatos e juntamente com a equipe de TI deverá construir o quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave, apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>Boarder by Layer, Requirement and Key Person</b>			
<b>Negotiation Layer</b>	<b>Data Layer</b>	<b>Prediction, Rank Layer</b>	<b>UX/UI</b>
Real Simulation	Stock Market	PageRank	Best Color
User Contact Telegram	Google Trend	LSTM	Usability
Sensor Definition	Data Lake	K-NN	Layout
<b>Key Person</b>	<b>Key Person</b>	<b>Key Person</b>	<b>Key Person</b>
Maycon	Jhon	Will	---
This artifact could be used like a template			

O líder deve conduzir a reunião no sentido de construir o quadro apresentado na Tabela 5 de modo a avaliar a arquitetura e as camadas que serão planejadas para este desenvolvimento, a equipe de TI deve dar suporte a análise indicando as boas práticas, ou seja, pode por exemplo, apontar a necessidade e utilizar uma camada para agrupar algoritmos, ou sugerir técnicas para predição e classificação como uma abordagem mais indicada. Após a análise e definição das camadas que serão utilizadas, o líder deve conduzir a reunião para a organização dos requisitos, definindo a qual camada o requisito pertence.

Por fim, o líder deve conduzir a reunião para uma avaliação, sobre quem é a pessoa ou a equipe de referência para soluções em uma determinada camada, ou sendo mais específico, quem é a referência em determinados requisitos. Este método tem como objetivo dar mais consistência na escolha dos pacotes e fornecer subsídios para conversar com a área solicitante sobre a priorização das entregas. Assim entendemos que ter uma referência de qualidade para determinadas entregas traz mais confiança aos envolvidos na jornada do desenvolvimento, e uma garantia de que problemas complexos podem ser resolvidos com maior celeridade.

Feito isso, o líder deve utilizar o modelo de quadro disponibilizado pela metodologia e com base nele finalizar a organização dos requisitos por camadas de um sistema indicando, se existir, a pessoa ou equipe chave para ser referência para aquele tipo de trabalho. O líder deve decidir junto com a equipe de TI quantos requisitos serão escritos por camadas, esta definição irá determinar se vamos ter um único quadro ou vários.

Após finalizar a terceira reunião, no tempo de reflexão entre as fases, o líder deve voltar a desenhar o gráfico 3D de complexidade agora levando em consideração os pacotes priorizados no quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave.

No período de reflexão a equipe de TI vai construir a jornada do desenvolvimento baseada nos pacotes priorizados, ou seja, a equipe deve detalhar todos os componentes necessários para uma etapa de desenvolvimento.

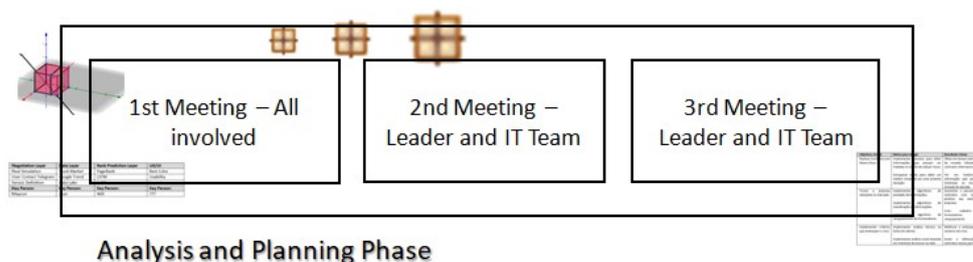
Podemos imaginar que a tela de login está no pacote priorizado e nos leva a necessidades cruzadas como: a construção de uma interface, o desenvolvimento do código com a regra de negócio e o acesso ao banco de dados. Percebemos assim que uma escolha, que está no pacote, pode nos levar a outros desenvolvimentos com complexidades distintas e que podem ter ou não uma pessoa chave com conhecimento para apoiar.

Feito isso, precisamos mostrar a complexidade deste desenvolvimento no gráfico 3D, vamos então aplicar o método de caminho da complexidade para traçar um mapa de calor para aquela jornada de desenvolvimento. Dessa forma, vamos indicar no gráfico por meio da intensidade da cor aquilo que é mais ou menos complexo, com isso o gráfico 3D passa a mostrar não só a quantidade, mas também a complexidade inerente aquela jornada de desenvolvimento específica que foi priorizada.

Ao final da fase de iniciação o líder da TI pode decidir se volta a executar esta fase ou se continua para a fase de análise e planejamento da metodologia. Além disso, é esperado que tenhamos os requisitos organizados por complexidade, o gráfico 3D de complexidade e o quadro de camada, por requisito e pessoas-chave.

### **3.3. Fase de Análise e Planejamento**

Na fase de análise e planejamento serão realizadas três reuniões, uma reunião com todos os envolvidos e outras duas a equipe de TI, conforme Figura 16. Na reunião com todos os envolvidos, o líder de TI precisa garantir que as dúvidas de sua equipe foram esclarecidas, ao mesmo tempo, que as necessidades da área cliente foram atendidas e os pacotes candidatos foram homologados.



**Figura 16.** Reuniões da fase de análise e planejamento e seus artefatos (imagem de autoria do autor da Tese).

Nas outras duas reuniões da fase de análise e planejamento, o método disponibiliza um modelo de camadas para acelerar as análises sobre arquitetura e espera que seja dado início a construção do quadro de objetivos gerais, objetivos por pacote e resultados-chave.

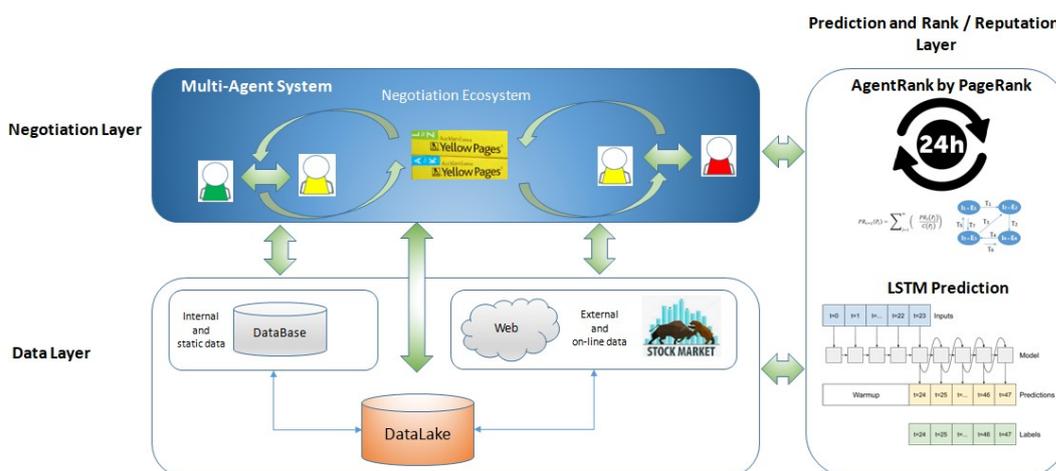
Os objetivos principais desta fase é que seja realizado um planejamento inicial da arquitetura, que as definições iniciais do ecossistema de negociação sejam realizadas, além disso, devem ser definidos o ciclo de busca de dados relevantes para o processo de negócio e a definição de algoritmos candidatos. Vamos então à definição mais detalhada das reuniões desta fase de análise e planejamento.

A primeira reunião deve receber todos os envolvidos, o seu tempo total é de 15 minutos, e os artefatos de entrada são: gráfico 3D de complexidade e o quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave. Nesta reunião o líder da TI deve garantir principalmente que todos estejam comprometidos com a homologação dos pacotes iniciais. Para esta dinâmica o líder deve apresentar os pacotes escolhidos, mostrando o mínimo produto viável que será o resultado da implementação destes pacotes. Para esta apresentação o líder pode gastar no máximo 10 minutos, e a área cliente deve apresentar um *feedback* sobre a sugestão. A área cliente poderá homologar os pacotes ou não, caso negativo a será necessário apresentar uma justificativa clara para a área técnica, que com base nesse *feedback* deverá realizar suas análises na fase seguinte, por sua vez a área cliente deverá repetir esse processo de homologação na fase de controle.

Na segunda e na terceira reunião teremos apenas pessoas da área técnica, onde o primeiro objetivo é trazer uma visão mais completa observando questões como quais camadas devem ser consideradas no sistema e ainda dentro da camada o que deve ser tratado. Nesta etapa o método de planejamento disposto pela

metodologia apresenta um modelo de camadas, apresentado na Figura 17, que deve ser utilizado pela equipe para acelerar e dar início às reflexões.

Para estas reuniões a metodologia sugere que o líder da TI estenda o convite para as pessoas chave do quadro anterior, para fomentar uma análise mais detalhada sobre as camadas. As camadas podem ser trabalhadas de forma isolada, mas será preciso disponibilizar a visão integrada entre elas, como em um sistema completo, avaliando a melhor formas de integrar as camadas, tomando como base o modelo disponibilizado pela metodologia apresentado na Figura 17.



**Figura 17.** Modelo de camadas (modelo de autoria do autor da Tese).

Como segundo objetivo das duas reuniões temos a construção do quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave, apresentado na Tabela 6. Nesta etapa há uma grande aderência ao processo de negócio, mas podemos definir como objetivo geral aquilo que atende o objetivo final do sistema, o objetivo final da empresa ou pessoa e o objetivo de antecipar riscos. Os objetivos por pacotes por sua vez podem ser definidos como aquilo que será implementado no pacote e irá atender o objetivo geral em todas as três definições dele, podemos imaginar por exemplo, a implementação de sensores para capturar informações que possam diminuir o risco de uma tomada de decisão. Por fim, o resultado chave podemos definir como o principal resultado, ou seja, o principal dado obtido com a implementação que irá permitir materializar os objetivos por pacote e geral, por exemplo, obter em tempo real a variação do valor de uma moeda frente a outra.

**Tabela 6.** Quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>General Objectives</b>	<b>Means to Achieve</b>	<b>Key Result</b>
Perform Contracts with Less Risk	Implement Sensors to obtain information that can be treated in order to reduce risks.	Obtain real-time quotes for currencies used in international contracts.
	Enrich data to get a better result in the next iteration.	Having a history of information that makes it possible to minimize risks in decision-making.
Make the company relevant in the market	Implement information prediction algorithms.	Increase the percentage of contracts with a positive result in the company's sales.
	Implement information classification algorithms.	Create supplier registration by ranking.
	Implement supplier ranking algorithm.	
Implement criteria that anticipate risk	Implement technical analysis of the stock exchange.	Improve anticipation of crisis scenarios.
	Implement interest-based social analytics of web searches.	Avoid entering into contracts during these periods.
This artifact can be used or extended like a framework		

A metodologia disponibiliza o artefato quadro de objetivos gerais por pacotes e resultado-chave, com estrutura de *framework*, para que possamos, com base nos pacotes selecionados, analisar e avaliar a necessidade de extensão para assim construir o quadro específico para esse processo com os objetivos gerais por pacotes e resultados chave.

Dessa forma, é esperado que ao final desta fase tenhamos definido o artefato de quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave, de forma a refletir o cenário que está sendo tratado.

### 3.4. Fase de Negociação

Na fase de negociação, passamos a segunda etapa do ciclo e diferente das fases anteriores, nesta teremos 3 reuniões de TI, conforme Figura 18, onde o objetivo é entender como a negociação, atrelada a demanda, pode ser melhor simulada e quais são os conjuntos estruturais que podem ser utilizados para esta implementação.



**Figura 18.** Reuniões da fase de negociação (imagem de autoria do autor da Tese).

Os principais artefatos de entrada nesta fase são o gráfico 3D de complexidade, limitado a entrega inicial e quadro camada, requisito e pessoas-chave e o tempo de reunião contínua de 15 minutos assim como nos métodos ágeis tradicionais.

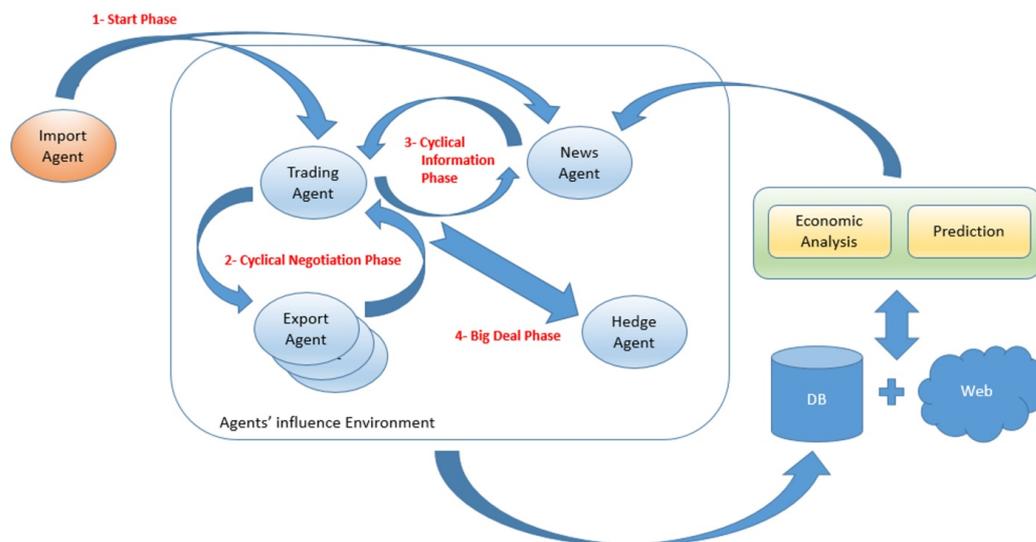
Durante a primeira reunião o líder deve trazer perguntas que viabilizem uma visão geral, conduzindo a reunião de forma a amadurecer conceitos, por exemplo, de sensores e atuadores, dentro da discussão do paradigma a ser utilizado e também sobre os dados a serem utilizados.

Na segunda reunião o líder deve guiar a reflexão no sentido de entender se as estruturas responsáveis pelos dados podem trazer um melhor resultado para negociação juntas ou se isoladamente. Nesse sentido, devemos pensar em diversos tipos de dados, estruturado, semi-estruturado e assim devemos avaliar estruturas de armazenamento como, por exemplo, *data lake* e para suportar a simulação da negociação podemos considerar o uso do paradigma de agentes de software.

Na terceira reunião, a equipe de TI junto com o líder deve realizar o desenho da arquitetura de negociação já no paradigma definido. Este desenho deve incluir a estrutura de armazenamento definida, podendo ser, por exemplo, troca de arquivos ou banco de dados.

Nesta última reunião a equipe também deve definir um ciclo de negociação, ou seja, de quanto em quanto tempo deve ser observada a negociação dentro do ecossistema. Nesta etapa podemos também definir uma estratégia de enriquecimento dos dados da negociação de modo a viabilizar a adaptação do sistema a partir do *feedback*.

Para análise realizada durante as três reuniões, a metodologia disponibiliza um *framework* conceitual que apresenta uma alternativa para definições sobre interações sistêmicas e comportamentais, buscando identificar diferentes contextos negligenciados.



**Figura 19.** *Framework* conceitual (*framework* de autoria do autor da Tese).

A Figura 19 apresenta o *framework* conceitual, que traz uma interação padrão entre os agentes, com esta estrutura esperamos que a nossa metodologia possa contribuir nesta fase, tanto para facilitar a tomada de decisão sobre estrutura e forma de comunicação. Esperamos que esta ferramenta possa apoiar o planejamento e simplificar a interação entre as equipes envolvidas, além de corroborar com a construção de um software mais preparado para a adaptação e a evolução no decorrer do tempo.

Durante o planejamento precisamos lembrar que os sistemas multiagentes têm seu desempenho melhorado quando existe uma boa coordenação, isso porque é por meio da coordenação que os agentes evitam conflitos, buscam soluções e colaboram entre si (Lucena et al. 2004; Jennings, 2001).

Neste sentido, com esta estrutura buscamos estabelecer padrões baseados em dados históricos para entender o comportamento histórico e identificar

características relevantes, padrões baseados em interesse na busca por um determinado termo na web visando entender se existe um comportamento social e padrões baseados no acompanhamento de dados gerados de forma on-line de forma a entender o que está acontecendo no momento atual e para onde estamos caminhando, para este último podemos citar, por exemplo, dados vindos da bolsa de valores. Para enriquecer as análises durante as reuniões devemos lembrar que o comportamento inteligente consiste em um comportamento leve de aprendizagem contínua e não em comportamentos aleatórios ou loops repetitivos, mas mesmo assim devemos lembrar que os processos aprendidos não produzem 100% de certeza de resultado (Turing, 1950; Jennings & Wooldridge 2001).

Dessa forma, podemos analisar as tendências traçadas por cada comportamento isoladamente, mas também de forma conjunta, colaborativa, e assim avaliar a melhor abordagem para o cenário que será tratado.

**Tabela 7.** Conjunto de questões estruturais (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>Structural Sets</b>	
Set of main paradigms	Which paradigm is best suited for system development? Is one of them enough to serve the entire system or will it be necessary to use different paradigms in each component?  Object Oriented Paradigm. Event Oriented Paradigm. Agent Orientation Paradigm.
Set of main Architectures (architectural styles)	Which architecture and architectural style is best suited for the system?  Layered Architecture. Client-Server Architecture. MVC Architecture. Service Oriented Architecture SOA. Microservices Architecture.

---

Set of main forms of Integration

Which integrations currently exist, which need to be created, and which type of integration would be most suitable to obtain all the necessary information for an intelligent decision support?

1. Integration via APIs.
  - a. Is there already a system that will support the development of this new demand and that uses this type of integration?
2. Integration via web services (e.g., SOAP and REST that can use standard XML, JSON, HTTP ...).
  - a. Is there already a system that will support the development of this new demand and that uses this type of integration?
3. Integration via messaging via .CSV, .txt, ...
  - a. Is there already a system that will support the development of this new demand and that uses this type of integration?
4. Integration through Middleware
  - a. Is there already a system that will support the development of this new demand and that uses this type of integration?
5. Data integration through ETL (Extract, Transform, Load) used to integrate data from different sources (database or files, ...).
  - a. What will be the data sources? (Structured, semi-structured and unstructured data) Database? XML files? Text files (.csv, .txt, ...)?
  - b. How many databases will be used?
    - i. We already have access and users in this database
  - c. What are the repositories for the XML files?
    - i. Is there an API to extract this data? (If so, seek access to these APIs. If not, understand and build RPA for data integration and extraction).
  - d. What are the repositories for .CSV files?
    - i. Is there an API to extract this data? (If so, seek access to these APIs. If not, understand and build RPA for data integration and extraction)

Is there important data that is not in any repository or database? Is it online data? Is there a form of connection/integration?

---

This artifact can be used or extended like a framework

---

Aqui o *framework* conceitual de negociação, disponibilizado pela metodologia, pode ser utilizado da forma como ele é apresentado, ou seja, como modelo de negociação entre agentes ou ainda pode ser utilizado com uma análise mais granular, a partir dos componentes pequenos do *framework*.

Assim, devemos analisar a melhor forma de interação no fluxo que se quer tratar, este processo será feito durante as reuniões utilizando para isso o formulário de conjuntos estruturais que serve de base para a definição do conjunto estrutural ideal para esta parte do sistema.

Nesta fase, teremos alcançado o objetivo de definir, as necessidades de negociação, seja utilizando o *framework* conceitual completo, seja utilizando parte dos ciclos propostos: ciclo de busca de informação, ciclo de negociação e a definição da relação com os ciclos de predição e análises técnicas.

Nesta fase de negociação a Tabela 7 mostra o artefato que representa os conjuntos de questões estruturais, e será a ferramenta de suporte para uma discussão mais aprofundada sobre a visão técnica. Este artefato traz um ponto de vista teórico e prático, buscando a passificação quanto ao melhor paradigma, arquitetura e tecnologias a serem utilizadas em cada uma das camadas de um sistema de apoio a decisão. Nesta análise o líder deve buscar uma correlação com o modelo de camadas que foi apresentado na Figura 17 da fase de análise e planejamento, consolidando assim o raciocínio para uma arquitetura inicial.

Como saída desta fase a metodologia é esperado que seja definido o conjunto estrutural com base no formulário disponibilizado pela metodologia.

#### **3.4.1. Método de uso do *Framework* Conceitual**

A metodologia MaSID traz um *framework* conceitual, apresentado na Figura 19, do fluxo de interação entre os agentes de software dentro de um ecossistema de negociação, esta ferramenta tem como objetivo dar ao usuário da metodologia uma visão inicial, com um panorama amplo sobre como um sistema multiagente pode trabalhar para realizar suas simulações.

Nesta seção vamos apresentar o método de uso do *framework* conceitual, para isso teremos o suporte do primeiro estudo de caso. Este *framework* apresenta uma abordagem que nos guia para a construção de vários agentes, de forma que

eles possam interagir entre si, por meio de troca de mensagens, padrão FIPA ACL (Poslad, 2007; FIPA foundation), além disso, a concepção visual apresenta também o conceito de sensores e atuadores para a obtenção de dados externos que possam apoiar na construção do comportamento e do objetivo do negócio.

Dessa forma, a metodologia espera que o *framework* seja uma ferramenta gráfica de apoio à análise e às discussões nas reuniões, focando no que diz respeito a estratégia de interação sistêmica, o sincronismo entre as várias etapas da comunicação, bem como a forma de busca das informações. Além disso, esperamos manter o conceito de reutilização, na abordagem de *framework* conceitual apresentada pela metodologia, esperamos aprofundar este conceito na apresentação dos estudos de caso.

A seguir vamos ver um exemplo de utilização do *framework* conceitual, nesta abordagem vamos utilizar também o estudo de caso 1 para entender os conceitos.

O *framework* conceitual está dividido em 4 fases, são elas a fase de início, a fase cíclica de negociação, a fase cíclica de busca de informação e a fase de realização da decisão para o negócio.

Na fase de negociação o primeiro ponto será o entendimento da estrutura do *framework*, observando a Figura 19, o passo inicial é entender que cada elemento em elipse representa um agente de software, ou seja, existe um código que executa comportamentos, a metodologia sugere o uso de agentes, porém não se limita a esse tipo de paradigma e desenvolvimento. Vemos que a elipse de cor alaranjada está fora do ambiente de influência, que é representado por um retângulo, isso ocorre porque ele deve ser o responsável pelo contato externo, ou com o usuário ou com outras partes do sistema que deverão passar informação para compor a regra de execução.

Fase cíclica de negociação, o segundo ponto é o envio de informação do agente de contato com o mundo externo ao agente interno que deve tratar das negociações.

Por negociação deve-se entender como sendo, a comunicação entre um comprador e um vendedor, onde o comprador deve utilizar a avaliação integrada dos comportamentos baseados em análise técnica econômica e o comportamento baseado em interesse social com o foco em atingir determinado objetivo.

Por comportamentos baseados em análise técnica econômica, deve-se entender como sendo o comportamento histórico de um período de até 2 anos, o comportamento baseado em análises on-line com busca de valores em ambientes como bolsa de valores. Por comportamento baseado em interesse social deve-se entender como sendo a verificação do interesse de busca por determinado termo.

Na fase cíclica de busca de informação temos o terceiro ponto que trata o envio de informação do agente de contato com o mundo externo ao agente interno que deve tratar a busca por notícias.

Por busca de notícias deve-se entender como sendo, a busca por dados relevantes para análise econômica, bem como a execução do algoritmo econômico, que pode ser por exemplo o cruzamento de médias móveis. Além disso, a previsão de valores futuros dos dados utilizados na análise e a busca por um termo de interesse social também são um foco da busca de notícias, para atingir o objetivo que foi definido.

Na fase de realização da decisão para o negócio, o quarto ponto trata do envio das informações dos agentes internos, de negociação e de busca por notícias para o agente que efetivamente envia o suporte à decisão informando todas as análises realizadas e se vale apenas assinar o contrato ou não.

Por efetivamente enviar o suporte à decisão deve-se entender como sendo, a transformação inteligente do resultado informando para o usuário aquilo que levou a tomada de decisão e explicando quais possíveis efeitos colaterais podem ocorrer. Além disso, neste ponto também deve ser definida a melhor forma de comunicação com o usuário final.

Por fim, todo o código ou agente no ambiente de influência poderão manter atualizado o banco de dados de forma a enriquecer ainda mais processo de suporte inteligente à decisão.

A metodologia preconiza que durante as reuniões o líder deve alinhar com todos o entendimento do *framework* e deve analisar primeiro partes pontuais para depois discutir o fluxo geral.

Dessa forma, na primeira reunião o líder deve fomentar a discussão sobre qual será a forma de contato externo, buscando assim entender se o mais adequado é utilizar um contato direto com o usuário através de um formulário por exemplo, ou se existem dados suficientes vindos de outros sistemas, para montar uma regra para início do processo de negócio em pauta.

Para outra parte da reunião ele deve conduzir a análise para entendimento da tendência histórica de maneira isolada, podemos imaginar o estudo de caso 1, onde levamos em consideração dados como dólar e valor de venda da gasolina. Neste caso, será necessária uma abordagem transdisciplinar para avaliar as técnicas econômicas mais indicadas para a identificação de tendência, a metodologia preconiza o uso do cruzamento de médias móveis, pois é uma técnica conhecida que permite aprofundar as reflexões e evoluir para outras, se for o caso. Tomando como base a recomendação da metodologia o líder deve aprofundar o debate, nos dois dados: dólar e valor de venda da gasolina, com as técnicas de cruzamento de médias móveis de 50 dias, 21 dias e 9 dias para confirmar tendências de o longo, médio e curto prazo, utilizando a janela de observação, definida, de 2 anos de dados históricos.

Na segunda reunião o líder deve avaliar com mais detalhe os objetivos ou os critérios que conduzem a tomada de decisão, como por exemplo, se vamos apenas olhar o maior lucro ou melhor qualidade, ou ambos.

Nesta etapa devem ser avaliadas questões de busca de interesse por informações ligadas ao termo relevante para o cenário e questões sobre a análise da predição e da reputação, neste sentido, o líder deve conduzir o debate para o uso do LSTM e do *pagerank* com as adaptações sugeridas pela metodologia para seu uso em um ecossistema de negociação entre agentes.

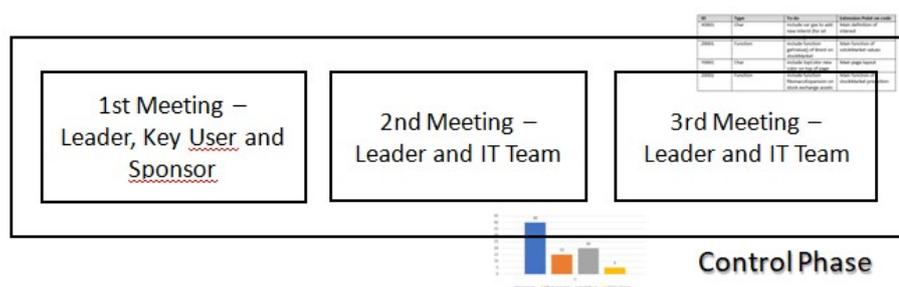
Na última reunião o líder deve manter o foco em dar um tratamento a informação da forma mais inteligente possível, deve debater sobre a utilização da base de dados para entender as consequências de uma escolha conforme sugerido e uma escolha diversa da sugerida. Deve-se buscar um debate inicial sobre questões como, se o sensor é adequado e suficiente para detectar os problemas e se as análises das informações escolhidas, juntamente com a base de dados são capazes de sugerir decisões adequadas para o usuário.

Dessa forma, é esperado que ao final desta fase tenhamos definido um ambiente e forma de negociação, além de um conjunto estrutural que deverá indicar o que será utilizado para o desenvolvimento..

### 3.5. Fase de Controle

Na fase de controle a metodologia preconiza a construção de artefatos de configuração para viabilizar que o controle seja realizado de forma contínua. Para viabilizar esta construção a metodologia sugere que o líder utilize um gráfico para a contagem de controles que estão sendo realizados, dessa forma, este gráfico pode ser utilizado como suporte para a visualização de quais tipos de requisitos foram ajustados em uma determinada iteração. A metodologia espera que esta abordagem permita uma melhor organização das mudanças e um melhor apoio nos processos de atualização de versão.

Para isto a metodologia dispõe de 3 reuniões na fase de controle, passamos a executar um fluxo com uma reunião com todos os envolvidos e duas reuniões de TI, conforme Figura 20.



**Figura 20.** Reuniões da fase de controle e seus artefatos de apoio (imagem de autoria do autor da Tese).

Para apoiar nas análises das necessidades de controle e na natureza evolutiva do software vamos utilizar as bases das leis de Lehman, desenvolvidas na década de 70 por Laszlo Belady e Meir Lehman (Belady & Lehman, 1976). As oito leis têm como objetivo principal garantir a evolução do software de maneira fluida e contínua (Lehman, 2005).

Neste capítulo vamos contextualizar as leis de Lehman dentro da fase de controle da metodologia MaSID e além disso, assumimos que os sistemas tratados com a metodologia MaSID são do tipo E, ou seja, são os softwares que tratam problemas do mundo real e trazem um benefício para aqueles que o utilizam. A mudança contínua é uma lei lehman e ela é abordada como uma necessidade, ou seja, precisa existir uma mudança para manter o software relevante e em uso. Nesse sentido, a fase de controle será o ponto de controle para observar a

evolução do ambiente, regras de negócio, software e hardware, e da necessidade dos usuários, garantindo assim que a satisfação não seja degradada no decorrer do tempo (Lehman et al., 1998).

Conforme o software evolui a sua complexidade aumenta de forma progressiva, seja pela inclusão de novas regras de negócio seja pela inclusão de mais integrações de softwares. Neste cenário, para reduzir ou manter a complexidade desse software a metodologia MaSID propõe realizar reflexões sobre quais pontos do processo de negócio permitem uma previsão para construção de pontos de extensão. Com estes pontos de extensão pretendemos antecipar e contrabalançar a complexidade que vem com o crescimento do software.

A evolução na complexidade do software pode trazer a necessidade de evolução por um tipo de serviço mais adequado, por exemplo, pode exigir que um software que era executado com um serviço on-premise, passe agora a ser executado com um serviço SaaS para reduzir custo e a complexidade que ficaria com a equipe de infraestrutura interna.

Para obter uma evolução mais fluida é sempre desejado que o software tenha a característica de autorregulação, onde o software deve apresentar a capacidade de se ajustar e se adaptar a mudanças (Lehman et al., 1997). Para uma verificação constante desta característica a metodologia preconiza que o líder deve conduzir a reunião para uma re-validação de conceitos que garantem ajuste e adaptação, como por exemplo, os algoritmos que permitem construir comportamentos conforme análise dos dados históricos e on-line.

O processo de evolução contínua do software é um sistema complexo de *feedback*, e suas características de estabilidade global afetam os esforços de melhoria de processo (Lehman et al., 1998). Por isso, durante a reunião de controle o líder deve entender o nível de maturidade dos processos envolvidos entendendo o que está estável e o que ainda precisa estabelecer definições para o seu desenvolvimento.

Para a análise de evolução do software que é feita na fase de controle, é esperado que todos da reunião tenham uma familiaridade com o software, para que as sugestões e críticas tenham mais aderência ao processo em questão.

Um ponto de atenção no processo de evolução do software é a arquitetura, que exige uma análise mais integrada do ponto de vista de software e hardware,

para garantir por exemplo, que o espaço de armazenamento e memória são suficientes para as próximas evoluções, ou ainda se por questões de segurança se faz necessária um upgrade de versão do sistema operacional do servidor, este tipo de situação obriga o líder a revisitar as integrações buscando confirmar a compatibilidade dos softwares existentes com a nova versão do sistema operacional.

No início da fase de controle o líder deve realizar a primeira reunião com todos os envolvidos para principalmente obter o *feedback* do usuário e assim entender os pontos que podem ser melhorados na visão de quem utiliza o sistema. A metodologia MaSID preconiza o *feedback* contínuo com o usuário em todas as primeiras reuniões das fases, com a exceção da fase de negociação, com isso implementamos um sistema de retorno com o usuário para entender qual a melhor forma de executar a evolução do software.

Por fim, a fase de controle se apresenta como um balizador orientando os caminhos de funcionamento do processo e do sistema e as expectativas do usuário, sob pena da não ação gerar uma degradação da qualidade do software.

Nesta fase, o líder de TI deve conduzir a reunião no sentido de aprofundar a análise sobre o que pode apoiar para uma evolução de software mais fluida conforme apresentado. Neste sentido, o líder deve avaliar juntamente com a equipe de TI sobre artefatos de configuração e tipos de gráficos que podem apoiar no controle e contagem de configurações que serão realizadas, estes artefatos servirão para acompanhar e tornar mais fluidas as mudanças evolutivas.

Na primeira reunião com todos os envolvidos, o líder deve conduzir a reunião no sentido de obter da área cliente toda a homologação do que já foi feito, seja planejamento para entrega de funcionalidade seja funcionalidade desenvolvida. Nas outras duas reuniões deve-se buscar uma análise mais detalhada nas questões de TI, como identificação de pontos de extensão, artefatos de configuração e gráficos. Na seção sobre o estudo de caso 1 é possível observar um bom exemplo de pontos de extensão, onde neste cenário temos a análise técnica econômica de dados como preço médio da gasolina e o valor do dólar, sendo sugerido pela metodologia começar apenas pela a análise de cruzamento de médias móveis pela sua simplicidade. Para esse tipo de análise econômica sabemos que existem diversas técnicas, que podem ser combinadas para obter um resultado mais preciso para o objetivo definido (Bao et al., 2017). Um dos

objetivos do líder da TI é observar e confirmar, durante a reunião, funcionalidades que tenham uma grande variabilidade, que possam ser combinadas ou que seu uso seja indicado em cenários distintos, isso será a indicação da necessidade de planejamento e construção de pontos de extensão para futuras evoluções.

O líder de TI é o responsável por manter a coerência do que está sendo proposto, desta forma, o que se pretende nesta fase é que o controle contínuo (Savor et al., 2016) esteja sempre alinhado com as necessidades do negócio e garanta sempre um suporte inteligente à decisão.

### **3.5.1. Controle de Mudanças**

Na primeira reunião devemos buscar o alinhamento de tudo que foi planejado, bem como obtenção da aprovação dos pacotes que estão sendo desenvolvidos para viabilizar o mínimo produto viável.

A cada homologação de pacotes realizamos o preenchimento do cartão de registro de tempos, apresentado da Tabela 1, artefato que poderá apoiar no entendimento do *lead time* e do entendimento da fila de trabalho em andamento.

A cada reunião recebemos artefatos de entrada que foram artefatos saída gerados nas reuniões das fases anteriores. Este processo de acúmulo de artefato de entrada, a cada reunião realizada dentro das fases, nos permite manter sempre viva a memória do processo de negócio e das decisões que tomamos, e isso apoia a construção de um controle mais assertivo.

O controle é fundamental para que possamos entender se algo está se aproximando dos objetivos traçados, e ainda garantir que o planejado está sendo realizado, por isso, precisamos planejar os ajustes que garantirão o controle. Ajustes podem ocorrer tanto com resultados positivos quanto com resultados negativos. Quando o resultado é positivo entendemos que tudo correu conforme o planejado, mas ainda pode melhorar, ou seja, temos uma oportunidade de otimizar o fluxo desenhado. Por outro lado, desvios negativos ocorrem quando o resultado obtido é inferior ao esperado e, portanto, devem ser feitas correções visando adequar o fluxo e as estratégias adotadas.

O controle nos ajuda a reavaliar as práticas mapeadas para o desenvolvimento, além da estratégia de construção do comportamento para a negociação e os métodos de tomada de decisão utilizados.

Como saída, a fase de controle gera um artefato de configuração, que em termos práticos podemos imaginar uma tabela de configuração, para que todo o sistema possa utilizá-la de forma a se adaptar às “novas” práticas e regras, acompanhando assim as necessidades da área e do negócio. O resultado é que as configurações feitas neste artefato sempre buscarão a forma mais adequada e inteligente de tomar uma decisão, e consequentemente o alcance do objetivo estabelecido.

Se o sistema estiver funcionando para uma análise baseada em médias móveis, o artefato deve ter flexibilidade tanto para adicionar ou alterar uma análise econômica. Dessa forma, é possível agregar uma outra análise que possa apoiar no objetivo deste cenário. O método de controle de mudanças sugere o uso de uma tabela de configuração, e disponibiliza alguns pontos de controle conforme podemos ver na Tabela 8.

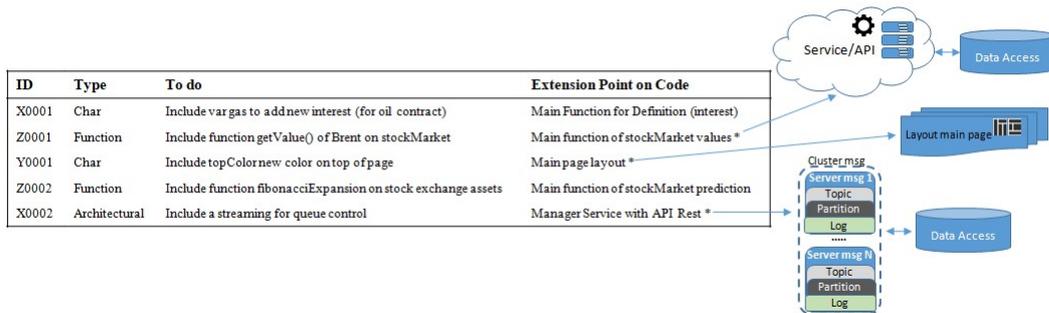
**Tabela 8.** Artefato de configuração de controle (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>ID</b>	<b>Type</b>	<b>To do</b>	<b>Extension Point on code</b>
X0001	Char	Include var gas to add new interest (for oil contract)	Main definition of interest
Z0001	Function	Include function getValue() of Brent on stockMarket	Main function of stockMarket values
Y0001	Char	Include topColor new color on top of page	Main page layout
Z0002	Function	Include function fibonacciExpansion on stock exchange assets	Main function of stockMarket prediction

This artifact can be used or extended like a framework

Neste artefato de configuração de controle, observado na Tabela 8, vemos o atributo ID, por meio do seu prefixo, fazer uma correlação com os eixos de requisitos (x,y,z) apresentado no gráfico de complexidade 3D, nesta estrutura vemos linha a linha o local onde o ponto de controle pode ser inserido. A estrutura apresenta também a forma de implementação para esse controle, indicando se será

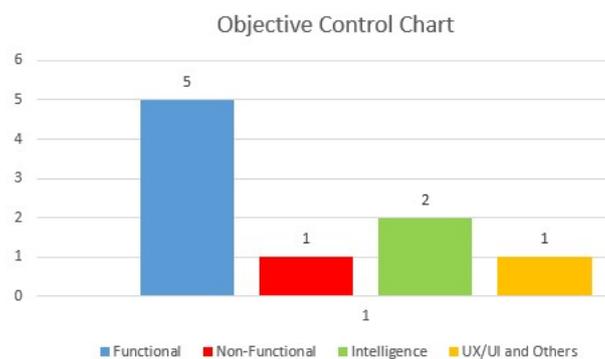
necessário uma função ou se apenas uma variável é suficiente para o cenário que será implementado, além disso, deve ser indicado o tipo de dados e qual requisito foi impactado, por meio do sufixo do código do atributo ID. A Figura 21 apresenta uma visão mais holística da solução de controle, podemos apresentar um exemplo, de como cada item pode ser pensado e estruturado como uma solução.



**Figura 21.** Visão holística da solução de controle (imagem de autoria do autor da Tese).

O ponto de extensão apresentado pelo atributo ID ficam melhor explicados e evidenciados com a Figura 21 onde podemos pensar em uma evolução arquitetural para permitir uma melhor performance passando de um serviço de mensagem para um cluster de mensagens, trazendo para o debate o conceito de controle de fila de mensagens .

Finalmente vamos verificar quanto controle foi realizado, para isso vamos utilizar um gráfico onde teremos o indicativo de quantos controles foram criados, e como estão distribuídos pelos tipos de requisitos levantados.



**Figura 22.** Gráfico de controle de mudança (imagem de autoria do autor da Tese).

Por padrão a metodologia MaSID utiliza um gráfico de colunas, conforme apresentado na Figura 22, para realizar o mapeamento de onde estão ocorrendo os controles. Neste gráfico marcamos o número de controles para cada eixo, que foram mapeados durante as reuniões da fase de controle. A metodologia sugere que o líder utilize um gráfico para indicar o total geral de controle, para garantir uma comunicação mais direta, e outro gráfico para indicar os controles planejados e os implementados, este gráfico deve ser utilizado para uma avaliação sobre a evolução nas reuniões de TI.

Dessa forma, é esperado que ao final desta fase tenhamos definido o artefato de controle de mudança e a forma com que esse artefato receberá as necessidades de mudança.

### 3.6. Fase de Suporte Inteligente ao Apoio à Decisão

Nesta fase, o líder e a equipe de TI devem se concentrar na identificação de critérios que possibilitem a inteligência. Para isso, o método disponibiliza um formulário com questões essenciais que devem ser utilizadas durante as análises que devem ser feitas nas 3 reuniões de TI desta fase, conforme Figura 23.



**Figura 23.** Reuniões da fase de suporte inteligente a decisão (imagem de autoria do autor da Tese).

Tal como acontece com os artefatos das fases anteriores, podemos utilizar o conjunto de perguntas no padrão disponibilizado pela metodologia na Tabela 9, ou estender de forma a modificar as questões existentes adequando a pergunta à realidade do cenário.

**Tabela 9.** Formulário de questões essenciais

<b>Essential Questions (Intelligence Criteria)</b>
1) With the assembled framework so far, what is the potential of the system to identify relevant problems in decision-making? a) Do the identified sensors provide enough information for the control system to detect these problems?
2) Is there a set of skills/algorithms in the software capable of solving this problem?
3) Is there an evolutionary history of data supporting intelligent decision-making?
This artifact can be used or extended like a framework

O líder deve conduzir a reunião de modo a utilizar este artefato, observado na Tabela 9, para apoiar reflexões sobre o quão relevante está sendo o algoritmo escolhido para a resolução dos problemas, e ainda aprofundar quais seriam as mudanças que poderiam torna-lo mais adequado para o cenário em questão, isto poderá envolver o uso conjunto de outro algoritmo ou ainda a implementação de outros tipos de sensores/integrações para obter informações mais relevantes.

Esta fase recebe os artefatos das fases anteriores como entrada, ou seja, todos os artefato, reflexões e análises das fases anteriores, serão os insumos desta última fase, trazendo assim um grande volume de informações organizadas e enriquecidas dados para a discussão, isso permite realizar uma análise do processo a um nível mais profundo.

Por já ter passado por diversas análises a metodologia espera que nesta etapa ou o planejamento ou o desenvolvimento já esteja bem definido para uma arquitetura auto-adaptativa (Serugendo et al., 2007) de um sistema inteligente de apoio à decisão, para tanto a metodologia preconiza a utilização de *frameworks* e paradigmas que permitam uma melhor gestão sobre questões comportamentais e de inteligência.

Durante as reuniões o líder deve conduzir para uma análise técnica mais aprofundada com a equipe de TI, trazendo para o debate questões como:

- 1) Com a estrutura que temos até agora, qual é o potencial dos sistemas para identificar problemas relevantes na tomada de decisões?
- 2) Os sensores identificados fornecem informações suficientes para que o sistema de controle detecte esses problemas?

O líder deve utilizar as questões como suporte para uma reflexão técnica mais aprofundada, ele pode por exemplo, utilizar a primeira pergunta para verificar se o sistema pode realizar uma adaptação com relação aos níveis de tomada de decisão, variando entre o nível estratégico, tático e operacional. Essa análise deve levar a validações sobre questões arquiteturais, acesso a dados externos e de comunicação entre sistemas já existentes.

Este aprofundamento nas questões técnicas da primeira pergunta nos levará a refletir sobre a segunda questão, uma vez que a partir dela vamos refletir sobre os sensores utilizados para obtenção de dados externos ao sistema inteligente de apoio à decisão que estamos planejando. Neste ponto temos que verificar os dados que estamos obtendo e avaliar se eles realmente são suficientes para trazer essa flexibilidade de adaptação aos níveis de tomada de decisão.

O início das reflexões com as duas primeiras perguntas devem dar mais motivação para o líder e a equipe de TI, na busca por critérios de inteligência, o que os levará em uma necessidade aprofundar ainda mais em questões associadas ao algoritmo utilizado e habilidades planejadas para o sistema. Por isso o líder deve levar para o debate mais questões como por exemplo:

- 3) Existe um conjunto de habilidades ou algoritmos no software capaz de resolver este problema?

Neste ponto o líder deve fazer a ligação entre as três perguntas para junto com a equipe de TI verificar e avaliar se dada a identificação de um problema a inteligência planejada por meio de algoritmos são capazes de dar uma solução suficientemente fundamentada para que o usuário final pode entender qual foi a linha de raciocínio para uma tomada de decisão.

Por fim, o líder precisa garantir que a estória não está se perdendo, ou seja, ele precisa ter um histórico da tomada de decisão, para isso ele deve utilizar a quarta pergunta, que busca questionar se existe uma história evolutiva de dados que apoiam a tomada de decisões inteligentes. Neste sentido, durante as reuniões devem verificar a existência de alguma arquitetura e estrutura que possa guardar a história evolutiva das decisões e avaliar se esses dados estão sendo levados em consideração nas tomadas de decisões atuais, garantindo assim o aprendizado com decisões passadas.

Como saída desta fase, é esperada uma estrutura de revisão sobre o critério de inteligência de tudo que foi planejado ou implementado, verificando se tudo

que está sendo feito é suficiente para dar ao sistema um comportamento que possa atender critérios de inteligência ou se é necessário agregar condições adicionais para o sistema atingir o nível de maturidade desejado.

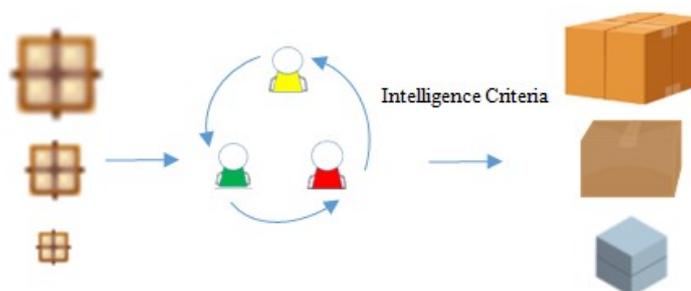
Ao final das reuniões desta fase é esperado que se tenha o planejamento das condições para a inteligência dos pacotes que compõem o MVP. Para atingir este objetivo o líder de TI pode intercalar entre as fases da segunda etapa do método, ou seja, entre a fase de negociação, a fase de controle e a fase inteligente de suporte à decisão.

Considerando a inteligência como, o caminhar em direção ao equilíbrio das ações, onde o equilíbrio é definido pela reversibilidade que nos permite voltar atrás de algo que estava definido antes. Dessa forma, quando utilizamos a metodologia para buscar ajustes ou adaptações em questões arquiteturais ou em algoritmos, estamos buscando o equilíbrio e quando necessário realizaremos o voltar atrás de definições para viabilizar uma tomada de decisão mais inteligente a cada momento.

O método utilizado nesta fase, espera que tudo aquilo que já foi planejado possa ser desenvolvido, a parte central não receberá grandes atualizações, então a implementação dos pacotes que compõem o MVP podem ser realizada em paralelo neste primeiro ciclo conceitual.

Neste sentido, espera-se que o desenvolvimento dos pacotes possam ser iniciados a partir do segundo ciclo de iterações realizadas nas fases da metodologia, e assim as entregas (Schwaber, 2004) são planejadas e desenvolvidas de forma mais assertiva.

A Figura 24 mostra o ciclo que pretendemos realizar, recebendo os pacotes iniciais com um certo nível de avaliação de inteligência e, após a fase de suporte inteligente, a estratégia de tomada de decisão sai com um critério de inteligência ainda mais elaborado.



**Figura 24.** Ciclo inteligente de suporte à decisão (imagem de autoria do autor da Tese).

Por fim, vimos que na fase de apoio inteligente à decisão, o método fornece questões sobre critérios de inteligência para realizar verificações e validações acerca das soluções adotadas. Para atingir o objetivo nesta última fase, o líder de TI organiza as reuniões técnicas com sua equipe a fim de verificar se o que foi planejado e desenvolvido atende aos critérios de inteligência através do formulário de perguntas essenciais (Pedaste et al., 2015; Christe et al., 2016).

No capítulo 4 podemos ver um bom exemplo de flexibilização e critério de inteligência, onde verificamos que foi possível identificar o problema de apoio à decisão para escolha do melhor momento para assinatura de um contrato de importação e que foi resolvido com o conjunto de algoritmos levantados com o método descrito neste capítulo. Neste caso, foi possível definir que o suporte à decisão seria realizado por uma regra com algoritmos de viés técnico para análise econômica ou algoritmos de viés social com tendências e interesses de busca na web, ou ambos, para resolver este problema de forma mais inteligente (Abubakar et al., 2019), assim a solução ficou suficientemente fundamentada para o usuário final entender qual foi a linha de raciocínio que fundamentou a tomada de decisão.

Ao final desta fase esperamos ter definido o grupo de estratégias e algoritmos que serão utilizados para realizar os critérios de inteligência e além disso, esperamos ter uma atualização do formulário de questões essenciais, incluindo reflexões, respostas e novas perguntas quando necessário.

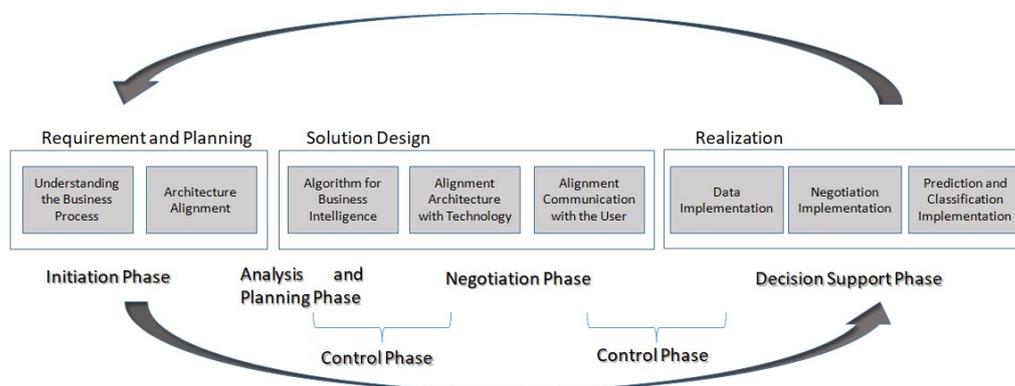
### **3.7. Estratégias do Líder da equipe de TI**

A metodologia MaSID sugere que o líder implemente uma estratégia para o alinhamento do que está sendo levantado, com o que está sendo desenhado e o

que será desenvolvido. Nesta etapa a metodologia MaSID entende que o líder deve trabalhar junto com a equipe de TI, para garantir que a maior parte do que foi levantado durante as fases tenha esse fluxo de verificação seguindo esta estratégia.

Entendemos que essa estratégia permitirá uma evolução do processo cognitivo na construção do sistema inteligente de apoio à decisão, onde o seu objetivo principal é alinhar o desenho teórico da solução com a prática.

Na Figura 25 apresentamos o fluxo descrito trazendo assim um entendimento visual daquilo que se espera com a estratégia durante todo o ciclo da metodologia.



**Figura 25.** Fluxo para alinhamento entre o planejado e desenvolvido (imagem de autoria do autor da Tese).

Este artefato servirá de base para a implementação da estratégia, permitindo ao líder e a equipe de TI utilizar este artefato para seguir o fluxo e responder a diversos questionamentos durante as fases da metodologia.

A cada fase o líder deve refletir sobre a etapa que está sendo realizada, e se está garantindo um entendimento do processo de negócio suficiente para propor boas soluções arquitetura e de algoritmo para o negócio. Além disso, o líder deve entender se o projeto dispõe de softwares com tecnologia adequada para implementar a solução proposta, ou seja, devem garantir a implementação do negócio e a predição de dados, por exemplo. Por fim, é necessário verificar constantemente se o alinhamento de mudanças também foi feito com o usuário, garantindo assim um *feedback* constante.

Dessa forma, o fluxo deve apoiar o líder na construção de questionamentos como:

- 1) O algoritmo planejado foi desenhado conforme esperado?

- 2) A sua implementação está atendendo as necessidades levantadas do negócio?

Estes questionamentos devem aparecer após os primeiros levantamentos de requisitos, onde passamos a ter subsídio para o líder realizar o fluxo, seja sozinho ou com o apoio da equipe de TI durante as reuniões.

O líder deve realizar o fluxo para todos os tipos de artefatos que foram surgindo durante o levantamento e as reuniões, por exemplo para a arquitetura onde teremos questionamentos como:

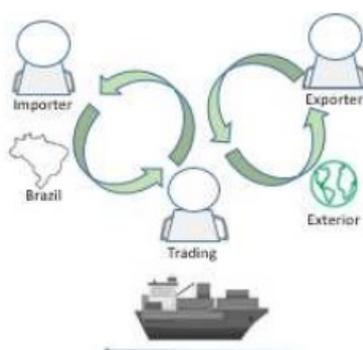
- 3) A arquitetura planejada foi desenhada de forma adequada?
- 4) A arquitetura implementada corresponde ao que foi planejado e dá o suporte tecnológico às necessidades do negócio?
- 5) A predição e a classificação da informação apresentará uma boa comunicação com o usuário final (aquele que irá efetivamente tomar a decisão)?

Por fim, a metodologia espera que o líder de TI possa confirmar se aquilo que foi planejado está refletindo na escolha da tecnologia e se a tecnologia está realmente dando o suporte conforme foi desenhado, ou se mudança ocorreu de forma brusca de forma que necessitou de um realinhamento maior.

## 4 Contratos de Importação - Estudo de Caso 1

Neste capítulo pretendemos apresentar a utilização da metodologia MaSID para o domínio deste estudo de caso experimental, que foi realizado para tratar um problema de decisão, onde o objetivo final é saber se é um bom momento para assinar ou não um contrato de importação e dentre os fornecedores qual a melhor opção. Este problema abrange a análise de diversas variáveis, sendo mais evidente as variáveis econômicas, por exemplo, o valor do ativo a ser negociado e a variação cambial entre as moedas que serão utilizadas na negociação. Outras análises, com variáveis subjetivas, como o percentual do interesse por buscas sobre pandemia ou guerra, podem complementar a visão do importador e apoiar de uma forma mais inteligente a sua tomada de decisão.

Neste estudo de caso tratamos apenas o fluxo do importador, ou seja, o processo de importação de um produto, dessa forma buscamos por empresas que querem exportar o produto de interesse do importador. A arquitetura seguiu o formato utilizado na importação por conta e ordem, conforme Figura 26.



**Figura 26.** Fluxo de importação por conta e ordem (imagem de autoria do autor da Tese).

Neste estudo de caso, foi possível utilizar parte da metodologia MaSID com uma equipe de importação dentro de uma empresa de petróleo brasileira, onde contamos com uma equipe de seis pessoas da área cliente e uma equipe de TI com três analistas e o líder de TI. Neste cenário utilizamos, o levantamento de requisitos, o gráfico de complexidade 3D, a seleção do mínimo produto viável

com o apoio da pessoa-chave, o planejamento da arquitetura inicial e o *framework* conceitual de negociação. A metodologia MaSID atendeu ao estudo de caso e apresentou uma boa capacidade de levantamento de requisito e um bom suporte para reduzir ao mínimo produto viável mantendo o foco no objetivo final. O gráfico 3D de complexidade foi a ferramenta que viabilizou um melhor diálogo com a área cliente. As áreas concordaram que a condução da reunião e a construção e leitura do gráfico 3D de complexidade, precisa ser conduzido pela pessoa que tem a maior experiência sendo ainda desejável um perfil transdisciplinar ou interdisciplinar para viabilizar uma contextualização mais aprofundada durante as reuniões. Com o objetivo de democratizar o papel de líder da TI também foi discutido a criação de um treinamento anterior para as pessoas que estejam atuando neste papel, apesar disto o treinamento ficou como um item de trabalhos futuros.

A partir deste cenário, refletimos sobre o que é relevante para a tomada de decisão, como por exemplo, análises de dados históricos, análises técnicas, econômica da moeda de negociação do contrato e ativos na bolsa de valores, além de analisar a relevância de termos de busca na internet.

#### **4.1. Problema Exemplo**

Para apoiar na construção, no planejamento e desenvolvimento deste sistema inteligente de apoio à decisão, seguimos o fluxo da metodologia MaSID (Pate Santos & Lucena, 2023). Seguindo esta abordagem, foram realizados ciclos iterativos incrementais de reuniões por fase do projeto que nos permitiu obter *feedbacks* contínuos, seja da equipe de TI, seja da área cliente, para evoluir no levantamento e no desenvolvimento do sistema.

Com base no que preconiza a metodologia construímos diversos artefatos e utilizamos métodos específicos que nos permitiram fazer reflexões relevantes, por exemplo, sobre, paradigmas, arquitetura, integração, algoritmos e ainda foi possível avaliar se os critérios de inteligência estavam adequados para entregar um suporte a decisão relevante. Assim, ao final, o sistema foi projetado com um ecossistema de negociações baseado em agentes de software.

O paradigma de agentes foi escolhido, pois ele provê características e propriedades que permitem que um agente reaja a mudanças e realize comunicação de forma autônoma no seu meio ambiente. Outra característica observada é que os agentes trabalham em conjunto, cada um executando suas atividades, com o objetivo de concluir uma determinada tarefa global, ou um conjunto de objetivos globais (Wooldridge, 2002). Para construir um ecossistema de agentes que seguissem as características e propriedades descritas utilizamos o *framework*, open source, JADE, que segue o padrão de troca de mensagens FIPA (Bellifemine et al., 2007).

Dessa forma, a comunicação dentro do ecossistema foi baseada em uma estratégia de troca de mensagens entre os agentes de software, o que viabilizou a simulação de um fluxo real de interação entre o importador e os exportadores durante um processo de negociação de um contrato de importação de produtos. Para realizar a simulação, utilizamos o conceito de sensores e atuadores que capturam e tratam informações externas de modo a realizar uma adaptação conforme a necessidade do agente importador (Serugendo et al., 2007).

Assim, toda a observação obtida do meio externo passa por uma análise que transforma a informação bruta em uma informação refinada, que é capaz de apoiar de forma mais inteligente a decisão de assinar ou não um contrato de importação.

Os meios digitais de comunicação são hoje uma das principais ferramentas no processo de acelerar a propagação da informação, neste sentido, estes canais também potencializam as reações a determinadas notícias. No dia-a-dia podemos observar que a disseminação de certas notícias podem gerar impacto em áreas como economia e política. Pensando neste tipo de situação vemos que o fluxo interminável de dados econômicos e o volume de informação relevantes ao processo de negócio, provocam mudanças frequentes na visão do investidor, o que impulsiona movimentos de mercado que são difíceis de vincular apenas a fundamentos econômicos (Luo et al., 2002; Jia et al., 2018).

Por isso, uma estratégia importante para uma tomada de decisão é monitorar o interesse de busca por termos sensíveis para o processo de negócio, assim é possível verificar o alcance daquela informação, ou seja, qual o percentual da população (com acesso a internet e buscando no google) está interessado naquele termo.

Dessa forma, para suavizar a subjetividade na tomada de decisão, utilizamos de forma integrada a análise histórica dos dados, a análise técnica e a detecção de termos relevantes na busca de tendências na internet (Ansari et al., 2022).

Foram construídas duas estruturas de sensores e atuadores, uma para construir um primeiro comportamento que utiliza dados históricos para definir uma tendência, outra estrutura para observar dados da bolsa de valores e a partir desta análise definir uma tendência.

Por tanto, é esperado que o sistema tenha um comportamento histórico e um segundo comportamento on-line baseado na bolsa de valores que passam a sofrer influência de termos relevantes na busca de tendências na internet. Assim os agentes do ecossistema realizaram uma ponderação do contexto da negociação que estava sendo realizada (Zhou, 2015).

Por isso, entendemos que o software apoia na resolução do problema de como o crescimento do interesse sobre determinados tópicos se relacionam com movimentos de mercado e como análises técnicas junto com uma análise de tendências de busca na web podem ajudar a construir informações mais inteligentes para uma tomada de decisão. Nesta sequência, estas informações serão utilizadas na resolução do problema de decisão, onde o objetivo final é saber se é um bom momento para assinar ou não um contrato, escolhendo a melhor opção dentre os fornecedores.

Para a utilização do software o usuário deverá apenas executar o programa que disponibilizará uma tela para entrada dos dados para o agente importador, estes dados são específicos do processo de importação, mas também termos para busca de interesse na web.

Como principais trabalhos relacionados, podemos citar o artigo (Ansari et al., 2022) que utiliza um algoritmo de deep reinforcement learning para realizar a tomada de decisão sobre compra, vender ou manter um determinado ativo da bolsa de valores, para isso ele olha as tendências do histórico e as tendências futuras na bolsa de valores tentando assim avaliar a melhor decisão em um dado momento. Outro trabalho relacionado é o (Preis et al., 2013) que apresenta relação

de interesses por buscas no *Google Trend*<sup>2</sup> e comportamentos do mercado financeiro.

#### **4.2. O Uso da Metodologia**

A utilização da metodologia MaSID para este cenário foi uma experiência relevante, pois com ela foi possível perceber as várias camadas de suporte que a metodologia fornece ao seu usuário. Durante o levantamento de requisitos com a carta de questões básicas ao cliente, ficou claro que algumas perguntas eram adequadas e traziam bons resultados, mas apesar disso, a variabilidade do cenário fez necessária a construção de uma extensão das perguntas baseadas no 5W2H.

Com as cartas verdes que endereçam os requisitos de inteligência, podemos apresentar um bom exemplo, onde foi possível trazer não apenas os requisitos de inteligência, mas também algumas definições a partir de composições, dessa forma, quando questionamos “Qual termo de tendência de pesquisa, traz um comportamento que é promissor para apoiar em uma análise técnica econômica” neste ponto foi possível avaliar qual ou quais termos, como pandemia ou guerra, poderiam antecipar algum movimento e assim funcionar como um apoio à análise técnica.

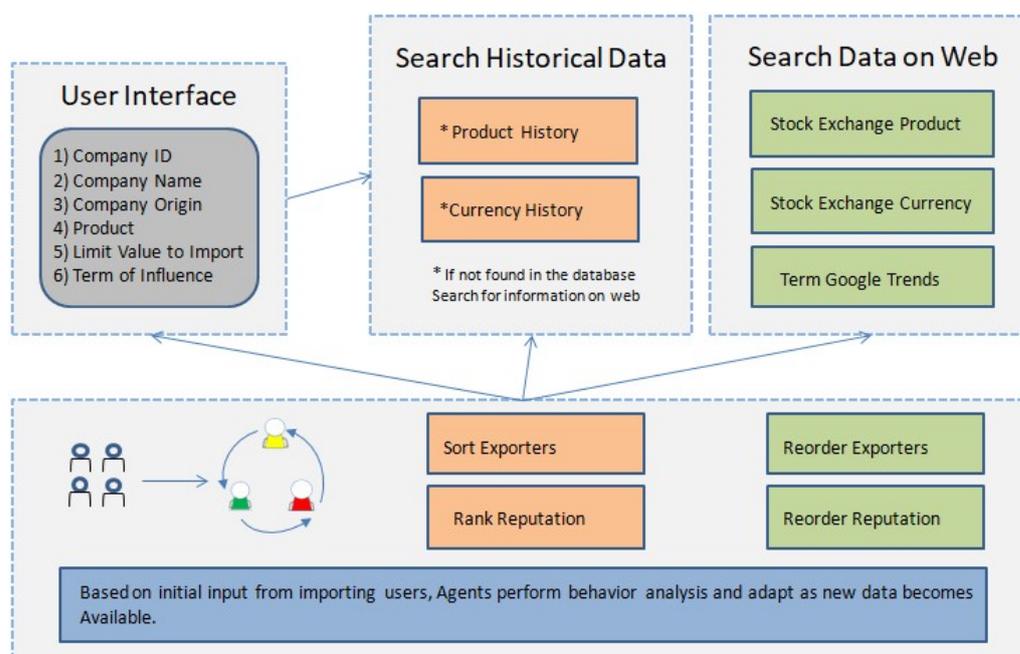
Além disso, as perguntas apresentadas em uma carta podem ser associadas e dessa forma, podemos utilizar duas perguntas para uma análise, por exemplo, o questionamento “Existe algum valor de referência em que a decisão se transforma caso seja atingida” é melhor analisado quando associado a pergunta “Qual termo de tendência de pesquisa, traz um comportamento que é promissor para apoiar em uma análise técnica econômica” assim, a resposta de uma complementa a outra. Ou seja, podemos concluir que em uma busca pelo termo pandemia se o interesse da sociedade mundial, com acesso a internet, está entre 80% e 100%, então mesmo que a análise técnica econômica indique que estamos em um bom momento, não será realizado qualquer tipo de movimentação devido ao percentual de interesse pelo termo de pesquisa ser alto o suficiente para sobrepor outra análise.

---

<sup>2</sup> O serviço Google Trends fornece acesso a uma amostra essencialmente não filtrada de pedidos de pesquisa reais efetuados à Google o seu é feito pelo link: <https://trends.google.com/>

Durante o levantamento dos requisitos, construímos os três níveis de gráfico 3D de complexidade que irão ainda receber um planejamento mais refinado após uma reunião com o formulário de questões elucidativas e a construção do quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave. Neste ponto, conseguimos com mais consciência priorizar os pacotes e desenhar a jornada do desenvolvimento, com esse método entendemos cada pedaço do desenvolvimento, suas integrações e a que grupo de requisitos fazem parte, assim conseguimos traçar o mapa de calor daqueles pacotes iniciais que irão compor o mínimo produto viável. Com esse mapa de calor atualizamos então o gráfico 3D de complexidade.

Na fase de análise e planejamento homologamos os pacotes selecionados e definimos melhor as camadas do sistema e construímos o quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave. Nesta fase, a equipe e o líder de TI utilizaram as reuniões para realizar um novo desenho da arquitetura, refinando e melhorando o entendimento do sistema. Em nosso estudo de caso, desenhamos uma arquitetura indicando as funcionalidades de cada componente conforme as reuniões da fase de análise e planejamento ocorriam. Este refinamento tomou como base o *framework* conceitual de camadas e resultou na arquitetura apresentada na Figura 27.



**Figura 27.** Arquitetura conceitual de camadas (imagem de autoria do autor da Tese).

Na fase de negociação, utilizamos o *framework* conceitual para dar início às discussões e impulsionar assim a participação do líder e da equipe na reunião dando uma maior produtividade e assertividade nas análises. Nesta etapa entendemos que a construção de um desenho auxiliar indicando os agentes, seus *inputs* e funcionamento são bastante produtivos e assertivos. Na Figura 28 temos o desenho auxiliar que realizamos, onde vemos os agentes planejados com suas integrações e a descrição de cada componente.



**Figura 28.** Processo interativo entre os agentes (imagem de autoria do autor da Tese).

O objetivo do *framework* conceitual é viabilizar discussões sobre a melhor forma de simular o ambiente de negociação. Para essa análise olhamos cada um dos agentes e suas necessidades, utilizando para isso o formulário de conjunto arquitetural e estrutural que foi avaliado também de forma integrada.

Na fase de controle, a reunião com todos os envolvidos funcionou como um *checkpoint* para garantir que tanto o levantamento quanto o desenvolvimento feitos até o momento estavam homologados. Por outro lado, nas outras duas reuniões dedicadas a um fórum de TI nos concentramos em debater sobre funcionalidades que poderiam receber pontos de extensão, seguindo conceitos da lei de Lehman, antecipando assim um processo de manutenção para garantir a relevância do software.

Na fase de suporte inteligente a decisão, utilizamos a sugestão da metodologia MaSID, que preconiza utilizar o algoritmo *pagerank*, com um ajuste (apresentado no capítulo 2.2.1 desta Tese) para possa realizar a recomendação de agentes dentro de um cenário de negociação, assim o agente importador, pode obter uma classificação indicando os agentes exportadores mais requisitados. A modificação no *pagerank* permitiu que a cada ciclo de 24 horas de negociação

entre importador e exportador, fosse realizada uma base de dados com cada uma das interações ocorridas, assim conseguimos realizar uma rápida análise sobre um dos critérios de tomada de decisão. O formulário de questões essenciais é uma ferramenta de apoio para as reflexões sobre o critério de inteligência do sistema que estamos construindo. Dessa forma, questões como entender se o algoritmo utilizado é capaz de apoiar de forma satisfatória no suporte à decisão ou se é necessário outra ferramenta para trazer um suporte mais inteligente à decisão.

### **4.3. Instanciando a Aplicação**

Este estudo de caso trata apenas da visão do importador, neste caso espera-se que o usuário ou empresa que pretende importar um produto (por exemplo, gasolina) insira os dados básicos em uma tela inicial para utilizar o sistema em um ecossistema de negociação entre os agentes. Após esse início, o agente importador recebe os dados de entrada e busca os agentes exportadores que melhor possam atender esta solicitação.

Como ponto de partida, o sistema busca os agentes exportadores do produto de interesse, já utilizando as regras definidas durante o ciclo da metodologia, ou seja, buscando aqueles que possuem preço mais próximo do valor desejado pelo importador. Nessa sequência, os agentes ecossistêmicos buscarão o valor do dólar e da gasolina (podendo realizar uma busca online na bolsa de valores bem como uma busca histórica em órgãos reguladores como o Banco Central e a Agência Nacional do Petróleo) e assim foi realizada a análise, através da técnica de cruzamento da média móvel de 7 dias com a média móvel de 21 dias do dólar e do valor de venda da gasolina, buscando assim definir uma tendência.

Após análises técnicas econômicas, o sistema busca termos relevantes e sensíveis para o processo de negócio, analisando o nível de interesse social. Com esse tipo de análise é possível avaliar o percentual de pessoas interessadas em determinado tema e assim a possibilidade de ocorrência de eventos críticos para a empresa. Caso o usuário não insira um termo relevante, serão levadas em consideração questões genéricas que impactam a sociedade em geral, como pandemias, guerras e sanções econômicas.

Para apoiar o raciocínio na análise do fluxo de negociação entre agentes, utilizamos dentro da metodologia proposta o método ágil de reunião para construção de sistemas inteligentes de apoio à decisão (Pate Santos & Lucena, 2023) e neste cenário, o processo iterativo incremental do método apoiou a evolução do ambiente de comunicação entre os agentes que constroem a estrutura de apoio à decisão.

Para exemplificar e apoiar o processo de compreensão das variações deste tema, apresentaremos três cenários.

Para os três cenários podemos considerar o volume a ser contratado como 1.000 metros cúbicos, ou seja, 1.000.000 de litros. As fontes de dados foram o Banco Central do Brasil (BACEN) para os valores históricos do dólar norte-americano em relação ao BRL<sup>3</sup> real e para o valor histórico do preço das vendas de gasolina<sup>4</sup> a Agência Nacional do Petróleo (ANP). A análise feita com o valor histórico da gasolina diz respeito apenas a uma empresa. Além disso, a busca pelos termos de interesse foi realizada de forma padronizada para os três cenários.

Para realizar a análise desta variável utilizamos dados do Banco Mundial<sup>5</sup>, que considera que a população mundial em 2022 era de 7,95 bilhões de pessoas e a população com internet sendo 63% deste total, ou seja, aproximadamente 5,01 bilhões de pessoas<sup>6</sup>. Considerando que em média os utilizadores do Google representam cerca de 88% dos 5,01 bilhões, podemos considerar que em uma análise baseada no *Google Trends* estamos considerando aproximadamente um total de 4,41 bilhões de pessoas.

Tomando como base essas informações sobre o tamanho da população, passamos a considerar uma análise de tendências de crescimento do interesse social, quando a categoria de interesse passa a ter um percentual acima de 25% nas buscas do *Google Trends* (Schmitz et al., 2023). Para esses casos, o sistema gera um alerta para ter cuidado com os riscos sociais, pois isso representa aproximadamente 1,10 bilhão de pessoas preocupadas com esta situação.

Nos casos em que o percentual está acima de 30%, consideramos uma tendência de aumento do interesse social e o sistema gera um alerta para

---

<sup>3</sup> Fonte: BACEN: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>

<sup>4</sup> Fonte: ANP: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/serie-historica-de-precos-de-combustiveis>

<sup>5</sup> Fonte: World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=1W>

<sup>6</sup> Fonte: World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS>

redobramos os cuidados com os riscos sociais, pois isso representa aproximadamente 1,32 bilhão de pessoas pensando nesta situação.

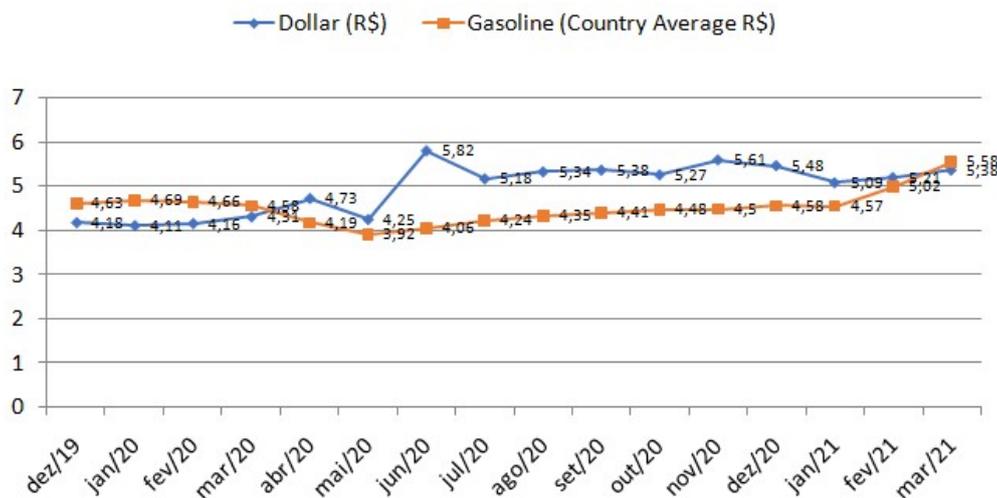
Para juros acima de 40% consideramos uma tendência de aumento do interesse social, pois é algo que é 1,76 bilhão de pessoas, portanto, o sistema sugere aguardar e não assinar o contrato de importação neste momento.

No primeiro exemplo, vamos considerar o período de out/20 a mar/21, com base neste período, imagine uma empresa que pretende fechar um contrato de exportação de gasolina, a nacionalidade da empresa é brasileira, pretende vender gasolina a R\$5,45, e o termo de pesquisa que preocupa a empresa é guerra. Nesse período, o sistema verificou que não há percentual relevante de interesse para o termo “guerra” de busca.

Nesse cenário, o sistema apresenta ao usuário que o dólar está em trajetória estável na cotação de R\$5,25 e a gasolina está em trajetória de alta com média de R\$5,10, o que pode favorecer a celebração de um contrato no futuro com uma margem de lucro maior.

Nesse período, a compra custaria R\$5.250 mil e a venda custaria R\$5.450 mil, permitindo um lucro de cerca de R\$200 mil.

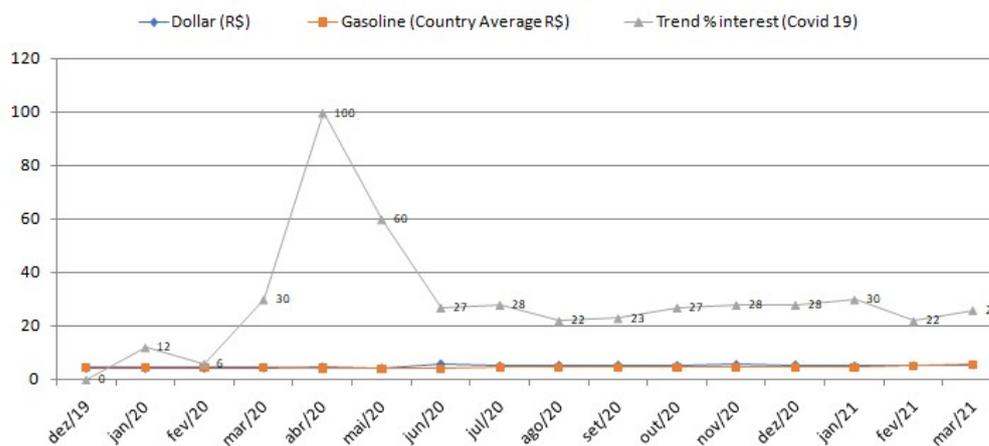
A Figura 29 mostra claramente a questão da tendência com base econômica e como ela pode influenciar na decisão de importar ou não. Nesta imagem podemos observar que no período de dezembro de 2019 a março de 2020 o preço médio de venda do litro de gasolina no Brasil foi aproximadamente cinquenta centavos mais caro que o preço do dólar. Ou seja, neste cenário o importador não precisa pensar em negociar o preço ou a cotação do dólar, pois ao comprar um litro de gasolina por um dólar o importador já pode vendê-la pelo valor de mercado e obter um lucro de cerca de cinquenta centavos por litro (Jia et al., 2018; Bauer, 2017).



**Figura 29.** Gráfico de valores Dólar x Gasolina

No segundo cenário, vamos considerar o período de out/20 a mar/21, imagine uma empresa que pretende fechar um contrato de exportação de gasolina, a nacionalidade da empresa é brasileira, pretende vender gasolina a R\$5,45 e o termo de pesquisa que diz respeito ao empresa está em situação de pandemia, pois esta empresa considera que este facto poderá afetar a procura. Durante este período, o sistema verificou que existe um interesse de pesquisa entre 25% e 30% no *Google Trends*, portanto, o utilizador responsável por esta empresa receberá um alerta de que deverá redobrar a atenção, apesar da tendência de subida dos preços da gasolina (Preis et al., 2013).

A Figura 30 mostra a tendência com base em interesse social e como ela pode ser influenciada pelo interesse de pesquisa por determinados termos. Analisando a Figura 30 podemos perceber que no período de março a maio de 2020 o interesse pela covid19 cresceu exponencialmente e quando voltamos à Figura 29 vemos que o aumento considerável em relação ao valor do dólar ocorre entre maio e julho de 2020, mostrando uma corrida por um ativo mais seguro.



**Figura 30.** Gráfico de valores Dólar x Gasolina x Interesse na Busca

No terceiro exemplo vamos considerar o período de 23/06 a 23/09, com base neste período, imagine uma empresa que pretende fechar um contrato de importação de gasolina, a nacionalidade da empresa é brasileira com ações na bolsa de NY, onde o principal acionista é um fundo americano.

O preço do dólar é de R\$4,80 e este importador pretende vender gasolina por R\$5,45 e o termo de pesquisa que preocupa a empresa é guerra e sanções econômicas. Nesse período, o sistema verificou que existe um percentual relevante de interesse para o termo de busca guerra e sanção econômica. Nesse cenário, o sistema recomenda a compra, indicando mais cuidado na análise da tendência do termo de busca na web. O importador não realizou a importação junto ao exportador indicado, pois o exportador era de origem russa e a sanção comercial era dos Estados Unidos contra a Rússia.

#### 4.4. Discussão

Com esta pesquisa entendemos que o processo de planejamento do software e o próprio software serviram como ferramenta para entender melhor as subjetividades de uma tomada de decisão. Com base neste artigo vimos que a nossa metodologia nos apoiou no processo de tornar mais objetivas todas as questões e escolhas inerentes à tomada de decisão.

Neste sentido, o ponto de partida para uma primeira abordagem foi utilizar a metodologia MaSID, específica para a construção de sistemas inteligentes de apoio à decisão (Pate Santos & Lucena, 2023). Desta forma, podemos continuar

mais focados na procura de formas mais inteligentes de apoio à decisão, que nos permitam mitigar erros de construção de software, assim com base nos ciclos da metodologia vamos descrever as abordagens para a construção do software.

Como segunda abordagem, utilizamos a construção de comportamentos baseados em informações históricas relevantes ao processo de negócio.

No artigo utilizamos o cenário de contratação de importação de gasolina e com base na metodologia realizamos reuniões para identificar pontos relevantes para a análise como, por exemplo, valores históricos e valores atuais (on-line) do dólar e a média de vendas valor da Gasolina.

Como terceira abordagem, construímos comportamentos com base em dados de busca na Internet por informações relevantes para a empresa.

No artigo utilizamos o termo relevante como pandemia e guerra e por isso realizamos uma busca no *Google Trends* para verificar o percentual de interesse e fazer considerações com base nisso.

Como quarta abordagem, cruzar comportamentos baseados em tendências obtidas em dados de bolsas de valores on-line com comportamentos que olham para a tendência de busca de informações relevantes para a empresa.

Como quinta abordagem, realizamos uma correlação entre todas as outras abordagens para obter um comportamento que pondera tendências com base no histórico, nas tendências on-line e na tendência de busca por termos relevantes para a empresa.

Observando as abordagens listadas e seus resultados, pretendemos avaliar quais delas podem fornecer uma resposta mais objetiva, em termos de apoio à decisão, e também compreender a melhor composição de abordagens para fornecer um suporte à decisão mais consistente.

No trabalho utilizamos as abordagens listadas nesta seção como estratégias para construir suporte à decisão, neste cenário percebemos um ambiente complexo com a necessidade de conexões distintas e para isso utilizamos o paradigma de agente de software que nos permite realizar simulações de forma mais realista, por meio de troca de mensagens, em um ambiente de negociação (Jennings & Wooldridge, 2001).

## 5 Recomendação de Opção de Lazer - Estudo de Caso 2

Este capítulo destina-se a apresentar um cenário de aplicação da metodologia MaSID, voltado para recomendações de opção de lazer.

Para este estudo de caso contamos com a participação de alunos do LES – laboratório de engenharia de software que são alunos de graduação em informática. Com este exemplo, foi possível exercitar a metodologia em um cenário que está mais voltado para IoT – internet das coisas e busca uma tomada de decisão que não está vinculada diretamente a um negócio. A metodologia MaSID atendeu bem ao planejamento do sistema garantindo uma avaliação crítica sobre os requisitos necessários para que o sistema pudesse trazer uma variedade de transportes para apresentar os meios de deslocamento até as opções de lazer dos diversos cenários, sem necessidade de muita infraestrutura.

Neste cenário utilizamos a metodologia MaSID considerando que a cada dia que passa tudo está mais integrado no nosso cotidiano e com a possibilidade dessa integração, esses objetos podem nos apoiar em tomadas de decisões que nos deparamos em dias comuns, como é o caso de uma escolha de opção de lazer.

### 5.1. Problema Exemplo

Este cenário apresenta uma proposta de assistência no dia-a-dia de uma pessoa ou uma família. Seguindo o conceito de cidades inteligentes o que pretendemos é que o suporte a decisão ajude a pessoa ou família a organizar melhor seu tempo dedicado ao lazer. Para isso, o esperado é que o sistema possa executar pelo menos com duas formas básicas, de forma autônoma ou de forma manual onde o usuário *inputs* e comandos para a execução.

O sistema considerou uma jornada de trabalho de segunda à sexta-feira de oito horas da manhã às cinco horas da tarde, dessa forma, passamos a considerar que os períodos de lazer ocorrem após às cinco horas da tarde de todas as sextas incluindo sábado e domingo.

O sistema deve indicar sugestão de três passeios com base em uma lista de preferência pré-determinada como, por exemplo, museu, cinema, teatro, parque, praia ou ainda permitir que o usuário informe três passeios desejados.

Durante a execução é necessário que algumas informações sejam obtidas, como é o caso do volume atual do tanque de combustível do caso utilizado para o lazer, e ainda uma verificação dos transportes públicos disponíveis e por fim uma verificação do caminho e como garantir que tendo combustível ou não o passeio de lazer seja realizado.

A informação do problema exemplo funciona como uma solicitação de demanda e a partir dessas informações realizamos a reunião de início do projeto e após organizar as informações para realizarmos as reuniões utilizando o ciclo proposto pela metodologia.

## **5.2. O Uso da Metodologia**

Nesta seção, será apresentado como a metodologia MaSID pode ser utilizada para o levantamento de sistema visando atingir uma grande variabilidade de usuários e pretende trazer um conceito de cidades inteligentes sem a necessidade de utilizar muita infraestrutura.

O início do projeto ocorre com a chegada de uma solicitação a partir da área cliente, que preenche o artefato de entrada para efetivamente apresentar o problema para a equipe de TI sobre a ótica do cliente. Neste artefato são descritos o título da demanda, o objetivo desta solicitação, uma descrição do processo de negócio envolvido nesta solicitação, as premissas para o seu desenvolvimento e como a área cliente espera que esta solução funcione.

A demanda solicitada pelo cliente, com o artefato de entrada preenchido são as entradas necessárias para realizar a reunião de alinhamento de TI, que tem um tempo de 15 minutos e tem o objetivo de realizar uma organização prévia do processo de negócio com base nas informações dadas pela área cliente, além de já neste momento realizar uma análise inicial de tipos de tecnologias e paradigmas candidatos para uma solução.

A reunião de alinhamento de TI foi bastante útil para o processo de levantamento de requisitos, uma vez que a descrição da expectativa de forma de

funcionamento do sistema, deixa claro que é um sistema que pode chegar a ser utilizado por uma grande massa de pessoas. A sinalização desse tipo de informação desde o início é importante, pois irá direcionar a guiar a escolhas de tecnologias mais robustas e consolidadas.

Na fase de iniciação foram feitas três reuniões de quinze minutos onde são utilizados como entrada dessa fase o processo de negócio organizado e a lista de ferramentas e paradigmas candidatos, neste caso Java, Jade e python com paradigmas de orientação a objeto e agente (Pate Santos & Lucena, 2023).

Na primeira reunião, realizamos três ciclos de levantamento de requisitos, cada um de cinco minutos, utilizando a ferramenta de cartas com perguntas básicas ao cliente, onde foi possível dar início ao levantamento a partir das perguntas pré-moldadas disponibilizadas pela metodologia, com a possibilidade de extensão das perguntas ou ainda a construção de novas a partir da utilização do *framework* 5W2H. Por exemplo, na carta azul de requisitos funcionais uma pergunta original questionava se “o usuário poderá consultar o ranking dos demais usuários”, neste caso uma extensão nos deu uma frase mais adequada passando para “o usuário poderá consultar o ranking das opções de lazer mais bem qualificadas”. Já outras perguntas foram bem adequadas, como por exemplo o caso da carta vermelha sobre requisitos não-funcionais onde questionamos se “o sistema deve rodar na web”.

Neste sentido, as perguntas realizadas no levantamento com as cartas ao cliente foram ferramenta essencial para esclarecer que o produto desenvolvido traz maior usabilidade ao usuário se desenvolvido como um app para celular, uma vez que é possível ter o suporte a localização, conexão Bluetooth entre outras conexões que irão facilitar a implementação de um sistema que possa se conectar com um carro por exemplo ou ainda que precisa saber a localização da pessoa na sexta-feira para propor opções de lazer automaticamente.

Ao fim da reunião, como resultado dos três ciclos de uso da ferramenta de cartas temos o gráfico 3D de complexidade do sistema para o levantamento inicial dos requisitos, a construção deste gráfico é feita com o acompanhamento da área cliente e por isso a priorização e pacotes tende a ser mais fluida. Seguimos então para as outras duas reuniões para delimitação do escopo inicial e a definição dos pacotes iniciais que compõem o mínimo produto viável.

Na segunda reunião durante quinze minutos a equipe de TI discute sobre o levantamento de requisitos e o entendimento do negócio utilizando como suporte para as discussões o formulário de questões elucidativas.

Neste cenário a decisão está majoritariamente em um nível operacional, pois tratamos sobre a execução da estratégia para realização de uma recomendação de opção de lazer, onde as incertezas da decisão podem ser reduzidas desde que o usuário informe exatamente o tipo de lazer que ele pretende realizar, caso ele não informe o sistema poderá executar, mas com um grau maior de incerteza na escolha de opção de lazer.

O formulário de questões elucidativas nos permite aprofundar em discussões sobre o processo de negócio e comportamento dos usuários da aplicação, os dois quadrantes da direita são os mais indicados para início das análises. Nestes quadrantes vamos avaliar, por exemplo, em que nível está essa tomada de decisão a respeito da escolha para uma opção de lazer, neste caso, observamos que por envolver um indivíduo ou uma família a decisão permeia todos os níveis sendo mais claro o nível operacional que é onde ocorre efetivamente a realização. O resultado dessas análises é colocado em negrito no formulário de questões elucidativas indicando o que tem maior relevância dentro do cenário que será tratado, conforme Tabela 10.

**Tabela 10.** Formulário de questões elucidativas, com indicações de relevância (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>Explanatory Question Form</b>	
<p>i)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. How does the Negotiation Process work?</li> <li>2. What is considered when making the decision?</li> <li>3. How to improve the decision-making process?</li> <li>4. How to streamline the decision-making process?</li> <li>5. What are the main difficulties in decision-making?</li> </ol>	<p>ii)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. What level of decision-making should the system handle?               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strategic Decision</li> <li>2. Tactical Decision</li> <li><b>3. Operational Decision</b></li> </ol> </li> <li>2. How is currently existing decision-making classified, programmed or non-programmed (or <b>both</b>)?</li> </ol>
<p>iii)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Is there any support tool for this decision-making?</li> <li>7. What are the main logistical problems of this process?</li> <li>8. Do negotiators receive support for their decisions?</li> <li>9. What is the scope of this process?</li> </ol>	<p>iv)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. How would you rate the decision according to probability?               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Risk decision?</li> <li><b>2. Decision uncertainty?</b></li> <li>3. Sure decision?</li> </ol> </li> <li>4. How would this decision be classified according to the</li> </ol>

---

 deadline?

1. **Short-Term Decision?**
2. Long-Term Decision?

---

 This artifact can be used or extended like a framework
 

---

Na terceira reunião o líder com o apoio da equipe de TI passa a realizar a construção do quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave, observado na Tabela 11, que consiste em dividir os requisitos em camadas do sistema, escolhendo as melhores pessoas dentro da equipe ou gerência de TI para cada um dos requisitos.

**Tabela 11.** Quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave com destaque para os requisitos que serão tratados nos pacotes do MVP selecionado (artefato de autoria do autor da Tese).

---

**Boarder by Layer, Requirement and Key Person**


---

<b>Negotiation Layer</b>	<b>Data Layer</b>	<b>Prediction, Rank Layer</b>	<b>UX/UI</b>
<b>Definition Screen</b>	<b>Find Leisure Options</b>	PageRank	Accessibility
User Contact Telegram	Nearest Gas Stations	Autonomy prediction	Usability
Sensor Definition	Search Location	Transport suggestion	<b>Layout</b>
<b>Key Person</b>	<b>Key Person</b>	<b>Key Person</b>	<b>Key Person</b>
Maycon	Jhon	Will	Ryu

---

 This artifact could be used like a template
 

---

Ao final da terceira reunião da fase de iniciação o líder de TI, deverá realizar o desenho da jornada do desenvolvimento, podendo solicitar o apoio da equipe de TI, o destaque nos requisitos dentro do quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave será utilizado como ferramenta de apoio no desenho desta jornada. Dessa forma, existindo ou não uma reunião extra, o resultado será o desenho do mapa de calor indicando a complexidade do desenvolvimento dentro do gráfico 3D de complexidade.

Na sequência a primeira reunião da fase de análise e planejamento foi utilizada para validar e homologar o mínimo produto viável e os pacotes que o

compõem. Diversas outras análises serão feitas nas duas reuniões de TI, onde podemos destacar a análise integrada entre a visão da aplicação e da infraestrutura para garantir um ambiente sustentável no longo prazo, independente se vamos utilizar uma solução SaaS ou on-premises (Bibi et al., 2012).

Nesta fase é possível avaliar quais camadas são mais adequadas para o sistema de recomendação de opção de lazer, que tipo de algoritmo de inteligência artificial pode apoiar para alcançar os objetivos, quais sensores trazem informações adequadas para redução de risco e quais atuadores são mais indicados para enriquecer dados para o negócio. Para consolidar essa análise a equipe realiza a extensão do quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave, observado na Tabela 12, indicando no quadro aqueles pontos que foram adaptados ao cenário de escolha de opções de lazer.

**Tabela 12.** Extensão do quadro de objetivos gerais, por pacote e resultado-chave (artefato de autoria do autor da Tese).

General Objectives	Means to Achieve	Key Result
Perform Leisure Options with Less Risk	Implement Sensors to obtain information that can be treated in order to reduce risks.	Get real-time maps for leisure options based on the car's autonomy.
	Enrich data to get a better result in the next iteration.	Having a history of information that makes it possible to minimize risks in decision-making.
The democratization of leisure for people.	Implement information prediction algorithms.	Increase the percentage of people with leisure options within their economic means.
	Implement information classification algorithms.	Create leisure registration by ranking.
	Implement supplier ranking algorithm.	
Implement criteria that anticipate risk	Implement technical analysis of the stock exchange.	Improve the anticipation of economic crisis scenarios.
	Implement interest-based social analytics of web searches.	Avoid distant and expensive leisure options during these periods.

This artifact can be used or extended like a framework

Na fase de negociação, utilizamos o *framework* conceitual para dar início às discussões e impulsionar assim a participação do líder e da equipe na reunião dando uma maior produtividade e assertividade às análises. O objetivo do

*framework* conceitual é viabilizar discussões sobre a melhor forma de simular o ambiente de negociação. Para esta análise os componentes do *framework* foram avaliados isoladamente conforme seus ciclos de execuções e uma avaliação completa para considerar as integrações necessárias para realizar uma recomendação completa (Oliveira et al.,2005; Oliveira et al.,2007). Além disso, o conjunto arquitetural e estrutural foi avaliado, definindo questões sobre a integração entre os sistemas, o estilo de arquitetura além do paradigma mais adequado para cada parte do sistema.

Ao final dessa fase, concluímos que a melhor abordagem é utilizar três tipos de ambiente para o agente de software, um para checar a possibilidade de ir de carro, outro para verificar a probabilidade de chegar sem atraso em uma atração e por fim busca de serviços como caixa eletrônico de banco e transporte público.

Para verificar se a opção de lazer pode ser realizada de carro, seja a gasolina (combustão) ou elétrico, o ambiente de agente deve, realizar a verificação do nível de combustível do carro, procedimento que tem como requisito fazer uma integração como sistema do veículo, este agente de ficar executando para sempre consulta buscando nível do tanque e a localização.

O segundo agente deve buscar uma lista de postos para abastecimento próximo, ou seja, com base na última localização de sexta-feira, e ainda deve realizar a verificação, dada as 3 opções de lazer, quais são os postos de gasolina limite para abastecer e seguir para a opção de lazer.

O terceiro agente deve buscar opções de lazer, ele poderá trabalhar no modo stand alone, escolhendo aleatoriamente, ou a partir de *inputs* que defina apenas o raio da opção de lazer, ou a partir de *inputs* que definem especificamente as três opções de lazer.

O último agente deve realizar o apoio a decisão informando a probabilidade de cada opção de lazer ser realizada a tempo dado o horário de despertar definido.

A divisão em ambientes distintos de agente evita a sobrecarga e apoia na construção de bases menores e com informações bem definidas.

Na fase de controle, o debate ocorre sobre a melhor opção para um artefato de configuração de controle de mudança, para o sistema que está sendo planejado. Além disso, discussões sobre pontos de extensão no sistema devem ser realizadas, para assim evitar problemas com a evolução do sistema, conforme descrito na lei de Lehman.

Na fase de suporte inteligente a decisão, utilizamos a sugestão da metodologia MaSID que preconiza avaliar o uso do *pagerank* para algum tipo de recomendação, que para esse caso foi utilizado internamente para entender quais tipos de buscas de opção de lazer são mais relevantes para uma estruturação ou para uma adaptação.

### **5.3. Discussão**

Com este cenário, foi possível apresentar como a metodologia MaSID pode apoiar em cenários onde o produto de software será utilizado por uma grande massa. A metodologia nos permitiu trazer reflexões sobre as possíveis variações de uso e as interações entre os agentes do sistema. As ferramentas disponibilizadas, foram essenciais para alinhar o entendimento de como diversas pessoas e em diversos níveis sociais poderiam utilizar a ferramenta para ajudar na definição de uma opção de lazer (Bellifemine et al., 2007).

Vimos também que a metodologia apoiou de forma bastante democrática uma vez que não direcionou para a construção de um produto que excluísse ou privilegiasse um determinado grupo de pessoas.

O cenário utilizado neste estudo de caso pode ser explorado por diversas áreas, sendo mais evidente a sua utilização dentro da própria TI, expandindo o uso de outros sensores de IoT e tecnologias como *blockchain* (NAGOTHU et al., 2018). Características como a imutabilidade do *blockchain* podem garantir, neste cenário, que um projeto de vida saudável seja planejado, consultado e auditado para visualizar a evolução de um equilíbrio entre trabalho e lazer.

Ainda seguindo a visão de contrato, no *blockchain* com foco no equilíbrio e vida sustentável, vemos que esta abordagem está ligada ao direito e garantias da pessoa e do trabalhador. Uma vez que as informações estão em uma rede *blockchain* é possível realizar auditorias sobre, por exemplo, qual horário e local o trabalho está sendo realizado, garantindo assim a possibilidade de verificação e confirmação das regras do direito trabalhista.

Com esta expansão podemos abrir mais uma frente análise de uso da metodologia bem como os benefícios de uma solução para a aplicação resultante do uso da metodologia.

## **6**

### **Planejando salas de aula inteligentes com MaSID e BIM – Estudo de caso 3**

Neste capítulo pretendemos apresentar a utilização da metodologia MaSID em um domínio distinto, o planejamento de uma sala de aula inteligente, e que envolve duas áreas técnicas entregando, o planejamento a uma área cliente.

Para este estudo de caso contamos com a participação de alunos do laboratório de engenharia de software LES que são alunos de graduação e mestrado em informática. Com este exemplo, foi possível exercitar a flexibilidade da metodologia que estamos propondo. Apresentamos o uso conjunto com a metodologia BIM, mostrando que a MaSID cobriu as lacunas da metodologia BIM e possibilitou uma entrega mais assertiva. O levantamento de requisitos, a seleção do mínimo produto viável e a organização do custo, são exemplos de lacunas que foram cobertas com a metodologia MaSID.

Neste cenário, utilizamos, em conjunto com a metodologia MaSID, a metodologia BIM e o referencial pedagógico para elementos de design de uma sala de aula invertida. Dessa forma, conseguimos trazer de forma clara e com um conceito ágil o máximo de elementos para o planejamento de uma sala de aula inteligente, seja do ponto de vista pedagógico, seja do ponto de vista da engenharia, ou seja, o que precisa ser construído ou adaptado no espaço físico.

Uma sala de aula inteligente é comumente descrita como a combinação de tecnologia, espaço físico e metodologia de ensino. Nesse sentido, entende-se que em espaços como este os alunos melhoram sua imersão e experiência de aprendizagem. Nestes ambientes, a característica da inteligência não se refere apenas à tecnologia, mas também ao mobiliário que permite diversos tipos de organização, trazendo flexibilidade e versatilidade para diferentes composições de ambientes. Apresentamos neste artigo como a utilização conjunta do MaSID e da metodologia BIM Building Information Modeling possibilitou maior assertividade no projeto da sala inteligente, bem como na análise da experiência do usuário. Com o MaSID realizamos um fluxo ágil, iterativo e incremental de reuniões por

fase que nos permitiu identificar, de forma simples e eficiente, os requisitos específicos de uma sala de aula inteligente. Ao usar modelos 3D e metaverso baseados na metodologia Building Information Modeling, destacamos claramente os conceitos de sala de aula inteligente e os pontos considerados para priorizar pacotes de produtos mínimos viáveis.

### **6.1. Problema Exemplo**

Uma sala de aula inteligente é comumente descrita como a combinação de tecnologia, espaço físico e metodologia de ensino para garantir uma aprendizagem personalizada. O ambiente de aprendizagem assume destaque e importância significativos e, quando meticulosamente projetadas, as salas de aula podem fornecer estímulos que melhoram as habilidades cognitivas dos alunos. Nesse sentido, é de extrema importância identificar variáveis como iluminação, cor e som para garantir um ambiente mais eficiente e envolvente (Mehrabian, & Russell, 1974).

Nesse cenário, a inteligência não se refere apenas à tecnologia, mas também ao mobiliário que permite diversos tipos de organização da sala de aula, o que traz maior flexibilidade e versatilidade para aulas tradicionais, híbridas ou atividades em grupo (Kaur et al., 2022).

Nesta pesquisa buscamos apoiar o planejamento de uma sala de aula inteligente de forma ágil, focada nos critérios de inteligência do ambiente de aprendizagem e, ao final, fornecer artefatos que comuniquem claramente à equipe de execução o que foi planejado.

O MaSID trouxe o processo iterativo e incremental de reuniões por fase e permitiu realizar rapidamente levantamento de requisitos, priorização de pacotes e avaliação de critérios de inteligência para sala de aula (Pate Santos & Lucena, 2023). Esta abordagem nos levou a escolher pequenos pacotes que juntos representam um produto mínimo viável para um ambiente de aprendizagem inteligente. O processo de levantamento de requisitos e planejamento garante uma abordagem semelhante a um jogo, o que facilita a adaptação a cenários como a construção de uma nova sala de aula inteligente ou a adaptação de uma sala existente (Pate Santos & Lucena, 2022; Barlish, & Sullivan, 2012 ).

Recorrendo à metodologia BIM foi possível apresentar dois modelos, o modelo 3D e o modelo metaverso, onde podemos realizar uma simulação próxima da realidade e assim garantir que todos os envolvidos dispõem de elementos suficientes para avaliar as condições técnicas, pedagógicas e orçamentais. viabilidade do que foi levantado e planejado (Barlish & Sullivan, 2012; Cepa et al., 2023).

As bases pedagógicas utilizadas para realizar reflexões sobre a sala de aula inteligente (Kaur et al., 2022) foram a sala de aula invertida (Reidsema et al., 2017; Kavanagh et al., 2017; Lindeiner-Stráský et al., 2020) e aulas vivenciais, onde a proposta é que o aluno seja o protagonista e possa aprender de forma híbrida, gerenciando o tempo presencial e online, mas utilizando a sala de aula como ambiente de aprofundamento e ampliação de conhecimentos e, ainda, de aprendizagem por meio de experiências práticas (Marques, 2022; Kaur et al., 2022).

A análise pedagógica nos levou a observar características e necessidades dos sujeitos. Nesse sentido, foi possível perceber o forte acoplamento entre a disciplina e algumas adaptações em sala de aula. Nesse sentido, foi considerada atenção individual aos itens, mas também foi administrado tratamento concomitante (Vu et al., 2022; Pekrun, 2006; Mehrabian & Russell, 1974).

Nas seções deste artigo apresentaremos como o MaSID em conjunto com o BIM facilitou o processo de levantamento de requisitos, planejamento e geração de modelos para a construção ou adaptação de uma sala de aula inteligente seguindo algumas metodologias pedagógicas.

## **6.2. O Uso da Metodologia**

Neste trabalho abordaremos a utilização do MaSID em conjunto com a metodologia BIM, com foco no planejamento de uma sala de aula inteligente. Para fundamentar e definir objetivos relativos à questão do ensino e da aprendizagem, utilizaremos principalmente o conceito de sala de aula invertida como base pedagógica.

Dentro da fase de iniciação do MaSID, demos maior ênfase ao processo de levantamento de requisitos, que utiliza abordagens com as cartas de perguntas

básicas ao cliente que permitem uma abordagem semelhante a um jogo, possibilitando suavizar essa abordagem tanto para a área de TI quanto para a área de clientes. No processo de levantamento de requisitos, utilizamos alguns métodos importantes, como o método de priorização de embalagens, que tem como foco selecionar pequenas entregas que proporcionem melhor custo-benefício respeitando a capacidade de fluxo de trabalho da equipe envolvida, e que, ao final das entregas (Hofmann et al., 2018; Ohno, 2018), fornece um MVP que permite uso rápido pelos clientes.

Durante a priorização dos pacotes, o artefato da tabela de níveis por requisitos e pessoa-chave foi a ferramenta que possibilitou visualizar com mais clareza os critérios de escolha dos pacotes que seriam componentes do MVP.

O foco principal da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) foi a utilização de modelos 3D e metaverso que permitiram mostrar graficamente a proposta do MVP e, assim, as equipes envolvidas conseguiram visualizar de forma clara e objetiva o que foi planejado. Para aprofundar o entendimento sobre o que foi planejado com o modelo 3D da sala de aula inteligente, utilizamos o modelo metaverso que, além de permitir uma visualização mais realista do ambiente, também possibilitou a participação de equipes fisicamente distantes na análise. Além disso, a utilização conjunta do MaSID e da metodologia BIM possibilitou organizar o custo dos serviços (Pereiro et al., 2023; Beloso & Silva, 2023), objetos e peças que foram planejados para compor a sala de aula inteligente. A partir desta seção entraremos em mais detalhes sobre o MaSID (Pate Santos & Lucena 2023) e a metodologia BIM no cenário da sala de aula inteligente.

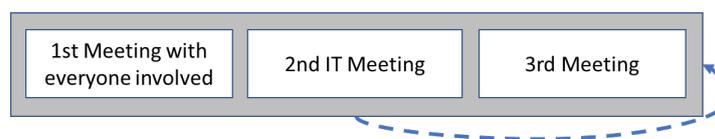
### **6.2.1. Cartas de Perguntas Básicas ao Cliente**

Antes da fase de iniciação, utilizamos como ponto de partida a demanda pela implementação de uma sala de aula inteligente. Essa solicitação acompanha um artefato de iniciação do projeto, onde a área cliente fornece o título, objetivo, descrição do processo atual, premissas e um resumo de como o proponente entende que a sala de aula inteligente deve funcionar. Ou seja, temos aqui uma visão inicial das características que a sala de aula deve ter, da abordagem

pedagógica e da experiência de aprendizagem que deve ser disponibilizada ao aluno.

Neste artefato, no início do projeto, a área cliente apresenta uma expectativa de modalidade de estudo para esta sala de aula, entre presencial, a distância e mista, apontando expectativas em relação à tecnologia e como questões de colaboração e autocuidado aprendizagem dirigida e estratégias de aprendizagem serão discutidas em uma mesa redonda (Vu et al., 2022; Pekrun, 2006). Com esse artefato, a metodologia nos guiou para a fase de iniciação, onde efetivamente iniciamos a coleta de requisitos. Usamos a ferramenta básica de cartão de perguntas do cliente neste processo.

A fase de iniciação consiste em três reuniões de quinze minutos (Satpathy, 2017), a primeira com todos os envolvidos e as outras duas apenas com a equipe de TI. A Figura 31 mostra todas as reuniões da fase de iniciação e as possíveis interações. Podemos ver a seta pontilhada que indica que é possível voltar ao fluxo através de uma decisão dos líderes.



**Figura 31.** Reuniões da fase de iniciação e o possível retorno (imagem de autoria do autor da Tese).

Na primeira reunião, o líder da equipe de TI utilizará os dados do artefato inicial e utilizará a questão pedagógica e a necessidade descrita para iniciar o levantamento da demanda. Na segunda reunião, a equipe de TI faz perguntas internas para organizar as informações e as necessidades pedagógicas e adaptações da estrutura. Para realizar a terceira reunião, o líder de TI deve avaliar se deve realizar uma continuação da segunda reunião ou uma reunião com todos os envolvidos. Ao final das três reuniões, o líder de TI deverá verificar se há necessidade de refazer o ciclo de reuniões da fase de iniciação para esclarecer eventuais pontos não esclarecidos.

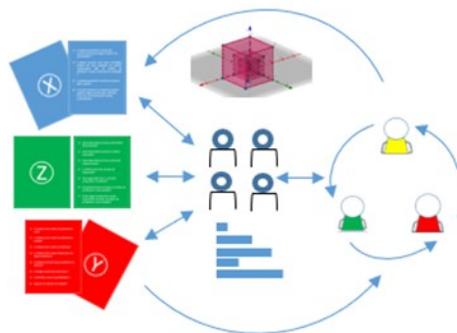
Para o levantamento de requisitos, ainda na primeira reunião da fase de iniciação, o método apresenta três tipos de cartas, cada um com uma cor diferente, onde cada cor representa o tipo de requisito que está sendo abordado, requisitos funcionais (cartão azul), requisitos não funcionais (cartão vermelho) e requisitos

de suporte inteligente para suporte à decisão e comportamentos (cartão verde) (Pate Santos & Lucena 2023).

As cartas possuem um conjunto de perguntas pré-definidas para levantamento de requisitos que foram utilizadas no primeiro encontro. O líder de TI conduziu a reunião e o processo de levantamento de requisitos. Esse indivíduo tem a tarefa de conduzir a pesquisa e garantir sua correta execução por meio de um ambiente de jogo dinâmico.

A dinâmica de jogos mostrou-se uma boa estratégia de motivação para reuniões, e sua utilização no levantamento de requisitos tornou esse processo mais fluido e produtivo. Nesse sentido, o líder de TI separou os participantes da reunião em grupos e dividiu o tempo da reunião em 3 ciclos de 5 minutos, possibilitando analisar a necessidade de construção de novas questões.

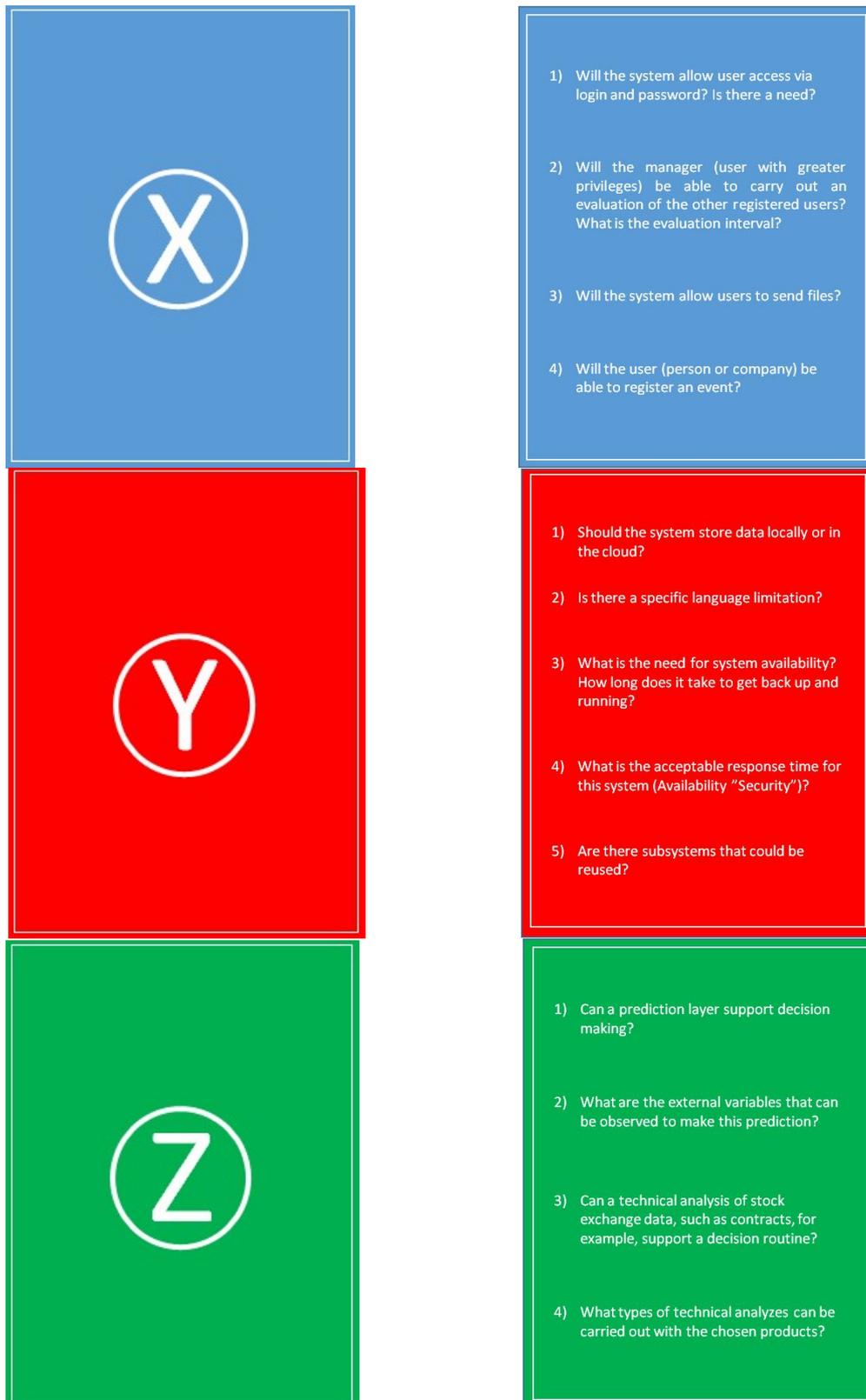
Após a organização, o líder distribuiu as cartas e começou a reunir os requisitos. Ao final de cada ciclo de 5 minutos, o líder criava o gráfico de complexidade 3D, onde era possível apresentar ao usuário o tamanho e a complexidade do que foi solicitado, e com esse artefato o líder conscientizava o usuário da necessidade para priorizar pacotes. Além disso, o líder tomou as notas pertinentes, como o mesmo requisito listado por mais de um grupo; essa dinâmica é mostrada na Figura 32.



**Figura 32.** Dinâmica de levantamento de requisitos da metodologia MaSID (imagem de autoria do autor da Tese).

Como vimos, as cartas foram classificadas por tipo de requisito e organizadas por cor, onde de um lado do cartão temos as questões de apoio ao levantamento dos requisitos e do outro o eixo do gráfico 3D de complexidade no qual este requisito deve ser quantificado. Desta forma, durante a reunião, cada requisito escolhido foi adicionado a um cartão em um cartão no eixo do gráfico 3D de complexidade. Este gráfico foi criado ao final de cada ciclo de 5 minutos e

o objetivo foi apresentar o tamanho e a complexidade do que a área solicitante estava solicitando (Pate Santos & Lucena 2023).



**Figura 33.** Cartas por eixo do gráfico 3D de complexidade (artefato de autoria do autor da Tese).

Foi possível perceber que algumas questões pré-definidas são voltadas ao desenvolvimento do sistema. Porém, o enquadramento característico deste artefato possibilitou tanto realizar uma ampliação das questões existentes como também criar novas questões; ou seja, essa ferramenta nos proporcionou flexibilidade para manter a estrutura do método e adaptar as questões quando um novo escopo trouxesse essa necessidade. Na próxima seção apresentaremos como foi realizada a extensão para o novo domínio.

### **6.3. Instanciação da Aplicação**

A extensão das questões básicas ao cliente foi realizada através de uma extensão do *framework* 5W2H, conforme sugerido no “Método Ágil de Reunião” (Pate Santos & Lucena 2023). Como resultado, foi possível adequar as questões contidas nas cartas ao novo domínio. A estrutura 5W2H, muito diretamente, visa garantir que aspectos importantes de um projeto não sejam perdidos durante a criação do planejamento.

As lacunas no levantamento de requisitos foram destacadas durante a primeira reunião da fase inicial. Focando nessas lacunas, a área cliente, com o apoio da equipe de TI, criou novas questões para entender as necessidades e adequações necessárias para uma sala de aula inteligente seguindo uma determinada metodologia pedagógica. A metodologia sugeriu a construção ou ampliação de questões baseadas no 5W2H, apresentada na Tabela 13.

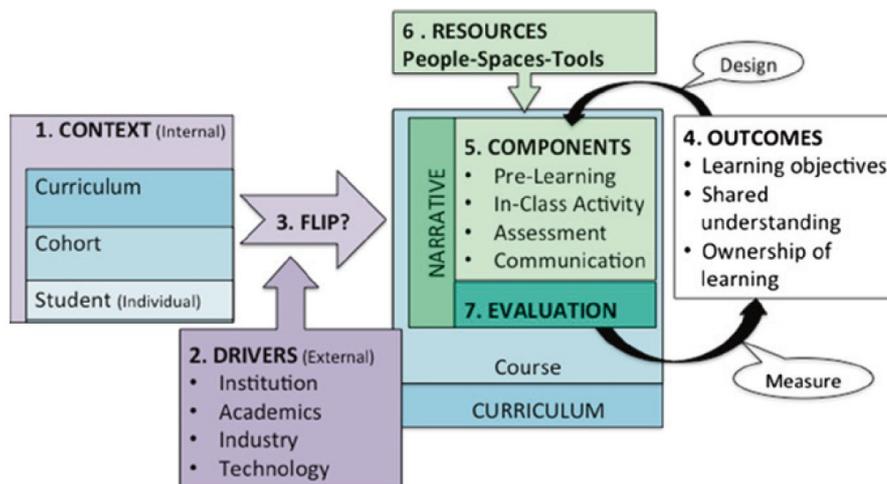
Dessata forma, para a construção de novas questões, foram definidas duas camadas de questões e uma camada de tipo de requisitos, garantindo assim o correto direcionamento dos requisitos e suas respectivas camadas (Pate Santos & Lucena 2023).

O processo iterativo incremental de reuniões por fase nos proporcionou dois encontros, onde construímos e definimos novas questões.

**Tabela 13.** Adaptação da metodologia MaSID para as perguntas 5W2H (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>What</b>	<b>Why</b>	<b>Who</b>	<b>Where</b>	<b>When</b>	<b>How</b>	<b>How Much</b>
What will be done?	Why will it be done?	Who will it be done by?	Where will it be done?	When will it be done?	How will it be done?	How much will it cost?
Are there any restrictions or dependencies ?	Why not reuse? Why is it spent so much?	Will there be segregation of duties?	Where to process information?	What is the user's behavior when using the room for activities?	What will the visual presentation standard be like? Will it have accessibility and usability?	How much return will we have with this model? What will be the benefits and advantages?
<b><i>Functional Requirement</i></b>	<b><i>Intelligence Requirement</i></b>	<b><i>Functional Requirement</i></b>	<b><i>Functional Requirement and Intelligence Requirement</i></b>	<b><i>Non-Functional Requirements and Intelligence Requirement</i></b>	<b><i>Non-Functional Requirements</i></b>	<b><i>Functional Requirement and Non-Functional Requirement</i></b>
Increase the window size.	Reduce light consumption using solar panels.	Ensure an appropriate environment for the planned classes.	Local server will process classroom information.	Physics classes and laboratory activities must be followed by another class that has similarity.	Search for the School's accessibility and usability booklet and visual standards.	This model can result in savings in electricity costs.
The classroom needs to contain equipment for a hybrid in-person and online approach.	Reuse electrical infrastructure and the synergy of other actions.	Hybrid class, when online, access must be simple and available to everyone.	In person in the classroom, notebook and pencil. Online on the server executing and processing the information.	During all classes allow them to use the flipped classroom concept.	Search the school for a pedagogical booklet for the flipped classroom.	This model can give better results in the learning process, providing immeasurable returns and alleviating frustrations.
Artifact already with the extension/construction of new basic questions for the customer.						

A extensão e o desenvolvimento de inquéritos adicionais facilitaram a execução do levantamento e da preparação estratégica com maior precisão (Pate Santos & Lucena 2023). Seguindo o direcionamento das novas questões, garantimos que o conceito de salas de aula invertidas e experienciais pudesse ser utilizado em um ambiente de ensino com essas características.



**Figura 34.** Framework conceitual de elementos pedagógicos (Reidsema et al., 2017; Kavanagh et al., 2017)

Neste retorno ao primeiro encontro, além de utilizar o *framework* 5W2H para apoiar a construção de novas questões, o líder da equipe de TI também revisou as questões pedagógicas em conjunto com o responsável por essas necessidades. Para fornecer uma base pedagógica para as lacunas na primeira rodada de reuniões faseadas, utilizamos o *framework* conceitual para projetar os elementos pedagógicos de uma sala de aula invertida (Reidsema et al., 2017; Kavanagh et al., 2017).

É possível apoiar o levantamento de requisitos através desta ferramenta, seja com questões novas ou fixas. Assim, foi possível visualizar questões de aspectos individuais, objetivos de aprendizagem e compartilhamento de conhecimento, bem como questões relativas a ferramentas para o espaço de pré-aprendizagem.

Neste enquadramento pedagógico, a numeração dos elementos não representa uma ordem a seguir; é apenas uma identificação dos elementos (Kavanagh et al., 2017). Apesar disso, a tabela destaca que é importante focar de forma integrada tanto nos elementos de contexto quanto nos elementos motivadores (Drivers), pois servirão de base para decidir se a inversão é viável ou não. A sua aplicação sugere uma análise elemento a elemento, pelo que começamos pelos elementos do grupo 1, que tratavam de questões internas e foram cruciais para o planejamento da solução, e depois passamos para os elementos do grupo 2, que tratavam de fatores externos.

No âmbito pedagógico, voltamos a abordar questões relativas aos elementos dos grupos 1, 2 e 3, considerando assim tanto questões individualizadas do

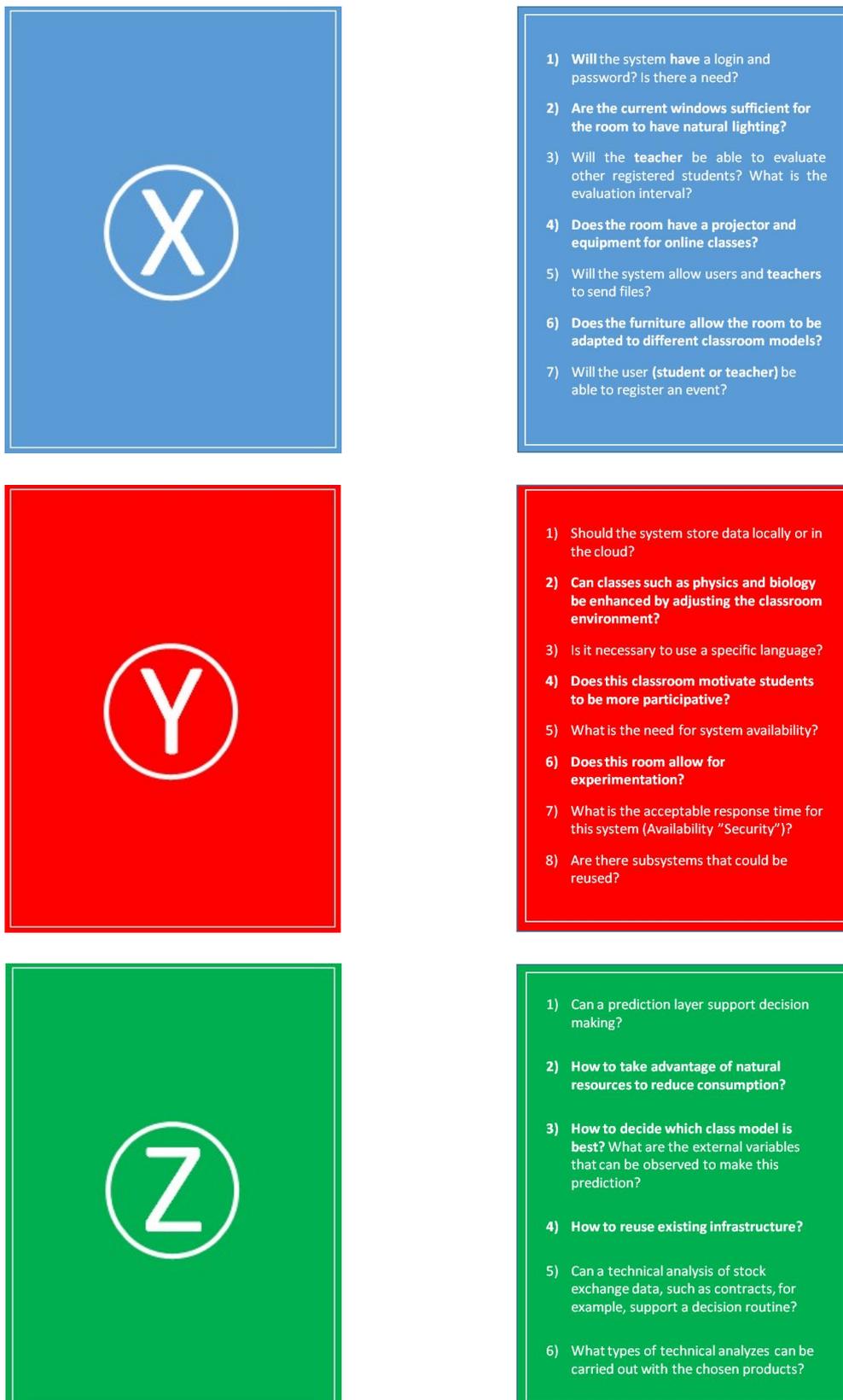
contexto interno, como também questões de composição com o elemento externo e seu tratamento na sala de aula invertida. Nesse sentido, um exemplo de análise é observar o currículo, o conjunto de características dos próprios alunos (Mehrabian & Russell, 1974) e a modalidade de aula e tecnologias disponíveis.

Para ajudar nessas questões, também foi utilizada uma estratégia de perguntas elemento por elemento, e na integração desses elementos, por exemplo, os objetivos de aprendizagem deveriam ser construídos sobre competências anteriores? Os alunos têm alguma experiência anterior com a sala de aula invertida? A instituição disponibilizará espaço para a sala de aula invertida? Que tipo de tecnologia estará disponível? Que tipo de abordagem de aprendizagem?

As perguntas foram utilizadas para reavaliar as necessidades pedagógicas e assim definir o planejamento e execução futuros. Alguns exemplos de abordagens de aprendizagem que podem ser utilizadas são a aprendizagem baseada em projetos (PBL), a aprendizagem colaborativa e o SCALE-UP. Na abordagem PBL, os alunos realizam um processo de resolução colaborativa de um problema real complexo. Aprendizagem colaborativa (ou aprendizagem baseada em equipe), alunos que trabalham juntos compartilham experiências e conhecimentos e, portanto, alcançam o aprendizado.

O *framework* SCALE-UP (*Student-Centered Active Learning Environment with Upsidedown Pedagogies*) traz uma abordagem de sala de aula invertida onde uma de suas características é que os alunos recebem a responsabilidade pela aprendizagem autodirigida, onde o método prevê uma estratégia de mesa redonda de nove alunos, que pode ser reduzido a três para interagir com o conteúdo da disciplina conforme necessário.

Dessa forma, utilizamos características dessas três abordagens pedagógicas com foco em salas de aula invertidas, utilizando como base do planejamento a metodologia MaSID e o BIM.



**Figura 35.** Extensão das Cartas por eixo do gráfico 3D de complexidade (artefato de autoria do autor da Tese).

Os principais componentes desta sala de aula planejada incluem um computador, equipamentos de projeção e transmissão de aulas online, uma estrutura de armazenamento de conteúdo, além de um mobiliário que é peça-chave para permitir a rápida modificação do layout da sala de aula em um grupo de trabalho ou apresentação de seminário. Por fim, a obra civil é outro ponto fundamental, pois muitas das modificações exigem ajustes de tamanho, como é o caso do redimensionamento da janela e da adaptação do componente elétrico.

Ainda nesta análise das características da sala de aula, foi possível exemplificar a necessidade de redução do consumo de energia como critério de inteligência que permeia o uso de painéis de energia solar para alimentar objetos elétricos e eletrônicos em sala de aula (Chung et al.,2023; Alaskaree, 2023). Isso se estende a questões práticas, como ajustar o tamanho das janelas para otimizar a exposição à luz solar com o propósito de conduzir aulas de física alegres e agradáveis.

Um elemento dos requisitos manifesta-se, em última análise, numa adaptação civil da sala de aula, como observamos. A partir deste ponto, começamos a priorizar os pacotes usando o quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave.

### **6.3.1. Quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave**

Ainda na fase de iniciação, a metodologia MaSID prove o “Método Ágil de Reunião” que forneceu o artefato *framework* que pode ser utilizado tanto para questões genuinamente tecnológicas quanto para questões de construção, por exemplo, civil ou elétrica, relacionadas à sala de aula inteligente.

Este artefato, *framework*, tem como objetivo organizar as camadas de um sistema ou trabalhar com os requisitos necessários para atingir o objetivo de uma sala de aula inteligente e pessoas-chave que possam apoiar esse objetivo. Com esta ferramenta foi possível priorizar pacotes para entregas iniciais, definindo aqueles que fazem parte do MVP.

Através de metodologias pedagógicas, salas de aula invertidas e aulas experienciais, identificamos as necessidades e objetivos de uma sala de aula inteligente. Isso nos permite traçar os caminhos para compor o MVP a partir do

cenário de construção de um plano robusto de construção de uma sala de aula inteligente ou de adaptação de um ambiente ultrapassado. Foi possível perceber que existe uma necessidade latente não só de uma infraestrutura de TI para viabilizar as aulas híbridas, mas também de um mobiliário que permita uma rápida adaptação da sala e de uma estrutura física; ou seja, um trabalho civil e elétrico que conduza o aluno a uma gama mais ampla de estímulos que contribua para o estabelecimento de conhecimentos e experiências práticas, tornando a aprendizagem mais dinâmica.

Na dinâmica de levantamento de requisitos, ficou evidente que itens como cadeiras mais adequadas e confortáveis podem melhorar a autoestima e a confiança dos alunos, o que, por sua vez, traz uma boa e adequada sinergia para o ensino (Pekrun, 2006; Russell, 1974). Na camada de obra civil e elétrica notamos que, tanto num processo de construção como num processo de adaptação, existem benefícios difusos. Por exemplo, a utilização de janelas maiores trouxe um ambiente mais acolhedor e com contato visual com o exterior, ao mesmo tempo que permitiu a redução do consumo de energia e de algumas práticas nas aulas de física.

Nesta etapa, uma das estratégias foi entender quais itens estão correlacionados e podem proporcionar sinergia durante o processo de execução das ações de cada pacote. Assim, combinamos os esforços da análise realizada para construção de uma janela maior, com a análise da incidência de luz para posicionamento do painel solar. Como ambas as ações visam aproveitar melhor a luz solar (Chung et al., 2023; Alaskaree, 2023), elas estão relacionadas e a execução em conjunto proporciona um resultado superior.

O modelo de *framework* apoia o artefato de quadro a apresentar de forma clara e direta as camadas e requisitos que foram levantados, e assim foi possível selecionar aquelas que deveriam ser priorizadas e também aquelas que deveriam compor a primeira entrega. Por fim, o MVP não apenas observa a questão econômica dos custos de manutenção, mas também tenta homogeneizar as condições sociais dentro desse ambiente.

### 6.3.1.1.

#### Simetria da Pessoa Chave com o Fornecedor Qualificado

O quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave é uma ferramenta poderosa que permite ao seu usuário mapear o que pode ser feito mais rapidamente dentro da qualidade estabelecida (Pate Santos & Lucena 2023).

Desta forma, a partir da simetria pela qualidade e eficiência na entrega, ampliamos o conceito de pessoa-chave estabelecido na metodologia MaSID para considerar o fornecedor. Na realização deste processo, extensão, seguimos a simetria de conceitos como garantia de qualidade e prazo de entrega, ou seja, buscando uma referência para executar o processo com eficiência e eficácia. Assim, foi concebida a noção de fornecedor qualificado: uma entidade capaz de garantir que os produtos e/ou etapas em questão atendiam aos critérios pré-determinados.

Feitas essas definições, a equipe analisou os dados e, a partir deles, iniciou a construção da Tabela 14. Os elementos das camadas definidas do artefato consistem em suas camadas definidas, nos requisitos que são abordados em cada camada e em quem possui conhecimento prévio para realizar tal requisito.

**Tabela 14.** Simetria da pessoa chave com o fornecedor qualificado (artefato de autoria do autor da Tese).

<b>Board by layer, requirements and qualified supplier</b>			
<b>Civil Work Layer</b>	<b>Electrical Work Layer</b>	<b>Technology Layer</b>	<b>Visual Patterns Layer</b>
Check the period of occurrence of sunlight and positioning	repair for using solar panels	Use of technology for transmission	Primer with visual concept
Install larger windows to take advantage of sunlight	Allow power supply to lamps and other devices	Allow hybrid format and access to information	Usability and Accessibility
<b>Qualified Supplier</b>	<b>Qualified Supplier</b>	<b>Qualified Supplier</b>	<b>Qualified Supplier</b>
Company A Company Q	Jhon Company A	Company B Jhon	Company W
Artifact used as template			

Após a construção do *framework* e na última reunião da fase de iniciação, entendemos qual dos fornecedores qualificados tem o serviço de melhor qualidade, no menor prazo. Nessa reunião também priorizamos os pacotes a serem entregues, utilizamos como critérios fornecedores qualificados e definimos o MVP para a primeira entrega da sala de aula inteligente.

Neste estudo, o MVP garante os requisitos mínimos em relação aos elementos tecnológicos e mobiliário para utilização da sala de aula invertida e aulas vivenciais. A partir daqui, passamos para a fase de análise e planejamento, onde começamos a utilizar efetivamente a metodologia BIM em conjunto.

### **6.3.2. Metodologia BIM no contexto do planejamento de salas de aula inteligentes**

Na fase de análise e planejamento da metodologia MaSID, utilizamos o artefato de Objetivos Gerais, por pacote e resultados-chave, para mapear os pacotes priorizados, indicando o que cada um pode trazer de benefícios, como, por exemplo, melhorar a autoestima dos alunos. estima e redução de custos com algumas iniciativas. Com este artefato formalizamos o que podemos melhorar, qual dimensão alcançamos (custo, versatilidade da sala de aula, fatores psicológicos, “autoestima”, “frustrações”) e indicando o que se pretende e qual pacote entrega esse benefício (Hong et al., 2023; Mehrabian & Russell, 1974).

A partir desta fase, passamos a nos integrar de forma mais consistente com a metodologia BIM, seguindo as dimensões de modelagem tridimensional, planejamento, orçamento, sustentabilidade e gestão de ativos e assim, conseguimos dar mais transparência e comunicar melhor o que foi planejado para a fase de execução.

O software utilizado para construção do modelo 3D foi o Revit<sup>7</sup> que permitiu o controle de custos dos componentes utilizados no planejamento, o que garante uma comunicação transparente entre os envolvidos. Na fase de negociação da metodologia MaSID, utilizamos os itens de cada pacote priorizado para iniciar uma análise de custos, bem como a construção do modelo 3D para

---

<sup>7</sup> Revit é um software pago da empresa AutoDesk, e pode ser encontrado no site: <https://www.autodesk.com.br/products/revit>

destacar os benefícios de cada item, e como estratégia, construímos um Modelo AS-IS para então evoluir para TO-BE.

Com base no modelo AS-IS foram feitas reflexões sobre quais itens poderiam apresentar uma boa transição de uma sala tradicional para uma sala com conceito inteligente, para isso utilizou-se um modelo 3D conforme mostra abaixo a Figura 36.



**Figura 36.** Sala de aula planejada com o software Revit (Pate Santos et al., 2023).

Muitas simulações foram realizadas para adaptar os itens ao contexto de uma sala de aula inteligente. Por exemplo, uma das discussões foi sobre o melhor posicionamento da janela para garantir o melhor aproveitamento da iluminação natural dentro da sala de aula, e nesse sentido, para garantir uma sinergia das ações, foi realizado o item de instalação de painel solar fotovoltaico, fora concomitantemente.

Após as reflexões, criamos um terceiro modelo 3D com refinamento dos itens indicando o posicionamento ideal na sala de aula. Essas etapas de reflexão e ajustes no modelo fazem parte da fase de controle da metodologia MaSID.

### **6.3.3. Avaliação de Custos**

Com a dinâmica entre as fases de controle e negociação, foi possível refinar os elementos da sala de aula inteligente e a relevante análise de custos dos itens que compõem a sala. A fase de análise de custos é uma etapa muito importante porque permite enfatizar a perspectiva econômica, que terá um papel importante na tomada de decisões de execução do projeto.

O terceiro modelo 3D trouxe mais clareza para a equipe que realizou o planejamento, pois este modelo apresenta mais detalhes sobre os itens selecionados para entrega conforme mostra a Figura 37.



**Figura 37.** Evolução do primeiro modelo seguindo o fluxo MaSID (Pate Santos et al., 2023).

Com foco na análise de custos, desenvolvemos um artefato, Tabela 15, para utilização nas fases de controle, negociação e suporte inteligente à decisão. Este artefato, da Tabela 15, de análise de tempos e custos, juntamente com o artefato, da Tabela 16, de consolidação de itens e custos BIM, permitiu um refinamento mais adequado para prosseguir com a execução.

O artefato de avaliação de custos e prazos que desenvolvemos, Tabela 15, faz uma correlação com o artefato de camadas por requisitos e pessoas-chave, apresentada na Tabela 14. Para esta pesquisa utilizamos todos os itens que pertenciam aos pacotes MVP, e depois trabalhamos com todos os fornecedores qualificados e os itens de tarefa de cada camada; para cada um deles foi informado o prazo em dias e o custo em reais para sua realização. A Tabela 15 inclui exclusivamente as tarefas relativas à disposição dos painéis solares e à colocação estratégica de janelas maiores, pois requerem sinergias para serem concluídas com sucesso.

**Tabela 15.** Correlação do custo com camadas e requisitos já levantados  
(Pate Santos et al., 2023).

<b>Qualified Supplier</b>	<b>Layer</b>	<b>Task or Components</b>	<b>Deadline</b>	<b>Cost (BRL)</b>
Company A	Civil Engineering Work	Item 1: Architectural planning and natural light incidence analysis	5 days	R\$ 2,000.00
Company A	Civil Engineering Work	Item 2: New Windows (quantity and size depends on Item 1)	15 days (up to 3 standard windows 3m by 1.50m)	R\$ 790.50
Company Q	Civil Engineering Work	Item 1: Architectural planning and natural light incidence analysis	3 days	R\$ 2,000.00
Company Q	Civil Engineering Work	Item 2: New Windows (quantity and size depends on Item 1)	15 days (up to 3 standard windows 2.50m by 1.20m)	R\$ 1,000.00
Company A	Electrical Engineering Work	Item 1: Solar panel and optimized positioning (quantity depends on the analysis of item 1 of the civil work)	15 days (kit with 4 panels)	R\$ 4,369.00
Company A	Electrical Engineering Work	Item 2: Also charge other devices used in the room	15 days	R\$ 5,000.00
Jhon	Electrical Engineering Work	Item 1: Solar panel and optimized positioning (quantity depends on the analysis of item 1 of the civil work)	9 days (kit with 4 panels)	R\$ 4,000.00
Jhon	Electrical Engineering Work	Item 2: Also charge other devices used in the room	10 days	R\$ 5,000.00

Por sua vez, a Tabela 16, que foi gerada pelo software Revit, apresenta dados sobre os objetos presentes em sala de aula, bem como suas quantidades e preços conforme definidos neste software. Essa visualização nos ajudou a discriminar os valores unitários e totais de cada objeto, além de possibilitar a consulta do orçamento final do projeto.

**Tabela 16.** Tabela gerada pelo software Revit, para objetos da sala de aula (Pate Santos et al., 2023).

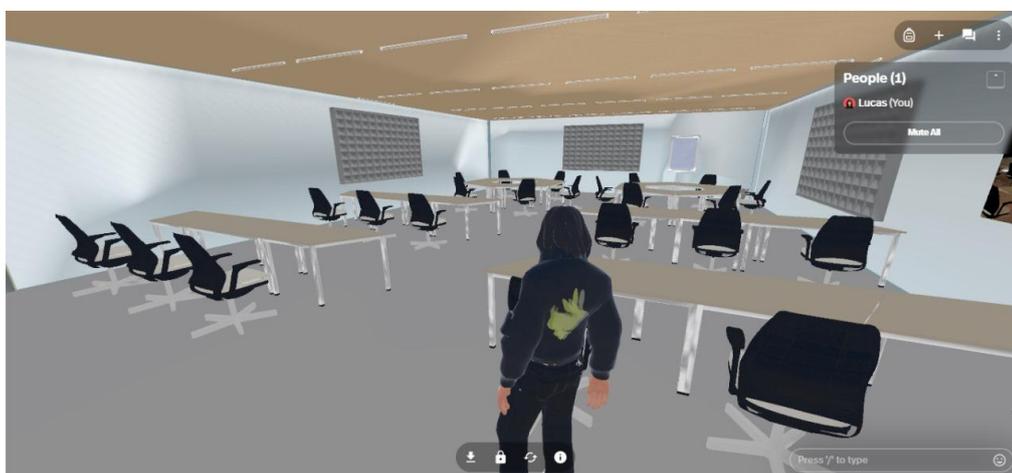
<b>Object name and total quantity</b>	<b>Cost per model and total</b>
Trapezoidal table 160x70cm with trash can	R\$ 650.59
	24 R\$ 15,614.16
Door 900 x 2100 mm	R\$ 2,092.37
	1 R\$ 2,092.37
Display 130"	R\$ 19,999.00
	3 R\$ 59,997.00
Office chair	R\$ 1,500.00
	24 R\$ 36,000.00
Individual locker	R\$ 936.80
	1 R\$ 936.80
Recessed luminaire - 277 V	R\$ 216.10
	32 R\$ 6,915.20
Bookcase	R\$ 1,223.98
	1 R\$ 1,223.98
kit 4 solar panels	R\$ 4,369.00
	1 R\$ 4,369.00
Kit for hybrid classes and online broadcast	R\$ 7,000.99
	1 R\$ 7,000.99
Window frame	R\$ 790.50
	4 R\$ 3,162.00
	97 R\$ 125,972.50

Durante o refinamento na fase de apoio inteligente à decisão, utilizamos as questões essenciais como parâmetro para análise do critério de inteligência da sala de aula invertida. Por exemplo, isso permitiu avaliar se o planejamento da sala de aula foi capaz de identificar problemas relevantes e se essas informações foram suficientes para identificar ou confirmar quais itens foram capazes de transmitir mais inteligência ao ambiente.

Avaliamos também se os itens selecionados para utilização no ambiente de sala de aula eram capazes de resolver questões de necessidade de uma aula híbrida ou de mudança de uma aula dinâmica tradicional para uma aula com interação em

grupo. Também utilizamos as questões essenciais para avaliar a capacidade do aparato tecnológico do ponto de vista de garantir as necessidades de interação entre alunos e entre aluno e professor em ambiente virtual ou híbrido.

Para agregar mais elementos à análise de custos e validação do planejamento, foi aplicado o modelo metaverso. Com o software Spatial<sup>8</sup> foi possível construir este modelo e compartilhá-lo com outros especialistas para validar o planejamento em um ambiente virtual dinâmico e interativo. Assim, foi possível interagir com pessoas que não estavam fisicamente no mesmo local de forma mais dinâmica e assertiva. Nesse sentido, foi possível contar com a participação de especialistas no processo de tomada de decisão; ou seja, este modelo permite que especialistas, integrados ou não no projeto, opinem sobre a adequação de uma forma mais criteriosa.



**Figura 38.** Modelo no metaverso feito com Spatial (Pate Santos et al., 2023).

A utilização do modelo metaverso foi pensada para validar o planejamento inteligente de salas de aula, para que fosse possível ter um espaço coletivo e virtual compartilhado, composto por “realidade virtual” e “realidade aumentada”. Mas durante a análise percebemos que também apresenta alguns benefícios em termos de visão pedagógica. Percebemos que o intercâmbio em ambientes virtuais pode melhorar a motivação e a autoconfiança dos alunos; alguns estudos também levam a esta conclusão (Hwang & Chien, 2022; Menin et al.,2022; Oje et al.,2023). A imersão nesse tipo de ambiente permite que o aluno tenha outros

<sup>8</sup> Spatial é uma dedicada ao desenvolvimento no metaverso, permite realizar o upload de modelos 3D e pode ser utilizada a partir do site: <https://www.spatial.io/>

estímulos, o que por vezes o imbuí de mais autoconfiança e maior interesse pela aula. Consequentemente, esse ambiente tornou-se mais uma ferramenta para utilização na sala de aula invertida e nas aulas híbridas.

#### **6.4. Discussão**

No presente estudo apresentamos uma estratégia de planejamento de sala de aula inteligente, onde o objetivo é apresentar a lista de elementos que devem compor uma sala de aula para que esta possa trazer os conceitos da sala de aula invertida e das abordagens de sala de aula experiencial. Com isso, podemos apresentar o produto mínimo viável.

Para viabilizar esta estratégia, utilizamos a metodologia MaSID (Pate Santos & Lucena 2023; Pate Santos & Lucena 2022) e a metodologia BIM de forma integrada, além do referencial conceitual pedagógico (Lindeiner-Stráský et al., 2020). Dessa forma, orientamos o planejamento dos aspectos cognitivos que influenciam a aprendizagem para além da avaliação dos artefatos tecnológicos essenciais para esta abordagem educacional.

O levantamento de requisitos, análise de custos e *feedback* contínuo durante o processo de planejamento ambiental são os três pontos principais deste modelo de pesquisa que estão dentro do ciclo iterativo incremental de reuniões por fase da metodologia MaSID e BIM.

O *feedback* contínuo é inerente a cada etapa do ciclo ágil proposto e, para isso, o levantamento de requisitos baseado em uma dinâmica de jogo transmitiu questões pré-moldadas que nos tornaram mais ágeis e entregaram *feedback* de planejamento.

Para o processo de análise de custos, construímos um artefato, observado na Tabela 15, onde é possível indicar os fornecedores qualificados e tarefas, itens e/ou componentes de cada camada para execução. Além disso, para cada um desses itens são fornecidos o prazo e o custo para sua conclusão. A segunda tabela (Tabela 16) veio do software Revit e segue o conceito BIM indicando os itens a serem utilizados e o valor unitário e total.

A utilização do modelo 3D e do modelo metaverso apresenta fatores visuais para garantir que antes da execução do projeto toda a estrutura conceitual do

ambiente inteligente tenha sido planejada e o modelo final esteja disponível para todos os envolvidos.

Durante a execução do ciclo ágil, é possível perceber que o *feedback* permite o realinhamento entre os artefatos, o que possibilita ajustes rápidos durante as etapas do ciclo e é baseado nas necessidades da sala de aula.

Com esses artefatos, todos os envolvidos puderam avaliar o custo versus o benefício proporcionado pelo item. Esta análise também corrobora a escolha dos pacotes que fazem parte do MVP. Entendemos que a utilização conjunta da metodologia MaSID com o BIM traz benefícios e agiliza o processo de planejamento de ambientes inteligentes de aprendizagem.

Com base em nossa pesquisa, apresentamos uma estratégia que visa proporcionar um planejamento, seja para adaptação ou construção de uma sala de aula inteligente, que apresente um projeto economicamente viável, que permita a elaboração e esteja fundamentado em itens adequados de acordo com a metodologia pedagógica escolhida.

Utilizamos a abordagem ágil apresentada em (Pate Santos & Lucena 2022) que trata sua execução através de um processo iterativo e incremental que evolui em ciclos de reuniões faseadas, e durante a execução das fases aplicamos a metodologia BIM para possibilitar uma abordagem visual com 3D modelos e o metaverso.

Com esta estratégia foi possível realizar um processo de ideação para construir uma sala de aula inteligente. Utilizando a flexibilidade do método ágil de reuniões e das demais ferramentas da metodologia MaSID (Pate Santos & Lucena 2023), fizemos adaptações nas questões básicas enfrentadas pelos clientes para contemplar uma abordagem focada em educação e construção civil e elétrica.

Construímos um artefato de análise de custos, onde analisamos não só o custo, mas também a relação daquele item com o benefício esperado, o fornecedor e o custo do item, o que reforça a escolha dos itens MVP durante o ciclo.

A viabilidade econômica fica clara com uma análise conjunta onde observamos, a Tabela 15 com o total consolidado do Revit, os modelos visuais 3D e metaverso, junto com os benefícios de cada item para o ensino e aprendizagem. Neste estudo, além de apresentar claramente a viabilidade econômica, também foi possível introduzir simulações de iluminação, acústica e eficiência no uso de tecnologias educacionais para análise do contexto de sala de aula. Assim, em uma

análise de iluminação é possível avaliar, através do modelo, o melhor posicionamento da janela ou painel fotovoltaico para obter maiores ganhos na incidência de luz solar. Assim, vemos que nosso estudo permite uma análise de salas de aula inteligentes de maneira direta.

Além disso, móveis, artefatos tecnológicos e multimídia foram analisados do ponto de vista de regular e analisar como processos afetivos como a frustração podem influenciar a capacidade cognitiva e os resultados de aprendizagem dos alunos (Pekrun, 2006; Hong et al., 2023; Mehrabian & Russell, 1974). Na sala de aula invertida, procuramos otimizar o ambiente para o processo de aprendizagem esperado e proposto.

Ao longo do ciclo de vida do projeto podem ocorrer mudanças inevitáveis e, nestes casos, a abordagem ágil juntamente com o modelo 3D e o modelo metaverso podem facilitar o gerenciamento dessas mudanças de forma eficiente, garantindo que todas as partes envolvidas estejam cientes das atualizações e que o modelo está sendo atualizado de forma consistente.

Como resultado, foi possível apresentar uma alternativa baseada na metodologia MaSID (Pate Santos & Lucena 2023) para gerenciar o planejamento inteligente de salas de aula a partir do levantamento de requisitos, além de permitir uma análise de custos para apoiar a escolha do MVP. Com o BIM tornamos possível consolidar a análise de custos, permitindo também, através de modelos gráficos, uma visualização mais clara do que estava planejado para a primeira entrega.

Com essa abordagem foi possível garantir que as características do ambiente fossem verificadas através do modelo 3D e do modelo metaverso, o que trouxe maior versatilidade e assertividade ao planejamento da sala de aula inteligente, ao mesmo tempo em que apresentou maior clareza sobre a viabilidade econômica do projeto.

## 7 Conclusão

A metodologia MaSID apresenta uma proposta que busca unir o conceito ágil através de uma abordagem iterativa e incremental com as fases do ciclo de vida de um projeto ou produto, por exemplo. A partir de reuniões baseadas nestas fases aplicamos métodos específicos, que compõem a metodologia MaSID, para apoiar processos como levantamento de requisitos, conscientização da complexidade do software a partir de um gráfico 3D de complexidade, o planejamento da arquitetura, as decisões sobre estruturas, paradigmas e as definições para o critério de inteligência do sistema.

Desta forma, construímos uma metodologia que disponibiliza ferramentas ao usuário para que ele possa realizar tanto o planejamento quanto controlar o desenvolvimento de um sistema inteligente de apoio à decisão.

Como um ponto importante podemos dizer que uma das estratégias propostas pela metodologia MaSID pretende evitar que mudanças no escopo, tempo e custo do projeto venham afetar de forma drástica a qualidade do produto que será entregue. Por isso, os ciclos curtos previstos pela metodologia seguem um conceito ágil e observam também o conceito iterativo e incremental, que baseados em reuniões por fases evitam que mudanças não sejam observadas a tempo. Ainda assim, caso passe desse momento é esperado que o custo de mudança seja menor que em outras metodologias, onde grandes partes do projeto não são visualizadas e acabam sendo afetados por mudanças maiores.

Neste trabalho adotamos o uso de agentes de software principalmente para simulação de ambientes de negociação, já que há uma predisposição do paradigma dos *frameworks* para criar este tipo de implementação. Entendemos que não avaliamos a complexidade de implementação de ambientes de negociação sem o uso de agentes de software, apesar de ser possível.

Para entender a flexibilidade da metodologia realizamos três estudos de caso, onde pudemos observar em ambientes distintos questões como a efetividade do método de levantamento de requisitos e do gráfico 3D de complexidade. Os

artefatos e métodos das demais fases também foram validados tendo destaque a adaptabilidade em função do critério de inteligência.

Os métodos apresentados durante o fluxo da metodologia, são complementares, mas com artefatos cumulativos que finalizam em uma análise do critério de inteligência. Nesta etapa, temos todas as análises das demais fases de forma cumulativas, o que nos permite perceber necessidades de redefinição.

Entendemos que a metodologia nos deu ferramentas que viabilizaram realizar um processo de transformação de informação externa e interna, o que nos permitiu uma tomada de decisão mais inteligente por meio de algumas redefinição quando necessário.

Dessa forma, a metodologia nos apresentou um processo dinâmico que envolve a interação contínua entre o indivíduo, planejamento do sistema, o desenvolvimento do sistema e o ambiente.

Por fim, a metodologia apresenta ferramentas e métodos para apoiar (na resolução de necessidades) e tratar novas informações e desafios, reorganizando assim estruturas mentais, ou seja, reorganizando estruturas planejadas para o sistema. Apresentamos na sequência um tabela comparativa entre as metodologias ágeis que utilizamos neste estudo e a proposta MaSID, observado na Tabela 17.

**Tabla 17.** Comparativo entre o MaSID e as metodologias ágeis. (artefato de autoria do autor da Tese).

Características das principais metodologias ágeis.	<i>Scrum</i>	<i>Kanban</i>	<i>5W2H</i>	<i>MaSID</i>
Artefato de entrada para projeto ou demanda, onde o usuário realiza a formalização da idéia com benefícios esperados.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Método de levantamento de requisitos.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

Gamificação da estratégia levantamento de requisitos.	da de de	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Gráfico de volume de requisitos.		NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Artefato de apoio a análise da tomada de decisão.		NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Artefato de quadro para organização de requisitos por camadas e pessoas chave.		NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Método para visualização gráfica da complexidade com base na jornada do desenvolvimento.		NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Método para escolha do MVP e seus pacotes.		NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Aprofundamento das tarefas.		NÃO	NÃO	SIM	SIM
Método de planejamento.	de	SIM	NÃO	NÃO	SIM
Reuniões de planejamento	de	SIM	SIM	SIM	SIM
Reuniões diárias		SIM	SIM	NÃO	NÃO
Reuniões de Revisão		SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Reuniões retrospectiva	de	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Orçamento das tarefas planejadas.		NÃO	NÃO	SIM	SIM
Homologação dos pacotes e tarefas.	dos	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Artefato de objetivos e resultado chave.		NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Modelo de camadas para alinhamento da arquitetura e tecnologia.		NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Estimativa de esforço e compromisso.		SIM	SIM	SIM	SIM

Fluxo de trabalho visual	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
Etapas/tarefas por meio de cartão	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Limitar o trabalho em andamento	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
Melhorias incrementais.	SIM	SIM	SIM	SIM
Planejar plano de ação.	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Perguntas-chave para organizar um projeto de forma eficiente.	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Planejamento Estratégico.	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
Mapa de atividades.	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Busca manter a relevância do software com a antecipação de manutenções.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Framework de negociação.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Avaliação de critérios de inteligência.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

## 7.1. Contribuições

O processo de reuniões ágeis visa apoiar a estrutura para a construção de um sistema inteligente de apoio à decisão, mas não se limita apenas a esse tipo de sistema. Nesse sentido, as cartas de perguntas básicas ao cliente são *frameworks*, permitindo que engenheiros de software possam estender seus *hotspots* quando necessário. Da mesma forma, as demais *frameworks* introduzem a possibilidade de realizar extensão, modificando ou incluindo mais questões para que todas aquelas mais pertinentes ao processo e às regras envolvidas que já foram esclarecidos. Esta Tese contribui principalmente com os seguintes pontos:

- Apresentar uma metodologia ágil baseada em um arcabouço de métodos que trazem um ciclo iterativo e incremental de reuniões por fase.
- O uso de conceito iterativo incremental permite a realização de ciclos curtos e coleta de *feedbacks* contínuos para revisões e melhoria contínua, que

juntamente com as entregas pequenas permitem uma rápida identificação dos riscos e conseqüentemente uma rápida adaptação. Com isso também pretendemos viabilizar uma forma de evitar um grande impacto na qualidade do software, já que temos conseqüentemente uma redução no escopo, no tempo e no custo.

- A utilização do conceito ágil permite complementar a iteratividade e incrementalidade viabilizando a autonomia, a colaboração e a comunicação entre as pessoas da equipe, bem como os *stakeholders* utilizando para isso a ferramenta de reunião. Por fim, as fases dizem respeito ao ciclo de vida do projeto ou produto que servirão como um guia para os momentos e seus artefatos de entrada e saída.

- Uma nova ferramenta baseada em uma dinâmica de jogos para o levantamento de requisitos e a construção de um gráfico 3D de complexidade que facilita a visualização do tamanho do software solicitado bem como a complexidade.

- Um método de construção da jornada do desenvolvimento do software que juntamente com a ferramenta de quadro de camadas, por requisitos e pessoas-chave.

- A metodologia proposta busca uma análise crítica sobre o paradigma utilizado para a simulação de processos e sugere o uso de agentes de software. Para apoiar esta reflexão construímos um *framework* conceitual de interação entre agentes de software.

- A metodologia apresenta uma proposta de adaptação do algoritmo *pagerank* para a utilização em negociações entre agentes de software e possibilidade e assim viabilizar a obtenção de uma recomendação a partir da relevância do agente.

- A metodologia apresenta formulários de questões para definição de estruturas do ponto de vista arquitetural, bem como critérios de inteligência para utilização em reuniões da equipe de informática.

## **7.2. Trabalhos Futuros**

Nesta seção, vamos descrever os principais pontos do planejamento futuro, após a conclusão da tese. Uma importante iniciativa que pretendemos realizar diz respeito à implementação do segundo estudo de caso, que apresentamos no

Capítulo 5. Este projeto nos permitirá apresentar funcionalidades que poderão realizar conexões com dispositivos automotivos como o odômetro. Para isso vamos analisar o sistema OBD2 e os protocolos de diversas montadoras como Ford, Chrysler, General Motors, Fiat, entre outras (Saibannavar et, al. 2020; Baek & Jang 2015).

Uma das vantagens desse projeto é que após a implementação do MVP, será possível disponibilizar para um grupo maior de pessoas, o que vai trazer uma diversidade de opiniões e um *feedback* rico para um tratamento evolutivo com a metodologia MaSID.

Outro importante marco versa sobre os conceitos abordados pela metodologia, como contratos e históricos de decisão, esperamos trazer uma alternativa utilizando o conceito de *blockchain*. Nesse sentido, podemos pensar no uso de contratos inteligentes para as negociações entre os agentes de software e ainda o uso da *blockchain* para garantir a imutabilidade, descentralização e privacidade dos dados (Nagothu et al., 2018; Borkowski et al., 2019). Esta alternativa nos permite ocultar algumas complexidades, tanto no planejamento quanto no desenvolvimento, para questões como privacidade de dados e descentralização.

Além da vantagem do ponto de vista técnico de TI, trazemos também a possibilidade do rastreamento de dados inseridos na rede, sem necessidade de muito desenvolvimento, ou seja, de forma mais nativa a esta rede. Dessa forma, podemos garantir uma auditoria sobre o contrato que está sendo tratado na *blockchain* (Tikhomirov et al., 2018), ou ainda para o caso de proposta de laser verificar se o laser que foi sugerido foi realmente realizado, para este caso pretendemos trazer uma espécie de gamificação para maior engajamento.

Por fim, pretendemos evoluir o conceito de análise de custo dentro das fases da metodologia, onde podemos construir ou adaptar os artefatos de custo que poderão ser utilizados para o planejado com a metodologia MaSID. Entendemos que este será um excelente ponto para melhoria, uma vez que ainda temos pouca análise dentro da metodologia sobre análise de custo, o que nos faz imaginar que podemos evoluir de forma significativa.

## 8 Referências

PIAGET, J. **Causerie 1: Definition de L'intelligence**, Manuscrit des Enregistrements à la Radio Suisse Romande, 1951. Disponível em: <[https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/JP51\\_Texte\\_Causerie1.pdf](https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/JP51_Texte_Causerie1.pdf)>. Acesso em 18 abr. 2024 às 23h:26min.

PIAGET, J. **The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures**, University of California (1977), primeira edição 213 páginas, Viking Press. ISBN-10: 0670270709, ISBN-13: 978-0670270705.

BOOM, J. **Piaget on Equilibration**, The Cambridge Companion to Piaget, Chapter 6, Cambridge University Press, (2009) 132–149, <https://doi.org/10.1017/CCOL9780521898584.006>.

CAVICCHI, E. M. “At Sea”: **Reversibility in Teaching and Learning**, Interchange. 49 (2018) 25–68. <https://doi.org/10.1007/s10780-018-9314-9>.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**, second ed., John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, 2002.

WEISS, G. **Multiagent Systems - A modern Approach to Distributed Artificial Intelligence**. The MIT Press, Cambridge, MA, 1999.

JENNINGS, N. R.; WOOLDRIDGE, M. **Agent-Oriented Software Engineering - in Handbook of Agent Technology** (ed. J. Bradshaw) AAAI/MIT Press, 2001.

JENNINGS, N. R. **Agent-Oriented Software Engineering**. Proceedings of the 12th International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence, pp. 4-10, 1999. [https://doi.org/10.1007/3-540-48437-X\\_1](https://doi.org/10.1007/3-540-48437-X_1).

JENNINGS, N. R. **An Agent-Based Approach for Building Complex Software Systems** – communication of the ACM vol.44 no 4, 35-41, 2001. <https://doi.org/10.1145/367211.367250>.

LUCENA, C.; GARCIA, A.; ROMANOVSKY, A.; CASTRO, J.; ALENCAR, P. **Software Engineering for Multi-Agent Systems II**. Lecture Notes in Computer Science, vol. 2940, Springer-Verlag, February 2004. <https://doi.org/10.1007/b96018>.

PATE SANTOS, G.N.; LUCENA,C.J.P. **Agile meeting method for building intelligent decision support systems**. MethodsX, Volume 11, 2023, 102311, <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102311>.

PATE SANTOS, G.N.; LUCENA,C.J.P. **Uma Metodologia para Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão**. Technical Reports - RelatóriosTécnicos do Departamento de Informática da PUC-Rio, ISSN 0103-9741, N°.: 04/2022 (MCC04/22), [http://bib-di.inf.puc-rio.br/ftp/pub/docs/techreports/22\\_04\\_santos.pdf](http://bib-di.inf.puc-rio.br/ftp/pub/docs/techreports/22_04_santos.pdf). Acesso em 18 abr. 2024 às 23h:26min.

PATE SANTOS, G.N.; LUCENA, C.J.P.; RACHID DE LUCENA, L.D. Página 196 - Capítulo 3 - **Metaverso e Educação - Planejando Sala de Aula Inteligente com MaSID e BIM**. Livro - Modelagem de informação da construção (BIM), no contexto de cidades inteligentes. ISBN: 978-65-995548-4-1 Editora: Câmara Brasileira do Livro, SP, 2023 Brasil.

JENNINGS, N. R.; WOOLDRIDGE, M. **Pitfalls of Agent-Oriented Development** Proc 2nd Int. Conf. on Autonomous Agents (Agents-98), Minneapolis, USA, 385–391, 1998. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/280765.280867>.

TURING, A. **Paper on Statistics of Repetitions** - United Kingdom, 1941 <https://doi.org/10.48550/arXiv.1505.04715>.

TURING, A. **Computing machinery and intelligence**, Mind, Volume LIX, Issue 236, October 1950, Pages 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.

BAO, W.; YUE, J.; RAO, Y. **A deep learning framework for financial time series using stacked autoencoders and long-short term memory**. PLoS ONE, v. 12, p. 1–24, jul. 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180944>.

HOCHREITER, S.; SCHMIDHUBER, J. **Long short-term memory**. Neural computation, MIT Press, Cambridge, MA, USA, v. 9, n. 8, p. 1735–1780, nov. 1997. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>.

GRAVES, A.; MOHAMED, A.; HINTON, G. **Speech recognition with deep recurrent neural networks**. ICASSP 2013, Vancouver, Canada. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1303.5778>.

BRIN, S.; PAGE, L. **The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine**. Computer Networks and ISDN Systems, volume 30, issues 1–7, pages 107-117, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0169-7552\(98\)00110-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7552(98)00110-X).

BRIN, S.; PAGE, L.; MOTWANI, R.; WINOGRAD, T. **The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web**. The Web Conference. 1999. <https://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/CS222/pagerank.pdf> Acesso em 18 abr. 2024 às 23h:26min.

CHO, J.; GARCIA-MOLINA, H.; PAGE, L. **Efficient crawling through URL ordering**, Computer Networks and ISDN Systems, volume 30, issues 1–7, pages 161-172, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0169-7552\(98\)00108-1](https://doi.org/10.1016/S0169-7552(98)00108-1).

SILVERSTEIN, C.; BRIN, S.; MOTWANI, R.; ULLMAN J. **Scalable Techniques for Mining Causal Structures**. Data Mining and Knowledge Discovery. 4, 163–192, 2000. <https://doi.org/10.1023/A:1009891813863>.

PAASIVAARA, M.; VANHANEN, J.; HEIKKILÄ, V. T.; LASSENIUS, C.; ITKONEN, J.; LAUKKANEN, E. **Do high and low performing student teams use scrum differently in capstone projects?** IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET) (pp. 146-149) 2017. <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEET.2017.22>.

SCHWABER, K.; BEEDLE, M. **Agile Software Development with Scrum**, Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/559553>.

THESING, T.; FELDMANN, C.; BURCHARDT, M. **Agile versus waterfall project management: decision model for selecting the appropriate approach to a project**. Procedia Computer Science. 181, 746–756, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.227>.

OHNO, T. **LEAN Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**, first ed., Productivity Press, New York, 2018.

LEWINSKI, P.; DRZAZGA, J.; BIEDRON, M. **Illustrated Essential Kanban Condensed Notebook**, first ed., Kanban University Press, Seattle, 2021.

HOFMANN, C.; LAUBER, S.; HAEFNER, B.; LANZA, G. **Development of an agile development method based on Kanban for distributed part-time teams and an introduction framework**. Procedia Manufacturing, 23 (2018) 45-50. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.159>.

AL Aidaros, H.; Omar, M.; Romli, R. **A Theoretical Framework for Improving Software Project Monitoring Task of Agile Kanban Method**. Vol. 843. In: Saeed, F., Gazem, N., Mohammed, F., Busalim, A. (Eds.), *Recent Trends in Data Science and Soft Computing*. Springer International Publishing, Vol. 843, pp. 1091–1099, 2019. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99007-1\\_101](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99007-1_101).

CONEJO, G. G.; GASPARINI, I.; HOUNSELL, M. S. **5W2H+M: A Broad Gamification Design Process But Focused on Motivation**. *Revista novas tecnologias na educação*, 17 (3) 2019. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.99432>.

KLOCK, A.C.T.; GASPARINI, I.; PIMENTA, M.S.. **5W2H Framework: a guide to design, develop and evaluate the user-centered gamification**. *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 2016, 14, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3033701.3033715>.

TODA, A. M.; PALOMINO, P. T.; OLIVEIRA, W.; RODRIGUES, L.; KLOCK, A. C. T.; GASPARINI, I.; CRISTEA, A. I.; ISOTANI, S. **How to Gamify Learning Systems? An Experience Report using the Design Sprint Method and a Taxonomy for Gamification Elements in Education**. *Educational Technology & Society*, 22 (3), 2019, 47–60. [https://www.j-ets.net/collection/published-issues/22\\_3](https://www.j-ets.net/collection/published-issues/22_3) Doi in chinese: [https://doi.org/10.30191/ETS.201907\\_22\(3\).0005](https://doi.org/10.30191/ETS.201907_22(3).0005).

SATPATHY, T. SBOK™ **A guide to the SCRUM body of knowledge**, third ed., SCRUMstudy™, Arizona, 2017.

JAVED, M.; AHMAD, B.; HUSSAIN, S.; AHMAD, S. **Mapping The Best Practices of XP and Project Management: Well defined approach for Project Manager**, *Journal of Computing*. 2, 2010, 103-107. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1003.4077>.

PMI, Project Management Institute, **A guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK guide**, sixth ed., PMI, Newton Square, 2017.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**, 10ª edição. Pearson Universidades, 2019.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software**, 9ª edição. AMGH, 2021.

GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. **Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software**. Addison-Wesley, Reading, 1995.

BELADY, L.; LEHMAN M. M. **A Model of Large Program Development**. IBM Systems Journal 15(3): 225–252, 1976. <https://doi.org/10.1147/sj.153.0225>.

LEHMAN, M. M. **Approach to a theory of software evolution**, Eighth International Workshop on Principles of Software Evolution (IWPSE'05), Lisbon, Portugal, 2005, doi: <https://doi.org/10.1109/IWPSE.2005.5>.

LEHMAN, M. M.; PERRY, D. E.; RAMIL, J. F. **On evidence supporting the FEAST hypothesis and the laws of software evolution**, Proceedings Fifth International Software Metrics Symposium. Metrics (Cat. No.98TB100262), Bethesda, MD, USA, 1998, pp. 84-88, doi: <https://doi.org/10.1109/METRIC.1998.731229>.

LEHMAN, M. M.; RAMIL, J. F.; WERNICK, P. D.; PERRY, D. E.; TURSKI, W. M. **Metrics and laws of software evolution-the nineties view**, Proceedings Fourth International Software Metrics Symposium, Albuquerque, NM, USA, 1997, pp. 20-32, doi: <https://doi.org/10.1109/METRIC.1997.637156>.

SAVOR, T.; DOUGLAS, M.; GENTILI, M.; WILLIAMS, L.; BECK, K.; STUMM, M. **Continuous deployment at Facebook and OANDA**, ICSE '16: Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering Companion. 38 (2016) 21–30. <https://doi.org/10.1145/2889160.2889223>.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; RIESEN, S. A. N. V.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. **Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle**, Educational Research Review. 14 (2015) 47-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.

CHRISTE, D.; MATHUR, R.; LEE, S.; MAZUR, K.; BADUREK, C.; BHATT, J.; MORTON, M. **A Game-based Learning Approach to Information Literacy**, Village Knovel Global Academic Challenge Paper presented. (2016) 1-12. ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana. <https://doi.org/10.18260/p.26324>.

ABUBAKAR, A. M.; ELREHAIL, H.; ALATAILAT, M. A.; ELÇI, A. **Knowledge management, decision-making style and organizational performance**, Journal of Innovation & Knowledge. 4 (2019) 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.07.003>.

HORN, P. **Autonomic computing: IBM's perspective on the state of information technology**. IBM Research 2001. [http://people.scs.carleton.ca/~soma/biosec/readings/autonomic\\_computing.pdf](http://people.scs.carleton.ca/~soma/biosec/readings/autonomic_computing.pdf)  
Acesso em 18 abr. 2024 às 23h:26min.

ABEYWICKRAMA, D.B., OVASKA, E. **A survey of autonomic computing methods in digital service ecosystems.** SOCA 11, 1–31 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11761-016-0203-8>.

OLIVEIRA, T. C.; ALENCAR, P. S.C.; LUCENA, C. J.P. de; COWAN, D. **RDL: A language for framework instantiation representation,** The Journal of Systems and Software. 80 (2007) 1902–1929. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.01.005>.

OLIVEIRA, T. C.; ALENCAR, P. S.C.; COWAN, D.; FILHO, I.M.; LUCENA, C.J.P. **Enabling Model Driven Product Line Architectures,** Proceedings of Second European Workshop on Model Driven Architecture (MDA) with an emphasis on Methodologies and Transformations. 17-04 (2004) 4-11. <https://kar.kent.ac.uk/id/eprint/14116>.

SCHWABER, K. **Best Practices – Agile Project Management with SCRUM,** first ed., Microsoft press, Washington, 2004.

MEHRABIAN, A.; RUSSELL, J. A. **An approach to environmental psychology,** The MIT Press, 1974.

KAUR, A.; MUNISH, B.; GIOVANNI,S. **A Survey of Smart Classroom Literature.** Education Sciences, Volume 12, 2022, 86. <https://doi.org/10.3390/educsci12020086>.

BARLISH, K.; SULLIVAN, K. **How to measure the benefits of BIM - A case study approach.** Automation in Construction, Volume 24, 2012, Pages 149-159, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>

CEPA, J.J.; PAVÓN, R.M.; ALBERTI, M.G.; CICCONE, A.; ASPRONE, D. **A Review on the Implementation of the BIM Methodology in the Operation Maintenance and Transport Infrastructure.** Applied Sciences. 2023, 13, 3176. <https://doi.org/10.3390/app13053176>.

REIDSEMA, C.; KAVANAGH, L.; HADGRAFT, R.; SMITH, N. **The Flipped Classroom: Practice and Practices in Higher Education,** 1<sup>a</sup> ed., Springer Singapore, 2017, <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3413-8>.

KAVANAGH, L.; REIDSEMA, C.; McCREDDEN, J.; SMITH, N. **The Flipped Classroom: Design Considerations,** 1<sup>a</sup> ed., Springer Singapore, 2017, [https://doi.org/10.1007/978-981-10-3413-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-10-3413-8_2).

LINDEINER-STRÁSKÝ, K. v.; STICKLER, U.; WINCHESTER, S. **Flipping the flipped: The concept of flipped learning in an online teaching environment.** *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 1-17, 2020, 37(4), <https://doi.org/10.1080/02680513.2020.1769584>.

MARQUES, L.S. **A sala de aula invertida no Ensino Superior: uma experiência nas aulas de língua alemã.** *USP Journals - Portal de Revistas da USP - Pandaemonium Germanicum*, Volume 25, 2022, 47. <https://doi.org/10.11606/1982-8837254713>.

VU, T.; MAGIS-WEINBERG, L.; JANSEN, B.R.J. et al. **Motivation-Achievement Cycles in Learning: a Literature Review and Research Agenda.** *Educational Psychology Review*, 34, 2022, 39–71, <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09616-7>.

PEKRUN, R. **The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice.** *Educational Psychology Review*, 18, 2006, 315–341, <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>.

HOFMANN, C.; LAUBER, S.; HAEFNER, B.; LANZA, G. **Development of an agile development method based on Kanban for distributed part-time teams and an introduction framework.** *Procedia Manufacturing*, 23 (2018) 45-50. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.159>.

PEREIRO, X.; CABALEIRO, M.; CONDE, B.; RIVEIRO, B. **BIM methodology for cost analysis, sustainability, and management of steel structures with reconfigurable joints for industrial structures.** *Journal of Building Engineering*, Volume 77, 2023, 107443, <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107443>.

BELOSO, N. A.; SILVA, D. **BIM Cost Calculator: Contract Costing of Building Information Modeling Services Using Parametric Estimates for BIM-Based Projects in the Philippines.** *International Conference on Civil Engineering*, 2023, 365-386, [https://doi.org/10.1007/978-981-99-4045-5\\_31](https://doi.org/10.1007/978-981-99-4045-5_31).

CHUNG, J.; SUKUMARAN, S.; HLEBNIKOV, A.; VOLKOVA, A. **Design and Development of a Conceptual Solar Energy Laboratory for District Heating Applications.** *Solar*, 2023, 3(3), 504-521, <https://doi.org/10.3390/solar3030028>.

ALASKAREE, E. H. **Air conditioning of a classroom with solar energy using an absorptive cooling system.** *Energy and Buildings*, Volume 296, 2023, 113379, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113379>.

HONG, J.C. ; . CHAN, H.Y; TENG, Y.H.; TAI, K.H.; LIN, C.Z. **VR training program for fire escape: Learning progress predicted by the perception of fire presence, VR operational frustration, and gameplay self-efficacy**, *Computers & Education: X Reality*, Volume 3, 2023, 100029, <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100029>.

HWANG, G.J.; CHIEN, S.Y. **Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective**. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 3, 2022, 100082, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082>.

MENIN, A.; TORCHELSEN, R.; NEDEL, L. **The effects of VR in training simulators: Exploring perception and knowledge gain**. *Computers & Graphics*, Volume 102, 2022, 402-412, <https://doi.org/10.1016/j.cag.2021.09.015>.

OJE, A. V.; HUNSU, N. J.; MAY, D. **Virtual reality assisted engineering education: A multimedia learning perspective**. *Computers & Education: X Reality*, Volume 3, 2023, 100033, <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100033>.

PREIS, T.; MOAT, H. S.; STANLEY, H. E. **Quantifying Trading Behavior in Financial Markets Using Google Trends**, *Nature Scientific Reports*. 3:1684 (2013) 1-6. <https://doi.org/10.1038/srep01684>.

ANSARI, Y.; YASMIN, S.; NAZ, S.; ZAFFAR, H.; ALI, Z.; MOON, J.; RHO, S. **A Deep Reinforcement Learning-Based Decision Support System for Automated Stock Market Trading**, *IEEE Access Journal*. 10 (2022) 127469-127501. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3226629>.

ZHOU, B. **ICTs and Opinion Expression: An Empirical Study of New-Generation Migrant Workers in Shanghai**, *Impact of Information Society Research in the Global South*, Springer Open. (2015) 265-282. [https://doi.org/10.1007/978-981-287-381-1\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-287-381-1_14).

SCHMITZ, H. C.; LUTZ, B.; WOLFF, D.; NEUMANN, D. **When machines trade on corporate disclosures: Using text analytics for investment strategies**, *Decision Support Systems*. 165 (2023) 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2022.113892>.

SERUGENDO, G. D. M.; FITZGERALD, J.; ROMANOVSKY, A.; GUELF, N. **A generic framework for designing and implementing self-adaptative and self-organising systems**, *Technical Report Series, Computing Science, University of Newcastle Upon Tyne*. 08141 (2007) 1-6. <https://doi.org/10.4230/DagSemProc.08141.3>.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**, second ed., John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, 2002. [http://refhub.elsevier.com/S2215-0161\(23\)00308-4/sbref0009](http://refhub.elsevier.com/S2215-0161(23)00308-4/sbref0009).

OLIVEIRA, T.C.; ALENCAR, P.; COWAN, D.; FILHO, I.M.; LUCENA, C.J.P. **xTAO: enabling a declarative approach to the specification of multiagent systems**, Proceedings of the Fourth International Workshop on Software Engineering for Large-scale Multi-agent. 30 (2005) 1-7. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1082983.1082968>.

LUO, Y.; DAVIS, D. N.; LIU, K. **A Multi-Agent Decision Support System for Stock Trading**, IEEE Network Magazine. 16 (2002) 1-10. <https://doi.org/10.1109/65.980541>.

BELLIFEMINE, F. L.; CAIRE, G.; GREENWOOD, D. **Developing Multi-Agent Systems with JADE**, first ed. John Wiley & Sons, Ltd, 2007. ISBN: 978-0-470-05840-4.

JIA, L.; YU, S.; XIANGYUN, X. **Why is the correlation between crude oil prices and the US Dollar exchange rate time-varying? Explanations based on the role of key mediators**, International Journal of Financial Studies. 6 (2018) 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijfs6030061>.

BIBI, S.; KATSAROS, D.; BOZANIS, P. **Business Application Acquisition: On-Premise or SaaS-Based Solutions?**, in IEEE Software, vol. 29, no. 3, pp. 86-93, 2012, doi: <https://doi.org/10.1109/MS.2011.119>.

FIPA foundation. **Foundation for Intelligent Physical Agents**. <http://www.fipa.org>. Acesso em: 27 jun. 2024 às 08h00min.

POSLAD, S. **Specifying protocols for multi-agent system interaction**. ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems. vol.2, 4, Article 15 (November 2007), 24 pages. <http://doi.acm.org/10.1145/1293731.1293735>.

BAUER, M.D. **Bridging the Gap: Forecasting Interest Rates with Macro Trends**, Economic Letter Research from the Federal Reserve Bank of San Francisco, 2017-21, 2017. <https://www.frbsf.org/wp-content/uploads/el2017-21.pdf>. Acesso em 18 abr. 2024 às 23h:26min.

SCRUM. **Reuniões e cerimônias**. <https://medium.com/@esgoncalves/scrum-as-reuni%C3%B5es-e-cerim%C3%B4nias-a50219d22856>. Acesso em: 27 jun. 2024 às 08h12min.

TAKEUCHI H., NONAKA I. **The New New Product Development Game**. Harvard Business Review 64, n° 1 (January–February 1986) <https://hbr.org/1986/01/the-new-new-product-development-game>. Acesso em: 27 jun. 2024 às 08h12min.

BORKOWSKI M., FRAUENTHALER P., SIGWART M., HUKKINEN T., HLADKY O., SCHULTE S. **Cross-Blockchain Technologies: Review, State of the Art, and Outlook - White Paper**, TU Wien; March 2019, version 1.0. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30902.14403>.

NAGOTHU D., XU R., NIKOUEI S. Y., CHEN Y. **A Microservice-enabled Architecture for Smart Sur-veillance using Blockchain Technology** - IEEE International Smart Cities Conference (ISC2) Kansas City, MO, USA, 2018, pp. 1-4. <https://doi.org/10.1109/ISC2.2018.8656968>.

TIKHOMIROV S., VOSKRESENSKAYA E., IVANITSKIY I., TAKHAVIEV R., MARCHENKO E., ALEXANDROV Y. **SmartCheck: Static Analysis of Ethereum Smart Contracts** - WETSEB'18, Gothenburg, Sweden - ACM, New York, NY, USA, 9–16, 2018. <https://doi.org/10.1145/3194113.3194115>.

LORD D., QIN X., GEEDIPALLY S.R., **Chapter 5 - Exploratory analyses of safety data**, Editor(s): Dominique Lord, Xiao Qin, Srinivas R. Geedipally, **Highway Safety Analytics and Modeling**, Elsevier, 2021, Pages 135-177, ISBN 9780128168189, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816818-9.00015-9>.

KRAUS M., ANGERBAUER K., BUCHMÜLLER J., SCHWEITZER D., KEIM D. A., SEDLMAIR M., and FUCHS J. **Assessing 2D and 3D Heatmaps for Comparative Analysis: An Empirical Study**. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '20). ACM Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1–14, 2020. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376675>.

BLASCHE G., SZABO B., WAGNER-MENGHIN M., EKMEKCIOGLU C., Gollner E. **Comparison of rest-break interventions during a mentally demanding task**. *Stress and Health*. 2018; 34: 629–638. <https://doi.org/10.1002/smi.2830>.

GINNS, P., MUSCAT, K., & NAYLOR, R. **Rest breaks aid directed attention and learning**. *Educational and Developmental Psychologist*, 40(2), 141–150, 2023. <https://doi.org/10.1080/20590776.2023.2225700>.

SAIBANNAVAR, D., MATH, M.M., KULKARNI, U. **A Survey on On-Board Diagnostic in Vehicles**. In: Raj, J.S. (eds) *International Conference on Mobile Computing and Sustainable Informatics*. ICMCSI 2020. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49795-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49795-8_5).

BAEK, S.-h., JANG, J.-W., **Implementation of integrated OBD-II connector with external network**, Information Systems, Vol. 50, 2015, Pages 69-75, <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.06.011>.

BECK K., "Extreme Programming," **Proceedings Technology of Object-Oriented Languages and Systems**. TOOLS 29 (Cat. No.PR00275), Nancy, France, 1999, pp. 411-411, doi: <https://doi.org/10.1109/TOOLS.1999.779100>.

## Anexo A - Softwares Utilizados

Para o desenvolvimento de um sistema inteligente de apoio à decisão, utilizando a metodologia MaSID sugerimos montar um ambiente de desenvolvimento dedicado com os softwares que vamos listar a seguir.

Vamos utilizar o *framework* (Jade) como dependência no desenvolvimento do ecossistema multi-agente baseado em Java, com isso vamos seguir o padrão FIPA de troca de mensagem e garantir o seu uso gratuito. Atualmente existem dois *frameworks* para o desenvolvimento de agentes com python um deles é o pade, a documentação pode ser encontrada em <https://pade.readthedocs.io/pt-br/latest/> o outro é o spade, a documentação pode ser encontrada em <http://spade-mas.readthedocs.io/> ambos seguem o MIT license (uso gratuito).

Vamos apresentar a instalação dos softwares sugeridos, não há necessidade de realizar a instalação em uma sequência, apenas é necessário que todos da lista abaixo estejam instalados.

- MetaTrader5
- AutoIT
- Python
- Java JDK 8
- Eclipse jee índigo SR2
- *Jade framework*

### **METATRADER**

O MetaTrader5 (MT5) é um software gratuito de análise de dados de ativos da bolsa de valores; este software está disponível para Windows, Linux e Mac. O arquivo de instalação do MetaTrader5, pode ser encontrado na URL <https://www.metatrader5.com/pt/download>.

Sugerimos solicitar na sua corretora ou banco um usuário de sistema para realizar apenas consulta na bolsa de valores, caso não seja possível sugerimos

montar um padrão em um arquivo texto (terminação da sua preferência .txt ou .csv por exemplo) as simulações com valores obtidos da bolsa de valores.

Com este software podemos ser mais específicos na criação de programas de análise técnica e instrumentos de análise no que diz respeito a ativos da bolsa.



**Figura 39.** Anexo A – Tela de apresentação do software MetaTrader5.

### **AUTOIT v3**

O AutoIT é um software que permite construir um RPA para buscar informações que não estão disponíveis via API REST, por exemplo. Este software está disponível para Windows, Linux e Mac e pode ser encontrado em URL <https://www.autoitscript.com/site/autoit/downloads/>.

As extrações de dados de órgãos como o Banco Mundial foram feitas com este software, pois não tínhamos uma API REST disponível para a obtenção destes dados. Com este software foi possível criar automações que necessitavam da extração de dados importantes para a tomada de decisão. O próximo passo é realizar a instalação do AutoIT.

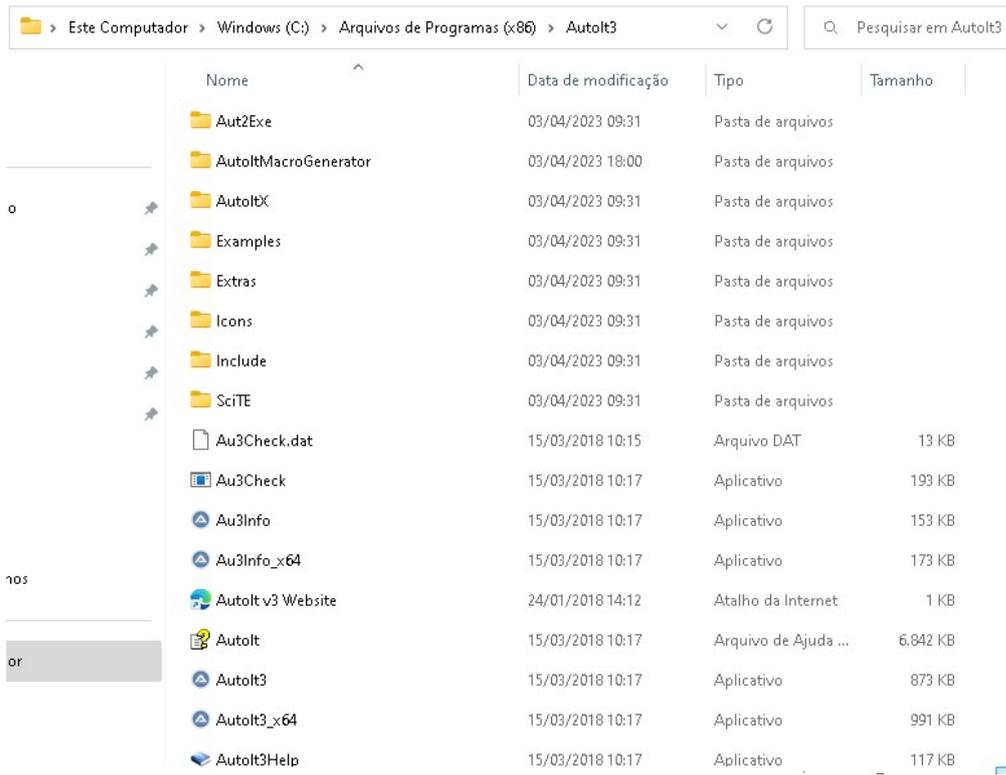


**Figura 40.** Anexo A – Tela de instalação do software AutoIT.

Siga na instalação recomendada pelo fabricante e escolha a identificação automática de arquivos do autoIT terminação .au3.



**Figura 41.** Anexo A – Tela de instalação AutoIT espaço necessário.



**Figura 42.** Anexo A – AutoIT exemplos.

## PYTHON

Para o Python utilizamos a distribuição Anaconda, o instalador pode ser encontrado no link <https://www.anaconda.com/products/distribution> e está disponível para Windows, Linux e Mac. Com o Anaconda instalado podemos baixar a maioria das bibliotecas utilizadas no desenvolvimento com Python, por exemplo, a biblioteca OS e Pandas. Com Python, construímos, por exemplo, um programa auxiliar para estruturar o ambiente do sistema multi-agente.

A seguir vemos os passos para instalar o anaconda com o notebook jupyter.

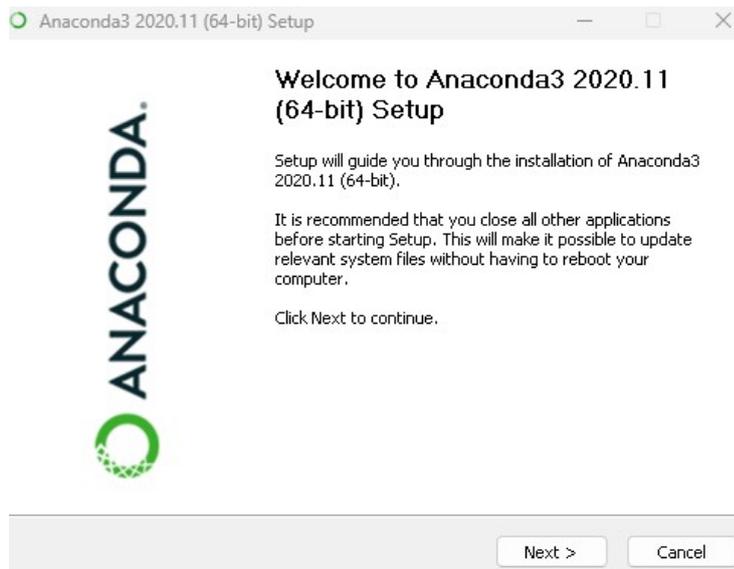


Figura 43. Anexo A – Tela de instalação Anaconda.

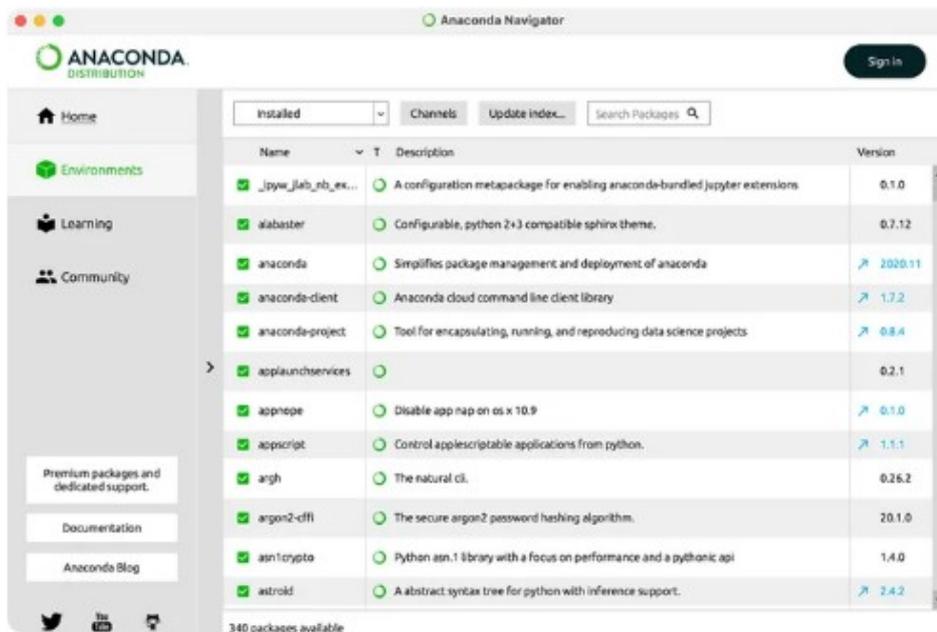
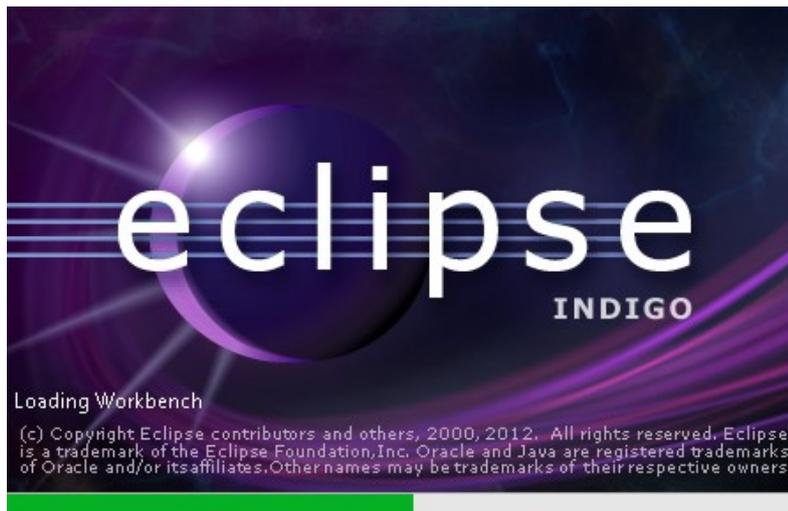


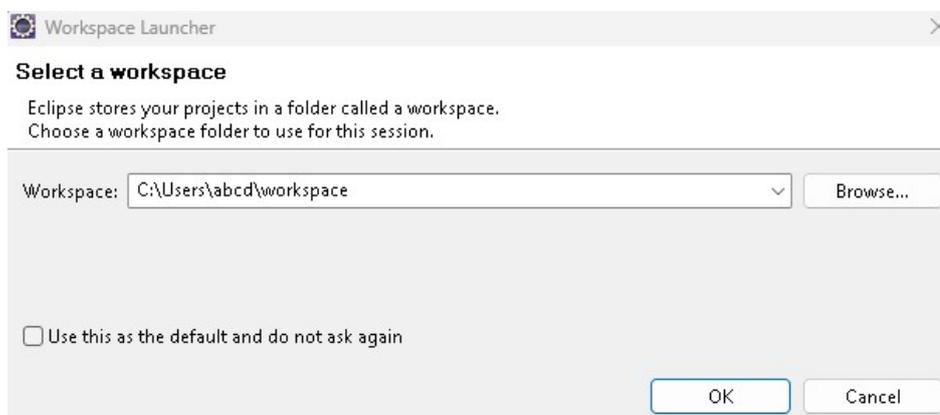
Figura 44. Anexo A – Tela de de utilização Anaconda.

## JAVA jdk8 - ECLIPSE JEE ÍNDIGO SR2

Após instalar o Eclipse e o Java jdk8, podemos adicionar a biblioteca do *framework* Jade. Nesse sentido, vamos iniciar o ecossistema de negociação com agentes desenvolvidos em Java com o *framework* JADE.



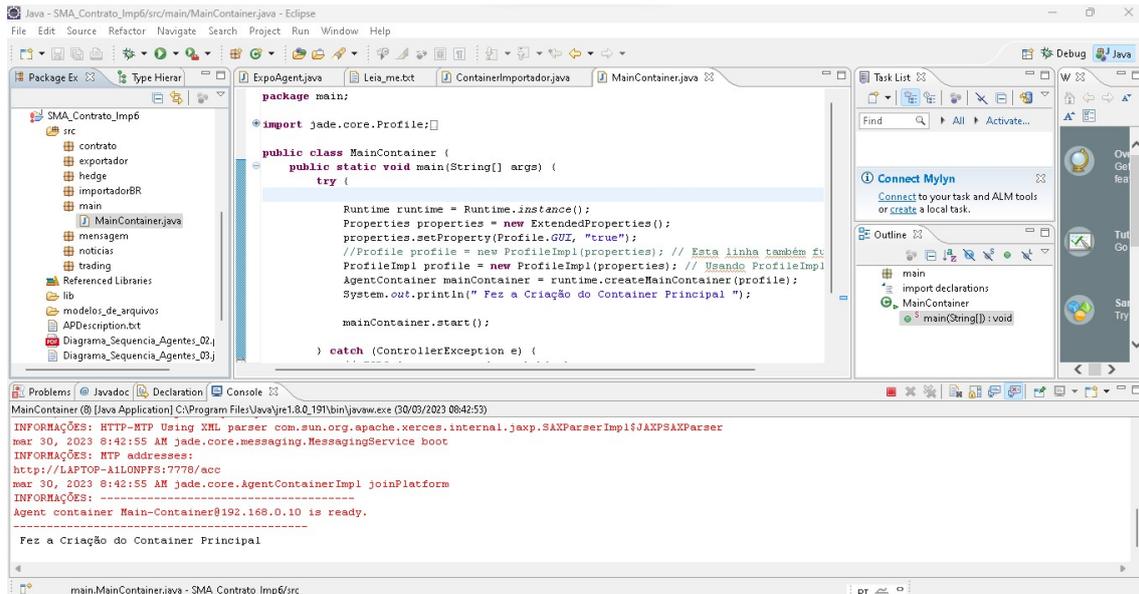
**Figura 45.** Anexo A – Tela de instalação Eclipse.



**Figura 46.** Anexo A – Definição do workspace no Eclipse.

O início do container com JADE deve ser feito por uma aplicação Java comum e seu início utilizará localhost.

- 1) Início do contêiner principal.



**Figura 47.** Anexo A – Código para criação de agentes com Jade.



**Figura 48.** Anexo A – Container principal de agentes.

- 2) Início do Contêiner Secundário junto ao agente importador – este contêiner será para uso dos interessados em realizar uma importação.

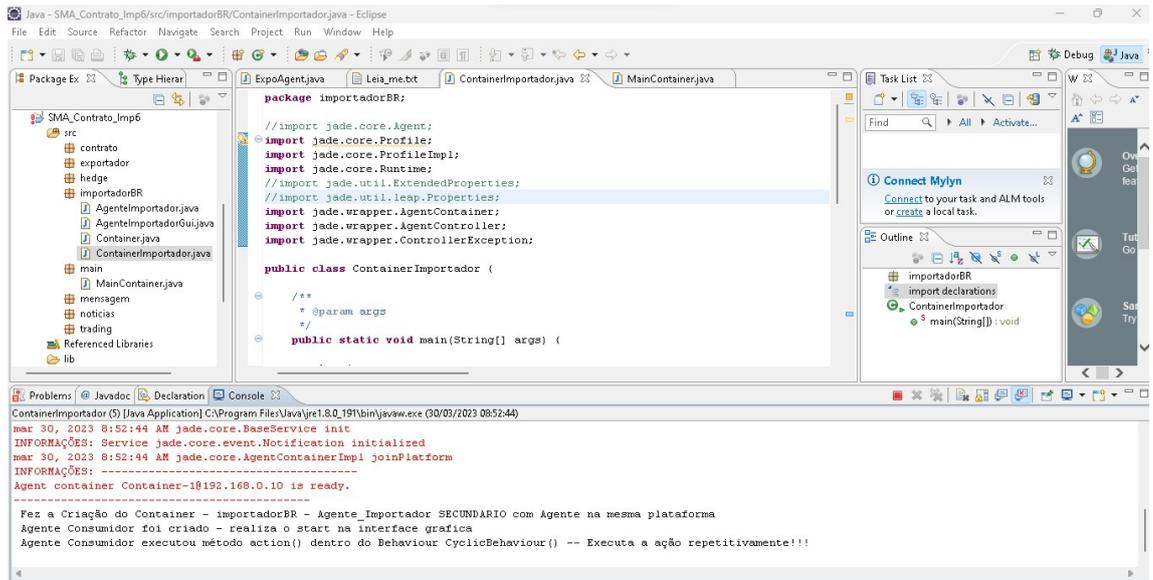


Figura 49. Anexo A – Código do agente importador.

Protótipo de interface para uso do agente importador.



Figura 50. Anexo A – Tela do agente importador.

Container principal com agente de importação

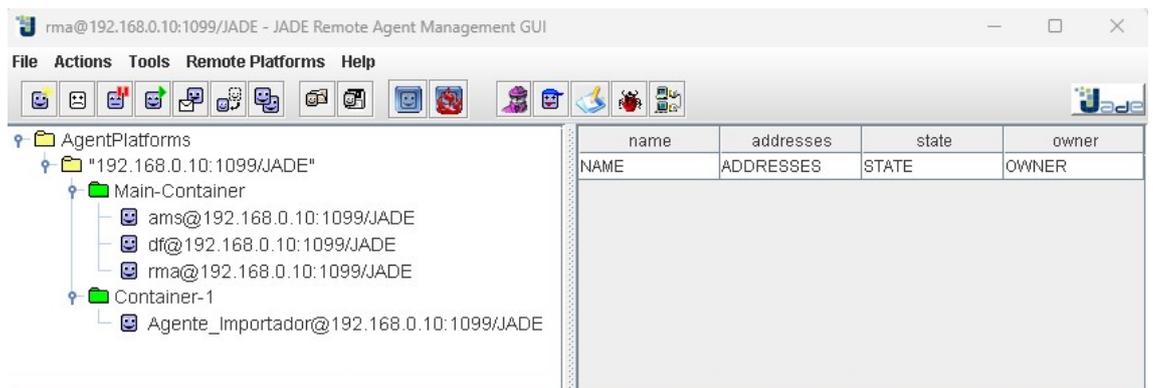


Figura 51. Anexo A – Container recebendo o agente importador.

A mesma estratégia pode ser adotada para a construção do agente exportador, mantendo um intermediador dentro do ambiente de negociação visando assim uma coordenação entre os agentes.