



Escola Politécnica da USP

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO MECÂNICA**

**OSCAR STIVEN MORALES ZAPATA**

**Modelagem do Processo de Co-criação de  
Valor para o Design de Sistemas de Serviço  
Automatizados**

SÃO PAULO  
2023

OSCAR STIVEN MORALES ZAPATA

# Modelagem do Processo de Co-criação de Valor para o Design de Sistemas de Serviço Automatizados

**Versão Corrigida**

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Engenharia de Controle e Automação Mecânica.

**Orientador: Prof. Dr. José Reinaldo Silva**

SÃO PAULO  
2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do autor: \_\_\_\_\_

Assinatura do orientador: \_\_\_\_\_

### Catálogo-na-publicação

Morales Zapata, Oscar Stiven

Modelagem do Processo de Co-criação de Valor para o Design de Sistemas de Serviço Automatizados / O. S. Morales Zapata. J. R. Silva – versão corr. – São Paulo, 2023.

206 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos.

1.Co-criação de Valor 2. Design de Serviços 3. Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos 4. Sistema de Serviços de Produto. I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos. II. Morales Zapata, Oscar Stiven. III. Silva, José Reinaldo.

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO MECÂNICA**

**DEFESA DE DOUTORADO**

**Modelagem do Processo de Co-criação de Valor para o  
Design de Sistemas de Serviço Automatizados**

Autor: Oscar Stiven Morales Zapata

Orientador: Prof. Dr. José Reinaldo Silva

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo:

---

**Prof. Dr. José Reinaldo Silva**  
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Presidente

---

**Prof. Dr. Diolino José dos Santos Filho**  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

---

**Prof. Dr. Fabio Levy Siqueira**  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

---

**Prof. Dr. Javier Martinez Silva**  
INSTITUTO ELDORADO

---

**Prof. Dr. Robert Eduardo Cooper Ordoñez**  
UNIVERSIDADE DE CAMPINAS

A Ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

SÃO PAULO, 29 de Setembro de 2023.



*Dedicado àquela pessoa que acompanhou e participou de todos os momentos ao longo do desenvolvimento deste trabalho, seja nos dias de desafios ou nos dias de conquistas, nos momentos de realização pessoal e nas situações em que a clareza do caminho e das decisões parecia se perder. Essa pessoa, através do seu exemplo, das suas palavras e do seu constante apoio, fez uma diferença significativa. Foi ela quem me ensinou o verdadeiro significado da paixão pelo trabalho, compartilhando o mesmo espaço de escritório todos os dias e sempre reforçando a importância de encontrar a felicidade no que fazemos.*

## Agradecimentos

Agradeço imensamente aos meus pais, Yined e Abel, por todo o apoio nesta fase da minha vida. Eles estiveram presentes em todas as decisões que tomei, oferecendo a melhor educação em valores e profissionalmente, o que me tornou a pessoa que sou hoje. São exemplos de trabalho árduo, simplicidade e humildade. Ensinaram-me a importância de lutar pelos meus objetivos e sempre estiveram ao meu lado como suporte. Sou grato pelo apoio incondicional e pela presença constante.

Ao meu irmão Bryan, agradeço por ser uma pessoa espontânea que encara a vida com um sorriso, mesmo diante dos problemas. Ele me enxerga como um exemplo a seguir e é difícil acreditar que eu gostaria de ter alguns dos comportamentos e pensamentos que fazem parte da sua personalidade. Agradeço pelo seu jeito único de ser, pensar e agir na vida.

Ao professor Dr. José Reinaldo Silva, pela orientação, dedicação, confiança e apoio constante ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e profissional.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento e à Área de engenharia de Controle e Automação Mecânica no Programa de Engenharia Mecânica da Universidade de São Paulo - Escola Politécnica pela infraestrutura laboratorial e pelos recursos disponibilizados. Seu suporte foi essencial para a realização deste trabalho

*“Renda-se, como eu me rendi. Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei.  
Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento.”  
A Hora da Estrela, Clarice Lispector*

## Resumo

Nos últimos anos, os sistemas de automação passaram por transformações significativas, marcando uma transição notável da ênfase em produtos para uma abordagem centrada nos serviços (*service-oriented*), ou até mesmo uma combinação de produtos e serviços. Essa mudança de paradigma reflete a importância crescente do usuário final na funcionalidade e no sucesso econômico desses sistemas. Portanto, destaca-se a essencialidade de ferramentas, processos, métodos e técnicas que capacitam os clientes-usuários a se tornarem co-criadores de valor e consumidores dos produtos oferecidos pelas organizações.

A evolução da integração entre detalhamento, planejamento, modelagem e análise de produtos-serviços tem sido notável, mas ainda existe a necessidade de buscar métodos inovadores que aprimorem a integração entre o produto-serviço e o processo de produção. A incorporação de abordagens como a Engenharia de Requisitos (*RE*), a Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (*GORE*) e a Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos (*MBRE*) demonstra um potencial significativo para as empresas, pois auxiliam na obtenção de informações cruciais para a verificação e aprimoramento virtual do sistema antes da implementação efetiva. A inclusão de métodos semi-formais e formais desempenha um papel relevante na captura e transformação de requisitos nas fases iniciais do ciclo de vida do produto-serviço, enfatizando a importância de priorizar a modelagem e análise dos requisitos comunicados pelos clientes-usuários.

O modelo básico associado à Engenharia de Requisitos abrange depuração, modelagem, análise, documentação, verificação e gerenciamento dos requisitos eliciados. É importante notar que os requisitos respondem à pergunta “o que” e não ao “como” o produto-sistema será desenvolvido, destacando a distinção entre a pesquisa e a implementação. Uma das vantagens notáveis de trabalhar com a Engenharia de Requisitos é a rastreabilidade dos requisitos e a capacidade de formalizá-los por meio de ferramentas gráficas ou matemáticas, como as Redes de Petri.

Este trabalho propõe um método inovador que incorpora a modelagem e análise do acoplamento entre o produto-serviço, o usuário final e a co-criação de valor na fase de eliciação de requisitos, com foco especial em sistemas automatizados. O método proposto foi rigorosamente avaliado em um caso de estudo envolvendo robótica colaborativa para solucionar desafios logísticos em um ambiente hospitalar. Vale ressaltar que o método é aplicável a uma ampla variedade de sistemas, mas seu potencial se destaca em sistemas automatizados colaborativos, onde a fase de eliciação de requisitos é crucial devido ao acoplamento crítico entre o usuário e o sistema, garantindo a entrega de produtos-serviços de qualidade que atendam às necessidades e desejos dos usuários.

### Palavras-chave:

Co-criação de Valor, Design de Serviços, Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos, Sistema de Serviços de Produto.

## Abstract

In recent years, automation systems have undergone significant transformations, marking a notable shift from an emphasis on products to a service-oriented approach, or even a combination of products and services. This paradigm shift reflects the growing importance of the end user in the functionality and economic success of these systems. Therefore, it highlights the essentiality of tools, processes, methods, and techniques that empower customer-users to become co-creators of value and consumers of the products offered by organizations.

The evolution of the integration between detailing, planning, modeling, and analysis of product-services has been remarkable, yet there is still a need to seek innovative methods that enhance the integration between the product-service and the production process. The incorporation of approaches such as Requirements Engineering (*RE*), Goal-Oriented Requirements Engineering (*GORE*), and Model-Based Requirements Engineering (*MBRE*) demonstrates significant potential for companies, as they assist in obtaining crucial information for virtual verification and improvement of the system before actual implementation. The inclusion of semi-formal and formal methods plays a relevant role in capturing and transforming requirements in the early stages of the product-service lifecycle, emphasizing the importance of prioritizing the modeling and analysis of requirements communicated by customer-users.

The fundamental model associated with Requirements Engineering encompasses debugging, modeling, analysis, documentation, verification, and management of elicited requirements. It is important to note that requirements address the “what” and not the “how” of product-system development, emphasizing the distinction between research and implementation. One notable advantage of working with Requirements Engineering is the traceability of requirements and the ability to formalize them through graphical or mathematical tools, such as Petri Nets.

This work proposes an innovative method that incorporates the modeling and analysis of the coupling between the product-service, the end user, and the co-creation of value in the requirements elicitation phase, with a special focus on automated systems. The proposed method has been rigorously evaluated in a case study involving collaborative robotics to address logistical challenges in a hospital environment. It is worth noting that the method is applicable to a wide range of systems, but its potential shines in automated systems, where the requirements elicitation phase is critical due to the critical coupling between the user and the system, ensuring the delivery of high-quality product-services that meet the needs and desires of users.

### **Key-words:**

Value Co-creation, Service Design, Model-Based Requirements Engineering, Product-Service System.

## Lista de Figuras

2.1	Rede de palavras-chave da <i>MBRE</i> . . . . .	26
2.2	Rede de co-ocorrência entre <i>MBRE</i> e <i>PSS</i> . . . . .	27
2.3	Rede de co-ocorrência entre a Indústria 4.0 e a co-criação de valor . . . . .	27
2.4	Rede de co-ocorrência entre <i>GORE</i> e a Engenharia de Sistemas de Serviço . . . . .	28
2.5	Rede de co-ocorrência entre o <i>PSS</i> e a co-criação de valor . . . . .	29
2.6	Método conceitual para a engenharia de sistema de serviço . . . . .	32
2.7	Elementos principais da Engenharia de Sistemas . . . . .	35
2.8	Elementos fundamentais de um serviço . . . . .	36
2.9	Método de criação de valor . . . . .	38
2.10	Tipos de co-criação de valor . . . . .	41
2.11	Espaço comum de co-criação . . . . .	42
2.12	Espectro de co-criação . . . . .	42
2.13	Tipos de co-criação . . . . .	43
2.14	Etapas de co-criação . . . . .	44
2.15	Ontologia da co-criação de valor . . . . .	44
2.16	Método qualitativo baseado em gráficos . . . . .	53
2.17	Meta-modelo de <i>KAOS</i> . . . . .	55
2.18	Diagrama de objetivo do elevador . . . . .	62
2.19	Diagrama de objetivo da chamada do elevador . . . . .	63
2.20	Diagrama de objeto do elevador . . . . .	64
2.21	Diagrama de responsabilidade do sistema protegido contra incêndio do elevador . . . . .	65
2.22	Diagrama de responsabilidade da empresa de elevadores . . . . .	65
2.23	Diagrama de operações do processo de controle do elevador . . . . .	66
2.24	Estrutura da Rede de Petri . . . . .	68
2.25	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento das propriedades . . . . .	71
2.26	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento da propriedade de alcançabilidade . . . . .	72
2.27	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento da propriedade de limitabilidade e segurança . . . . .	73
2.28	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento da propriedade de vivacidade . . . . .	74
2.29	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento da propriedade de reversibilidade . . . . .	74
2.30	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento da propriedade de cobertura . . . . .	75
2.31	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento da propriedade de persistência . . . . .	75
2.32	Exemplo da <i>RdP</i> para o detalhamento da propriedade de equidade . . . . .	76
3.1	Classificação do objetivo . . . . .	83
3.2	Ciclo de vida dos requisitos ( <i>MBRE</i> ) . . . . .	85
3.3	Modelagem e análise de requisitos . . . . .	86
3.4	Ciclo de vida da proposta da modelagem e análise de requisitos . . . . .	87
3.5	Exemplo do diagrama de objetivos desenhado no <i>ObjectivER</i> ® para gerar o formato <i>XML</i> . . . . .	89

3.6	Proposta da primeira versão do <i>KML2PNML</i> . . . . .	92
3.7	Princípios, fundamentos e regras do método <i>KAOS</i> adaptados à proposta <i>KML2PNML</i> . . . . .	93
3.8	Exemplo do diagrama de objetivos desenhado no <i>KML2PNML</i> para gerar o formato <i>KML</i> . . . . .	93
3.9	Método de trabalho da proposta <i>KML2PNML</i> . . . . .	94
3.10	Exemplo da <i>RdP</i> para gerar a <i>PNML</i> . . . . .	95
3.11	Fluxograma para transferência <i>KML</i> <-> <i>PNML</i> . . . . .	98
3.12	Contexto de desenvolvimento da proposta . . . . .	99
3.13	Ciclo da modelagem e análise dos requisitos . . . . .	101
3.14	Ambiente de trabalho usando <i>ObjectivER 3.0</i> ®, <i>KML2PNML</i> e <i>PIPE 4.3</i> ®	102
3.15	Classificação do usuário no <i>KML2PNML</i> . . . . .	108
3.16	Classificação padrão dos requisitos no <i>KML2PNML</i> . . . . .	109
3.17	Classificação dos requisitos no <i>KML2PNML</i> . . . . .	110
3.18	Síntese do processo da co-criação de valor . . . . .	111
4.1	Robô colaborativo - sistema móvel projetado e implementado . . . . .	115
4.2	Sistema automatizado para dispensar fármacos . . . . .	115
4.3	System-As-Is sistema da robótica colaborativa . . . . .	119
4.4	System-To-Be sistema da robótica colaborativa . . . . .	122
4.5	System-To-Be (sem obstaculo) sistema da robótica colaborativa . . . . .	123
4.6	Diagrama de operações do sistema de robótica colaborativa . . . . .	126
4.7	Rede de Petri System-To-Be . . . . .	128
4.8	Análise Invariante da <i>RdP</i> . . . . .	131
4.9	Análise do estado do espaço da <i>RdP</i> . . . . .	132
4.10	Árvore de acessibilidade da <i>RdP</i> . . . . .	133

## Lista de Tabelas

2.1	Funções do usuário . . . . .	39
2.2	Exemplos de métodos de formalismo na co-criação de valor . . . . .	48
2.3	Elementos do método <i>KAOS</i> . . . . .	58
2.4	Elementos para o fluxo de processos nas <i>RdP</i> . . . . .	69
3.1	Equivalência <i>RdP</i> e formato <i>PNML</i> . . . . .	94
3.2	Equivalência método <i>KAOS</i> para <i>RdP</i> . . . . .	103
4.1	Equivalência dos nomes do diagrama <i>KAOS</i> com os ID's atribuídos na <i>RdP</i>	129



## Lista de abreviaturas e siglas

<b>CPS</b>	Sistemas Ciber-Físicos
<b>DAM</b>	Dispensador Automático de Medicamentos
<b>GORE</b>	Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos
<b>IA</b>	Inteligência Artificial
<b>IoT</b>	Internet das Coisas
<b>KAOS</b>	Especificação Automatizada de Aquisição de Conhecimento
<b>KAOS+</b>	KAOS Estendido para Modelagem de Sistemas
<b>KML</b>	Linguagem de Marcação para Diagrama de KAOS
<b>LTL</b>	Lógica Temporal Linear
<b>MBRE</b>	Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos
<b>MBSE</b>	Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos
<b>PNML</b>	Linguagem de Marcação para Redes de Petri
<b>PSS</b>	Sistema de Produto-Serviço
<b>OBGGs</b>	Gramática de Grafos Baseada em Objetos
<b>QoS</b>	Qualidade do Serviço
<b>RE</b>	Engenharia de Requisitos
<b>RdP</b>	Rede de Petri
<b>RMA</b>	Robô Móvel Autônomo
<b>SDC</b>	Acoplamento de Entrega do Serviço
<b>SE</b>	Engenharia de Sistemas
<b>SGML</b>	Linguagem de Marcação Generalizada Padrão
<b>SoS</b>	Sistema de Sistemas
<b>SSE</b>	Engenharia de Sistemas de Serviços
<b>UML</b>	Linguagem de Modelagem Unificada
<b>VBA</b>	Linguagem de Programação Visual Basic para Aplicativos
<b>VD</b>	Valor Demandado
<b>VF</b>	Valor Fornecido
<b>XMI</b>	Intercâmbio de Metadados XML
<b>XML</b>	Linguagem de Marcação Extensível

## Sumário

1	INTRODUÇÃO . . . . .	16
1.1	Contexto . . . . .	16
1.2	Hipótese . . . . .	20
1.3	Objetivo . . . . .	20
1.3.1	Objetivo específico . . . . .	20
1.4	Método de Pesquisa . . . . .	21
1.5	Resultados Esperados . . . . .	22
1.6	Estrutura do trabalho . . . . .	22
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA . . . . .	25
2.1	Bibliometria . . . . .	25
2.2	Engenharia de Sistemas de Serviço . . . . .	29
2.2.1	Sistema de Produto-Serviço ( <i>PSS</i> ) . . . . .	35
2.2.2	Co-criação de Valor . . . . .	37
2.3	Métodos para modelagem da co-criação de valor . . . . .	45
2.3.1	Análise dos métodos para modelagem da co-criação de valor . . . . .	52
2.4	Método <i>KAOS</i> . . . . .	54
2.5	Estrutura do método <i>KAOS</i> . . . . .	57
2.5.1	Diagrama de objetivos . . . . .	62
2.5.2	Diagrama de objeto . . . . .	63
2.5.3	Diagrama de responsabilidade . . . . .	64
2.5.4	Diagrama de operações . . . . .	66
2.6	Redes de Petri ( <i>RdP</i> ) . . . . .	67
2.7	Propriedades das <i>RdP</i> . . . . .	70
2.7.1	Propriedades funcionais ou dinâmicas . . . . .	71
2.7.2	Propriedades estruturais ou estáticas . . . . .	76
2.7.3	Análise de invariantes . . . . .	77
2.8	Acoplamento de entrega do serviço . . . . .	79
3	MODELAGEM E ANÁLISE DA CO-CRIAÇÃO DE VALOR . . . . .	82
3.1	Modelagem de requisitos orientado a modelos . . . . .	83
3.2	Linguagem de transferência: XML . . . . .	87
3.2.1	Descrição <i>XML</i> para os diagramas <i>KAOS</i> : <i>KML</i> . . . . .	89
3.2.2	Transferência da XML para a PNML . . . . .	94
3.3	Aplicação da <i>MBRE</i> e da proposta de modelagem do usuário . . . . .	99
3.4	Análise do processo de co-criação de valor . . . . .	101
3.5	Modelando a co-criação de valor em <i>KAOS</i> . . . . .	106
4	CASO DE ESTUDO . . . . .	113
4.1	Robótica colaborativa . . . . .	113
4.1.1	Sistema de automação hospitalar . . . . .	114
4.1.1.1	Operação colaborativa Robô Móvel Autônomo e o Dispensador Automático de Medicamentos . . . . .	117

4.1.2	Design do System-as-is . . . . .	118
4.1.3	Design do System-to-be . . . . .	120
4.1.4	Formalização e análise das propriedades . . . . .	127
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	134
	REFERÊNCIAS . . . . .	136

**APÊNDICE** **148**

A	Formato <i>XML</i> gerado pelo <i>ObjectivER 3.0</i> . . . . .	148
B	Formato <i>XMI</i> gerado pelo <i>ObjectivER 3.0</i> . . . . .	196
C	Formato <i>XML</i> gerado pelo <i>KML2PNML</i> . . . . .	198
D	Formato do código <i>XML</i> correspondente à <i>PNML</i> . . . . .	201
E	Formato <i>PNML</i> canônico para transição <i>KML2PNML</i> . . . . .	204

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto

Os sistemas de automação passaram por mudanças significativas desde o início do século XXI, com o surgimento de novas perspectivas e aplicações em diversos nichos. Uma dessas mudanças importantes foi a transição da orientação exclusiva para produtos para a orientação de serviços (*service-oriented*), ou até mesmo a combinação de produtos e serviços. Uma característica fundamental dos serviços e artefatos orientados a serviços é o acoplamento entre eles e o usuário final, o qual desempenha um papel crucial tanto no aspecto funcional quanto econômico do sucesso desses sistemas.

Os sistemas de produto-serviço (*Product-Service Systems - (PSS)*) podem ser entendidos como artefatos híbridos que incorporam atividades automatizadas, visando primariamente satisfazer as necessidades dos consumidores, sejam eles humanos, máquinas ou sistemas híbridos. Esses sistemas integram produtos e serviços para atingir esse objetivo (ANNARELLI; BATTISTELLA; NONINO, 2016; GARCIA SÁEZ; CAPUZ RIZO, 2015). De acordo com CENTENERA e HASAN (2014), o *PSS* é definido como uma combinação integrada de produtos e serviços que proporcionam um consumo ideal. LINGEGÅRD (2020) argumenta que o *PSS* reduz o consumo de recursos sem comprometer a função do produto, incentivando os fornecedores a aumentar a eficiência dos recursos e prolongar a vida útil do serviço. MCKAY e KUNDU (2014) interpretam o *PSS* como um sistema composto por um produto físico com serviços associados a ele. BOEHM e THOMAS (2013) afirmam que o *PSS* é um pacote integrado de produtos e serviços com o objetivo principal de criar valor e utilidade para os clientes. É importante ressaltar que os *PSS* podem ser categorizados em três abordagens tradicionais: (i) orientada ao produto, (ii) orientada ao uso e (iii) orientada a resultados. Na orientação ao produto, a empresa concentra seus esforços na venda de produtos, oferecendo serviços adicionais, como serviços relacionados ao produto, aconselhamento e consultoria. Na orientação ao uso, o foco não está na venda dos produtos físicos, mas sim na disponibilização dos produtos em diferentes formas para compartilhá-los com diferentes clientes. Na orientação a resultados, o objetivo é resolver um problema específico e fornecer uma solução personalizada por meio de uma interação ativa entre usuários e fornecedores, resultando no detalhamento do produto-serviço desejado, sem a pré-determinação do produto em si (PRIYONO, 2017).

Essas abordagens levantam algumas questões: (i) na orientação ao produto, será adicionado um serviço aos produtos?. (ii) Na orientação ao uso, está-se considerando que o usuário não será mais proprietário do produto e passará a adquirir um serviço?. (iii) Na orientação a resultados, busca-se resolver um problema específico e fornecer uma solução aos usuários?. A resposta para essas perguntas varia de acordo com o contexto e os requisitos levantados, por outro lado, os serviços orientados para o produto possuem um

foco maior nos produtos, enquanto os serviços orientados para os resultados focam mais nos serviços. Não há uma resposta única e definitiva, pois tudo depende das circunstâncias específicas. No entanto, é possível afirmar os benefícios da implementação dos *PSS*, tais como o desempenho aprimorado da empresa, a satisfação do usuário e as vantagens competitivas geradas (FARGNOLI et al., 2018).

Segundo CARRERA-RIVERA, LARRINAGA e LASA (2022) e (ZUOXU et al., 2020), há argumentos de que os *PSS* inteligentes são direcionados a sistemas dinâmicos de co-criação de valor, que estão em constante evolução e contam com a participação de diferentes classes de usuários ao longo de todo o ciclo de vida do artefato, especialmente durante a fase final de uso. Essa abordagem é considerada uma nova estratégia para integrar serviços inteligentes como recursos, permitindo satisfazer as necessidades dos usuários em ambientes altamente dependentes do contexto. No entanto, para alcançar tais objetivos, é essencial prever e modelar o acoplamento com o usuário (entendido como o responsável pela co-criação de valor) já na fase de modelagem e análise de requisitos, por meio do uso de técnicas apropriadas de Engenharia de Requisitos (*Requirements Engineering - (RE)*).

A inclusão de novas técnicas da *RE* é especialmente relevante para capturar os desejos e expectativas dos usuários e stakeholders, bem como para modelar o acoplamento entre o usuário e o produto-serviço. Em geral, um modelo básico para o ciclo de desenvolvimento de requisitos (funcionais e não funcionais) consiste nas etapas de elicitação, modelagem, análise, documentação, verificação<sup>1</sup> e gerenciamento preventivo<sup>2</sup>.

É importante destacar que os requisitos respondem à pergunta do “*quê ou qual*” sobre o produto-serviço a ser criado, e não ao “*como*” o produto-serviço será implementado. Portanto, a abordagem inicial deve estar completamente desvinculada da implementação, escolha de equipamentos e detalhes tecnológicos (FAUDOU; BRUEL, 2016). Outra vantagem de uma boa engenharia de requisitos é a rastreabilidade, que se refere à capacidade de descrever, acompanhar e alcançar requisitos desde sua origem até o final do ciclo de vida, tanto em termos de refinamentos e realização quanto no sentido inverso, identificando o impacto de mudanças nas expectativas dos usuários e stakeholders (GOTEL; FINKELSTEIN, 1994).

Assim, a *RE* pode ser vista como uma atividade que requer uma comunicação eficaz entre as várias partes envolvidas no fornecimento do produto-serviço, bem como

---

<sup>1</sup>A presente pesquisa não inclui o processo de validação, uma vez que trabalha com modelos que permitem a representação por meio de métodos formais. Além disso, a validação não é necessária nos processos de análise de design, a menos que seja necessário justificá-la ao usuário. Por outro lado, no processo interno do design, a etapa de validação não é essencial devido ao fato de que cada ciclo possui um modelo fechado, o que impede a propagação de erros no sistema. Isso acaba sendo uma vantagem em relação aos desafios enfrentados ao projetar sistemas complexos.

<sup>2</sup>Embora haja uma relação de ordem parcial entre as fases de elicitação, modelagem, análise e verificação, ocorrem superposições, especialmente entre todas as fases relacionadas à prevenção do gerenciamento e à documentação.

com os consumidores. A utilização de técnicas de modelagem de processos possibilita alcançar um alto nível de qualidade na comunicação entre o usuário e o fornecedor do produto-serviço (SCHERER; ALBERS; BURSAC, 2017). No entanto, para obter esse resultado, é necessário combinar a aquisição de conhecimento, a modelagem eventualmente formal e a verificação em ciclos, formando o que é conhecido como Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos (*Model-Based Requirements Engineering - (MBRE)*) (SILVA et al., 2021). Além disso, a abordagem da *MBRE* deve representar formalmente o modelo de dados de requisitos, apoiar a cooperação colaborativa e interdisciplinar, e considerar a dinâmica do modelo de requisitos durante o processo de desenvolvimento, com o objetivo de garantir um processo orientado a objetivos que agrupe os requisitos em níveis de engenharia representados em modelos (WINDISCH et al., 2022). Atualmente, as atividades baseadas em modelos estão passando por uma rápida expansão, evoluindo desde a fase de desenvolvimento com a Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos (*Model Based Systems Engineering - (MBSE)*) (WALDEN et al., 2015; FRIEDENTHAL; GRIEGO; SAMPSON, 2007), até a geração automática de código, execução e manutenção de testes por meio da implementação de ferramentas de software (RAPOS, 2014). Também existem propostas de arquitetura para o produto-serviço que se concentram na interação com o usuário final (CHIU et al., 2021; SCHOONOVER; MONT; LEHNER, 2021; BEUREN; SOUSA-ZOMER; CAUCHICK-MIGUELL, 2017).

Conforme com DUTRA, DE OLIVEIRA e SILVA (2014), existem três etapas interativas fundamentais nos sistemas de serviços: (i) o co-design, (ii) a co-produção (*co-production*) e (iii) a co-criação de valor. A primeira etapa envolve a expectativa de novas características e demandas de acoplamento que devem ser incorporadas no design das novas versões, na forma de requisitos. A segunda etapa refere-se à colaboração entre os provedores de serviço e os fornecedores de insumos e recursos. Já a terceira etapa, que é o foco deste trabalho, trata especificamente do acoplamento entre o produto-serviço e o usuário final, bem como do processo colaborativo que deve ser estabelecido entre eles.

Portanto, os clientes-usuários desempenham um papel crucial na fase de desenvolvimento/design dos produtos-serviço, contribuindo para o processo de eliciação e modelagem dos requisitos. A interação entre o usuário e o fornecedor deve receber destaque no processo de eliciação de requisitos, uma vez que a satisfação do acoplamento entre o produto-serviço e o usuário final é essencial para a possibilidade de co-criação de valor. O sucesso do produto-serviço, e eventualmente o sucesso comercial do sistema automatizado<sup>3</sup>, dependerá dessa co-criação de valor.

Neste trabalho, é proposto um método associado a um ciclo de modelagem de requisitos desenvolvido no *D-Lab*<sup>4</sup>. A *MBRE* visa incorporar o processo de interação

<sup>3</sup>É utilizado o termo de sistema automatizado devido a que são sistemas mais críticos por causa do tempo de resposta e autonomia.

<sup>4</sup>Laboratório de Design do departamento de Engenharia Mecatrônica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

colaborativa entre o sistema de serviço e o usuário final. Dado que a modelagem de sistemas de serviço desafia os modelos convencionais baseados apenas em funcionalidades. É sugerido que o método de modelagem da co-criação de valor seja fundamentado na Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (*Goal-Oriented Requirements Engineering - (GORE)*). Essa abordagem justifica-se pela importância do levantamento de requisitos no desenvolvimento de serviços e pela necessidade de rastreabilidade, que garante a conformidade do produto-serviço com os requisitos elicitados e facilita o gerenciamento e a qualificação das mudanças. A *GORE* é implementada para responder às perguntas do “*por que*” e do “*como*”, documentando a necessidade de um determinado serviço e como ele pode ser implementado.

Na busca por métodos eficazes de identificação de requisitos, diversos enfoques têm sido propostos. Entre eles, destacam-se o *GBRAM*, que enfoca a identificação e a abstração inicial de objetivos a partir de múltiplas fontes de informações, supondo que as metas ainda não foram documentadas pelas partes interessadas (ANTON, 1997). Outro método relevante é o *GSTH*, que se concentra no levantamento de requisitos, definindo objetivos em um nível de abstração mais elevado (REGEV; WEGMANN, 2005). Além disso, a metodologia *TROPOS* é utilizada para a elicitação de requisitos em sistemas multi-agentes, buscando melhorar a compreensão dos relacionamentos organizacionais entre os diversos agentes envolvidos (MYLOPOULOS; CASTRO, 2000). Por fim, o método *KAOS* permite a modelagem formal de requisitos em termos de objetivos, restrições, hipóteses, ações, eventos e agentes, com a utilização de técnicas como refinamento, detecção e resolução de conflitos, e atribuição de responsabilidades (DARDENNE; VAN LAMSWEERDE; FICKAS, 1993). Esses métodos são exemplos de abordagens para representar a *GORE*. A presente pesquisa se aprofundará no método *KAOS*, dada sua popularidade na comunidade da *RE* e a utilização da ferramenta de modelagem de diagramas.

Além da contribuição teórica, este trabalho também visa implementar ferramentas práticas<sup>5</sup> para a modelagem diagramática e a formalização do fluxo de trabalho. Essas ferramentas serão projetadas com o objetivo de permitir a utilização efetiva do método, tanto no âmbito acadêmico quanto no mercado.

As perguntas de pesquisa que motivam este trabalho podem ser resumidas em:

- Como a co-criação de valor pode ser efetivamente incorporada no processo de desenvolvimento de produtos-serviços automatizados, permitindo uma maior participação do cliente-usuário e garantindo a entrega de soluções que atendam às suas necessidades e desejos?
- Quais são os métodos, técnicas e ferramentas mais adequados para a modelagem e análise dos requisitos em sistemas automatizados, levando em consideração a ras-

---

<sup>5</sup>O método proposto neste estudo combina a abordagem teórica com o uso de ferramentas ou sistemas já existentes. Vale ressaltar que o foco da pesquisa não é o desenvolvimento de um software ou sistema independente, mas sim a integração da proposta teórica com recursos práticos disponíveis.

treabilidade dos requisitos, a formalização das especificações e a verificação virtual do sistema antes da implementação real?.

- Como as Redes de Petri podem ser utilizadas de forma eficaz no processo de formalização e análise dos requisitos de sistemas automatizados, proporcionando uma representação gráfica e matemática precisa do comportamento do sistema, identificação de invariantes e análise da dinâmica do fluxo de trabalho entre produto-serviço, usuário final e co-criação de valor?.

## 1.2 Hipóteses

Uma vez identificadas as perguntas de pesquisa que orientam o estudo, surgem as seguintes hipóteses como afirmações fundamentadas e possíveis respostas a essas questões:

- A integração da co-criação de valor no processo de desenvolvimento de produtos-serviços automatizados, por meio da participação ativa do cliente-usuário desde a fase de eliciação de requisitos até a entrega final do produto, resultará em soluções mais alinhadas às necessidades e desejos dos usuários, aumentando a satisfação do cliente e agregando maior valor ao produto-serviço.
- A utilização combinada de métodos, técnicas e ferramentas da *GORE* e da *MBRE* no processo de modelagem e análise de requisitos em sistemas automatizados, juntamente com a representação gráfica e matemática das *RdP*, proporcionará um processo mais estruturado, orientado a objetivos e com maior rastreabilidade dos requisitos, resultando em soluções automatizadas de alta qualidade, que atendam às expectativas dos clientes e garantam a eficiência do fluxo de trabalho.

## 1.3 Objetivo

O objetivo geral deste estudo é propor um método para a modelagem e análise do acoplamento entre o produto-serviço e o usuário final, com foco na avaliação da co-criação de valor durante a fase de modelagem de requisitos, especialmente em sistemas automatizados.

### 1.3.1 Objetivo específico

Para atingir o objetivo geral da presente pesquisa, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Inserir o método da co-criação de valor no contexto da modelagem de um produto-serviço, utilizando uma abordagem orientada a objetivos representada pelo método *KAOS*.



- Integrar o método proposto no ciclo da Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos, permitindo a sua aplicação em diferentes fases do processo de desenvolvimento de produtos-serviços.
- Transformar o modelo de acoplamento entre o produto-serviço e o usuário final em uma representação formal baseada em Redes de Petri, a fim de completar o ciclo da Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos.
- Estabelecer parâmetros formais de análise para o acoplamento (por meio da transcrição do modelo semi-formal para o modelo formal) e para a co-criação de valor, utilizando Redes de Petri (*RdP*). Isso permitirá uma avaliação mais precisa e uma compreensão aprofundada da interação entre o produto-serviço e o usuário final.

Ao alcançar esses objetivos, a pesquisa contribuirá para uma melhor compreensão da importância da modelagem adequada do acoplamento entre o produto-serviço e o usuário final, enfatizando a co-criação de valor como um fator crítico de sucesso no desenvolvimento de sistemas automatizados. Além disso, espera-se que os resultados dessa pesquisa forneçam conhecimentos valiosos para a prática da Engenharia de Requisitos e aprimorem a abordagem da Engenharia de Requisitos Baseada em Modelos.

## 1.4 Método de Pesquisa

O método empregado nesta pesquisa é classificado como uma investigação aplicada e exploratória, que busca contribuições acadêmicas por meio de uma série de interações com os conceitos, visando responder às perguntas de pesquisa. Essa contribuição também está relacionada à sua aplicação prática na modelagem e análise de requisitos.

A pesquisa adotará o método de modelagem de requisitos fundamentado no paradigma estado-transição<sup>6</sup> apoiado na relação com sistemas de manufatura e sistemas (discretos) automatizados. Dessa forma, as representações baseadas em grafos, mais especificamente as *RdP*, serão combinadas com representações para a modelagem da *GORE*.

Os procedimentos técnicos e ferramentas escolhidos para este trabalho incluem o uso do método *GORE*, por meio dos diagramas *KAOS*, utilizando o ambiente de software *ObjectivER 3.0*®. Por sua vez, a técnica de modelagem e verificação formal será implementada utilizando as *RdP* na Plataforma Independente de Edição de *RdP* (*PIPE 4.3*®). Para a criação da Linguagem de Marcação para Diagrama de *KAOS* (*KML*), será utilizada a linguagem de programação Microsoft VBA, que foi proposta pelo *D-Lab* como um formato de intercâmbio baseado na Linguagem de Marcação eXtensível (*eXtensible*

---

<sup>6</sup>A presente pesquisa não adotará a modelagem de requisitos baseada no conceito de condição-evento, pois esse tipo de abordagem está relacionado a um tipo específico de rede. Em vez disso, o método proposto não impõe restrições para ser considerado uma rede de condição-evento. Pelo contrário, o método é baseado no paradigma matemático de descrição de sistemas distribuídos estado-transição.

*Markup Language - (XML)*). Por fim, a linguagem de programação Python será implementada como uma ferramenta de comunicação entre a *KML* e a Linguagem de Marcação para Redes de Petri (*PNML*), possibilitando assim o uso do método *KML2PNML*.

## 1.5 Resultados Esperados

A aplicação dos métodos da *MBRE* e a *GORE* tem o potencial de oferecer uma contribuição significativa para os processos de modelagem e análise de requisitos em diversos produtos-serviços. A utilização dos diagramas *KAOS*, em particular, é esperada para resultar em um aprimoramento substancial no detalhamento e refinamento dos requisitos, especialmente ao eliminar a necessidade de uma separação entre requisitos funcionais e não-funcionais já na fase inicial do processo de design.

As propriedades das *RdP* facilitam a modelagem de características relevantes em sistemas automatizados, possibilitando a análise de aspectos como concorrência, sincronização, conflitos, exclusões e bloqueios. Essa abordagem proporciona uma oportunidade para uma compreensão mais profunda do comportamento do sistema e a identificação de potenciais problemas que podem afetar seu desempenho e eficiência.

Além disso, espera-se que a aplicação desses métodos propostos proporcione uma melhor compreensão do acoplamento entre o produto-serviço e o usuário final, permitindo a identificação de oportunidades de co-criação de valor. Isso pode levar a uma maior satisfação do usuário, uma melhor adequação do produto-serviço às necessidades do mercado e uma maior eficiência na entrega de valor aos clientes.

Como resultado final, espera-se que essa pesquisa contribua para o avanço tanto na Engenharia de Requisitos quanto na Engenharia de Sistemas de Serviços, proporcionando conhecimentos essenciais para a melhoria contínua de sistemas automatizados, impulsionando a inovação e a competitividade das organizações.

## 1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi distribuído em 5 capítulos. O primeiro apresentou o contexto e a motivação da pesquisa. O contexto desse trabalho envolve a área da *RE* e busca contribuições acadêmicas e práticas para a modelagem e análise de requisitos em produtos-serviços. A hipótese central é que a aplicação dos métodos da *MBRE* e da *GORE*, aliada à modelagem formal por meio de *RdP*, pode melhorar a compreensão do acoplamento entre produto-serviço e usuário final, permitindo a identificação de oportunidades de co-criação de valor. Os objetivos específicos incluem a inserção do método da co-criação de valor na modelagem do produto-serviço, sua integração no ciclo da *MBRE*, a transformação do modelo de acoplamento em uma representação formal com *RdP* e o estabelecimento de parâmetros formais de análise. Os resultados esperados são um melhor detalhamento

e refinamento dos requisitos, uma compreensão mais profunda do comportamento do sistema automatizado e a identificação de oportunidades de co-criação de valor.

O capítulo 2 expõe uma revisão abrangente da literatura iniciada através de uma pesquisa bibliométrica, que incluiu análises de coocorrência de palavras-chave e a utilização de técnicas como a *MBRE* e *RdP*. Seguidamente os tópicos como Engenharia de Sistemas de Serviços, Sistema Produto-Serviço, Co-criação de Valor, métodos para modelar a co-criação de valor, a análise desses métodos, o método *KAOS*, as *RdP* e o acoplamento de entrega do serviço foram aprofundados. Essa revisão destacou a importância da colaboração entre fabricantes, usuários e stakeholders na co-criação de produtos-serviços. O método *KAOS* foi reconhecido como uma ferramenta relevante para capturar e representar os estágios e recursos envolvidos no ciclo de vida do produto-serviço, enquanto as *RdP* proporcionaram uma abordagem essencial para analisar sistemas de serviços. A revisão realizada estabeleceu uma base sólida de conhecimento teórico, fundamental para compreender os processos de entrega de serviços e aplicar estratégias eficientes de modelagem, visando aprimorar a qualidade e a eficiência dos produtos-serviços.

O capítulo 3 demonstra uma investigação minuciosa sobre a aplicação da *MBRE* na modelagem e análise desse processo. Através da utilização da linguagem de transferência *XML* e da abordagem *KAOS*, demonstra a eficácia na captura e representação dos requisitos e processos envolvidos na co-criação de valor entre fornecedores e consumidores. Além disso, é explorada uma análise detalhada do processo de co-criação de valor, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos objetivos, estratégias e interações entre as partes envolvidas. A abordagem proposta tem como objetivo fornecer uma base sólida para a maximização da produtividade na relação entre usuários e fornecedores de produtos e serviços, contribuindo para uma co-criação de valor efetiva. Para representar os objetivos esperados e as estratégias visando maximizar o valor de retorno, foram utilizados diagramas *KAOS*. Além disso, foi introduzido o conceito de expectativa como requisitos não funcionais e sub-objetivos desejáveis.

O capítulo 4 aborda a aplicação dos conceitos de robótica colaborativa em um ambiente hospitalar, com foco na interação e acoplamento com o usuário final. Inicialmente, é realizado o design do sistema atual (System-as-is), identificando os requisitos e características do sistema existente, bem como suas limitações. Em seguida, é feito o design do sistema desejado (System-to-be), incorporando melhorias e funcionalidades adicionais para atender às necessidades da automação hospitalar. Posteriormente, é realizada a formalização e análise das propriedades do sistema, utilizando as *RdP* para verificar sua correção, completude e desempenho. Essa abordagem permite garantir um funcionamento adequado e um desempenho otimizado do sistema de automação, utilizando técnicas de modelagem e análise para aprimorar a segurança e eficiência da robótica colaborativa em ambientes hospitalares. A ênfase no acoplamento com o usuário final é fundamental para assegurar que as necessidades e expectativas dos usuários sejam atendidas, resultando em

um sistema eficiente, confiável e seguro, capaz de melhorar a qualidade dos serviços de automação hospitalar.

Finalmente, o capítulo 5 apresentam-se os principais resultados e contribuições obtidos ao longo da pesquisa, que teve como objetivo investigar a modelagem do processo de co-criação de valor para o design de sistemas de serviço automatizados. As conclusões destacam o valor científico do trabalho realizado, ressaltando a relevância dos métodos propostos, como a *MBRE* e a *GORE*, bem como a importância da co-criação de valor nesse contexto. A pesquisa contribuiu para ampliar o conhecimento nesse campo emergente, oferecendo uma abordagem inovadora para lidar com os desafios específicos dos sistemas de serviço automatizados. Além disso, foram identificadas propostas para trabalhos futuros, visando aprimorar a representação e análise dos requisitos, expandir a aplicação em outros casos de estudo e considerar o uso de redes temporizadas para uma melhor compreensão da co-criação de valor no acoplamento entre produto-serviço e usuário-final.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, será realizada uma análise aprofundada sobre a Engenharia de Sistemas de Serviços. Inicialmente, será explorada a bibliometria sob o assunto, sucessivamente, o conceito de *PSS*, que envolve a oferta integrada de produtos e serviços como uma estratégia para agregar valor aos clientes. Serão discutidos os principais fundamentos e características desse tipo de sistema, ressaltando sua importância no contexto atual de negócios. Em seguida, será abordado o tema da co-criação de valor, destacando a necessidade de colaboração entre fornecedores e clientes para a criação conjunta de valor. Serão apresentados os principais conceitos e abordagens relacionados à co-criação de valor, fornecendo uma base sólida para a proposta de modelagem e design de um sistema de co-criação de valor usando requisitos baseados em objetivos.

Dando continuidade, será realizada uma análise dos métodos existentes para a modelagem da co-criação de valor. Serão examinadas diferentes abordagens e técnicas utilizadas nesse contexto, buscando compreender suas características, vantagens e limitações. Essa análise será fundamental para identificar lacunas e oportunidades de aprimoramento na área da modelagem da co-criação de valor, fornecendo informações relevantes para o desenvolvimento do método proposto.

Além disso, será apresentado o método *KAOS*, que é amplamente reconhecido na área da *RE*. Serão explorados os principais aspectos desse método, incluindo sua estrutura e os diagramas que o compõem, como o diagrama de objetivos, diagrama de objeto, diagrama de responsabilidade e diagrama de operações. Será discutida a aplicabilidade do método *KAOS* na modelagem da co-criação de valor, evidenciando como seus conceitos e técnicas podem ser adaptados para esse contexto específico.

### 2.1 Bibliometria

A pesquisa bibliométrica envolveu a identificação de palavras-chave para orientar e delimitar o escopo e o tema da pesquisa. As palavras-chave incluíram co-criação de valor, design de serviços, engenharia de requisitos baseada em modelos, engenharia de requisitos orientada a objetivos, fluxo de trabalho, Indústria 4.0, manufatura inteligente, modelagem de sistemas, sistemas de serviços e sistemas produto-serviço. A base de dados bibliográfica utilizada para essa pesquisa foi o *Scopus* e o período de estudo foi 2018-2022.

A exploração dos conceitos foi dividida em duas partes: a primeira consistiu na consulta individual dos termos, como ilustrado na Figura 2.1. O termo *MBRE*, cunhado no *D-Lab*, apresenta uma relação direta com a *RE* (como era esperado), com a *MBSE*, a especificação de requisitos e, de forma mais indireta, com a indústria automobilística e os sistemas ciber-físicos (*Cyber-Physical Systems - (CPS)*). Portanto, pode-se concluir que, mesmo sendo um termo recente, ele já está associado a aplicações relacionadas à

manufatura automatizada e à Indústria 4.0 (*I 4.0*).

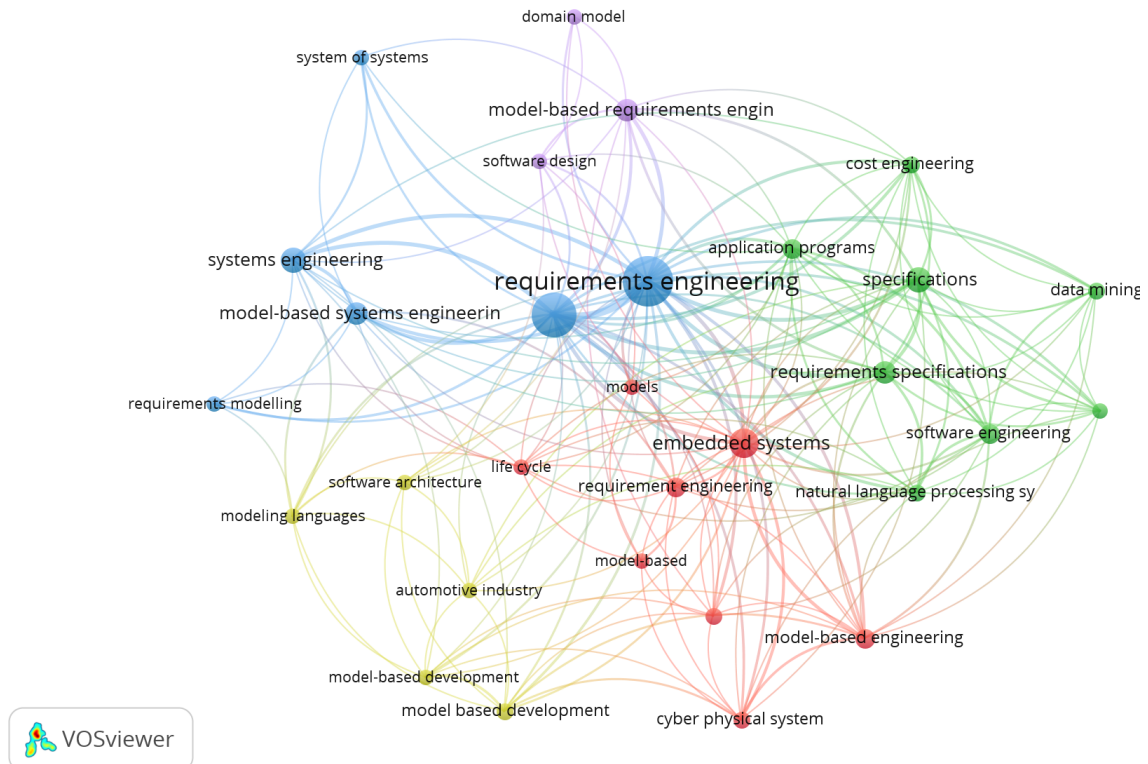


Figura 2.1: Rede de palavras-chave da *MBRE*  
Fonte: VOSviewer®

Em seguida, foram realizadas análises de coocorrência de palavras para identificar as dependências entre expressões, como é evidenciado na Figura 2.2 entre a *MBRE* e o *PSS*. A coocorrência é cercada por termos relacionados, como *MBSE*, engenharia de serviço, engenharia de sistemas, *PSS* e engenharia industrial, e de forma menos acentuada pela *RE*, demonstrando a composição que será o foco deste trabalho. A *MBRE* é uma metodologia crucial na captura de requisitos para sistemas, e os *PSS* representam uma área em expansão que combina elementos de produtos e serviços em uma oferta única. A forte interligação entre esses conceitos sugere um terreno fértil para pesquisa, pois levanta a questão de como a *MBRE* pode ser adaptada para capturar requisitos em sistemas *PSS*, que são conhecidos por sua natureza híbrida. Esse contexto justifica um aprofundamento no estudo da aplicação da *MBRE* em sistemas *PSS*, podendo servir como base para o desenvolvimento de novas técnicas ou diretrizes específicas para esse domínio.

A Figura 2.3 ilustra a coocorrência entre o conceito de co-criação de valor e a Indústria 4.0, destacando uma clara interligação e indicando a importância dessa abordagem em um contexto relevante. A notável relação entre co-criação de valor e Indústria 4.0 aponta para um papel significativo da co-criação de valor em ambientes industriais altamente automatizados. A Indústria 4.0 é notória por sua implementação de sistemas avançados automatizados, conectividade e troca de dados em tempo real, nos

quais a co-criação de valor se torna fundamental para envolver ativamente os usuários e partes interessadas na definição de produtos e serviços. Isso sugere a relevância de investigações aprofundadas sobre como a co-criação de valor pode ser eficazmente aplicada nesse contexto, com potencial para otimizar os processos na Indústria 4.0.

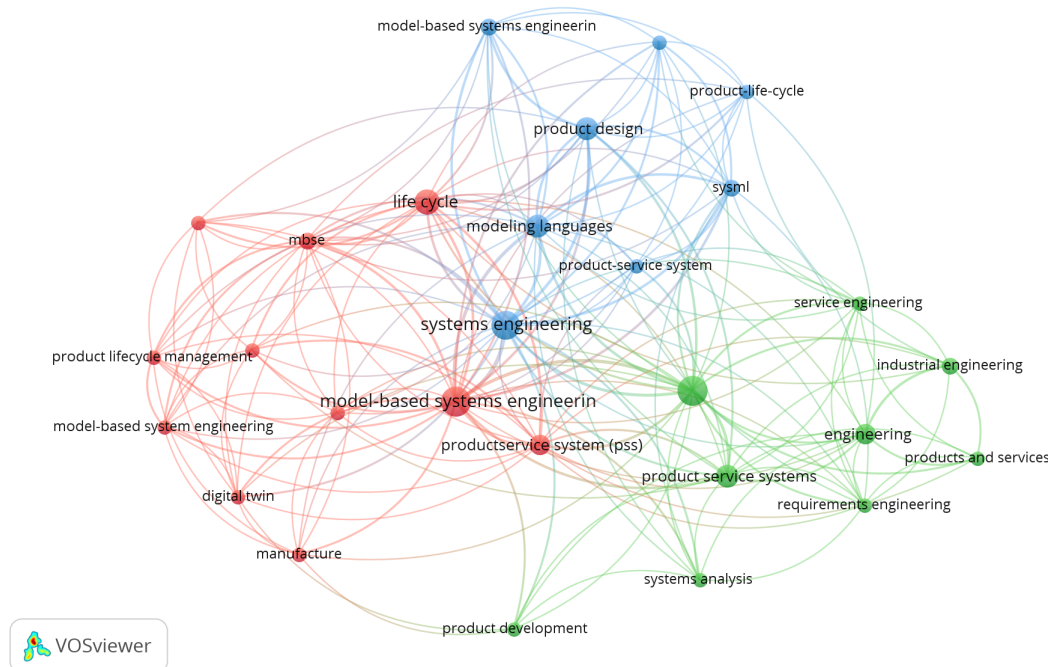


Figura 2.2: Rede de co-ocorrência entre *MBRE* e *PSS*  
Fonte: VOSviewer®

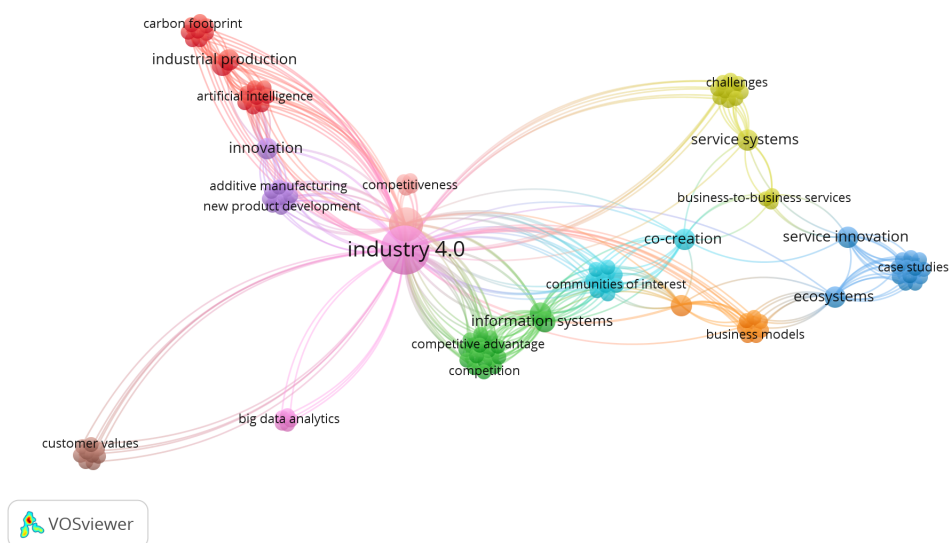


Figura 2.3: Rede de co-ocorrência entre a Indústria 4.0 e a co-criação de valor  
Fonte: VOSviewer®

Observando a forte conexão entre Engenharia de Sistemas de Serviço e as técni-

cas de tratamento de requisitos orientadas a objetivos (*GORE*), conforme evidenciado na Figura 2.4, torna-se claro que essas áreas estão estreitamente interligadas. Essa interdependência destaca a necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre a aplicação eficaz das técnicas de *GORE* na Engenharia de Sistemas de Serviço. As técnicas de *GORE* são amplamente reconhecidas na área de Engenharia de Requisitos e oferecem uma estrutura orientada a objetivos sendo rigorosa para a captura e especificação de requisitos em sistemas de serviço.

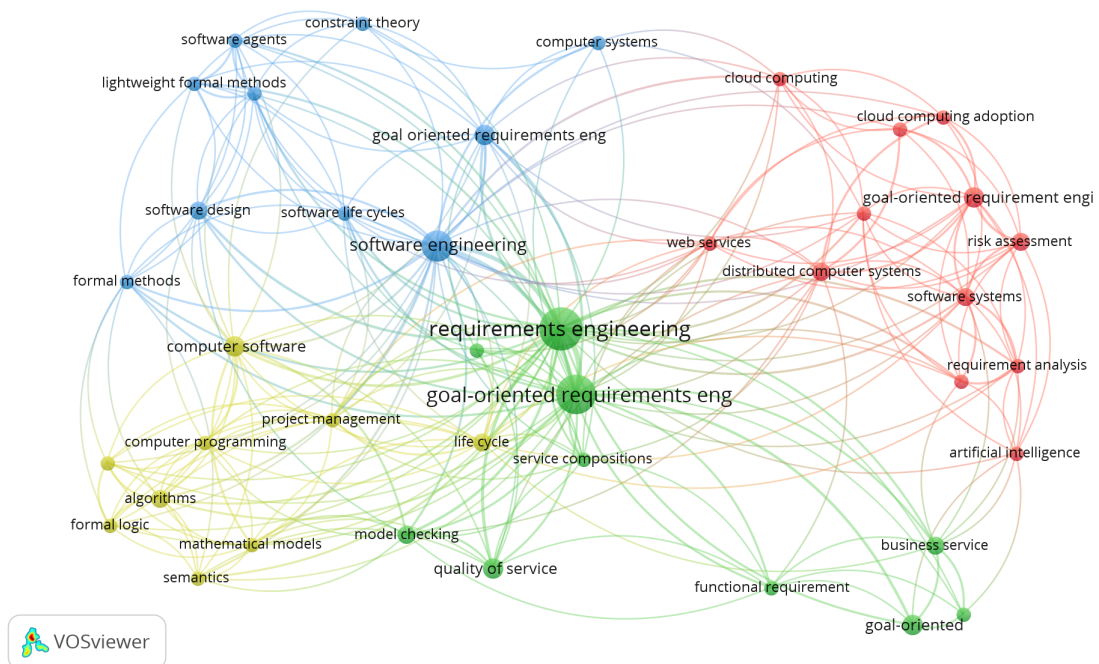


Figura 2.4: Rede de co-ocorrência entre *GORE* e a Engenharia de Sistemas de Serviço  
Fonte: VOSviewer®

Por fim, a substancial coocorrência entre *PSS* e co-criação de valor, conforme demonstrado na Figura 2.5, em contextos que abrangem marketing, manufatura e tecnologias como *CPS* e Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*), destaca a estreita ligação entre a criação de valor em sistemas de serviço de produto e os avanços tecnológicos contemporâneos. Essa descoberta sugere que os sistemas *PSS* desempenham um papel fundamental na geração de valor em diversos domínios, justificando uma pesquisa sobre como esses sistemas podem ser otimizados e aprimorados para impulsionar a criação de valor. Essas coocorrências revelam uma conexão sólida entre esses termos, como evidenciado na análise de artigos técnicos e na revisão da literatura conduzida na base de dados *Scopus*.



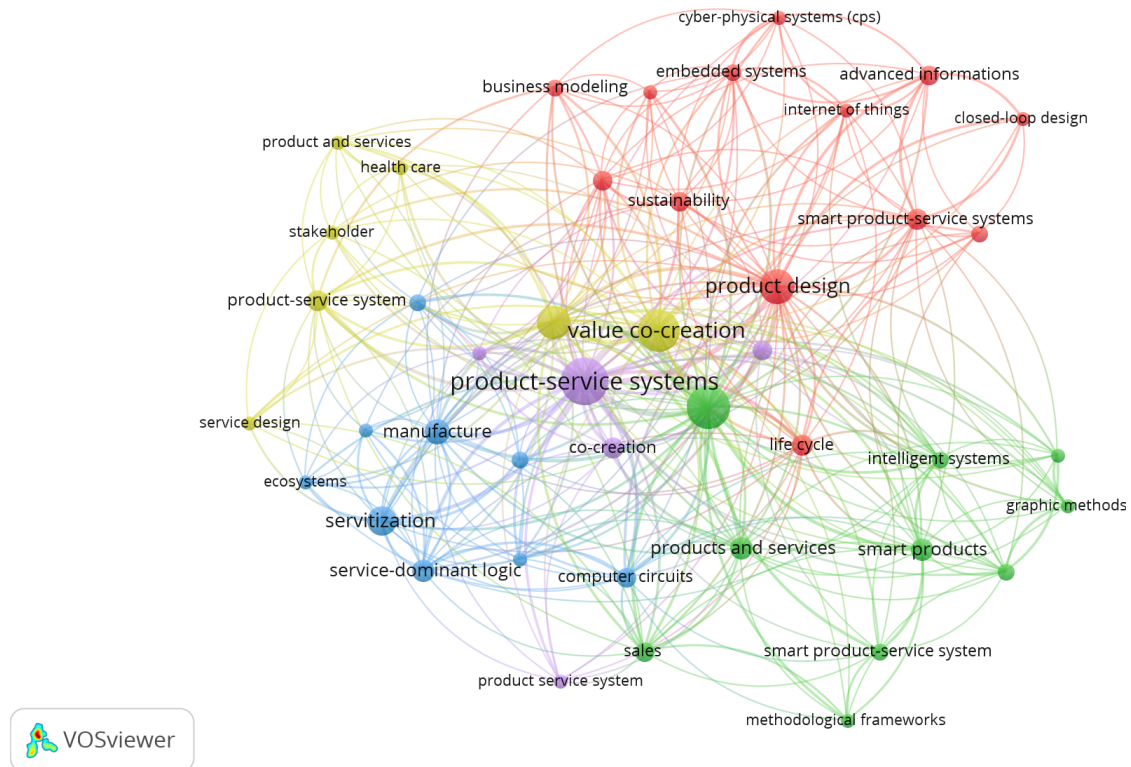


Figura 2.5: Rede de co-ocorrência entre o *PSS* e a co-criação de valor  
 Fonte: VOSviewer®

## 2.2 Engenharia de Sistemas de Serviço

O aumento significativo na pesquisa relacionada à ciência de serviços e à Engenharia de Sistemas de Serviços (*Service Systems Engineering - (SSE)*) é atribuído ao crescimento exponencial da economia global e da digitalização (XIA et al., 2021; MANHAI LI; PETERS, 2019). MANHAI LI e PETERS (2019) argumentam que as abordagens atuais da *SSE* adotam uma nova abordagem adaptada aos mecanismos de inovação de cada organização, visando propor alterações nos produtos-serviços. No entanto, um desafio enfrentado é a falta de documentação e suporte para implementar e aplicar esses novos mecanismos. Para lidar com isso, a formalização dos diferentes mecanismos de inovação de serviços permite uma representação gráfica e possibilita pesquisas futuras que buscam um impacto mais específico ou interno dos sistemas de serviço, especialmente em relação ao acoplamento com o usuário final.

De acordo com LOPES e PINEDA (2013), o sistema de serviço é definido pela co-criação de valor, na qual as partes envolvidas colaboram de forma dinâmica para fornecer um serviço de alta qualidade, atendendo aos requisitos do produto-serviço e às demandas do cliente ou do negócio. MANHAI LI e PETERS (2019) propõem uma abordagem da *SSE* baseada em modelos para estruturar os recursos existentes dentro de um modelo formal, permitindo a formalização dos mecanismos de inovação de serviços. O sistema de serviço é considerado sistêmico, uma vez que é composto por elementos que

interagem entre si e reagem ao surgimento de propriedades emergentes, resultando na co-criação de valor. Conforme VARGO e LUSCH (2008), o sistema de serviço é definido como uma rede de agentes e interações que envolvem recursos para a co-criação de valor.

Um sistema de serviço pode ser caracterizado pela produção de valor, que depende da escolha adequada de pessoal qualificado, tecnologias, sistemas de compartilhamento de informações e até mesmo troca de recursos e materiais. Na prática, a cadeia de valor associada ao serviço é estabelecida para co-criar valor por meio da interação entre o serviço e o usuário, garantindo uma entrega de alta qualidade do produto-serviço oferecido (MAURER, 2021; VARGO; LUSCH, 2008).

LOPES e PINEDA (2013), definem o sistema de sistemas (*System of Systems* - (*SoS*)) como uma base para compreender o sistema de serviço. Nessa perspectiva, os sistemas de serviço individuais, heterogêneos e funcionais são interconectados para criar novos serviços, identificar ou desenvolver novas funcionalidades, melhorar a robustez, reduzir custos e aumentar a confiabilidade e qualidade do serviço composto. A introdução do conceito de *SoS* está relacionada à necessidade de analisar, projetar e implementar sistemas diversos e modernos, nos quais o sistema composto é complexo e coordena partes que operam e são gerenciadas de forma independente, de acordo com os requisitos do usuário.

Na literatura, existem algumas propostas de teorias ou princípios de design (BLASCHKE et al., 2019; BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2017; CHANDRA; SEIDEL; GREGOR, 2015) que são aplicáveis aos serviços. Em um contexto em que o armazenamento e a manipulação de dados e produtos inteligentes são fundamentais para o sucesso dos negócios, é esperado que muitas das futuras inovações de serviços se baseiem na adição, transferência, dissociação<sup>1</sup> e associação<sup>2</sup> de propostas de valor existentes (BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2017).

Com base na pesquisa apresentada por BEVERUNGEN, LÜTTENBERG e WOLF (2017), são detalhados alguns componentes que podem fornecer suporte para o desenvolvimento desta pesquisa. Esses componentes são baseados no fato de que os princípios de design explicitamente prescrevem como construir uma abordagem de *SSE*. Aqueles elementos foram sintetizados como princípios básicos da *SSE*, e podem nortear a presente pesquisa. Os princípios são:

---

<sup>1</sup>A dissociação consiste em criar uma nova proposta de valor a partir da divisão de uma proposta existente, isolando características específicas ou um conjunto de operações. Essas características ou operações são categorizadas e transformadas em produtos-serviços que podem ser comercializados. Vale ressaltar que produtos-serviços que foram divididos em elementos podem ser combinados ou integrados com outros elementos que antes não estavam conectados.

<sup>2</sup>A associação envolve a criação de uma nova proposta de valor por meio da combinação ou “associação” de dois ou mais serviços existentes. Teoricamente, qualquer componente pode ser recombinado com qualquer outro componente. Em outras palavras, o número de novas combinações possíveis é uma função combinatória do número de ideias existentes. Isso significa que há um potencial de múltiplas combinações e criação de valor por meio da associação de diferentes serviços.

- Princípio no. 1: Abordagem sistêmica que inclui o acoplamento com o usuário. A revisão bibliográfica revela que muitos métodos de engenharia de serviço apresentam abordagens para projetar serviços, mas não especificam como a co-criação de valor seria realizada (BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2017).
- Princípio no. 2: Reutilização de subsistemas e serviços. Poucos métodos revisados mencionam a reutilização de subserviços e a colaboração com outros sistemas durante a fase de requisitos. Muitos métodos parecem considerar a engenharia de serviço como um processo criativo que gera inovação a partir do zero, sem reutilizar ou integrar soluções disponíveis no ecossistema de serviços (BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2017).
- Princípio no. 3: Integração de serviços físicos e virtuais. A maioria das propostas trabalham com base no acesso a recursos externos do sistema ou na transferência de propriedade de bens físicos, o que caracteriza produtos, não serviços. Outros métodos se concentram em proposições de valor intangíveis, o que pode ser adequado para o setor terciário (BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2017).
- Princípio no. 4: Prototipagem (virtual). Existem métodos que conceituam a engenharia de serviço como um processo linear ou iterativo, mas raramente sugerem abordagens prototípicas. Os métodos de engenharia de serviço geralmente envolvem várias etapas antes que uma proposta de valor seja oferecida ao cliente (BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2017).

Com base nos princípios de design mencionados anteriormente, na análise de outros conceitos estabelecidos pela engenharia de serviço e na revisão das etapas presentes nos métodos atuais, BEVERUNGEN, LÜTTENBERG e WOLF (2018), BEVERUNGEN, LÜTTENBERG e WOLF (2017), apresentam um método conceitual para a *SSE* ilustrado na Figura 2.6. Esse método consiste em quatro sub-processos: (i) análise do sistema de serviço, (ii) design do sistema de serviço, (iii) transformação do sistema de serviço e (iv) ponto de decisão. O ponto de decisão atua como uma conexão entre os três primeiros sub-processos mencionados. Após a conclusão da análise de requisitos, os engenheiros do sistema de serviço têm a capacidade de decidir se é viável realizar uma inovação recombinante<sup>3</sup> com os recursos existentes (por meio de transferência e associação) e, a partir disso, iniciar o design do conceito de serviço (por meio de adição e dissociação).

---

<sup>3</sup>Uma inovação recombinante não segue um processo de engenharia tradicional de cima para baixo (*top-down*), mas é criada por meio da combinação de recursos e soluções existentes fornecidos por diversas partes interessadas, preenchendo lacunas e co-criando valor de forma inovadora em um sistema de produto-serviço. Em vez de ser planejada e impulsionada de forma hierárquica, essa abordagem valoriza a colaboração e a integração de diferentes elementos para criar algo novo e único. Ao utilizar recursos existentes e explorar oportunidades de sinergia entre eles, a inovação recombinante busca maximizar o potencial e a eficiência dos serviços, resultando em um valor agregado significativo para os usuários e stakeholders envolvidos.

Por fim, o ponto de decisão desempenha o papel de determinar quando um sub-processo pode ser encerrado após a criação de um conceito de produto-serviço viável que atenda aos requisitos estabelecidos.

O sistema apresentado na Figura 2.6 também representa o método de engenharia de serviço recombinate discutido por BEVERUNGEN, LÜTTENBERG e WOLF (2018), BEVERUNGEN, LÜTTENBERG e WOLF (2017). No entanto, esse sistema possui uma fraqueza no ponto de decisão, onde é necessário determinar quando o sistema satisfaz os requisitos estabelecidos. Para abordar essa fragilidade, o *D-Lab* propõe um método cíclico baseado em modelos, conhecido como *MBRE* (que será abordado no Capítulo 3), que tenta superar o ponto de decisão. Não obstante, é importante ressaltar que o objetivo da pesquisa é investigar apenas um aspecto desse ciclo, ou seja, a incorporação do módulo de co-criação de valor no ciclo da *MBRE*. Em resumo, pode-se argumentar que a *MBRE* resolve o problema do ponto de decisão ao trabalhar com modelos fechados, que têm a vantagem de não propagar erros do sistema.

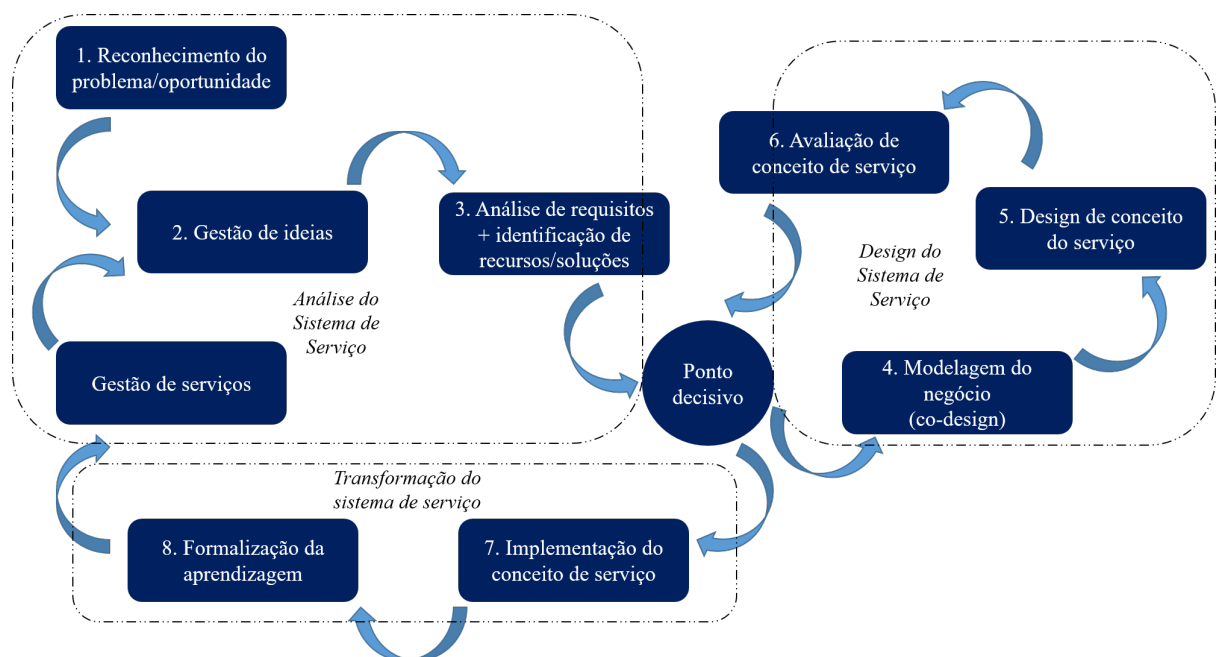


Figura 2.6: Método conceitual para a engenharia de sistema de serviço

Fonte: adaptado de (BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2018; BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2017)

No método conceitual para a *SSE*, o processo se inicia com a análise do sistema de serviço, que tem o propósito de solucionar um problema ou identificar oportunidades (reconhecimento do problema/oportunidade), além de possibilitar o redesenho de um sistema de serviço existente. Nessa fase inicial, são identificadas e avaliadas diferentes propostas, visando destacar aquelas que são mais relevantes e que serão submetidas a uma análise mais detalhada. Em seguida, ocorre a análise de requisitos, onde são identificados os recursos e soluções necessários. O design do sistema de serviço engloba a modelagem do

negócio, através do co-design, permitindo a inclusão de preferências e ajustes específicos para as diferentes classes de usuários. Posteriormente, é realizado o design conceitual do serviço, que é avaliado para garantir sua viabilidade e adequação.

O sistema de serviço não é apenas considerado um processo no qual as propostas de valor são desenhadas, mas também é compreendido como um sistema sociotécnico<sup>4</sup>. O design de um sistema de serviço é um processo dinâmico que se concentra no desenvolvimento de protótipos viáveis, sejam eles reais ou virtuais. Esses protótipos são resultados dos diferentes ciclos evolutivos ao longo do processo de design. Através desse enfoque iterativo, os sistemas de serviço são aprimorados e refinados ao longo do tempo, levando em consideração os aspectos técnicos, sociais e culturais envolvidos. Essa abordagem permite a criação de soluções mais adequadas e eficientes, que atendam às necessidades dos usuários e agreguem valor ao sistema de serviço como um todo.

Os sistemas de serviço exigem a colaboração de diferentes atores, incluindo seres humanos, máquinas, dispositivos mecatrônicos, sistemas computacionais, híbridos e/ou artificiais (BÖHMANN; LEIMEISTER; MÖSLEIN, 2018). Esses sistemas são predominantemente automatizados, destacando a importância de projetar produtos-serviços que possam combinar de maneira metodológica e sincronizada as capacidades dos diversos atores envolvidos, muitas vezes categorizados em classes durante o processo de design. Essa abordagem traz agilidade para lidar com a crescente demanda por inovação, o que leva à reimaginação e à constante evolução dos sistemas de serviço, podendo até mesmo envolver o uso de técnicas de Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence - (IA)*) (BEVERUNGEN; LÜTTENBERG; WOLF, 2018).

Um sistema de serviço inteligente é caracterizado pela integração de recursos e atividades de diversos atores, visando benefícios mútuos, onde os produtos-serviços atuam como elementos de fronteira (BEVERUNGEN et al., 2019). Esses sistemas têm a capacidade de unir diversas perspectivas, ou seja, os pontos de vista dos usuários e partes interessadas, resultando na criação de valor em diversos domínios de aplicação, como logística, manufatura, transporte, fornecimento de matérias-primas, saúde, robótica colaborativa, entre outros.

A diferença essencial entre um sistema de serviço inteligente e um sistema de serviço não inteligente reside na sua capacidade de integração, adaptação e geração de valor. Em um sistema de serviço inteligente, há a integração de recursos e atividades de diferentes atores para benefício mútuo, com a habilidade de acomodar necessidades variáveis e adaptar-se a diferentes contextos, o que resulta em sua alta versatilidade e capacidade de criar valor em diversos domínios de aplicação. Em contraste, um sistema de serviço não inteligente tende a ser mais estático, com limitações na integração e adaptação,

---

<sup>4</sup>Inicialmente, o termo “sociotécnico” era empregado para descrever a interação entre trabalhadores e máquinas em ambientes industriais. No entanto, com o passar do tempo, seu escopo foi expandido para englobar as interações complexas entre tecnologia e seres humanos, assim como os impactos psicológicos e culturais resultantes dessas interações (SONY; NAIK, 2020).

frequentemente focado em tarefas específicas e com menor flexibilidade para a geração de valor em contextos diversos.

A Engenharia de Sistemas (*Systems Engineering - (SE)*) é definida pelo INCOSE (2012), como uma abordagem interdisciplinar e um meio para permitir a realização de sistemas bem-sucedidos. Essa abordagem se concentra na compreensão holística e simultânea das necessidades de todas as partes interessadas envolvidas, por meio de ações como exploração de oportunidades, documentação de requisitos, síntese, verificação, validação e desenvolvimento de soluções. A *SE* aborda o sistema em sua totalidade, desde a exploração do conceito até o descarte, identificando e estudando o problema em sua totalidade. A satisfação das necessidades dos clientes, usuários e stakeholders é fundamental para o sucesso do sistema. Alguns elementos-chave da *SE* são apresentados na Figura 2.7, na qual estão destacados os seguintes pontos, extraídos do (BKCASE Editorial Board, 2015):

- Um sistema é uma combinação interativa de elementos que trabalham em conjunto para alcançar objetivos específicos. Esse sistema interage com o ambiente circundante, que pode incluir outros sistemas, usuários e elementos naturais.
- Os elementos que compõem um sistema podem abranger uma ampla variedade de componentes, como hardware, software, firmware, pessoas, informações, técnicas, instalações, serviços e outros elementos de suporte.
- O papel do engenheiro ou especialista é fundamental na eliciação e tradução das necessidades do cliente em especificações que possam ser implementadas pela equipe de desenvolvimento do sistema.
- Os engenheiros ou especialistas oferecem suporte a um conjunto de processos ao longo do ciclo de vida do sistema, desde a fase inicial de concepção do projeto até a fabricação, implantação, uso e descarte do sistema.
- O engenheiro ou especialista são responsáveis por analisar, especificar, projetar e verificar o sistema, garantindo o equilíbrio das características funcionais, de interface, desempenho, físicas e outras qualidades relacionadas a custo, a fim de atender às necessidades das partes interessadas envolvidas.
- Um engenheiro ou especialista, desempenham um papel importante na garantia de que os elementos do sistema se integrem de forma a cumprir os diversos objetivos e, principalmente, em satisfazer as necessidades e desejos dos clientes e outras partes interessadas que adquirirão e utilizarão o produto-serviço.

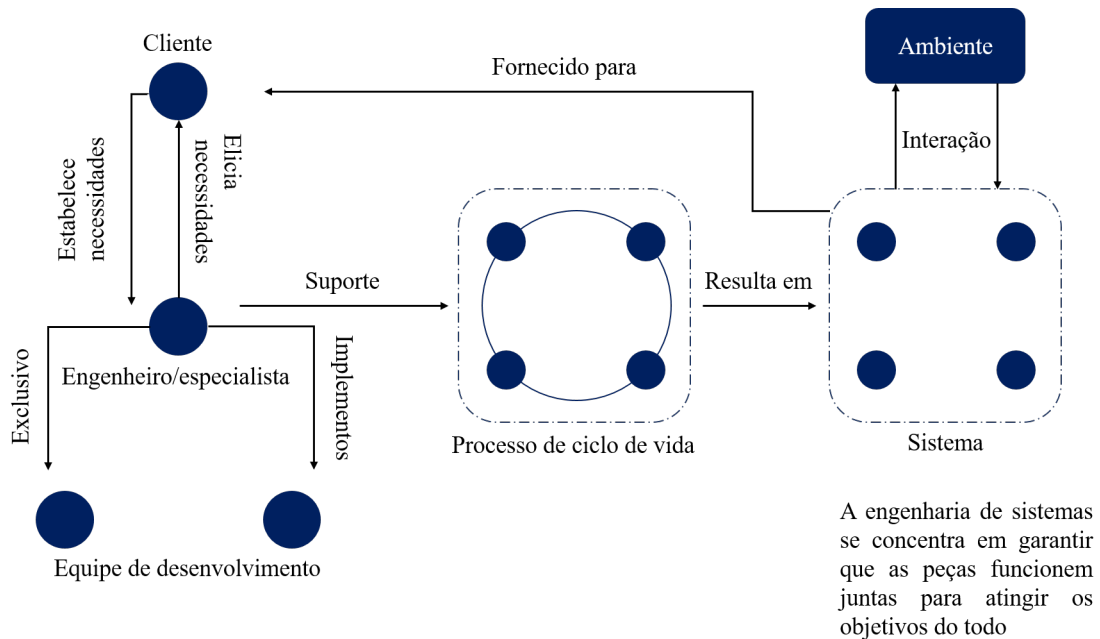


Figura 2.7: Elementos principais da Engenharia de Sistemas  
 Fonte: adaptado de (BKCASE Editorial Board, 2015)

### 2.2.1 Sistema de Produto-Serviço (*PSS*)

Para MACHCHHAR et al. (2022) e DUTRA e SILVA (2016b) o serviço é caracterizado por sua acentuada relação de colaboração com o usuário observada no processo de coleta e processamento de dados desde a fase operacional, que interage fornecendo informações importantes e ativando pré-condições para a execução dos produtos-serviços, facilitando a comunicação usuário-fornecedor. LUSCH e VARGO (2014) definem serviço como “uma aplicação de competências especializadas (classificadas por conhecimentos ou habilidades), por meio de ações, processos e desempenhos em benefício de outras entidades ou da mesma entidade”. É relevante destacar que o serviço não resulta em um produto tangível<sup>5</sup>, portanto, pode-se compreender o serviço como um processo ou transação que envolve recursos, sistemas e usuários, elementos que fazem parte do *PSS* (WANG et al., 2022). Uma das principais vantagens de adotar um *PSS* inteligente é a capacidade de coletar e processar uma quantidade significativa de informações para auxiliar na tomada de decisões durante os processos de desenvolvimento (ABDEL-BASST; MOHAMED; ELHOSSENY, 2020).

Existem estudos que propõem a integração de sistemas baseados em nuvem com uma abordagem orientada a serviços, na qual o usuário está ativamente envolvido nos diferentes processos de co-criação (YOO et al., 2021; ZHENG et al., 2019; CHEN et al., 2019; ZHENG et al., 2018). Três agentes estão envolvidos nessa arquitetura: (i) os consumidores, que são as pessoas ou usuários finais que recebem os resultados

<sup>5</sup>Na presente pesquisa o produto-serviço é pensado e observado como um desenvolvimento virtual, por conseguinte os serviços são atribuídos ou administrados na nuvem.

do produto-serviço; (ii) os fornecedores, responsáveis por disponibilizar as instalações e recursos do serviço; e (iii) os desenvolvedores, responsáveis por fazer a correspondência entre a demanda do serviço e a entrega do produto-serviço (SILVA; VITAL, 2020).

KRISTENSEN e REMMEN (2019) afirmam que um *PSS* é composto por três partes: produto, serviço e sistema. O produto é o elemento físico tangível que serve de suporte para a entrega do serviço. Por outro lado, o serviço é uma atividade gerenciada por meio de um sistema. Independentemente do tipo de serviço fornecido, existem cinco elementos essenciais (recurso, provedor, consumidor, benefício e tempo) que compõem um serviço, como mostrado na Figura 2.8 (QIU, 2014):

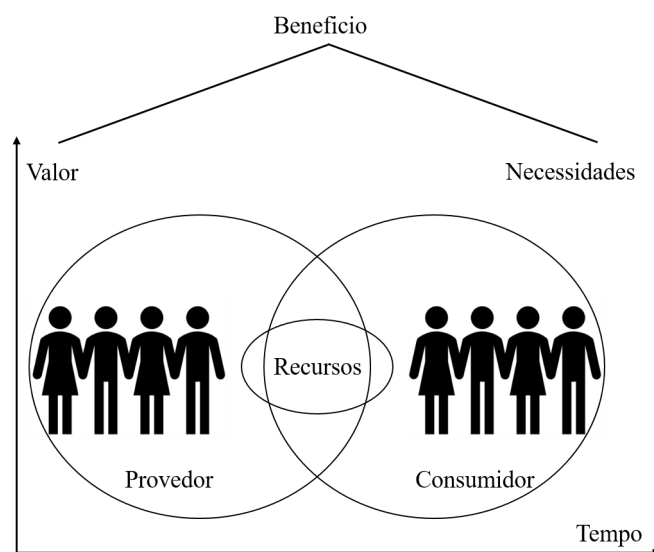


Figura 2.8: Elementos fundamentais de um serviço  
Fonte: adaptado de (QIU, 2014)

Seguindo a tendência observada na literatura, a ciência de serviços, de acordo com MELAO (2015), é um campo interdisciplinar focado na melhoria sistemática do design e inovação de serviços. A importância da ciência de serviços tem crescido cada vez mais, pois auxilia as organizações a melhorarem seu desempenho e ampliarem suas funcionalidades, estabelecendo uma maior proximidade com o usuário. O *PSS* tem sido adotado não apenas no setor industrial (secundário), mas também nos setores primários (agricultura) e terciários (serviços) (INAGAKI et al., 2022; OLIVEIRA; SILVA, 2015; DUTRA; DE OLIVEIRA; SILVA, 2014; DUTRA; DE OLIVEIRA; SILVA, 2013). Um setor que recebe grande atenção é o da saúde, com foco específico na intensificação do atendimento (ABDEL-BASST; MOHAMED; ELHOSENY, 2020). Este trabalho seguirá essa tendência também identificada na literatura.



### 2.2.2 Co-criação de Valor

CARVALHO e ALVES (2023) destacam que as manifestações da co-criação de valor para o usuário podem ser compreendidas através de duas dimensões essenciais: o comportamento do usuário e os fatores que moldam a co-criação, como o ambiente social, o prestador de serviço e os recursos tecnológicos. Segundo GALVAGNO e DALLI (2014), a co-criação de valor é um processo colaborativo, simultâneo e conjunto que busca produzir valor por meio da interação entre o produto-serviço e seu consumidor. As novas empresas estão realizando alterações em seus modelos de negócio para enfatizar a importância dessa interação e, conseqüentemente, da associação entre o produto-serviço.

Com essa nova abordagem, os provedores (agora não mais apenas “fabricantes”) buscam uma interação direta com o usuário desde a elicitación dos requisitos até durante toda a vida útil do produto-serviço. De acordo com DUTRA e SILVA (2016a), a co-criação de valor é o principal objetivo dos sistemas de serviços, pois envolve o acoplamento entre o produto-serviço, que perdura enquanto o serviço estiver ativo, em contraste com a transferência de propriedade de um produto convencional. O produto-serviço pode assumir diferentes níveis intermediários entre a simples transferência de propriedade e um acoplamento contínuo (embora com momentos de maior proximidade), como é o caso de sistemas de monitoramento de abalos sísmicos ou enchentes. Essa interação ressalta a importância de perceber o cliente como um recurso ativo que deve estar envolvido no processo de criação de valor, tendo como principal objetivo influenciar os recursos organizacionais disponíveis para criar produtos e serviços inovadores (PONGSAKORNRUNGSELP; PONGSAKORNRUNGSELP, 2021).

FELTUS e PROPER (2017) observam que a co-criação de valor ocorre por diversas razões, como a compra e venda de informações, bens e serviços, visando otimizar a qualidade dos processos, bem como melhorar a segurança e privacidade. A comunicação entre as empresas deve ser estabelecida por meio da implementação de uma linguagem clara e de fácil compreensão, o que possibilitará garantir a criação de valor. De acordo com FELTUS, PROPER e HAKI (2018), a co-criação de valor ganhou impulso devido à lógica de negócios subjacente nas organizações, que abrange ferramentas e procedimentos com o objetivo de descobrir novas técnicas para apoiar as atividades dos diferentes negócios. O estudo de BONAMIGO e FRECH (2020) apresenta cinco critérios que podem proporcionar uma vantagem competitiva em diferentes setores industriais: (i) colaboração entre empresas, (ii) criação de novos serviços, (iii) customização em massa de produtos-serviços, (iv) melhor desempenho de serviços industriais e (v) relacionamentos de longo prazo com os clientes. Esses parâmetros envolvem tanto a colaboração entre fornecedores quanto a relação pós-venda com os usuários, destacando que o relacionamento usuário-fornecedor não se limita à entrega de um produto-serviço.

FELTUS, PROPER e HAKI (2018) propõem um método de criação de valor,

conforme ilustrado na Figura 2.9, apoiado em um diagrama de classes, no qual o método é um conceito abstrato que reúne um conjunto ordenado de elementos de métodos em etapas, e o objetivo está relacionado à operação esperada sobre o valor criado pelo método. O elemento do método corresponde às tarefas unitárias que constituem o método, e o estágio do método consiste na articulação organizada e coerente dos elementos do método. No estudo apresentado por ZHEITAML (1988), o valor é definido pelo consumidor como: (i) preço baixo, (ii) o que o consumidor deseja em um produto, (iii) qualidade obtida pelo preço pago e (iv) o que é recebido em troca do que é dado.

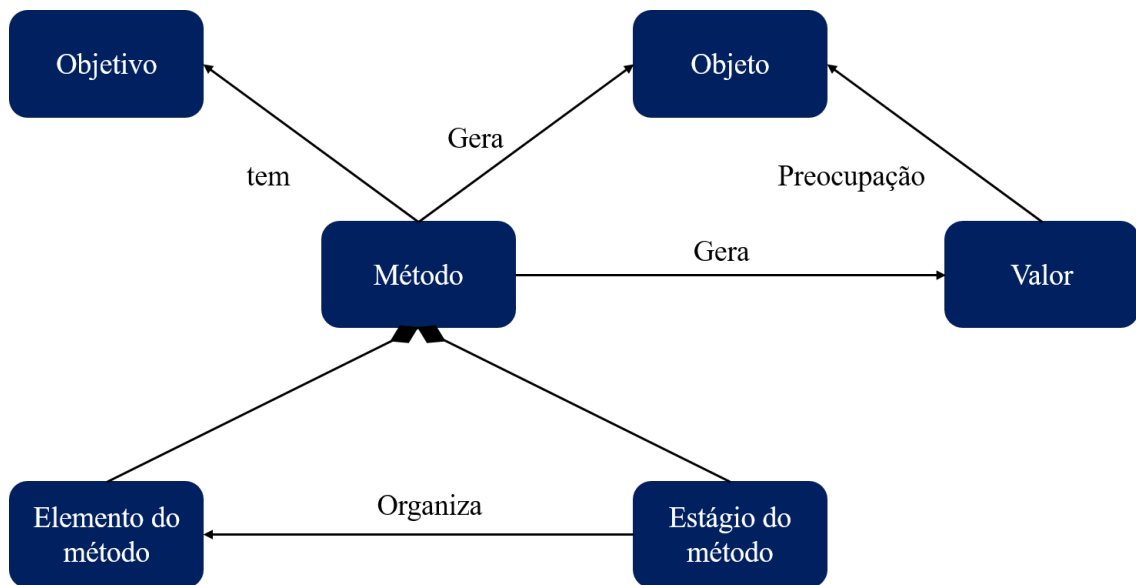


Figura 2.9: Método de criação de valor  
Fonte: adaptado de (FELTUS; PROPER; HAKI, 2018)

Um dos fatores relevantes para avaliar o sucesso do acoplamento entre o usuário e o produto-serviço, e conseqüentemente o valor gerado, é a satisfação do usuário (ROMERO et al., 2016). De acordo com MOUSSA e TOUZANI (2013), a satisfação do usuário pode ser avaliada com base nas características do produto-serviço e no nível de interação. Além disso, outros atributos a serem considerados incluem a qualidade do serviço, a confiança do usuário na empresa provedora, a congruência da imagem usuário-fornecedor e as reações positivas manifestadas pelo usuário durante o acoplamento.

PEZZOTTA et al. (2016) propõem um método que consiste em quatro fases: (i) modelagem do usuário, (ii) design da solução do serviço, (iii) design final da solução do produto-serviço e (iv) análise da transação. Essas fases podem ser agrupadas em duas categorias. As fases um (i) e quatro (iv) estão relacionadas à modelagem do usuário e ao seu relacionamento com o produto-serviço, enquanto as fases dois (ii) e três (iii) estão relacionadas ao sistema que fornece o produto-serviço (provedor). Ao reinterpretar o modelo no design de sistemas, o primeiro grupo, relacionado ao usuário, está associado à comparação entre o sistema atual (provavelmente não automatizado, o “system as-is”)

e o sistema futuro (“system to-be”), que é o *PSS*. O segundo grupo, ligado ao sistema de suporte, é responsável por fornecer funcionalmente a base (os recursos) e gerenciar o acoplamento. Pode ser interpretado como o sistema que estabelece as regras do processo de desenvolvimento, com base na análise do primeiro grupo como referência. Portanto, na interpretação dos autores do trabalho de PEZZOTTA et al. (2016), as fases relacionadas ao usuário preenchem as lacunas entre o “system as-is” e o “system to-be”, enquanto as fases relacionadas à empresa são responsáveis pela conceituação e design, caracterizando a proposta como uma reformulação da *RE*, em que o produto e o serviço são agrupados como produto-serviço.

No trabalho de PEZZOTTA, CAVALIERI e ROMERO (2018), são apresentados alguns papéis da co-criação de valor identificados para os usuários (ver Tabela 2.1). Esses papéis justificam algumas das vantagens que podem ser obtidas na transição de uma organização tradicional para uma nova estrutura baseada em uma rede de produto-serviços (MARTINEZ et al., 2017).

Tabela 2.1: Funções do usuário

<b>Funções usuário</b>	<b>Detalhamento</b>	<b>Tipo de co-criação</b>
Usuário como co-criador	Os usuários desempenham um papel importante como co-criadores, influenciando o processo de concepção durante a fase de requisitos no desenvolvimento do produto-serviço.	Processo de Produção Conjunta
Usuário como co-designer	O co-design refere-se à personalização do acoplamento entre o usuário e o produto-serviço, com o objetivo de maximizar a criação de valor.	Processo de Produção Conjunta
Usuário como co-inovador	Os usuários participam na identificação de novas direções e na inovação do produto-serviço, mesmo que não sejam os principais beneficiários.	Processo de Produção Conjunta
Usuário como co-produtor/co-desenvolvedor	Os usuários desempenham um papel ativo durante o processo de desenvolvimento e entrega, auxiliando as organizações na criação de uma proposta de valor que atenda às suas necessidades e desejos. Eles também participam das fases de validação de requisitos, teste e aprovação do produto-serviço.	Processo de Produção Conjunta

Continua na próxima página.

<b>Funções usuário</b>	<b>Detalhamento</b>	<b>Tipo de co-criação</b>
Usuário como co-avaliador	As ideias, uma vez enviadas por meio do processo de co-ideação, passam por um processo de avaliação para estimar seu potencial de negócios para julgar seu potencial de valor. As avaliações devem ser realizadas em primeiro lugar por um círculo de gestão fechado e, posteriormente, os clientes também podem ser envolvidos ao longo do processo.	Processo de Produção Conjunta
Usuário como co-testador	Os usuários são envolvidos no estágio final do processo de engenharia para testar novas ofertas que estão quase prontas para serem lançadas no mercado.	Processo de Produção Conjunta
Usuário como criador de experiência	Os produtores têm a oportunidade de proporcionar experiências mais enriquecedoras para um grupo de usuários e, em troca, acessar suas percepções e preferências latentes, capitalizando-as. Uma compreensão profunda das experiências do cliente pode ajudar as empresas a definir e redefinir melhores propostas de valor. O usuário, como criador de experiência, pode se envolver na conceituação da solução, contribuindo para uma customização mais eficiente.	Processo de criação de valor do usuário conjunto

---

Fonte: adaptado de (PEZZOTTA; CAVALIERI; ROMERO, 2018)

De acordo com as observações de NAKASHIMA, FUJII e SUWA (2016), quando os usuários interagem com um produto-serviço, eles podem descobrir novas formas de utilizá-lo, resultando em requisitos emergentes que influenciam tanto o desenvolvimento atual como futuras versões do produto-serviço. Portanto, na concepção tradicional de um produto-serviço, o usuário é estático, mas na abordagem do *PSS* e da co-criação de valor, o usuário é dinâmico, podendo até mesmo modificar suas características devido à introdução do novo produto-serviço.

Existem quatro tipos de co-criação de valor definidos com base em dois critérios: atitude e responsabilidade, conforme descrito por ORCIK, STOJANOVA e FREUND (2013). Nesse contexto, a estrutura e a quantidade de usuários podem desempenhar um

papel importante e influenciar tanto o processo de avaliação do acoplamento quanto as estratégias adotadas. Os tipos de co-criação de valor são: (i) multidão de pessoas, (ii) comunidade de atitudes afins, (iii) clube de especialistas e (iv) aliança de partes, conforme ilustrado na Figura 2.10.

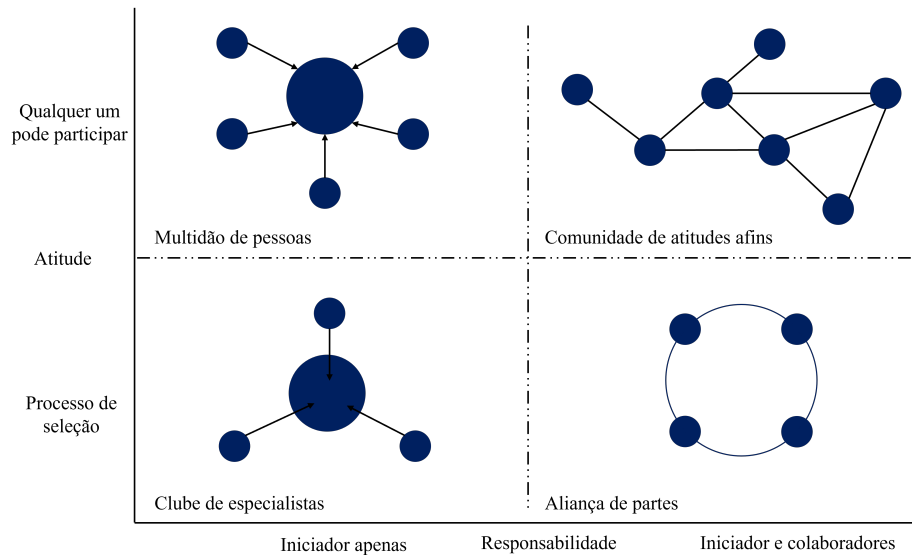


Figura 2.10: Tipos de co-criação de valor  
Fonte: adaptado de (DERVOJEDA et al., 2014)

Segundo as análises de De KONING, CRUL e WEVER (2016), a co-criação tem sua origem na co-produção, que envolve a participação do consumidor no processo de design e sua integração na cadeia de abastecimento. Isso sustenta a ideia de que os clientes não são mais meros usuários de produtos, mas se tornam uma força de inovação e uma fonte de vantagem competitiva corporativa (FAN; LUO, 2020).

Em seu estudo, De KONING, CRUL e WEVER (2016) apresentam diferentes modelos para representar a co-criação. Eles identificam quatro meta-modelos que representam: (i) o espaço comum de co-criação, (ii) o espectro de co-criação, (iii) os tipos de co-criação e, (iv) as etapas de co-criação. Portanto, De KONING, CRUL e WEVER (2016) definem a co-criação como um processo de criação mútua de valor entre usuários e fornecedores. Esse processo criativo promove uma interação e compartilhamento ativos entre o provedor e o usuário final, resultando em uma vantagem competitiva, especialmente em sistemas de automação.

O Espaço Comum de Co-Criação, como concebido por De KONING, CRUL e WEVER (2016), é um modelo que representa a área onde a co-criação de valor acontece. Este espaço engloba as zonas de interação e colaboração entre os diferentes atores, como usuários e fornecedores. No modelo do Espaço Comum de Co-Criação, Figura 2.11, destacam-se os pontos de contato e as áreas de influência onde ocorre a criação mútua de valor. Isso fornece uma base sólida para compreender onde e como a co-criação ocorre.

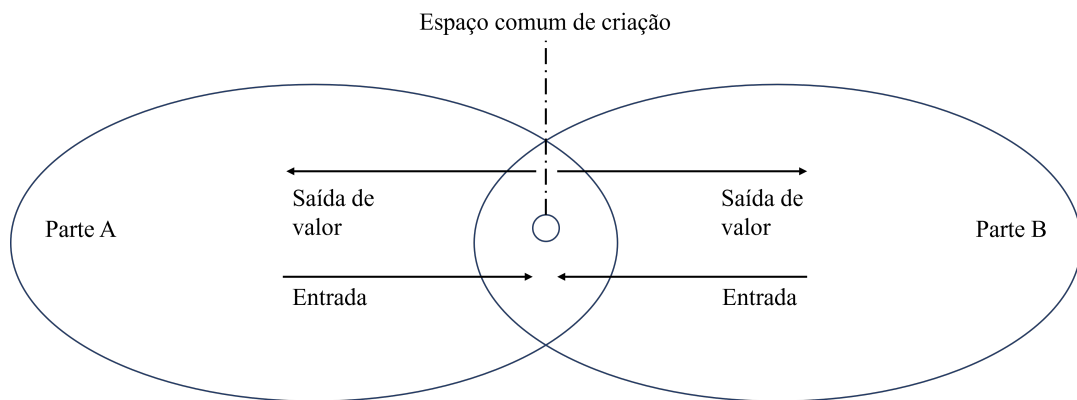


Figura 2.11: Espaço comum de co-criação  
 Fonte: adaptado de (De KONING; CRUL; WEVER, 2016)

O Espectro de Co-Criação, também proposto por De KONING, CRUL e WEVER (2016), descreve os diferentes graus ou níveis de co-criação. Ele varia de uma colaboração leve e ocasional entre os usuários e fornecedores até uma colaboração profunda e contínua. O modelo do Espectro de Co-Criação é fundamental para identificar o grau de envolvimento dos atores na co-criação e compreender como a criação de valor varia ao longo desse espectro. Isso possibilita a análise de como a co-criação se manifesta em diferentes contextos e situações (observar Figura 2.12).

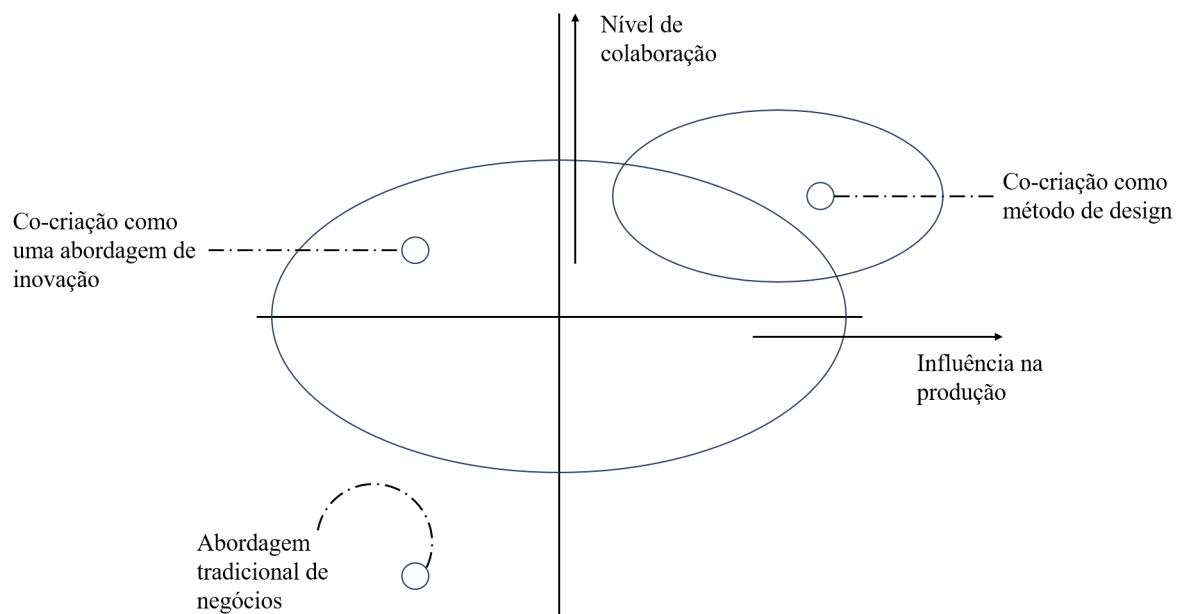


Figura 2.12: Espectro de co-criação  
 Fonte: adaptado de (De KONING; CRUL; WEVER, 2016)

Na Figura 2.13, os Tipos de Co-Criação, conforme definidos por De KONING, CRUL e WEVER (2016), representam as diversas formas nas quais usuários e fornecedores colaboram na criação de valor. Isso pode incluir a co-criação de produtos, serviços, conteúdo ou outras formas específicas de colaboração. Identificar os tipos de co-criação

ajuda a compreender as diferentes dimensões nas quais o valor é criado. Cada tipo de co-criação pode exigir abordagens e estratégias distintas, tornando esse modelo valioso para análise e implementação.

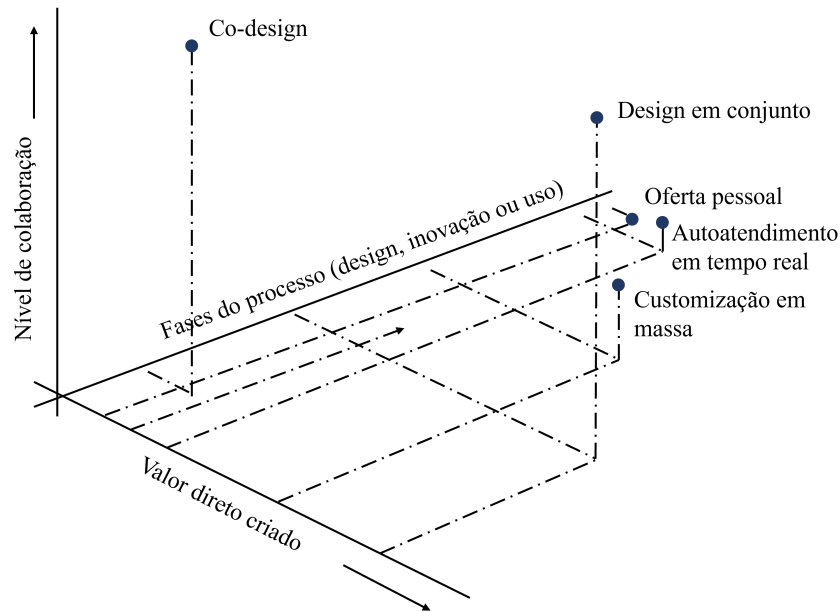


Figura 2.13: Tipos de co-criação

Fonte: adaptado de (De KONING; CRUL; WEVER, 2016)

Por último, as Etapas de Co-Criação detalhadas na Figura 2.14 e, delineadas por De KONING, CRUL e WEVER (2016), representam as fases do processo de co-criação ao longo do tempo. O modelo descreve como a co-criação evolui desde o reconhecimento das necessidades até a entrega de valor. Essas etapas oferecem uma estrutura para compreender o fluxo do processo de co-criação e são essenciais para a gestão e otimização da co-criação em diferentes contextos. A compreensão das etapas de co-criação é fundamental para orientar a criação de valor em sistemas de automação e em muitos outros domínios.

Co-criação como uma abordagem de inovação

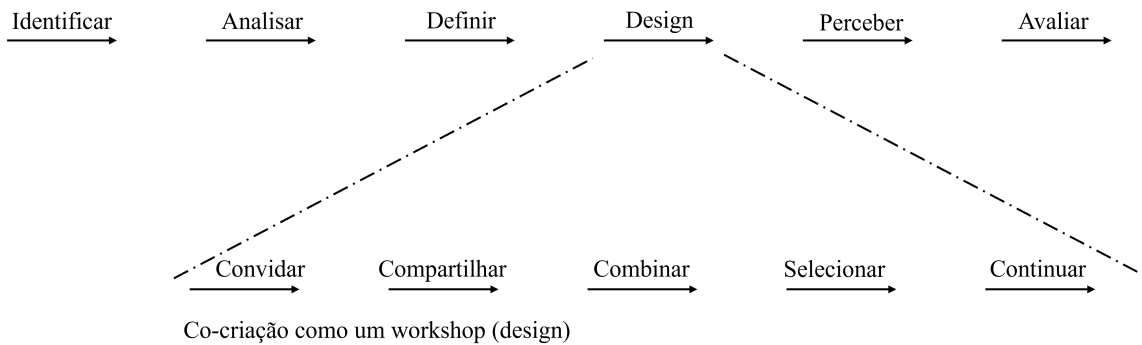


Figura 2.14: Etapas de co-criação

Fonte: adaptado de (De KONING; CRUL; WEVER, 2016)

A Figura 2.15 apresenta um modelo de ontologia para a co-criação de valor, suportado por um diagrama de classes. No qual, os recursos são elementos essenciais dos serviços (BLASCHKE et al., 2018) e também desempenham um papel crucial no acoplamento. Os atores fazem parte do ecossistema de serviços, podendo incluir elementos externos além dos usuários. Esses atores, juntamente com os serviços fornecidos pelo arranjo institucional, compõem o cenário para a geração de valor. É importante destacar que a complexidade desses sistemas de co-criação de valor está aumentando, principalmente devido ao crescente número de atores mutáveis, interações variadas e competências distribuídas. Nesse contexto, é essencial desenvolver uma abordagem que torne essa complexidade gerenciável e que permita o design, modelagem e análise dentro de um ambiente de sustentabilidade, garantindo o planejamento e a funcionalidade de futuros produtos-serviços (SCHOLTYSIK et al., 2021).

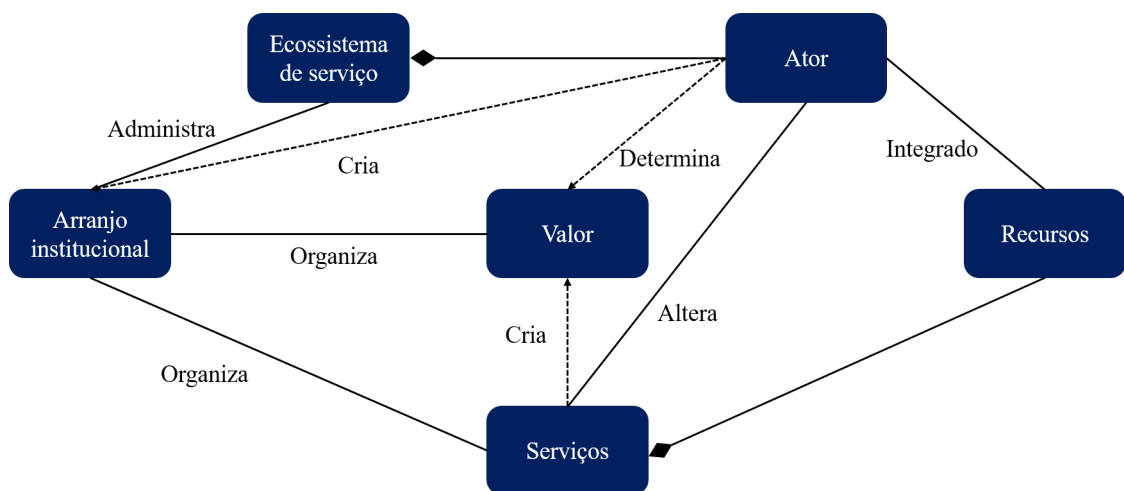


Figura 2.15: Ontologia da co-criação de valor

Fonte: adaptado de (BLASCHKE et al., 2018)

Em resumo, a co-criação de valor é um termo utilizado atualmente para descre-



ver diferentes sistemas e modelos de inovação. Esse termo está fundamentado na geração de valor por meio da interação entre provedores e usuários. No processo de design da co-criação de valor, são necessários compromissos entre as diversas partes envolvidas, os quais devem ser objeto do processo da *RE*. Essa abordagem é crucial para orientar o desenvolvimento, a gestão da manutenção e a resolução de conflitos.

### 2.3 Métodos para modelagem da co-criação de valor

Os métodos relacionados à especificação formal de sistemas estão evoluindo para fornecer informações mais detalhadas sobre os projetos, com maior capacidade de análise para detectar ambiguidades, inconsistências ou falhas que não seriam perceptíveis com métodos mais simples ou informais (HSU; NGUYEN; HUANG, 2021). No entanto, de acordo com VARGO e LUSCH (2017), ainda são necessárias pesquisas empíricas que examinem como os consumidores participam em conjunto com os fornecedores de produtos-serviços para co-criar valor.

Através da especificação formal de sistemas, é possível gerar modelos que representam o comportamento do sistema, concentrando-se no “o que fazer” em vez do “como fazer”. Essa formalização geralmente é realizada por meio de representações que podem ser baseadas (i) em modelos e estados, como VDM, Z, B e OCL; (ii) em especificações algébricas, como Larch, OBJ e TADs; ou (iii) em especificações de comportamento, como álgebra de processos (CCS, CSP, Pi-Calculus e LOTOS), (*RdP*) ou a lógica temporal.

A seguir, serão apresentados alguns trabalhos importantes sobre os principais métodos utilizados na representação da co-criação de valor e sua relação com o processo de design.

- De acordo com MICHELON, COSTA e RIBEIRO (2007), o artigo propõe uma abordagem formal para especificar e analisar sistemas de tempo real baseada na gramática de grafos baseada em objetos (*Object-Based Graph Grammar - (OBGGs)*). A *OBGGs* é uma técnica de descrição formal adequada para a especificação de sistemas distribuídos assíncronos e é intuitiva o suficiente para permitir a validação dos modelos por usuários que não estejam familiarizados com o método em profundidade. A *OBGGs* permite a modelagem explícita de restrições de tempo (time-slice) e define a semântica da especificação utilizando sistemas de transição (Transition Systems).
- A pesquisa realizada por DURUGBO e PAWAR (2014) se destaca como um dos poucos trabalhos que abordam a co-criação de valor, destacando o valor a ser criado em vez de seus efeitos, e formalizando o processo de co-criação, incluindo o design do mesmo. O estudo desenvolveu um modelo conceitual que caracteriza descritivamente o processo de co-criação, avalia as metodologias e integra funções para o

relacionamento entre provedor e usuário. O modelo proposto no artigo enfatiza o processo de requisitos, identificando quatro ciclos potenciais: (i) o conhecimento das características e necessidades do usuário, (ii) o conhecimento adquirido sobre o provedor através de aprendizado convencional (entrevistas), (iii) o conhecimento das conexões entre as características e necessidades do usuário com a participação deste como co-designer e/ou co-criador, e (iv) o conhecimento do valor a ser alcançado e do processo prévio de co-criação.

- Em seu estudo, PINHO et al. (2014) descrevem uma pesquisa qualitativa baseada em uma estrutura de dados para compreender a co-criação de valor a partir da perspectiva de múltiplos atores. O estudo foi aplicado a um projeto de serviço nacional de registros eletrônicos implementado na plataforma Portuguesa de dados de saúde. Através dessa pesquisa, foi possível operacionalizar o conceito de co-criação de valor, identificar seus fatores e resultados, compreender as interconexões entre os fatores e resultados da co-criação de valor, e entender como a co-criação de valor depende das ações dos diferentes atores envolvidos, em um conjunto complexo de interações e interdependências.
- No trabalho de VESTERINEN (2015), é proposto um auxílio para organizações na identificação de propostas de valor e oportunidades de co-criação de valor no contexto do ambiente digital. Nesse contexto, as organizações são vistas como criadoras de valor, porém, é o cliente quem transforma essa proposta em valor. Os autores argumentam que existem poucos estudos sobre como a criação de valor surge e como pode ser gerenciada. O estudo realizado adotou uma abordagem qualitativa, coletando dados por meio de entrevistas.
- De acordo com WADEISA e SADA (2015), a co-criação se tornou uma fonte importante de vantagem competitiva para as empresas na era moderna. No entanto, existem poucas pesquisas que abordam e gerenciam os desafios enfrentados por empresas envolvidas na co-criação de valor. Com o objetivo de preencher essa lacuna, os autores realizaram um estudo semi-formal para construir uma estrutura conceitual que identificasse os principais desafios enfrentados pelas empresas durante o processo de co-criação e sua relação com os consumidores.
- No setor da saúde, tanto as organizações quanto a academia reconhecem a necessidade de modificar as práticas de negócios para adotar comportamentos co-criativos e focar em uma orientação de serviço dominante (SHARMA; CONDUIT, 2016). O reconhecimento e a interconexão dos diversos atores envolvidos nas organizações tradicionais são considerados essenciais para sustentar os processos de co-criação. O estudo argumenta que existem cinco comportamentos fundamentais que fazem parte da cultura da co-criação: (i) co-produção, (ii) co-desenvolvimento, (iii) co-advocacia,

(iv) co-aprendizagem e (v) co-governança. Além disso, enfatiza a importância do diálogo, compartilhamento de inteligência de mercado, desenvolvimento de capacidades mútuas e tomada de decisões compartilhadas. Com base nesses conceitos, um modelo prescritivo é desenvolvido.

- O estudo de LAN et al. (2017) apresenta fatores de capacitação, como autoeficácia, cognição do dever e processos de aprendizagem, que podem transformar os usuários de produtos-serviços de receptores passivos em co-criadores de valor ativos. O trabalho é baseado na análise de dados quantitativos e qualitativos, e propõe um quadro de co-criação de valor entre usuários e empresas que envolve um processo de aprendizagem social claro. Além disso, o estudo enfatiza as conexões com inovações sociais em direção à sustentabilidade.
- Em seu estudo, ZHANG (2018) analisaram a participação consciente de diferentes usuários em um setor específico da economia colaborativa, usando bicicletas compartilhadas como estudo de caso. O objetivo do estudo foi avaliar a participação dos usuários na denúncia do estado das bicicletas, o que incentiva a co-criação de valor e fortalece a interação entre as organizações e os usuários, reduzindo os custos de manutenção. A pesquisa combina métodos qualitativos e quantitativos para analisar a confiabilidade e validade dos questionários coletados. Essa abordagem de manutenção é integrada ao processo de design.
- De acordo com FUENTES, SMYTH e DAVIES (2019), as organizações enfrentam o desafio de gerar e entregar resultados de valor para seus stakeholders. O estudo destaca a importância de um fornecedor que garanta resultados valiosos a médio e longo prazo, e ressalta que esses resultados são observados no estágio final do projeto, principalmente na fase de definição. Os autores apontam que a pesquisa sobre valor tem sido historicamente realizada a partir de uma perspectiva financeira e dos fornecedores, havendo pouca investigação relacionada às perspectivas dos clientes. Os resultados da pesquisa mostram interações gerenciais de valor que podem aprimorar as perspectivas de valor do usuário, oferecendo um conjunto de boas práticas para a co-criação e garantindo o sucesso na prestação de serviços.
- Em relação ao setor da saúde, SCHIAVONE et al. (2021) afirmam que os avanços tecnológicos, especialmente no campo digital, proporcionam novas oportunidades para projetar e desenvolver modelos de negócios digitais nesse setor. O estudo realizado pelos autores utiliza um método de análise qualitativa e exploratória em uma plataforma de economia compartilhada que cria, entrega e captura valor. Eles propõem uma estrutura multinível para reorganizar o sistema de saúde, com foco nas necessidades dos pacientes e na troca eficiente de informações entre os diversos profissionais envolvidos.

- A pesquisa conduzida por LIN (2022) tem como objetivo explorar como integrar os conceitos de inovação de serviços em empresas prestadoras de serviços, especificamente no setor de pintura. Os autores investigam como os usuários dos produtos-serviços podem avaliar sua experiência e destacam duas dimensões do grau de co-criação de valor: co-produção e valor de uso. Na co-criação de valor, os consumidores desempenham um papel ativo e colaboram diretamente ou indiretamente em várias etapas, desde a elicitación de requisitos até o consumo do produto-serviço.

A Tabela 2.2, sintetiza as informações previamente apresentadas em três colunas distintas. A primeira coluna indica a fonte responsável pela pesquisa, a segunda coluna fornece uma breve descrição do método ou metodologia implementada por cada autor, e a terceira coluna identifica o tipo de abordagem ou domínio de pesquisa adotado. É importante ressaltar que todos os métodos mencionados enfatizam um processo de produção conjunta, em contraste com o método tradicional no qual a co-criação de valor é apenas um aspecto da jornada do usuário, com pouca ou nenhuma consideração sobre o valor a ser criado.

Além disso, é notável que todos os estudos destacam a importância de uma abordagem formal na especificação e análise de sistemas, permitindo uma maior capacidade de detecção de ambiguidades, inconsistências e falhas que poderiam passar despercebidas em métodos mais simples ou informais. Esses métodos utilizam representações baseadas em modelos e estados, especificações algébricas ou de comportamento para modelar o comportamento do sistema. A abordagem formal também possibilita a inclusão de restrições de tempo e a definição explícita da semântica da especificação por meio de sistemas de transição. Dessa forma, os pesquisadores buscam fornecer informações mais detalhadas sobre os projetos, visando aprimorar a co-criação de valor e o processo de design.

Tabela 2.2: Exemplos de métodos de formalismo na co-criação de valor

Fonte	Características	Domínio
(MICHELON; COSTA; RIBEIRO, 2007)	Propõem uma abordagem formal para especificar e analisar sistemas em tempo real usando uma gramática orientada a objetos.	Grafos

Continua na próxima página.

Fonte	Características	Domínio
(DURUGBO; PAWAR, 2014)	<p>O modelo descritivo proposto formaliza a relação entre as estratégias de envolvimento da co-criação e a seleção da técnica da co-criação durante os diferentes processos.</p> <p>A co-criação como área de pesquisa ainda está em um estágio inicial.</p> <p>Propõe a formalização do processo de co-criação e avalia diversos métodos que envolvem os usuários ativamente no design da co-criação.</p>	Modelo descritivo
(PINHO et al., 2014)	<p>Co-criação de valor em redes complexas.</p> <p>Relação de muitos para muitos.</p> <p>Validação por entrevistas.</p> <p>Análise de dados e hipóteses.</p>	Qualitativo
(VESTERINEN, 2015)	<p>Propõe uma identificação de propostas de valor e possibilidades da co-criação no contexto do ambiente digital.</p> <p>Análise de dados.</p>	Qualitativo
(WADEISA; SADA, 2015)	<p>A co-criação tornou-se uma importante fonte da vantagem competitiva.</p> <p>Existem poucas pesquisas sobre como abordar e gerenciar os desafios da co-criação de valor.</p> <p>São identificados alguns desafios como: consumidores sem habilidades e conhecimento, processo demorado, sobrecarga de informações, integração de conhecimento, consumidores preconceituosos e boca a boca.</p>	Qualitativo

Continua na próxima página.

Fonte	Características	Domínio
(SHARMA; CONDUIT, 2016)	Os profissionais da saúde são incentivados a criar oportunidades para que os clientes participem de atividades de co-criação relacionadas a seus próprios planos de tratamento. O contexto da saúde oferece um ambiente ideal para estudar o conceito de uma cultura da co-criação de valor.	Qualitativo Interpretativa
(LAN et al., 2017)	Economia colaborativa. Estudo exploratório. Implementação baseada em entrevistas. Desenvolvimento de regressões logísticas. Interação sistema-usuário. Exibem uma estrutura da co-criação de valor proposta na economia de compartilhamento em contextos urbanos.	Qualitativo Quantitativo
(ZHANG, 2018)	Usa o modelo de equações estruturais para testar as hipóteses relevantes. Enfatiza o processo de validação pelo usuário antes do serviço ser executado. O usuário pode ser co-designer e/ou co-criador.	Qualitativo Quantitativo

---

Continua na próxima página.

Fonte	Características	Domínio
(FUENTES; SMYTH; DAVIES, 2019)	<p>Exploram empiricamente diferentes interações de valor, como: a co-aprendizagem com stakeholders internos e externos, o co-design para experiência de serviço e, a co-solução de problemas.</p> <p>Identificam empiricamente oito interações chaves de valor, que podem ser usadas como ações de gestão não apenas para melhorar os resultados de valor a longo prazo, mas também para lidar com situações complexas e incertas no presente.</p> <p>Criam empiricamente uma categorização de cinco tipos diferentes de resultados de valor, na perspectiva do cliente, que aparecem no médio e longo prazo.</p> <p>Descobrem que a alocação dos resultados de valor é altamente afetada pela assimetria de poder entre os atores relevantes no processo da co-criação.</p>	Qualitativo exploratório
(SCHIAVONE et al., 2021)	<p>A economia compartilhada permite a troca de bens e serviços entre consumidores e provedores com o objetivo de otimizar os diferentes recursos na área da saúde.</p> <p>As tecnologias digitais podem melhorar a qualidade de vida do paciente.</p> <p>A co-criação de valor se dá pela comunicação entre os profissionais da saúde e os pacientes, reduzindo os erros de procedimento.</p>	Qualitativo exploratório
(LIN, 2022)	<p>Metodologia baseada em entrevistas com os CEOs das empresas em estudo.</p> <p>Realizam uma análise dos dados coletados quanto à credibilidade, confiabilidade, verificabilidade e critérios de qualidade de relevância.</p> <p>Implementação de uma análise empírica</p>	Qualitativo Quantitativo

Fonte: adaptado de (MARAH; EL HIBAOU, 2015)

### 2.3.1 Análise dos métodos para modelagem da co-criação de valor

A pesquisa anteriormente apresentada revela uma lacuna nos estudos sobre abordagens, gerenciamento, estruturação e modelagem dos processos de co-criação de valor. Não há um método padrão ou formalismo de modelagem, nem um repositório de casos que ofereça boas práticas nessa área. Muitos trabalhos relacionados a esse tema provêm da área de marketing e consistem em processos qualitativos e não formais, distantes da abordagem da engenharia.

No entanto, a co-criação de valor se tornou uma vantagem competitiva tanto para o setor administrativo quanto para o industrial. Portanto, é essencial desenvolver métodos formais que garantam e orientem a implementação de sistemas automatizados de forma confiável. Nesse sentido, WANG et al. (2021) propõem uma abordagem de elicitação de requisitos baseada em grafos, que oferece uma linguagem formal e proporciona percepções para provedores de serviços que desejam extrair requisitos de seus usuários para verificação e validação, além de considerações qualitativas.

A maioria dos estudos encontrados, pesquisados por meio da abordagem bibliométrica, adota uma abordagem qualitativa, com ênfase na coleta e análise de dados. O método qualitativo das entrevistas é amplamente utilizado nesses estudos, juntamente com o desenvolvimento e análise de hipóteses. A partir dessa revisão bibliográfica, pode-se sintetizar que o design da co-criação envolve quatro estágios: (i) análise das características dos grupos de usuários, (ii) coleta de documentação que valida o modelo, (iii) realização de entrevistas individuais ou em grupo, e (iv) exploração dos dados obtidos.

A Figura 2.16 representa o resultado da análise dos textos pesquisados, apresentando os passos identificados em cada estudo. O processo tem início com a entrada denominada “sistema como é” ou “system as-is”. Em seguida, o primeiro estágio envolve a análise e identificação das características dos grupos de usuários. Em seguida, os dados são coletados, podendo ser baseados em documentos, textos, artigos, pesquisas ou resultados de métodos etnográficos, que validam ou redirecionam o modelo de forma qualitativa. O próximo passo consiste na realização de entrevistas e testes, em grupos ou individualmente, para validar o modelo consolidado pelos designers. Por fim, os dados e os resultados das entrevistas são analisados em um método que varia de semi-formal a formal, a fim de apresentar o resultado final, denominado “sistema como será” ou “system to-be”, aos stakeholders.



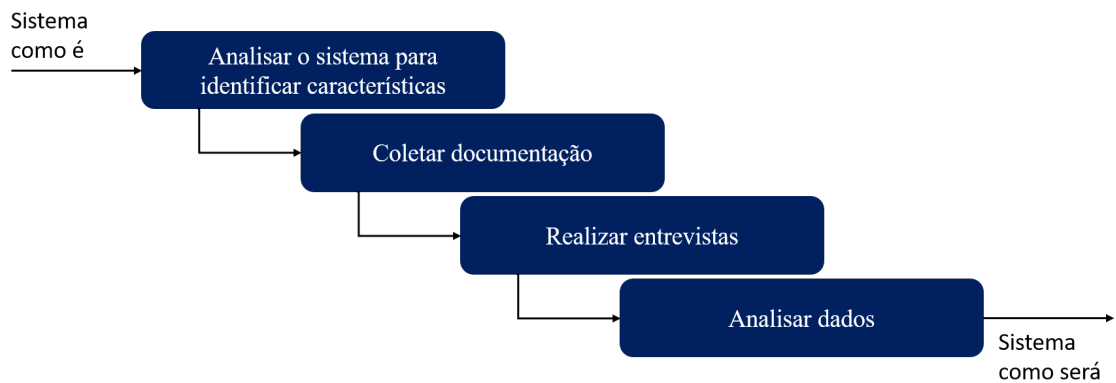


Figura 2.16: Método qualitativo baseado em gráficos  
 Fonte: Elaboração própria

Os artigos mencionados foram selecionados levando em consideração o número de citações e o ano de publicação, buscando incluir trabalhos mais recentes com propostas inovadoras, mesmo que ainda não tenham acumulado um grande número de citações. A maioria desses artigos defende, ou pelo menos concorda, que o método de design para a co-criação de valor precisa ter uma abordagem formal. No entanto, muitos desses estudos aplicam métodos informais ou semi-formais, obtendo resultados satisfatórios para suas aplicações específicas, mas ao mesmo tempo ressaltam a escassez de artigos sobre o tema (conforme evidenciado pela pesquisa bibliométrica apresentada na introdução desta pesquisa). Embora haja menção a métodos teóricos abrangentes baseados em grafos (MICHELON; COSTA; RIBEIRO, 2007), esses métodos não tiveram continuidade ou foram combinados com abordagens estatísticas ou baseadas em aprendizado, sendo excluídos desta pesquisa por prevalecer o modelo responsivo. No modelo responsivo, a participação do usuário está centrada na avaliação do produto-serviço já fornecido, não havendo um acoplamento direto com o produto-serviço.

A abordagem sistêmica também é evidente em todas as propostas, embora em alguns casos seja explícita (além dos artigos mencionados acima). Essa abordagem é fundamentada principalmente na compreensão de que os sistemas possuem propriedades além da simples soma de seus componentes. No entanto, essa perspectiva sistêmica geralmente se limita a uma identificação inicial dos elementos e de suas interações (ZHANG, 2018; PINHO et al., 2014; MICHELON; COSTA; RIBEIRO, 2007). A abordagem sistêmica tem aplicação em diversos campos científicos, como matemática, biologia, física, química, educação, sociologia, psicologia, entre outros. No entanto, fica claro que a abordagem sistêmica formal é reconhecida como a mais adequada, especialmente nos estudos de caso que envolvem sistemas colaborativos, pois considera os fenômenos como partes de um todo, ou seja, os elementos não podem ser analisados separadamente, e o conjunto deles não é igual à simples soma das partes envolvidas.

Portanto, o presente estudo será fundamentado em uma abordagem formal baseada em grafos. Levando em consideração a presença de requisitos emergentes, a

Engenharia de Sistemas será adotada, com ênfase na *MBSE* durante a fase inicial de definição de requisitos. A utilização de *RdP* possibilitará o gerenciamento simultâneo de múltiplos grupos de usuários e subsistemas de serviço, permitindo a combinação de diferentes subsistemas conforme as necessidades de gerenciamento. Além disso, será buscada uma alternativa aos métodos funcionais predominantes encontrados na literatura analisada, os quais frequentemente recorrem a abordagens clássicas de elicitação de requisitos, como entrevistas ou reuniões diretas.

## 2.4 Método *KAOS*

O diagrama de especificação automatizada de aquisição de conhecimento (*Knowledge Acquisition in Automated Specification - (KAOS)*) (DARDENNE; VAN LAMSWEERDE; FICKAS, 1993), desempenha um papel crucial no processo de elicitação de requisitos, ajudando os usuários a compreender a importância do projeto e o que será realizado (LEZCANO R; GUZMÁN L; GÓMEZ A, 2015). Para obter melhores resultados em termos de qualidade e automação dos requisitos, é essencial garantir uma harmonia na captura e no relacionamento dos componentes.

PONSARD, DARIMONT e MICHOT (2015), implementaram uma estrutura experimental na qual a abordagem é orientada a objetivos, baseada no modelo *KAOS*<sup>6</sup> (RESPECT-IT, 2007) para investigar diferentes cenários de uso da indústria, como a identificação de conceitos e a produção de tabelas de requisitos. Segundo SHOFI et al. (2022) e FUJIKURA e KURACHI (2019) o *KAOS* é uma abordagem de captura de requisitos de software orientada a objetivos que pertence à área da *RE*, na qual um objetivo pode ser comportamental ou suave:

- O objetivo comportamental é um objetivo que deve ser atingido. Esse tipo de objetivo se concentra principalmente em comportamentos e ações específicas que o sistema deve executar. Ele descreve funcionalidades concretas que o serviço deve realizar, como ações do consumidor, operações do sistema, cálculos matemáticos, etc. Objetivos comportamentais são geralmente mensuráveis e verificáveis, o que significa que é possível determinar se eles foram alcançados ou não. Por exemplo, “O sistema deve permitir que o usuário faça login com um nome de usuário e senha”.
- Ao contrário dos objetivos comportamentais, o objetivo suave prescreve com a interação do usuário, custo, desenvolvimento e desempenho. São mais abstratos e subjetivos. Eles se relacionam com aspectos não funcionais do sistema, como usabilidade, eficiência, custo e satisfação do usuário. Esses objetivos muitas vezes não podem ser quantificados ou verificados de forma objetiva. Em vez disso, eles expres-

---

<sup>6</sup>Método de análise de requisitos orientado a objetivos, desenvolvido pela University of Oregon e pela University of Louvain.

sam desejos ou preferências em relação ao sistema. Por exemplo, “O sistema deve proporcionar uma experiência de usuário agradável e eficiente”.

Em resumo, enquanto os objetivos comportamentais se concentram em funcionalidades concretas e mensuráveis do sistema, os objetivos suaves lidam com qualidades subjetivas e aspectos não funcionais que contribuem para uma experiência geral mais positiva do usuário. Ambos são importantes na engenharia de requisitos, pois juntos garantem que o sistema atenda não apenas às necessidades funcionais, mas também às expectativas e requisitos de qualidade. Os diagramas da *RE* são estruturados de acordo a meta-modelos subjacentes. O meta-modelo incorpora ou adapta a modelagem de objetivos, objetos, agentes (responsáveis ou atribuídos) e informações do modelo ou das operações como é apresentado na Figura 2.17.

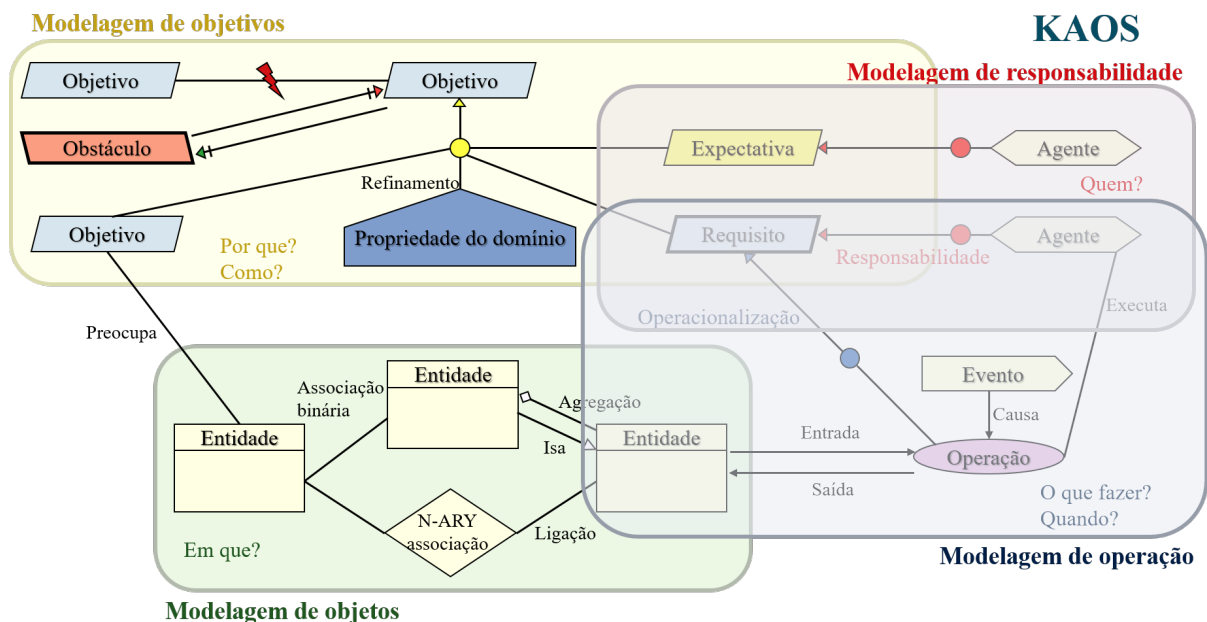


Figura 2.17: Meta-modelo de *KAOS*

Fonte: adaptada de (PONSARD; DARIMONT; MICHOT, 2015)

O método de análise de requisitos *KAOS* visa alinhar os objetivos do projeto como o elemento central para o retorno do investimento em qualquer sistema. A estrutura do método *KAOS* é representada por uma árvore que parte do objetivo principal, sendo refinada para objetivos secundários, e continua com o processo de identificação de camadas inferiores, como o reconhecimento de requisitos, agentes, entidades, obstáculos, operações e expectativas envolvidas. ASKARBEEKULY, SADOVYKH e MAZZARA (2020), definem a modelagem de objetivos *KAOS* como uma abordagem da engenharia de software que permite identificar objetivos de alto nível de uma organização, refiná-los e expandi-los para objetivos mais concretos em níveis inferiores, atribuindo-os a agentes específicos do sistema. No entanto, o *KAOS* enfrenta desafios quando lida com a incerteza gerada pelo

processo, uma vez que não existe um suporte formal de recursos que viabilize a medição do impacto de sub-objetivos no objetivo principal (ALMISNED; KEPPENS, 2010).

Uma das principais vantagens do método *KAOS* em relação a outros métodos de análise de requisitos é a sua capacidade de perfilar os requisitos, objetivos e objetos do projeto, o que amplia as oportunidades de ter uma visão que possa resultar em uma co-criação de valor para o sistema. A abordagem orientada a objetivos do *KAOS*, como descrito por ULFAT-BUNYADI, MOHAMMADI e HEISEL (2018), LEZCANO R, GUZMÁN L e GÓMEZ A (2015), ALMISNED e KEPPENS (2010), VAN LAMSWEERDE e LETIER (2004), é baseada em três níveis de expressividade e raciocínio: (i) nível semi-formal para a modelagem e estruturação de objetivos, (ii) nível qualitativo para a escolha entre alternativas, e (iii) nível formal (se for necessário) para um raciocínio mais determinado ou específico dos diversos componentes associados aos requisitos.

Além dos pontos mencionados anteriormente, há alguns outros aspectos relevantes a serem considerados sobre o método *KAOS*:

- **Flexibilidade:** O *KAOS* é conhecido por sua flexibilidade e adaptabilidade. Ele permite que os requisitos sejam refinados e expandidos ao longo do processo, permitindo ajustes e mudanças conforme necessário. Isso é especialmente útil em projetos em que os requisitos podem evoluir ou ser refinados à medida que o sistema é desenvolvido (DARDENNE; VAN LAMSWEERDE; FICKAS, 1993).
- **Abordagem centrada no usuário:** O *KAOS* enfatiza a importância da interação com o usuário e da compreensão de suas necessidades e expectativas. Ao identificar objetivos comportamentais e suaves, o método *KAOS* ajuda a garantir que o sistema atenda às demandas dos usuários finais, levando em consideração fatores como usabilidade, experiência do usuário e requisitos não funcionais (SHOFI et al., 2022).
- **Análise de impacto:** Embora o *KAOS* possa enfrentar desafios na medição do impacto dos sub-objetivos no objetivo principal, ele fornece uma estrutura para analisar o impacto das decisões e mudanças nos requisitos. Isso ajuda a compreender as interdependências entre os diferentes componentes do sistema e a tomar decisões informadas durante o processo de desenvolvimento (MISHRA; MUSTAFA, 2022).
- **Aplicabilidade a diferentes domínios:** O método *KAOS* pode ser aplicado em uma variedade de domínios, desde sistemas de software até sistemas complexos de engenharia. Sua abordagem orientada a objetivos e sua flexibilidade permitem que seja adaptado e utilizado em diferentes contextos, ajudando a capturar e modelar os requisitos específicos de cada domínio (SHOFI et al., 2022).
- **Integração com outras técnicas:** O *KAOS* pode ser combinado com outras técnicas e metodologias de *RE*, como análise de casos de uso, modelagem de processos e abor-

dagens ágeis. Essa integração permite aproveitar os benefícios de diferentes abordagens e adaptar o processo de acordo com as necessidades do projeto (MISHRA; MUSTAFA, 2022).

## 2.5 Estrutura do método *KAOS*

O método *KAOS* é uma linguagem diagramática utilizada para representar requisitos orientados a objetivos. Ele se baseia em quatro blocos de diagramas, conforme ilustrado na Figura 2.17. Um diagrama de objetivo *KAOS* é considerado completo quando todos os objetivos estão estruturados de forma composicional (diagrama de objetos) e operacional (diagrama de operações) e são atribuídos/responsabilizados aos agentes (diagrama de responsabilidades). Esclarecer as responsabilidades das partes interessadas é fundamental para garantir a rastreabilidade dos requisitos e estabelecer a base para a especificação da entrega dos produtos ou serviços. O *KAOS* permite que os analistas estruturem os objetivos em gráficos acíclicos direcionados, possibilitando uma abordagem sistêmica, estruturada e por refinamentos (RESPECT-IT, 2007)

No contexto do *KAOS*, o objetivo descreve os comportamentos admissíveis do sistema. É essencial que os objetivos sejam definidos de forma clara para que a verificação da sua satisfação seja possível. Os objetivos suaves são usados para documentar preferências entre comportamentos alternativos do sistema, uma vez que não há critérios claros para verificar a satisfação de um objetivo suave. Portanto, espera-se que os objetivos flexíveis sejam atendidos dentro de limites aceitáveis. Os agentes no *KAOS* estão relacionados principalmente aos usuários e componentes do sistema. Eles são definidos como componentes ativos do sistema que possuem papéis específicos para atingir determinados objetivos (TERUEL et al., 2011).


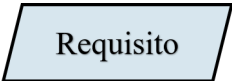
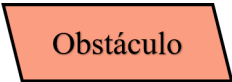
As dependências entre objetivos são representadas no método *KAOS* por meio da decomposição AND/OR e de links de conflito. A decomposição AND/OR é um link que relaciona um objetivo a um conjunto de subobjetivos. Um objetivo é considerado satisfeito quando todos os subobjetivos são satisfeitos ou, pelo menos, um subobjetivo é satisfeito. Além disso, existe um tipo de ligação que registra que um objetivo pode impedir a satisfação de outro objetivo, desde que determinadas condições sejam atendidas. A atribuição de responsabilidade é a ligação entre um objetivo ou requisito e um agente, indicando que o agente é atribuído/responsável por satisfazer aquele objetivo.

A Tabela 2.3 apresenta os elementos básicos para a composição dos diagramas *KAOS* e suas descrições. É importante destacar que, além de estarem no escopo dos objetivos do produto-serviço, a interação com o usuário deve atender às expectativas desse usuário, as quais são atribuídas ou são responsabilidade de um agente. No caso do fornecimento do produto-serviço, pode haver a transferência de recursos, que devem ser representados por entidades. Por fim, a transação ou compromisso com o usuário deve

considerar as propriedades do domínio<sup>7</sup>. Todos esses elementos podem ser adequadamente representados nos diagramas *KAOS*.

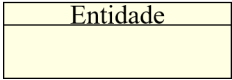

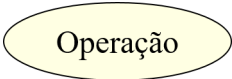

Com o intuito de aprofundar a proposta de modelagem, serão fornecidos detalhes adicionais sobre o uso de cada um dos elementos mencionados na Tabela 2.3. Existem dois motivos para essa abordagem: o primeiro é introduzir os conceitos que sustentarão a proposta, especialmente no que se refere à integração entre o modelo de interação com o usuário e os demais requisitos; o segundo motivo é estabelecer as bases para discutir a representação desses elementos em uma linguagem de transferência, como a *XML*, uma vez que, para cumprir o ciclo da *MBRE*, será necessário exportar os diagramas para um ambiente de modelagem formal em *RdP*.

Tabela 2.3: Elementos do método *KAOS*




Elemento	Descrição
	É uma declaração que descreve o objetivo para o qual o sistema é projetado. Um objetivo pode ser refinado em sub-objetivos. Em outras palavras, descreve um objetivo a ser alcançado pelo sistema ou por algum de seus sub-sistemas.
	É um objetivo de baixo nível com critérios claros de satisfação, que podem ser usados nas rotinas de teste. A satisfação dos requisitos deve refletir-se (usando o diagrama de objetivos) na justificação de outros objetivos relacionados a esses requisitos.
	É uma condição desfavorável ou restrição que dificulta a satisfação dos objetivos, geralmente originada no contexto ou domínio do objetivo global.

Continua na próxima página.

<sup>7</sup>As propriedades relevantes para o domínio do produto-serviço são consideradas como elementos que podem ser utilizados para sustentar a conclusão de um refinamento. Essas propriedades estão divididas em dois tipos: hipóteses do domínio e invariantes de domínio. No caso das hipóteses do domínio, espera-se que sejam mantidas e podem ser empregadas durante as discussões sobre a completude do refinamento de objetivos. Por outro lado, as invariantes de domínio são conhecidas por serem válidas em todos os estados de um determinado objeto, como leis físicas, regulamentos ou restrições impostas.

Elemento	Descrição
	<p>Representam objetos passivos e independentes. Objetos passivos não podem realizar operações, e são independentes se seguirem o modelo orientado a objetos com “completeza comportamental”. Seus atributos, cujos valores admissíveis devem ser especificados, definem o estado do sistema.</p>
	<p>São utilizados para iniciar ou interromper as operações. Podem ser externos ou produzidos pelas operações.</p>
	<p>Atribui requisitos (pre-condições e pós-condições). Pode criar objetos, disparar transições de estado e ativar uma série de operações adicionais chamando outro evento ou operação.</p>
	<p>São todos os objetos físicos ativos (agentes do sistema), como seres humanos (por exemplo, fornecedores), ou objetos lógicos (agentes de software), como máquinas (por exemplo, roteadores), capazes de realizar as operações de um sistema. Os agentes do sistema são tipos de agentes que executam operações físicas para o funcionamento do sistema, enquanto os agentes de software estão relacionados a agentes que possuem manifestação lógica em um sistema. São objetos físicos ativos (agentes do sistema), como seres humanos, máquinas ou objetos lógicos (agentes de software), capazes de realizar operações que eventualmente alteram o estado do sistema.</p>

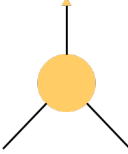
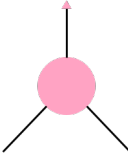
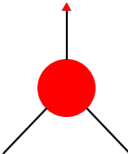
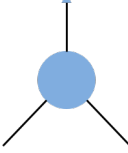
Continua na próxima página.

Elemento	Descrição
 <p>Propriedade do domínio *</p>	<p>É uma condição que deve ser mantida para que um objetivo seja satisfeito. Pode ser uma invariante de domínio ou uma hipótese de domínio. A invariante de domínio é um tipo de propriedade de domínio que deve ser verdadeira em todos os estados do sistema, enquanto a hipótese de domínio é um tipo de propriedade de domínio que se espera que seja verdadeira para satisfazer um objetivo.</p> <p>Denotam sistemas externos ao sistema em questão que podem ser colaborativos ou de suporte. No caso de sistemas de suporte, podem estar associados a invariantes ou a uma hipótese, enquanto no caso do sistema colaborativo (um objetivo externo a ser satisfeito), deve contribuir para o objetivo global do sistema.</p>
	<p>É usado para indicar a existência de conflito entre objetivos ou de um objeto que impede a satisfação do objetivo.</p>
 <p>Expectativa *</p>	<p>Denotam os resultados esperados pelos agentes. Não possui um critério claro para sua satisfação. Portanto, sua satisfação, que é parcialmente definida, não afeta a satisfação dos requisitos associados. No entanto, a satisfação das expectativas pode influenciar a satisfação dos agentes, o que é importante quando eles estão envolvidos no acoplamento de serviços.</p>

---

Continua na próxima página.



Elemento	Descrição
	<p>Nó coletor usado para conectar um objetivo aos seus sub-objetivos. Cada conexão contribui para a satisfação do objetivo de forma inclusiva (nó AND). Convencionalmente, se houver uma ordem parcial entre os sub-objetivos, ela deve ser representada da esquerda para a direita.</p> <p>Conexões alternativas (nó OR) serão representadas por conectores independentes.</p>
	<p>Nó coletor usado para conectar um agente a objetivos, expectativas ou requisitos pelos quais esse agente é responsável. Segue-se a mesma convenção para conexões inclusivas e alternativas.</p>
	<p>É utilizada para conectar (responsabilidade) ao agente responsável dos requisitos ou expectativa.</p>
	<p>É utilizada para conectar as operações com os requisitos ou expectativa.</p>

Fonte: adaptado de (NWOKEJI; CLARK; BARN, 2013)  
(TERUEL et al., 2011; RESPECT-IT, 2007)

Sublinha-se que os itens marcados com uma estrela, fazem parte da contribuição da proposta *KAOS+*, na qual, as novas definições de “expectativa” e “propriedade do domínio” apresentam uma abordagem mais clara e detalhada no contexto do *KAOS* focado ao serviço. No que diz respeito às expectativas, a definição enfatiza que elas representam os resultados esperados pelos agentes e descrevem o que os agentes esperam alcançar por meio da interação com o sistema. Essa ênfase na relação entre expectativas e agentes fornece uma compreensão mais sólida da importância das expectativas na modelagem de requisitos, pois a satisfação das expectativas pode influenciar a satisfação geral dos agentes. Por outro lado, a definição de “propriedade do domínio” esclarece ainda mais esse conceito. Além de destacar que as propriedades do domínio são condições necessárias para a modelagem de sub-sistemas pertencentes ao sistema, tornando a modelagem de requisitos mais flexível e adaptável.

### 2.5.1 Diagrama de objetivos

O diagrama de objetivos propõe uma estrutura hierárquica começando pelo objetivo sistêmico ou geral do projeto. Os objetivos são representados por uma série de paralelogramos que estão associados aos objetivos identificados, conforme ilustrado na Figura 2.18. Os nós coletores, ou círculos amarelos, indicam a conexão entre o objetivo e seus componentes, enquanto o raio vermelho é usado para indicar conflitos. No *KAOS*, o objetivo pode ser alcançado através da satisfação de seus componentes ou refinamentos. Além disso, os objetivos qualitativos, especialmente os não funcionais, também devem ser incluídos no diagrama de objetivos. Portanto, os objetivos podem representar as necessidades e desejos do usuário na forma de propriedades que o serviço deve incorporar. Essas necessidades e desejos podem ser obtidos dos usuários/stakeholders por meio de diversas técnicas de eliciação e listadas como funcionalidades.

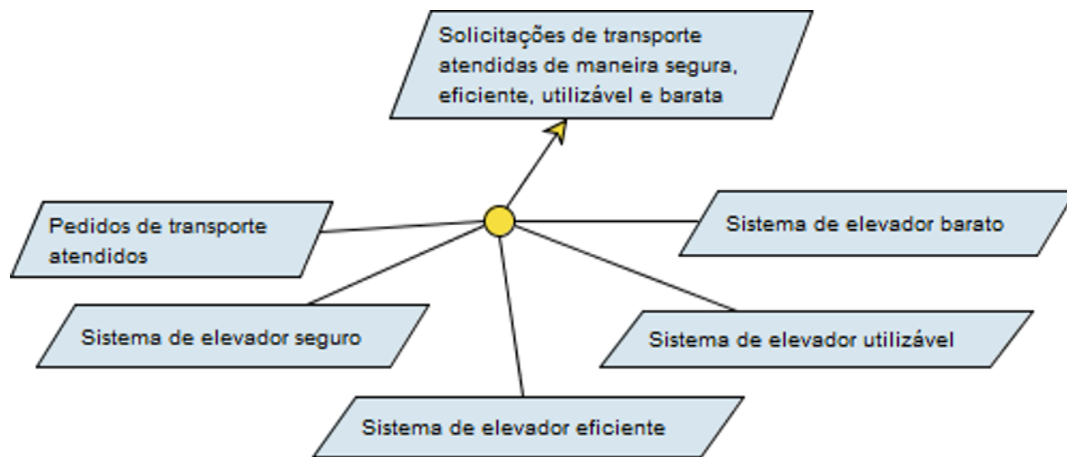


Figura 2.18: Diagrama de objetivo do elevador  
Fonte: (RESPECT-IT, 2007)

No *KAOS*, o registro de objetivos, requisitos, expectativas, agentes e conflitos é considerado uma vantagem que facilita análises futuras. O diagrama de objetivos do *KAOS* é mais detalhado do que uma estrutura hierárquica simples. Os requisitos são objetivos que podem ser instanciados diretamente ou alcançados por operações diretas. Os requisitos podem ser refinados por outros requisitos, mas não por objetivos, conforme ilustrado na Figura 2.19. Os novos requisitos devem ser implicitamente atribuídos à responsabilidade do agente responsável pelo requisito pai.

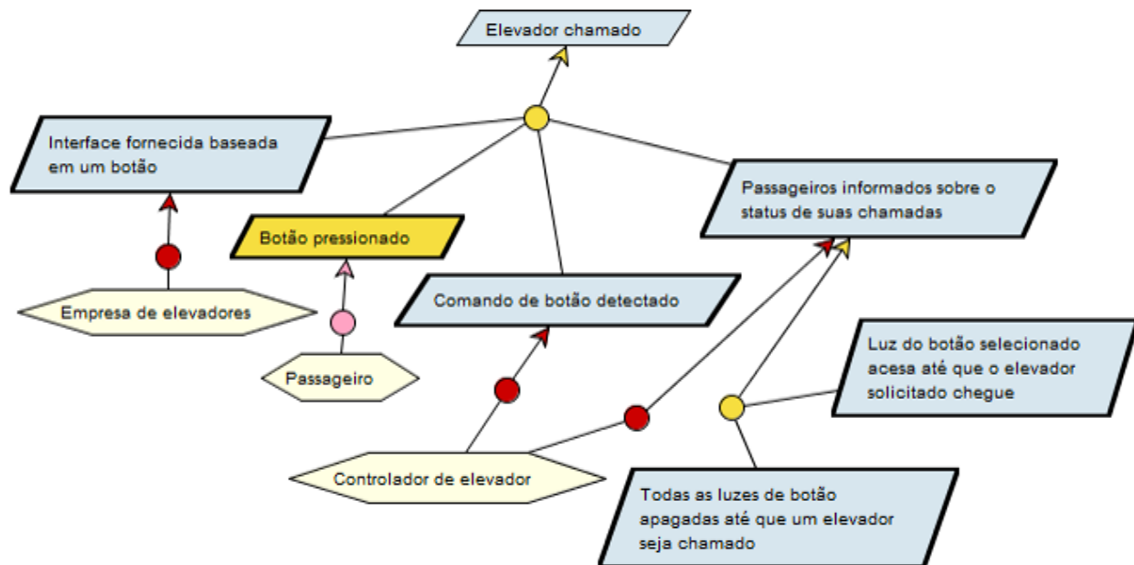


Figura 2.19: Diagrama de objetivo da chamada do elevador  
 Fonte: (RESPECT-IT, 2007)

É importante ressaltar que o diagrama de objetivos apresenta dois tipos de decomposição de objetivos: a decomposição AND e a decomposição OR. A decomposição AND significa que, se todos os sub-objetivos forem alcançados, o objetivo pai também pode ser alcançado. Por outro lado, a decomposição OR permite que o objetivo pai seja alcançado com pelo menos um dos sub-objetivos atingidos.

### 2.5.2 Diagrama de objeto

O diagrama de objeto é utilizado para definir todos os elementos necessários para satisfazer os requisitos, sejam recursos estáticos ou agentes (humanos, máquinas). No diagrama de objeto, existem três tipos de objetos: entidades (por exemplo, portas de elevador, botões), agentes (por exemplo, empresa de elevador, passageiro e controlador de elevador) e associações (por exemplo, a designação de uma cabine, no caso do exemplo do elevador), conforme indicado na Figura 2.20.

O diagrama de objeto é compatível com os diagramas de classes da Linguagem de Modelagem Unificada (*Unified Modeling Language - (UML)*)<sup>8</sup>. No contexto do *KAOS*, as entidades correspondem às classes da *UML*. As associações em *KAOS* correspondem à conexão binária da *UML* ou classes de associação n-árias. A herança está disponível para todos os tipos de objetos, incluindo associações. O diagrama está relacionado à

<sup>8</sup>O *D-Lab* reconhece que a *UML* é uma ferramenta capaz de capturar uma determinada ideia expressa por um usuário e, por meio de seus 13 diagramas, consegue representar o que deve ser feito. No entanto, constata que a *UML* não possui uma relação adequada com requisitos não funcionais. Por esse motivo, o *D-Lab* trabalha com o método *KAOS*, que reconhece os requisitos não funcionais como objetivos/requisitos passíveis de refinamento, além de permitir a análise de riscos e obstáculos. Além disso, observa-se que a *UML* tem como foco o desenvolvimento de software, enquanto o *KAOS* pode ser orientado para o desenvolvimento de serviços.

vinculação do domínio da aplicação e ao estabelecimento de restrições do sistema. Os objetos podem ser categorizados como entidades, agentes e associações, nesta ordem. As entidades são responsáveis por descrever o estado do objeto sem realizar operações. Os agentes são responsáveis pela execução das operações, enquanto as associações funcionam como entidades que dependem do objeto e não têm a capacidade de efetuar uma operação.

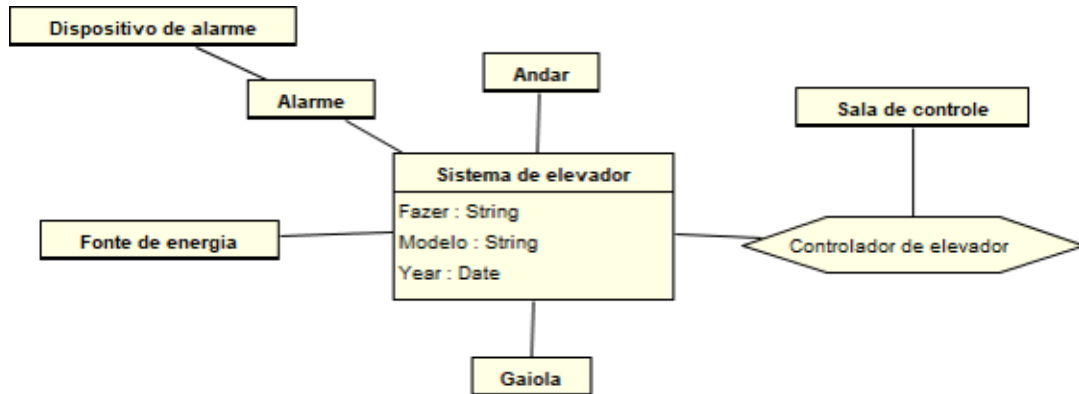


Figura 2.20: Diagrama de objeto do elevador  
Fonte: (RESPECT-IT, 2007)

A representação dos agentes será utilizada neste trabalho tanto para denotar responsabilidade, quando uma transação é provocada por um determinado usuário ou tem um elemento provedor único, quanto para atribuição, quando um determinado produto-serviço é fornecido a um ou vários usuários.

### 2.5.3 Diagrama de responsabilidade

No método *KAOS*, os agentes desempenham um papel ativo e importante, contribuindo de forma ativa ou passiva para alcançar os objetivos. Esses agentes podem ser seres humanos ou componentes automatizados, responsáveis ou designados para atender aos requisitos ou expectativas. Na representação do *KAOS*, é exigido que cada requisito ou expectativa seja atribuído/responsabilizado a um agente responsável. Além disso, os objetivos podem estar associados a vários agentes. No *KAOS*, é feita uma distinção entre atribuição e responsabilidade. A atribuição é utilizada quando vários agentes podem ser responsabilizados por um requisito ou expectativa, enquanto a responsabilidade é utilizada quando apenas um agente é responsável por um requisito ou expectativa.

Em outras palavras, um diagrama de responsabilidade detalha, para cada agente, os requisitos e expectativas pelos quais ele é responsável ou aos quais foram atribuídos. Para construir esse diagrama, o especialista analisa os diferentes requisitos e expectativas no diagrama de objetivos e atribui um agente a cada um, conforme ilustrado na Figura 2.21. Por exemplo, “o controlador do elevador é responsável por trancar as portas abertas quando um alarme de incêndio é acionado e por parar todos os elevadores em movimento assim que eles alcançarem qualquer andar”.

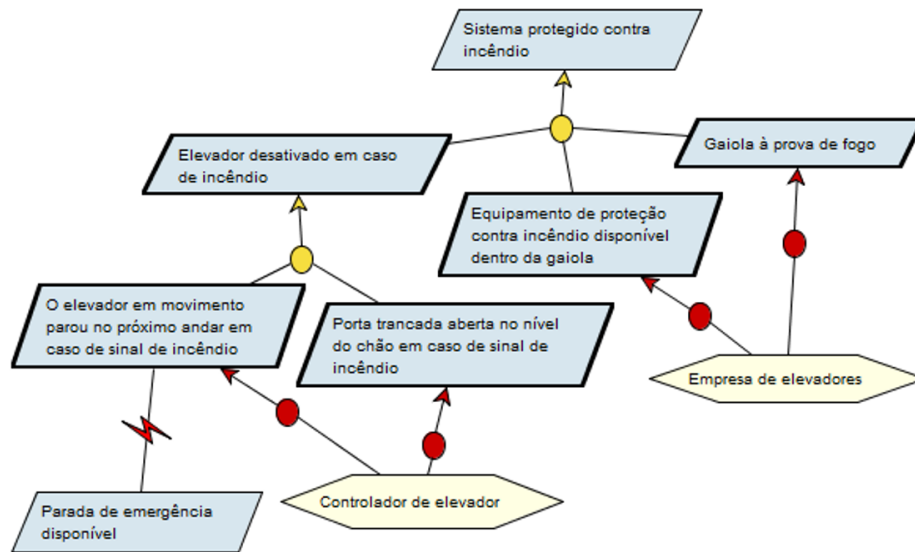


Figura 2.21: Diagrama de responsabilidade do sistema protegido contra incêndio do elevador

Fonte: (RESPECT-IT, 2007)

A atribuição dos agentes é feita de acordo com o modelo de objetivo. Normalmente, os objetivos são atribuídos a vários agentes. No entanto, quando um único agente é atribuído a um objetivo/requisito, indica-se que não há espaço para adicionar um refinamento adicional. Após a designação dos agentes para os diferentes requisitos e expectativas, é desenhado um diagrama para cada agente, listando todos os requisitos e expectativas atribuídos a ele, conforme exemplificado na Figura 2.22.

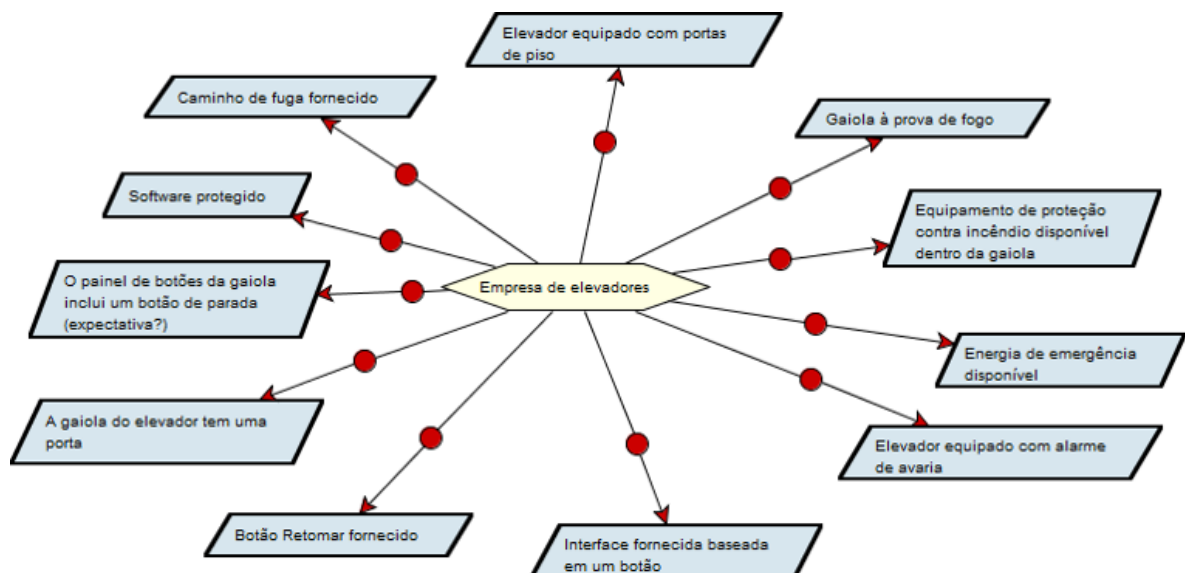


Figura 2.22: Diagrama de responsabilidade da empresa de elevadores

Fonte: (RESPECT-IT, 2007)

### 2.5.4 Diagrama de operações

O diagrama de operações do *KAOS* tem a responsabilidade de descrever todos os comportamentos necessários dos diferentes agentes para cumprir os requisitos identificados. No *KAOS*, os comportamentos são expressos em termos de operações realizadas. Essas operações podem envolver a criação de objetos, acionar transições de estado e ativar outras operações por meio de chamadas a eventos ou operações adicionais. As operações podem ter duas fontes: os usuários durante o processo de eliciação ou os designers durante a análise dos requisitos existentes.

No *KAOS*, as operações são utilizadas para cumprir os requisitos e podem restringir o espaço de soluções esperadas pelos usuários, clientes, partes interessadas ou designers. Elas podem ser usadas para atender aos requisitos de desempenho, compatibilidade com sistemas colaborativos ou reutilização de sistemas ou subsistemas existentes. Requisitos que não foram operacionalizados são chamados de “requisitos abertos”. Quanto menos requisitos abertos existirem no diagrama, mais precisa será a abordagem da *RE* e sua documentação correspondente. A operacionalização de requisitos preencherá a lacuna entre a descrição do problema (objetivos, requisitos e objetos de domínio) e a descrição da solução (operações que representam os comportamentos dos agentes e objetos que interagem com essas operações).

A Figura 2.23 ilustra um exemplo de diagrama de operações. As operações são representadas por formas ovais, e os objetos são conectados às operações por conexões de entrada e saída. Os eventos são indicados por setas que podem ser externos ou gerados por operações, iniciando ou interrompendo as operações. Por exemplo, no estudo de caso do elevador, o evento “Refreshar” é gerado pela operação “Reprogramar”, que inicia a execução da operação “Executar programa”.

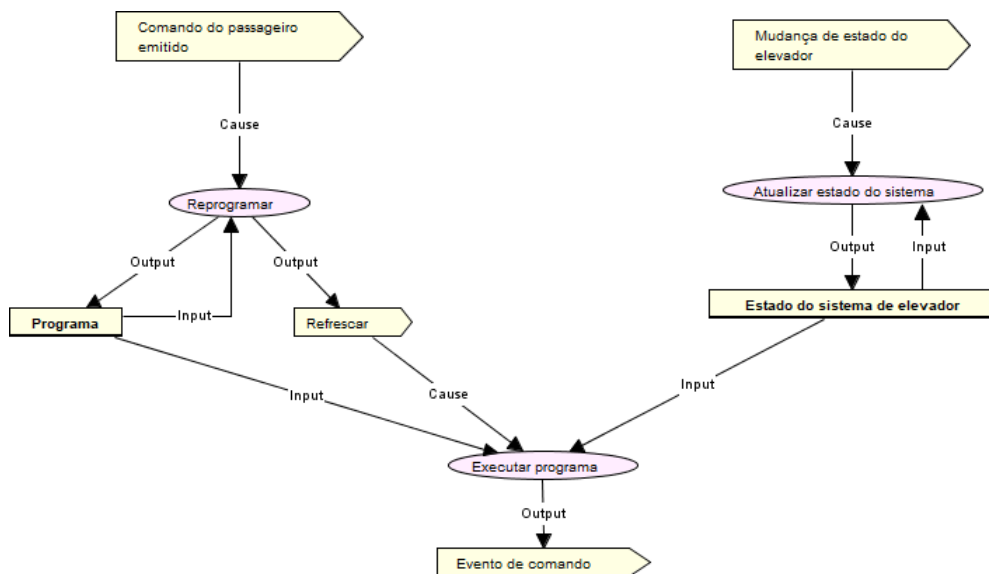


Figura 2.23: Diagrama de operações do processo de controle do elevador  
Fonte: (RESPECT-IT, 2007)

Um diagrama de operações deve cumprir critérios de integridade, especificando os agentes que realizam as operações, os dados de entrada e saída para cada operação, e quando as operações devem ser executadas. As operações podem ser disparadas explicitamente por um evento, como o “Comando do passageiro emitido” mostrado na Figura 2.23. Se nenhum evento for especificado, a operação será acionada assim que os dados necessários de entrada estiverem disponíveis. As operações devem ser justificadas pela existência de requisitos.

Para que um requisito seja considerado “fechado”, é necessário haver uma relação/triangulação entre responsabilidade-operacionalização-desempenho. Os relacionamentos permitidos pelo método *KAOS* (refinamento, operacionalização, responsabilidade) fornecem rastreabilidade entre todas as partes envolvidas no diagrama e oferecem aos analistas flexibilidade na exploração do diagrama.

Neste trabalho, um produto-serviço está associado a requisitos que contribuem para satisfazer objetivos relacionados à interação com o usuário (service delivering). Os usuários serão representados por agentes que estão conectados aos requisitos por meio do diagrama de responsabilidade e possuem transações modeladas por operações. Uma sequência dessas operações (ainda sem representação explícita no *KAOS*, o que será uma contribuição deste trabalho) representa a transação da co-criação de valor. Os critérios para avaliar essa transação também serão uma contribuição deste trabalho.

## 2.6 Redes de Petri (*RdP*)

As *RdP* são uma ferramenta de modelagem matemática e gráfica amplamente aplicável em diversos sistemas. Elas são capazes de descrever e estudar sistemas de processamento de informações, como sistemas simultâneos, assíncronos, distribuídos, paralelos, não determinísticos e/ou estocásticos (LLADO, 2022; MURATA, 1989). As *RdP* são formalismos bem estabelecidos para modelar o comportamento dinâmico de sistemas concorrentes e distribuídos, sendo executáveis e suportados por diversas técnicas de análise. No entanto, elas podem não ser adequadas para lidar com sistemas complexos e de grande escala. Nesses casos, uma solução é utilizar uma modelagem de alto nível de abstração e implementar recursos de redes estendidas (MECHERAOU; LOMAZOVA; BELALA, 2021; BASILE; De TOMMASI, 2021).

As *RdP* são grafos direcionados, simples, bipartidos e conexos, compostos por lugares, transições e arcos direcionados (TRIPATHI et al., 2021; WANG, 2007). Os arcos direcionados são os encargados de conectar os lugares com as transições ou vice-versa (observar a Figura 2.24). A rede de Petri é definida formalmente como uma 5-tupla (KAID et al., 2019; SHEN et al., 2013),  $N = (P, T, F, W, M_0)$  na qual:

- $P =$  é um conjunto finito de lugares.
- $T =$  é um conjunto finito de transições.

- $F = F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P) \rightarrow \mathbb{N}$ ,  $\mathbb{N}$  é uma função de entrada que define aos arcos direcionados de lugares para transições.  $\mathbb{N}$  é um conjunto de números enteros não negativos.
- $W = F \rightarrow \mathbb{N} (1, 2, 3...)$ ,  $\mathbb{N}$  é uma função de saída que define aos arcos direcionados de transições para lugares.
- $M_0 = P \rightarrow (0, 1, 2, 3...)$ , é o estado inicial ou marca inicial.
- $P \cap T = \emptyset$  e  $P \cup T \neq \emptyset$

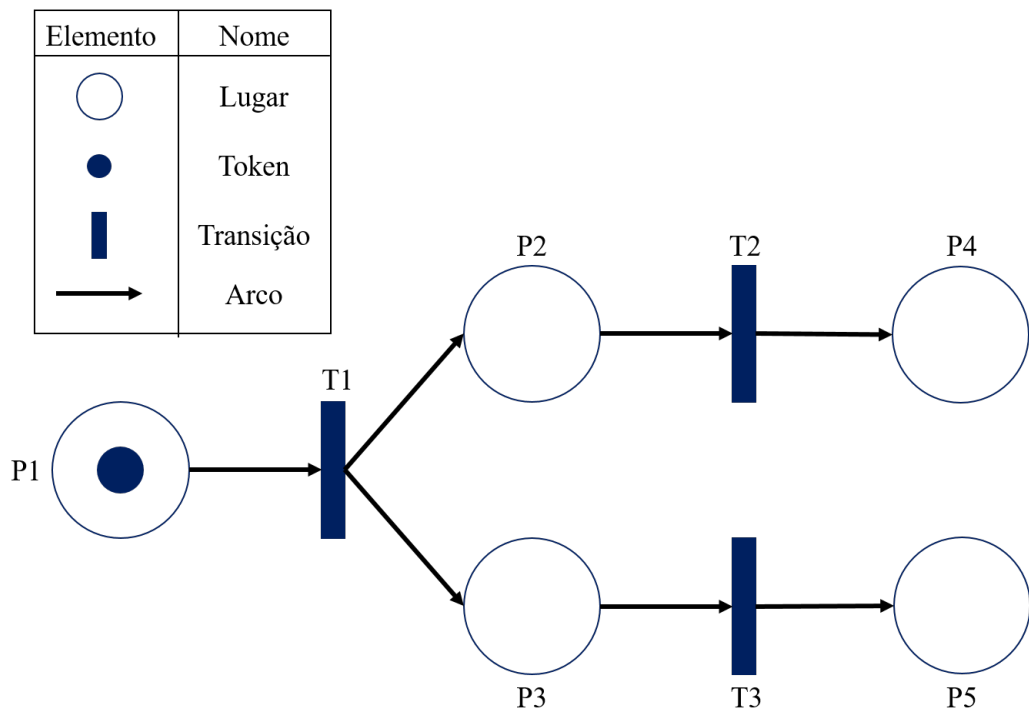
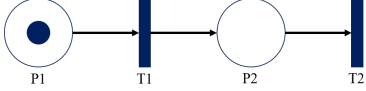
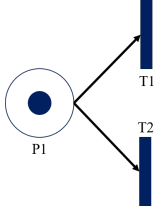
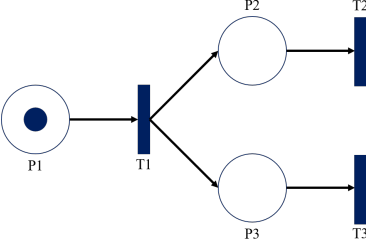
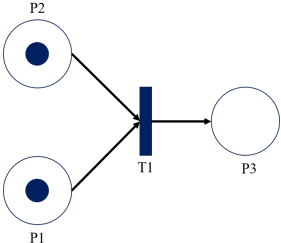
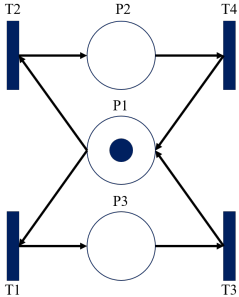


Figura 2.24: Estrutura da Rede de Petri  
Fonte: Elaboração própria

Ao realizar a modelagem ou design das *RdP*, estão envolvidos diversos construtores que representam padrões específicos de fluxo de processos (GAN et al., 2021; LEFEBVRE; BASILE, 2021). A Tabela 2.4 apresenta alguns desses construtores, incluindo o sequencial, o conflito, o simultâneo-assincronismo, a sincronização, a exclusividade mútua e a prioridade. Esses construtores desempenham um papel fundamental na representação e análise do comportamento dinâmico das *RdP*.



Tabela 2.4: Elementos para o fluxo de processos nas *RdP*

Elemento	Descrição
Sequencial	
Conflito	
Simultâneo - assincronismo	
Sincronização	
Exclusividade mutua	

Continua na próxima página.

Elemento	Descrição
Prioridade (Se chegar uma marca ao P1 desabilita T1 com um gate inibidor, se P4 tem uma marca T1 é habilitado, em outras palavras, se é marcada uma prioridade a outra transição não sera habilitada)	

Fonte: adaptado de (LEFEBVRE; BASILE, 2021)  
(GAN et al., 2021; PERHÁC; MIHÁLYI; NOVITZKÁ, 2017; ZHU, 2017)

## 2.7 Propriedades das *RdP*

A proposta de adotar o modelo da *MBRE* implica a formalização dos requisitos, incluindo a modelagem do usuário final e sua interação com o sistema ou produto-serviço. Nesse processo de formalização e análise, é crucial utilizar uma representação adequada para sistemas dinâmicos discretos. Nesse sentido, as *RdP* foram selecionadas como um formalismo apropriado para esse propósito.

As *RdP* oferecem várias propriedades que são especialmente relevantes para a modelagem e análise do fluxo de trabalho transacional. Entre essas propriedades, destacam-se:

- **Paralelismo:** As *RdP* permitem representar e analisar sistemas com processos paralelos, nos quais várias tarefas podem ser executadas simultaneamente. Isso é fundamental para capturar a natureza concorrente de muitos sistemas.
- **Assincronismo:** As *RdP* são capazes de lidar com sistemas nos quais as transições ocorrem de forma assíncrona, ou seja, não há uma ordem rígida de execução entre as tarefas. Isso permite modelar sistemas complexos nos quais as interações entre os processos são menos previsíveis.
- **Concorrência:** As *RdP* permitem a representação de situações em que várias tarefas competem pelos mesmos recursos ou lugares. Isso é especialmente relevante para sistemas nos quais a exclusividade mútua de certos recursos é necessária.
- **Discrição temporal:** As *RdP* são adequadas para modelar sistemas discretos nos quais as transições ocorrem em momentos específicos e são ativadas por eventos discretos. Isso permite capturar a dinâmica temporal do sistema de forma precisa.

Essas propriedades oferecidas pelas *RdP* tornam esse formalismo uma escolha adequada para a modelagem e análise de sistemas baseados em fluxo de trabalho transacional, permitindo uma compreensão mais profunda do comportamento dinâmico e interações entre os processos envolvidos.

As redes de Petri são grafos orientados integrados por: lugares ou estados (place/transition), representados por círculos. Transições, representadas por segmentos retilíneos e arcos direcionados ligando transições e lugares. O sucesso se deve basicamente à simplicidade de seu mecanismo, embora a representação de grandes sistemas seja cara. Um lugar pode conter um número positivo ou nulo de testemunhas ou tokens/marcas, que são representadas por um ponto dentro do círculo que representa o lugar. Nas *RdP*, as transições representam os processos do programa. Os lugares representam as pré e pós condições necessárias para a execução de um processo. Os arcos direcionados são relacionados às condições e processos e os tokens/marcas, se estiverem presentes em um lugar, indicam que se verifica a condição que esse lugar representa (Figura 2.24).

### 2.7.1 Propriedades funcionais ou dinâmicas

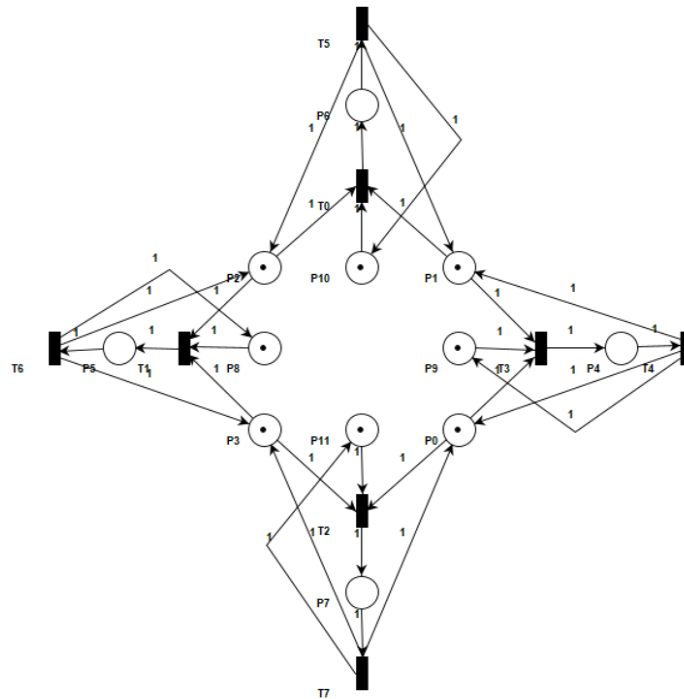


Figura 2.25: Exemplo da *RdP* para o detalhamento das propriedades

Fonte: Elaboração própria

As propriedades funcionais caracterizam o comportamento dinâmico do sistema representado em *RdP*. As definições foram baseadas no trabalho de (MURATA, 1989). O esquema gráfico retratado na Figura 2.25 corresponde a uma *RdP* que ajudará

no detalhamento das propriedades<sup>9</sup>. Estas propriedades são:

- Alcançabilidade:

Identifica os estados alcançáveis de um sistema. Uma sequência de disparos resulta em uma sequência de marcações. Uma marcação  $M_n$  é dita alcançável a partir de uma marcação  $M_0$  se existir uma sequência de disparos que transforma  $M_0$  em  $M_n$ . Uma sequência de disparos é denotada por  $\sigma = M_0 t_1 M_1 t_2 M_2 \dots t_n M_n$  ou simplesmente por  $\sigma = t_1 t_2 \dots t_n$ . O fato de  $M_n$  ser alcançável a partir de  $M_0$  por uma sequência de disparos  $\sigma$  é representado por  $M_0[\sigma > M_n]$ .

O conjunto de todas as possíveis marcações alcançáveis a partir de  $M_0$  em uma rede  $(P, T_N, T_t, F_N; F_i, M_0)$  é denotado por  $R(P, T_N, T_t, F_N; F_i, M_0)$  ou simplesmente por  $R(M_0)$ .

A Figura 2.26 mostra o gráfico de alcançabilidade da  $RdP$  da Figura 2.25.

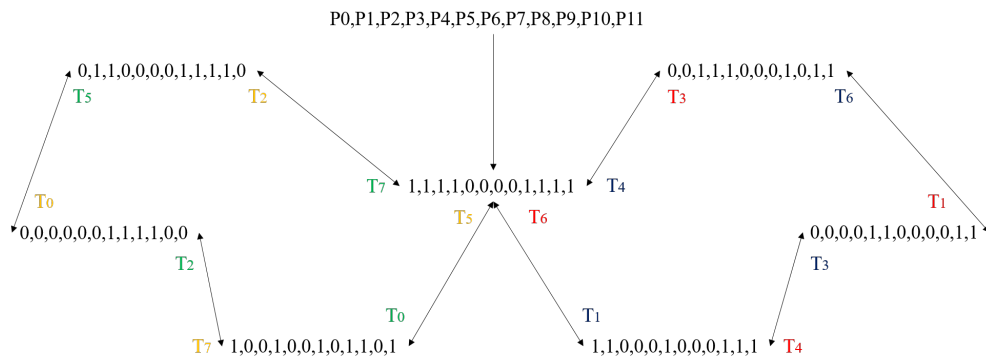


Figura 2.26: Exemplo da  $RdP$  para o detalhamento da propriedade de alcançabilidade  
Fonte: Elaboração própria

- Limitação e Segurança:

Uma  $RdP (P, T_N, T_t, F_N; F_i, M_0)$  é dita  $k$ -limitada se o número de marcas em cada lugar da rede não exceder um número finito  $k$  para qualquer marcação alcançável a partir de  $M_0$ , isto é,  $\forall p \in P | M(p) \leq k$ . Uma  $RdP$  é dita segura se esta for 1-limitada. Assegurar que a rede que modela o sistema é limitada ou segura, é uma forma de garantir que não haverá desbordamentos de dados (overflow) nos espaços de memória (buffers), independentemente da sequência de eventos ativada.

A Figura 2.27 exhibe o diagrama de limitação e segurança da  $RdP$  equivalente à Figura 2.25. A  $RdP$  é limitada e segura porque terá apenas uma marca em cada estado.

<sup>9</sup>O foco da pesquisa não é aprofundar no modelo matemático que oferece a  $RdP$  no processo de formalização, o que não significa que os autores desconhecem tais princípios. A pesquisa utilizara algumas ferramentas oferecidas pelo software *PIPE 4.3*® para justificar a formalização das redes obtidas.

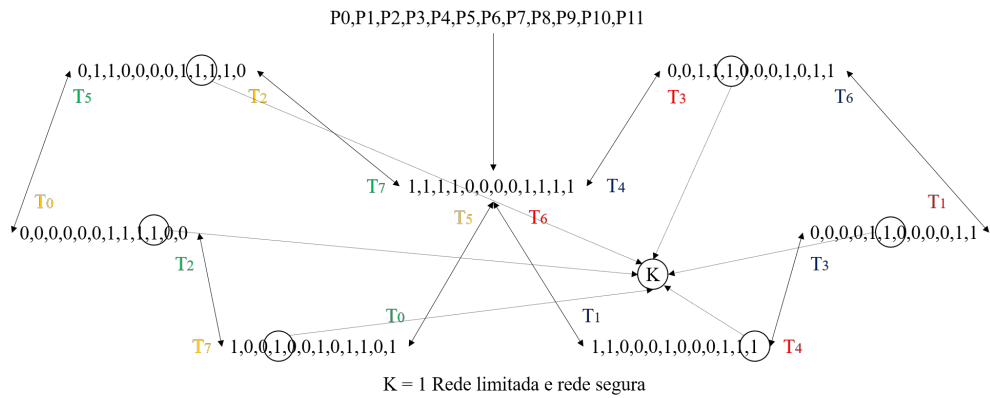


Figura 2.27: Exemplo da *RdP* para o detalhamento da propriedade de limitabilidade e segurança  
 Fonte: Elaboração própria

- Vivacidade:

Esta propriedade está relacionada com a ausência de situações de auto-travamento (Deadlocks) no funcionamento do sistema. Uma *RdP* é dita viva se, independentemente da marcação alcançada a partir de  $M_0$ , for sempre possível disparar ao menos uma transição.

Vivacidade é uma propriedade fundamental para a operação regular de muitos sistemas. Entretanto, a identificação desta propriedade nem sempre é simples e o custo computacional da verificação pode ser muito elevado.

Genericamente, uma transição  $t$  em uma *RdP* é dita:

- Morta ou L0-viva se nunca pode ser disparada em qualquer sequência de disparos a partir de  $M_0$ .
- L1-viva se  $t$  pode ser disparada ao menos uma vez em alguma sequência de disparos a partir de  $M_0$ .
- L2-viva se, dado um número inteiro positivo  $k$ ,  $t$  pode ser disparado pelo menos  $k$  vezes em alguma sequência de disparos a partir de  $M_0$ .
- L3-viva se,  $t$  aparece infinitamente em alguma sequência de disparos a partir de  $M_0$ .
- L4-viva ou viva se,  $t$  é L1-viva para qualquer marcação  $M$  em  $R(M_0)$ .

Na Figura 2.28 é mostrado um exemplo gráfico de como expressar a propriedade de vivacidade de uma *RdP* baseado na Figura 2.25. A *RdP* é viva, porque todas as transições são ativadas em algum momento. Note-se que  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$ ,  $T_7$  tem uma vivacidade de L3-viva, uma vez que suas transições podem ser disparadas infinitas vezes.

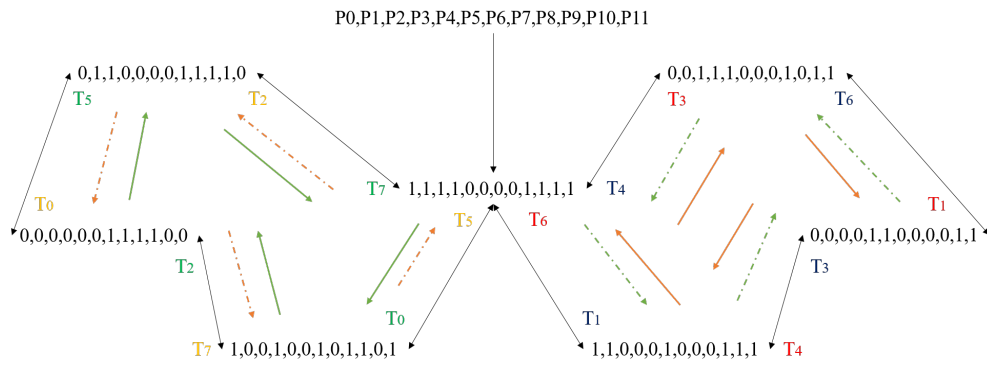


Figura 2.28: Exemplo da *RdP* para o detalhamento da propriedade de vivacidade  
Fonte: Elaboração própria

- Reversibilidade:

Uma *RdP* é reversível se, para qualquer marcação  $M$  em  $R(M_0)$ ,  $M_0$  é alcançável a partir de  $M$ . Assim, em uma rede reversível é sempre possível retornar para a marcação inicial ou estado inicial. Uma marcação  $M'$  é considerada um estado desejado se, para cada marcação  $M$  em  $R(M_0)$ ,  $M'$  for alcançável a partir de  $M$ .

A Figura 2.29 mostra um exemplo gráfico de como expressar a propriedade de reversibilidade no grafo de alcançabilidade conforme à Figura 2.25.

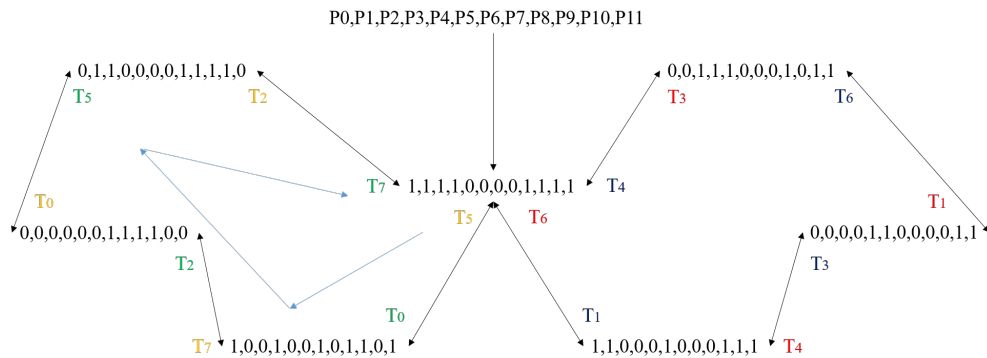


Figura 2.29: Exemplo da *RdP* para o detalhamento da propriedade de reversibilidade  
Fonte: Elaboração própria

- Cobertura:

Uma marcação  $M$  em uma *RdP* é coberta se existe uma marcação  $M'$  em  $R(M_0)$  tal que  $M'(p) \geq M(p)$  para cada lugar  $p$  da rede.

Na Figura 2.30 é indicado um exemplo gráfico de como expressar a propriedade de cobertura de uma *RdP* baseado na Figura 2.25. Note-se que a árvore de cobertura tem certa semelhança com a árvore de alcançabilidade da *RdP*, uma vez que a *RdP* é limitada.

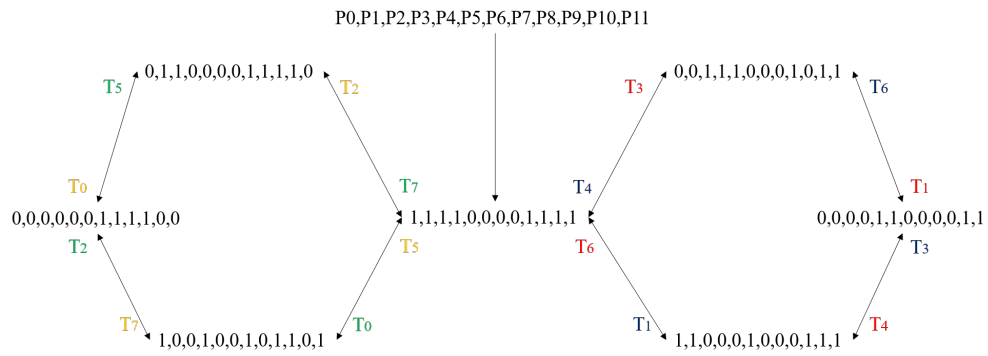


Figura 2.30: Exemplo da *RdP* para o detalhamento da propriedade de cobertura  
Fonte: Elaboração própria

- Persistência:

Uma *RdP* é dita persistente se, para quaisquer duas transições habilitadas, o disparo de uma delas não desabilita a outra. Uma transição em uma rede persistente, uma vez habilitada, permanece habilitada até que dispare. A noção de persistência é útil no contexto de sistemas assíncronos. A persistência é fortemente relacionada a uma rede sem conflitos.

Na Figura 2.31 é exibido um exemplo gráfico ilustrando a propriedade de persistência de uma *RdP* baseado na Figura 2.25. A *RdP* é persistente porque o disparo de qualquer transição não desabilita o disparo de outra transição.

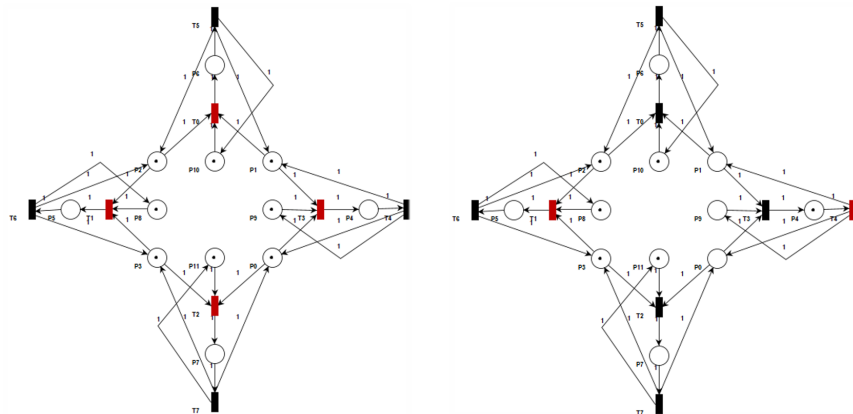


Figura 2.31: Exemplo da *RdP* para o detalhamento da propriedade de persistência  
Fonte: Elaboração própria

- Equidade:

Existem dois tipos de equidade: equidade limitada e equidade incondicional (ou global). Duas transições  $t_1$  e  $t_2$  possuem uma relação limitada se existe um número máximo de vezes que uma dispara enquanto a outra não dispara. Uma *RdP* é dita limitada se cada par de transições desta mantém uma relação de equidade limitada. Uma sequência de disparos  $\sigma$  é dita incondicionalmente equânimes se esta é finita

ou todas as transições da rede aparecem infinitamente em  $\sigma$ . Uma *RdP* é dita incondicionalmente equânimes se todas as sequências de disparos  $\sigma$  a partir de  $M$  em  $R(M_0)$  forem incondicionalmente equânimes.

Na Figura 2.32 é indicado um exemplo gráfico ilustrando a propriedade da equidade em uma *RdP* baseado na Figura 2.25.  $T_0, T_2, T_5, T_7$  e  $T_1, T_3, T_6, T_4$  são iguais.

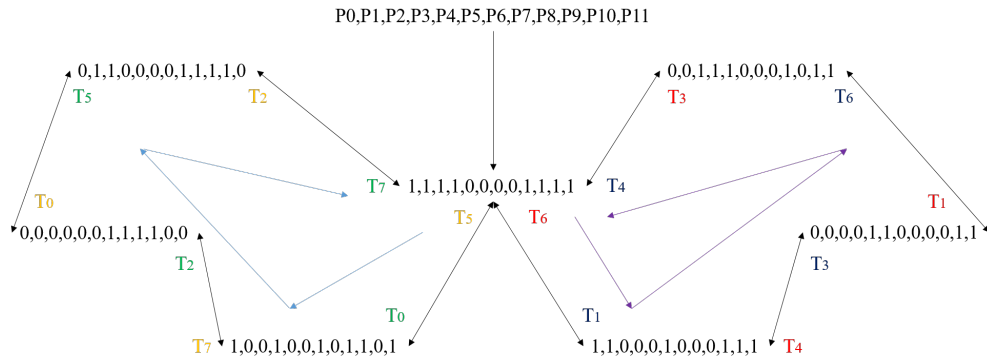


Figura 2.32: Exemplo da *RdP* para o detalhamento da propriedade de equidade  
Fonte: Elaboração própria

### 2.7.2 Propriedades estruturais ou estáticas

As propriedades estruturais ou estáticas listadas em seguida (WOJNAKOWSKI et al., 2021; NASSIM LACHEHEUB; HAMEURLAIN; MAAMRI, 2020), aplicam-se para *RdP* comuns e puras. Em uma *RdP* comum, os lugares podem conter múltiplas marcas ou tokens e as transições podem ter arcos ponderados que indicam quantos tokens são consumidos ou produzidos. Essa flexibilidade torna as *RdP* comuns adequadas para modelar sistemas complexos com múltiplos estados e transições, onde é importante controlar a quantidade de recursos ou tokens envolvidos em cada etapa.

Por sua vez, em uma *RdP* pura, cada lugar contém apenas um token (marca) ou está vazio (sem token). Além disso, as transições não têm arcos ponderados, o que significa que elas sempre consomem e produzem um token de cada vez. As *RdP* puras são usadas para modelar sistemas mais simples, nos quais não é necessário controlar a quantidade de recursos com tanta precisão. Elas simplificam a análise e a compreensão do comportamento do sistema. Uma *RdP* é comum se suas funções de incidência só podem assumir os valores de incidência 0 e 1 (todos os seus arcos têm peso unitário). Uma *RdP* é pura ou não reflexiva se nenhum lugar for tanto a entrada quanto a saída da mesma transição.

- Vivacidade estrutural:

Uma *RdP* é estruturalmente viva se tiver uma marcação inicial para  $N$ . Exemplo  $R(N, M_0)$ .



- Controlabilidade:

Uma *RdP* é completamente controlável se qualquer marcação for alcançável a partir de qualquer outra marcação. Para uma rede totalmente controlável, considera-se:  $Tamanho(A) = m$ , onde  $m$  refere-se à quantidade de lugares da rede.

- Limitação ou cotação estrutural:

Uma *RdP* é estruturalmente limitada se for limitada a qualquer conjunto finito de marcações iniciais  $M_0$ .

- Preservação:

Uma *RdP* é preservável se houver um inteiro positivo  $y(p)$ , para cada lugar  $p$  tal que a soma das marcas seja constante para cada  $M \in R(N, M_0)$ .

- Repetibilidade:

Uma *RdP* é repetível se houver uma marcação  $M_0$  e uma sequência de disparos  $\sigma$  de  $M_0$ , de forma que as transições sejam disparadas infinitamente na sequência definida por  $\sigma$ .

- Consistência:

Uma *RdP* é consistente se houver uma marcação  $M_0$  e uma sequência de disparo reversível  $\sigma$  de  $M_0$  a  $M_0$ , de modo que cada transição tenha sido disparada pelo menos uma vez em  $\sigma$ .

### 2.7.3 Análise de invariantes

A análise de invariantes é uma propriedade utilizada no processo de verificação formal em *RdP*. Até agora, os invariantes foram mais estudados como técnicas de análise estrutural, ou seja, como uma ferramenta para substituir a verificação enumerativa do espaço de estados (SCHMIDT, 2003).

A ideia por trás dos invariantes é permitir a criação de equações que são satisfeitas para todas as marcações alcançáveis. A análise é composta por três estágios: (i) formular as equações, (ii) comprovar que as equações são satisfeitas, e, (iii) verificar as propriedades funcionais ou dinâmicas (ver Capítulo 2.7.1) do sistema modelado.

Na análise de invariantes são calculados os vetores invariantes de lugar (*P-invariantes*) e de transição (*T-invariantes*). Existem algoritmos específicos e bem conhecidos para o cálculo destes vetores (BONET et al., 2007). A complexidade do cálculo depende apenas do número de lugares e transições na rede e não do tamanho da árvore de alcançabilidade.

O vetor das invariantes de lugar (*P-invariantes*) é também chamado de “*S-invariantes*” por autores que denotam o conjunto de lugares por “*S-set*” (BAUSE; KRIT-

ZINGER, 2013). O vetor é utilizado para definir se a *RdP* é limitada, o nível da vivacidade e a equação de marcação.

Em síntese:

- A invariante  $P$  denota um conjunto de lugares com marcação ponderada constante durante os disparos das transições. Isso significa que:

$$wM = wM_0 \quad (2.1)$$

Onde o vetor  $w$  deve ser de dimensões  $1 \times m$ . O cálculo do invariante de lugar é baseado na equação de estados (2.10) fazendo cumprir o requisito (2.1).

$$wM = wM_0 + wA^T\sigma \quad (2.2)$$

$$wA^T\sigma = 0 \quad (2.3)$$

O que é verdadeiro para qualquer sequência de disparos se,

$$wA^T = 0 \quad (2.4)$$

Os lugares relacionados com as posições do vetor  $w$  com valores diferentes a 0 contribuem para a marcação invariante.

- Ao invariante de transição  $T$  são associados ciclos de disparo, tal que, a partir de um estado  $M_i$ , se pode chegar novamente a  $M_i$ . Eventualmente este estado pode ser o estado inicial  $M_0$ , e, usando a equação de estados temos uma sequência de disparos cíclica, tal que :

$$M_0 = M_0 + A^T(\sigma_1 + \dots + \sigma_2 + \sigma_i) = M_0 + A^T\sigma \quad (2.5)$$

Onde  $\sigma = \sum \sigma_i$ ,

$$A^T\sigma = 0 \quad (2.6)$$

Portanto, os invariantes de transição são vetores coluna de dimensão  $n$  (o número de lugares), que compõe o núcleo de solução do sistema homogêneo (equação 2.6).

Todo sistema modelado em *RdP* admite uma representação algébrica, que é dada pelas matrizes que representam a estrutura do modelo (lugares e transições distribuídas) e por uma equação de estado que representa a evolução dos estados pela ocorrência das transições que forem habilitadas.

Uma *RdP* com  $n$  estados e  $m$  transições é representada por duas matrizes de incidência de dimensão  $m \times n$  que representam as conexões entre os nós da rede: a matriz de incidência e a matriz de ocorrência.

A matriz de incidência,  $A^-$  é definida por:

$$A^-(j, i) = I(e_i, t_i) \quad (2.7)$$

E indica o fluxo de entrada nas transições. A matriz de ocorrência,  $A^+$  é determinada por:

$$A^+(j, i) = O(e_i, t_i) \quad (2.8)$$

E indica o fluxo emergente das transições. Define-se a matriz de incidência global  $A$ , como:

$$A = A^+ - A^- \quad (2.9)$$

O vetor de disparo  $\sigma$  pode ser representado por um vetor uni-modular com a dimensão do número de transições existentes na rede, na qual cada elemento do vetor tem um valor unitário se a respectiva transição está habilitada no estado corrente e zero em caso contrário. Este vetor também é chamado vetor de habilitação.

O estado de marcas  $M$  será denotado por um vetor de dimensão igual ao número total de estados da rede, onde cada elemento do vetor tem um valor inteiro igual ao número de marcas atribuído ao referido lugar.

A equação de estados é expressa por:

$$M_i = M_0 + A^T \sum_{n=0}^{i-1} \sigma_j = M_0 + A^T \sigma \quad (2.10)$$

A Equação 2.10 pode ser usada na análise de propriedades das *RdP*, especialmente dos invariantes. O seu papel na análise e verificação dos requisitos derivados dos diagramas *KAOS*, pode ser feito pela análise das propriedades estruturais já descritas, mas os invariantes se destacam por poderem ser associados aos requisitos dinâmicos, isto é, requisitos que devem se manter inalterados durante o ciclo da *MBRE* e são condição necessária para a convergência do processo da *RE*.

## 2.8 Acoplamento de entrega do serviço

Apoiada na ideia de que a engenharia de serviços combina esforços para impulsionar o desenvolvimento dos serviços exigidos e desejados pelos usuários, a fim de satisfazer os requisitos de Qualidade do Serviço (*Quality of Service - (QoS)*), é importante destacar que a co-criação de valor é parte integrante das mudanças que ocorrem

nesses serviços. Essas mudanças envolvem fabricantes, usuários e vários aspectos da economia. O principal objetivo é pesquisar novas ferramentas ou técnicas que proporcionem uma vantagem competitiva, além de aumentar o lucro e a eficiência e qualidade dos serviços. No entanto, é importante ressaltar que as necessidades dos usuários muitas vezes são mal definidas devido à alta demanda e às constantes mudanças do mercado. Para o presente trabalho, a co-criação de valor é resultado da avaliação do processo e do acoplamento da entrega do serviço (*Service Delivering Coupling - (SDC)*), aspectos que estão relacionados ao design modelado em *RdP*, definidas pelos autores como “redes de serviço”.

A abordagem da Engenharia de Serviços é abrangente e engloba todos os processos de negociação envolvidos em um produto-serviço. Ela fornece serviços em massa, partindo dos usuários finais até as empresas. No processo de acoplamento da entrega do serviço, é necessário considerar acordos de nível de serviço que incluam requisitos de *QoS*, representados principalmente pelos requisitos não funcionais. Esses acordos são estabelecidos entre os consumidores e os provedores do serviço.

Ao abordar o *SDC*, é importante lembrar que os requisitos são declarações que identificam as capacidades ou funções que um sistema precisa ter para atender às necessidades específicas dos consumidores. Os consumidores e/ou stakeholders são todas as pessoas, organizações e instituições envolvidas no ambiente do sistema, como usuários finais, operadores, pagadores de contas, proprietários, agências reguladoras, patrocinadores, entre outros. Simplificando, as categorias podem ser divididas em duas: provedores/fornecedores e consumidores/usuários.

Para garantir uma entrega eficiente de serviços complexos, é recomendável levar em consideração algumas afirmações: os consumidores nem sempre sabem exatamente o que desejam, e seus requisitos podem mudar rapidamente ao longo do tempo, resultando em requisitos emergentes. Nem todos os consumidores possuem a mesma lógica e raciocínio em relação aos tipos de serviços oferecidos pelo mercado. Em alguns casos, as necessidades dos usuários não podem ser atendidas pelos serviços existentes, o que leva à implementação de novas ferramentas ou tecnologias, resultando em aumento de custos para o produto-serviço. Pequenas e médias empresas, assim como pessoas físicas, muitas vezes não podem arcar com produtos-serviços personalizados devido ao alto custo e tempo envolvidos. Esses usuários necessitam de soluções rápidas e de baixo custo. Além disso, os provedores não podem abranger todo o mercado, eles devem fornecer produtos-serviços específicos para seus consumidores.

O paradigma de desenvolvimento deve ser baseado na modelagem que considera os próprios recursos como referência. Nesse contexto, o objetivo é alocar os diferentes recursos durante a reestruturação da modelagem, levando em conta as etapas que garantirão o comportamento do produto-serviço. Portanto, de acordo com os diferentes requisitos identificados pelos usuários, o processo de identificação e modelagem da co-criação de valor deve abranger tanto requisitos funcionais quanto não funcionais. Duas características

importantes devem ser destacadas: a oportunidade do usuário interagir com as diferentes etapas/recursos que fazem parte do ciclo de vida do produto-serviço e a oportunidade que a modelagem de recursos oferece para monitorar diretamente as informações dos objetos envolvidos.

O método para modelagem da co-criação de valor, em conjunto com a abordagem *KAOS*, desempenha um papel crucial na captura e representação dos estágios e recursos envolvidos no ciclo de vida do produto-serviço. Esse método permite a identificação de requisitos funcionais e não funcionais, possibilitando a interação dos usuários com as etapas e recursos relevantes. Através da modelagem, é possível monitorar informações e objetos relacionados aos serviços, oferecendo uma visão detalhada do processo de co-criação de valor. Paralelamente, as *RdP* assumem uma função essencial na análise e representação de sistemas de serviços, permitindo a descrição e estudo do comportamento dinâmico de sistemas concorrentes e distribuídos. Elas oferecem propriedades e técnicas de análise que auxiliam na compreensão dos fluxos de trabalho transacionais e na identificação de padrões de processo. Utilizando as *RdP*, é possível modelar a interação entre provedores/fornecedores e consumidores/usuários, capturando o acoplamento da entrega do serviço e suas características distintivas.

Conhecer detalhadamente cada processo não é suficiente para predefinir uma modelagem precisa e característica do produto-serviço. O verdadeiro desafio reside em controlar e representar tanto os recursos quanto a interação do usuário nos diferentes processos. Para obter uma modelagem adequada do produto-serviço, é necessário que o design reflita o modelo do sistema em si. Durante o processo de modelagem, devem ser definidas as condições, atributos e representação dos recursos/elementos que não podem ser alocados em determinadas etapas ou condições específicas dos processos. Durante a fase inicial da eliciação dos requisitos, é possível ter uma alocação de recursos identificados com marcas, que representam a quantidade total de recursos disponíveis. Na etapa de interação do usuário (co-criação de valor), a marcação inicial é zero ou nula, pois o dinamismo é eliminado para dar maior importância à análise estrutural.

### 3 MODELAGEM E ANÁLISE DA CO-CRIAÇÃO DE VALOR

No presente capítulo, será fornecido um detalhamento dos componentes envolvidos no método proposto para a modelagem e análise da interação com o usuário no processo de co-criação de valor. Isso inclui a modelagem do usuário final e o processo de interação usuário-fornecedor durante a eliciação dos requisitos.

O objetivo da proposta é oferecer um método viável para a modelagem e análise do acoplamento entre o produto-serviço e o usuário final, integrando-o ao ciclo baseado em modelos da abordagem *MBRE* (SILVA et al., 2021), que se baseia na orientação a objetivos em vez de funcionalidades.

Os componentes envolvidos na proposta da modelagem e análise de um produto-serviço tem como característica uma sinergia que resulta na formalização dos requisitos eliciados. O método destaca a importância da implementação de um design prévio, no qual podem ser observadas as qualidades, os atributos, os refinamentos dos objetivos, os agentes atribuídos e responsáveis das ações, o uso de obstáculos para denotar problemas no acoplamento (os quais precisam ser resolvidos na fase de design), e, o processo de relacionamento usuário-fornecedor, envolvidos no processo do ciclo de vida do produto-serviço ou dos requisitos.

A pesquisa compreende a contribuição de métodos como:

- Análise do fluxo de trabalho, usando *RdP*.
- Análise de requisitos, usando *GORE*.
- Análise de requisitos, usando *KAOS*.
- Modelagem de sistemas, usando *MBSE*.
- Modelagem de sistemas, usando *SoS*.
- Modelagem de sistemas de produto-serviço, usando *SSE*.

Os quais são apresentados como um suporte/contexto ao ciclo fechado de requisitos (Observar Figura 3.2) que compõe a *MBRE*. A proposta do método da modelagem do acoplamento com o(s) usuário(s), mostrada no capítulo seguinte, será fixada no modelo da *MBRE* no bloco da modelagem semi-formal dos requisitos, devido a que o bloco é precedido pela mesmas eliciação dos requisitos (interação usuário-fornecedor). O que termina sendo para o autor a contribuição acadêmica do presente trabalho.

O paradigma da *MBRE* pode ser considerado como uma abordagem inovadora para a *RE*, por integrar processos orientados a modelos (e portanto componentes

da *MBSE*), pelo tratamento de requisitos orientados a objetivos (como de requisitos funcionais e não funcionais) e sua respectiva formalização, assentada na análise de fluxo e *RdP*. Fundamentado no anterior pode ser viável interpretar que o método é uma proposta promissora na modelagem de requisitos de sistemas de serviço automatizados. A *MBRE* (SILVA et al., 2021) foi proposto pelo *D-Lab* e está ainda em desenvolvimento para ser traduzida em métodos práticos. O presente trabalho contribui também para esta finalidade.

### 3.1 Modelagem de requisitos orientado a modelos

A Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (*GORE*) surgiu na última década dos anos 2000. De acordo com MYLOPOULOS, CHUNG e YU (1999), o uso de modelos em vez de funcionalidades pode facilitar e racionalizar de forma eficiente e precisa as fases iniciais do processo de design, além de agregar uma abordagem orientada a objetos, o que é fundamental no design de produtos-serviços. A implementação da *GORE* oferece vantagens nos processos de eliciação, análise, especificações e validação (DELIMA; WARDOYO; MUSTOFA, 2021). A modelagem de objetivos é uma abordagem simplificada para a definição de requisitos pelos usuários/stakeholders e fornece uma perspectiva mais ampla da engenharia em comparação com os métodos tradicionais, abrangendo critérios mais precisos para a completude dos processos de análise de requisitos e uma justificativa para a especificação desses requisitos. Além disso, o refinamento de objetivos oferece um nível acessível de abstração para validar escolhas entre projetos alternativos (NGUYEN et al., 2018).

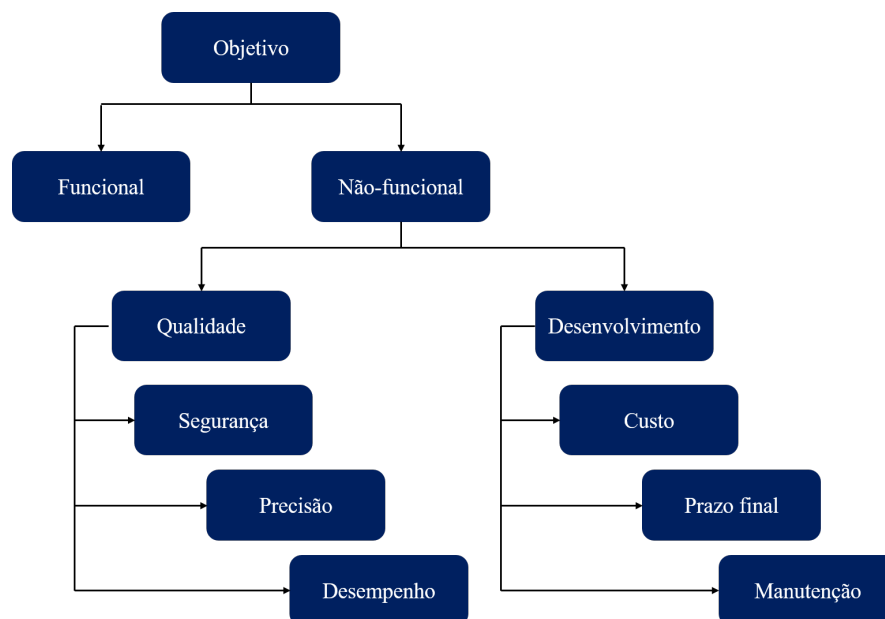


Figura 3.1: Classificação do objetivo  
 Fonte: adaptado de (HAIBO; MIAO, 2022; BRUEL et al., 2021)

Mais especificamente, a *GORE* é respaldada pela aplicação de modelos de objetivos na *RE*, que englobam funcionalidades e objetivos funcionais e não funcionais (conforme a Figura 3.1). Em outras palavras, a abordagem da *GORE* pode ser usada para apoiar a definição de requisitos funcionais e não funcionais no sistema (HORKOFF; MAIDEN; ASBOTH, 2019). Tanto os requisitos funcionais quanto os não funcionais podem ser difíceis de eliciar. É essencial envolver as partes interessadas relevantes, adotar abordagens de comunicação eficazes e utilizar técnicas adequadas de elicitação de requisitos para superar esses desafios e obter um conjunto abrangente e claro de requisitos que orientem o desenvolvimento do sistema. A *GORE* possibilita a justificação e a especificação da modelagem de produtos-serviços por meio da implantação de objetivos.

De acordo com DELIMA, WARDOYO e MUSTOFA (2021), a *GORE* é um método confiável para os processos de *RE*, mas ainda existem alguns problemas que precisam ser resolvidos para alcançar uma automação mais precisa na execução desses recursos. Um dos desafios que podem contribuir para aumentar a capacidade de automação do processo da *RE* é a implementação/desenvolvimento de formulários de entrada padrão da *GORE* na fase de eliciação dos requisitos. Esses formulários de entrada podem ser vistos como a base para obter de forma mais adequada e precisa os dados dos requisitos dos usuários. Outra adversidade observada está relacionada à análise para detecção de objetivos conflitantes entre múltiplos usuários. Para resolver esse problema, é necessário pensar no desenvolvimento de um sistema de apoio ou sistema inteligente no qual o processo seja totalmente automatizado, com o mínimo envolvimento de analistas de sistemas.

MUELAS-MUELAS, NARVÁEZ-JIMÉNEZ e PARDO-CALVACHE (2022) discutem que nos últimos 10 anos, as abordagens ágeis (consiste no fracionamento de entregas para o cliente final em ciclos menores. Dessa forma, eventuais problemas podem ser corrigidos mais rapidamente), se tornaram uma das mais utilizadas pelas organizações. No entanto, o uso de requisitos ágeis continua gerando ambiguidades na interpretação, avaliação, especificação e detalhamento dos sistemas. Portanto, é necessário explorar soluções que suportem e facilitem a transição do conhecimento tácito (linguagem semi-formal) para o conhecimento explícito (linguagem formal), permitindo a mitigação da perda de informação. A *GORE* pode contribuir para mitigar a perda de informação, pois pode identificar os atores, objetivos e requisitos por meio de especificações simples, diretas e eficazes, garantindo clareza, consistência, coerência, compreensão e rastreabilidade. DELIMA, WARDOYO e MUSTOFA (2021) argumentam que o desenvolvimento da base do conhecimento da *GORE* ainda requer contribuições dos pesquisadores para que os agentes envolvidos possam fazer inferências com base nas informações coletadas nas etapas de análise e validação automática dos requisitos.

Uma das principais características da *MBRE* é a identificação e estruturação dos requisitos em modelos, o que permite o reconhecimento de requisitos parciais ou incompletos e facilita a modelagem da comunicação usuário-fornecedor. Em outras pala-



vras, a *MBRE* contribui para a modelagem e análise de requisitos orientada a modelos, integrada à *MBSE*, propondo um ciclo que vai desde a eliciação e identificação dos requisitos até a formalização e verificação, fechando o ciclo com uma análise da evolução do processo, conforme ilustrado na Figura 3.2.

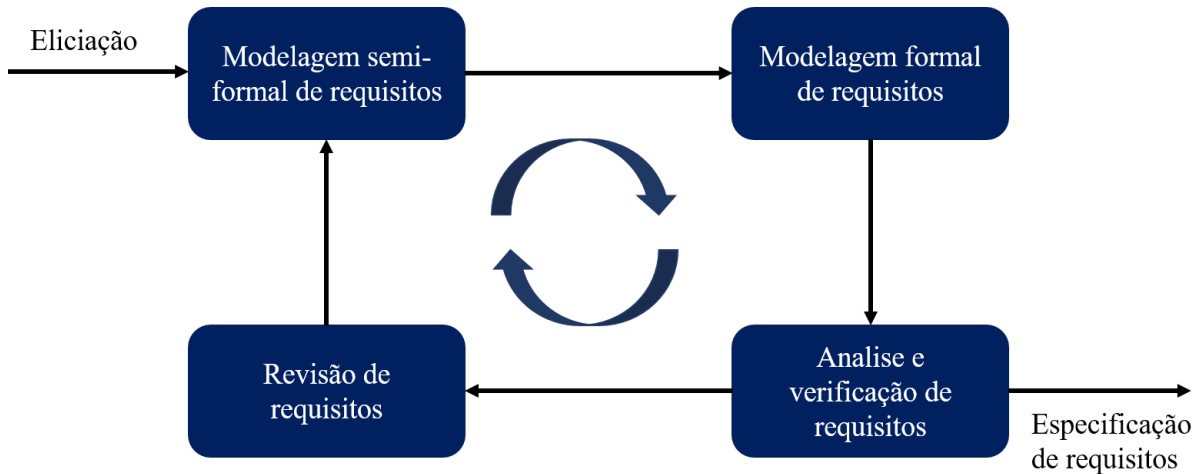


Figura 3.2: Ciclo de vida dos requisitos (*MBRE*)

Fonte: (SILVA et al., 2021)

Como discutido anteriormente, todo produto-serviço possui um ciclo de vida composto pelas seguintes fases: eliciação de requisitos, design, desenvolvimento, incorporação, teste/verificação e execução. A Figura 3.3 apresenta o ciclo proposto para modelar e analisar o relacionamento entre produto-serviço e usuário final (proposta inicial). A proposta é composta por cinco conjuntos de atividades principais e cinco subconjuntos de recursos, conceitos ou técnicas.

O primeiro conjunto é relacionado ao produto-serviço em execução, e o subconjunto correlacionado tem como exemplo a robótica colaborativa (*Collaborative robotics*), ressaltando que poderia ser qualquer outro caso de estudo. O segundo conjunto compreende a Engenharia de Requisitos efetuada pela técnica *KAOS*. O próximo conjunto está associado ao compartilhamento dos dados, no qual é utilizada a linguagem de marcação *XML* que permite definir uma serie de marcas para armazenar informação de forma legível, permitindo a comunicação entre diferentes aplicações. O quarto conjunto agrega, à modelagem e verificação formal que implementa como método as *RdP*. O último conjunto (relacionamento usuário-fornecedor) está ligado ao conjunto da *RE*, por causa de que com o processo da eliciação dos requisitos e os refinamentos dos mesmos resulta viável estabelecer a importância da interação ativa do usuário nas diferentes etapas do ciclo de vida do produto, destacando que o cliente deixa de ser observado como um usuário final para ser parte do próprio produto.

As seguintes características são detalhadas a partir da modelagem e análise de requisitos apresentado na Figura 3.3: (i) O uso da modelagem orientada a objetivos

é apropriado para orientar a descrição de uma arquitetura específica de rede de serviços, permitindo a interação de diferentes sistemas de automação. (ii) O método destaca a interação de diferentes serviços e sistemas automatizados, resultando na co-criação de valor. (iii) O método permite a proposição de diagramas *KAOS* como um mecanismo de melhoria na análise e no design das redes de serviços. (iv) O método é compatível com a integração de um algoritmo que facilite a transferência dos diagramas *KAOS* para a *KML*, possibilitando a geração de documentação e a sua participação no ciclo de modelagem e análise de requisitos (Figura 3.4). Além disso, (v) o método permite a inclusão de um algoritmo adicional responsável por estabelecer a correspondência entre a *KML* e o *PNML*, resultando em um modelo formal em *RdP* que verifica o comportamento da arquitetura da rede de serviços e a interação usuário-fornecedor.

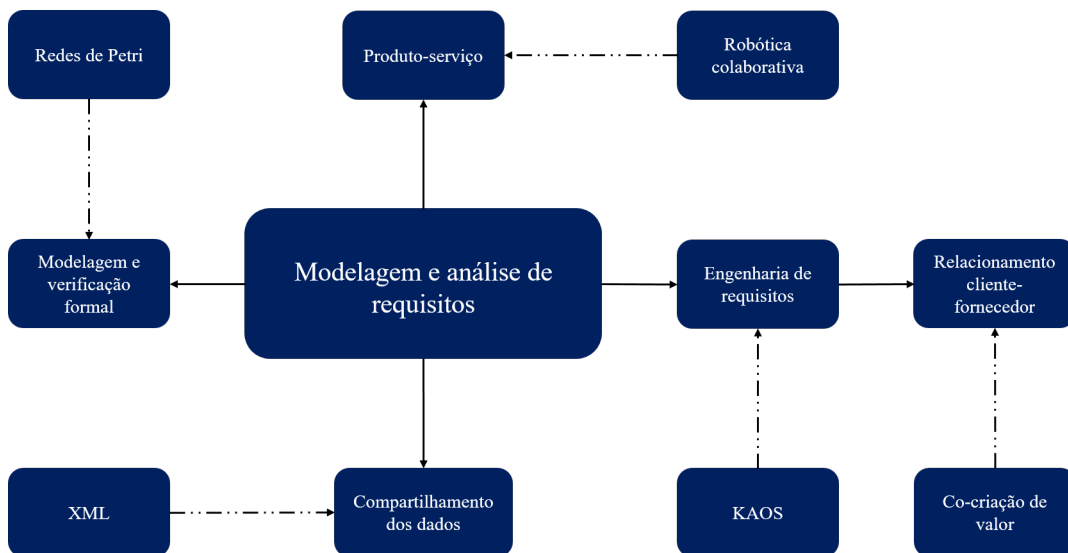


Figura 3.3: Modelagem e análise de requisitos

Fonte: Elaboração própria

A Figura 3.4 mostra como o relacionamento com o usuário (a base dos produtos-serviços) será integrada com a *MBRE* (proposta baseada na modelagem e análise de requisitos apontada na Figura 3.3). Ressalta-se que para o presente trabalho a *MBRE* não é o foco principal, mas apresenta uma contribuição específica voltada para a modelagem das interações com o usuário (a entrega do produto-serviço) e com a inclusão da co-criação de valor no ciclo de vida dos requisitos.

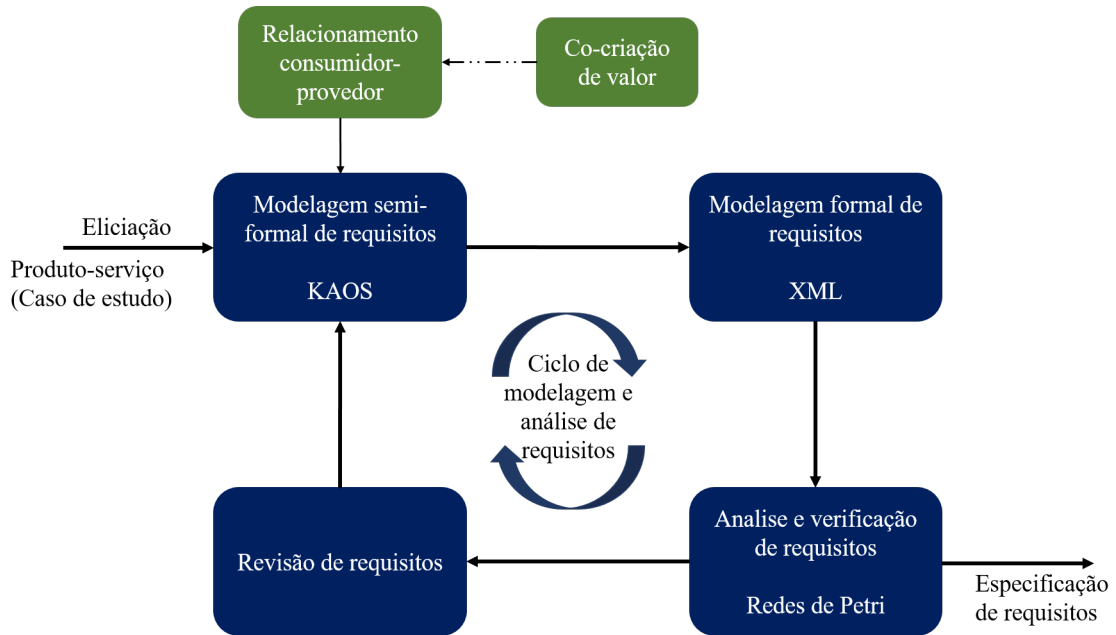


Figura 3.4: Ciclo de vida da proposta da modelagem e análise de requisitos  
Fonte: elaborada pelos autores

Para concretizar a proposta mencionada, será utilizada a representação *KAOS*, que já foi introduzida na seção anterior (Capítulo 2.4). Portanto, será feita uma descrição detalhada da estrutura do *KAOS* e dos elementos envolvidos, para esclarecer o que será utilizado na modelagem dos módulos adicionais à *MBRE*, conforme descrito na Figura 3.4.

### 3.2 Linguagem de transferência: XML

A proposta deste trabalho pressupõe que todos os modelos de *RE* para sistemas em questão sejam formalizados após uma análise detalhada dos diagramas *KAOS*. No caso de sistemas dinâmicos (discretos) para automação, o modelo formal deve ser representado na *LTL* ou em *RdP*. Portanto, o modelo *KAOS* deve ser descrito em uma dessas linguagens (ou em ambas). Neste trabalho, a ênfase será dada à representação gráfica e matemática oferecida pelas *RdP*, que apresentam vantagens como a capacidade de implementar serviços a partir de modelos, validar os serviços contra bloqueios, permitir análise e animação por meio de simuladores baseados em eventos discretos, além de serem flexíveis diante de mudanças, entre outras.

No entanto, para a transição do *KAOS* para *RdP* é necessário fazer uso de uma linguagem de transferência. A proposta é utilizar a *XML* (W3C, 2008; ISO/IEC, 2005), que já possui uma descrição das *RdP*, chamada *PNML* (WEBER; KINDLER, 2003). Nesta seção, será feita uma breve descrição da *XML* e o seu uso como linguagem de transferência.

A *XML* pode ser entendida como uma metalinguagem que permite definir um

conjunto de marcas para transferir e descrever diversos tipos de dados entre sistemas. Além do propósito principal de facilitar o compartilhamento de informações, a *XML* permite a criação de uma infraestrutura única para diversas linguagens. O objetivo desta seção é estudar e apresentar o formato *XML* gerado pelos software *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup> e *PIPE 4.3*<sup>®</sup> relacionados, respectivamente, com os diagramas *KAOS* e as *RdP*. Sublinha-se que o formato da descrição em *XML* dos diagramas *KAOS*, e que foi denominado pelos autores como *KML* (avanço do *D-Lab*), é o correspondente para as *RdP*, ao *PNML*. No entanto, a *PNML* foi já definida pela ISO/IEC 15.909-3 (PNML, 2021), enquanto o mesmo não existe para os diagramas *KAOS*. Assim, um objetivo parcial deste trabalho é contribuir para a criação do *KML*.

A *XML* é uma instância da Linguagem de Marcação Generalizada Padrão (*Standard Generalized Markup Language - (SGML)*) para textos, e possui como característica a descrição de forma parcial do comportamento dos programas de computador que os processam. A linguagem de marcação padronizada ou generalizada está baseada na ISO 8879 (ISO, 1986).

Os documentos *XML* estão compostos por unidades de armazenamento chamadas “entidades”, que envolvem tanto dados analisados como não-analisados. Por dados “analisados” referem-se a informações dentro de um documento *XML* que são processadas e interpretadas por um analisador. Isso inclui os dados que são significativos e possuem uma estrutura bem definida, como números, texto, datas, ou qualquer informação que seja utilizada ou compreendida no processamento do documento. Por outro lado, os dados “não-analisados” são informações no documento *XML* que não são processadas pelo analisador. Esses dados são tratados como texto opaco, não estruturado ou não interpretado. Geralmente, esses dados não são processados diretamente pelo software que lê o *XML*, mas são incluídos no documento por alguma razão específica, como metadados, comentários, ou outros tipos de informações que não são essenciais para o processamento do documento *XML* em si. Os dados analisados são compostos de “caracteres”, e outros formam “marcações”. A “marcação” codifica uma descrição do esboço do armazenamento e da uma estrutura lógica ao documento. A *XML* fornece um mecanismo para impor restrições ao leiaute do armazenamento e à estrutura lógica (W3C, 2008).

O processador da *XML* descreve o comportamento do aplicativo e como este deve ler os dados *XML* e as informações fornecidos. Refere-se portanto ao módulo usado para ler documentos *XML* e proporciona acesso ao seu conteúdo e estrutura. Os objetivos de design para a *XML* são (W3C, 2008):

- Deve ser facilmente utilizável na Internet.
- Deve suportar uma ampla variedade de aplicativos.
- Deve ser compatível com *SGML*.

- Deve ser fácil escrever programas que processam documentos *XML*.
- O número de recursos opcionais em *XML* deve ser mantido no mínimo absoluto, idealmente zero.
- Documentos *XML* devem ser legíveis e razoavelmente claros.
- Modelos em *XML* devem ser preparados rapidamente.
- Modelos em *XML* devem ser formais e concisos.

A seguir, será abordado o desafio de capturar os diagramas de *KAOS* em *XML* e como contribuir para avanços na definição de uma descrição *KML*.

### 3.2.1 Descrição *XML* para os diagramas *KAOS*: *KML*

Embora não exista uma definição formal da *KML* é factível interpreta-lo como uma descrição dos diagramas *KAOS* em *XML* gerada pelo software *ObjectivER 3.0*<sup>1</sup>. Por exemplo, a Figura 3.5 apresenta o diagrama de objetivos correspondente ao esquema *XML* indicado no Apêndice A.

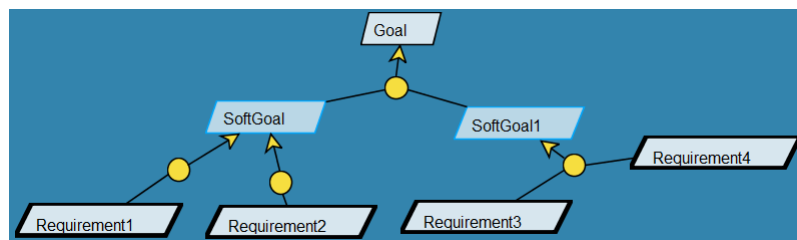


Figura 3.5: Exemplo do diagrama de objetivos desenhado no *ObjectivER*<sup>®</sup> para gerar o formato *XML*

Fonte: Elaboração própria

Nesse ponto, é relevante pausar e abordar uma problemática relacionada ao formato *XML* gerado pelo *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup>. Uma grande questão encontrada com o arquivo *XML* era o excesso de informação, a complexidade, a clareza e dificuldade na hora da interpretação da mesma, o que levou a uma nova pesquisa com o objetivo de encontrar uma solução para extrair os metadados do diagrama em estudo. Portanto, foi encontrado que o *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup> oferece a possibilidade de salvar o arquivo no formato *XMI*. O Intercâmbio de Metadados *XML* (*XML Metadata Interchange - XMI*) é um formato criado em Junho de 1998 para atender a demanda do Grupo de Gerenciamento de Objetos (*Object Management Group - OMG*)<sup>2</sup> (OMG, 2015) de ter um protocolo para o fluxo de dados, para descarga de objetos em banco de dados. Assim, o *XMI* trabalha

<sup>1</sup>O *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup> é um produto comercial feito por Robert Darimont, citado nas referências deste trabalho e Christopher Ponsard, para a modelagem de requisitos seguindo o modelo orientado a objetivos.

<sup>2</sup>Organização internacional que aprova padrões abertos para aplicações orientadas a objetos.

com os metadados do *XML* mas não tem todos os detalhes deste. Por conseguinte, a necessidade de realizar um tratamento da saída dos metadados do *ObjectivER 3.0<sup>®</sup>* não era uma opção, se o alvo era ter de fato uma solução à descrição dos diagramas de *KAOS*.

Uma das contribuições da *XML* ao trabalho é a possibilidade de intercâmbio de informação com outras ferramentas capazes de ler um arquivo no domínio deste mesmo paradigma, como ambientes da modelagem e análise formal das *RdP*. Portanto, uma das contribuições do trabalho envolvendo a *XML* é o estudo e análise da *KML*, e do processo de transferência desta para a *PNML*.

O *XMI* é um padrão baseado em *XML* para troca de informações. O uso mais comum é a troca fácil de metadados entre ferramentas da modelagem baseadas em *UML*. O *XMI* normalmente é utilizado para armazenar o modelo em um arquivo persistente e para transferir o modelo entre ambientes através de um meio de comunicação que usa um fluxo de caracteres.

A seguir apresenta-se um exemplo do formato *XMI*, formato que concorda com o modelo apresentado na Figura 3.5. No qual, a primeira linha define a versão e a codificação utilizada.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="ASCII"?>
```

Em seguida é detalhado o modelo e outras especificações.

```
1 <objectiver.model:KModel xmi:version="2.0"
2   xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
3   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4   xmlns:objectiver.model="http://kaos">
5   .
6   .
7   .
8 </objectiver.model:KModel>
```

Posteriormente, se atribui um “*id*” que identifica à origem do pacote.

```
1 <rootPackage id="1678390624106:41">
2   .
3   .
4   .
5 </rootPackage>
```

No passo seguinte, são indicadas as relações existente entre as diferentes entidades, onde é possível identificar se a entidade é o resultado do refinamento de outra entidade, além de mostrar também se a entidade tem algum sub-objetivo.

```

1 <relationships xsi:type="objectiver.model:GRefinement"
2   id="1678390624106:8"
3   graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.7"
4   refines="//@rootPackage/@entities.0"
5   subGoals="//@rootPackage/@entities.2
6   //@rootPackage/@entities.1" complete="false"/>

```

A seguir são declaradas as entidades.

```

1 <entities xsi:type="objectiver.model:Goal" id="1678390624106:9"
2   graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.0"
3   name="Goal"
4   refinements="//@rootPackage/@relationships.0"/>

```

Por fim, o diagrama é elaborado. Nesta etapa, são apresentadas informações como o nome do arquivo, as dimensões da folha de design, a escala e as coordenadas de localização das entidades.

```

1 <diagrams id="1678390624106:43" name="tes" width="1200"
2   height="1600" scale="160">
3   <graphConcepts id="1678390624106:274"
4     modelConcept="//@rootPackage/@entities.0" width="51"
5     height="21" x="306" y="47"/>
6 </diagrams>

```

No Apêndice B é apresentada a estrutura completa do formato *XMI* obtido do *ObjectivER 3.0*®. Sendo uma das contribuições da presente pesquisa a análise e estudo da metalinguagem do *KML* como ferramenta de representação dos diagramas de *KAOS*, foi observado que alguns metadados no formato *XMI* apresentavam algumas inconsistências ou alterações, por exemplo, setas sumiam ou trocavam de sentido, do mesmo modo alguma informação dos refinamentos desapareciam, o qual propicia uma incerteza para o trabalho e seria o galgalho à hora de realizar a formalização dos requisitos.

Com esse panorama os autores decidem fazer uma releitura do *KAOS*, propondo uma solução apoiada do software do Microsoft VBA® (linguagem de programação Visual Basic for Applications) e do Python® desenvolvem como proposta uma primeira versão do software *KML2PNML* (ver Figura 3.6). É importante esclarecer que os autores conservam os princípios, fundamentos e regras do método *KAOS* como pode ser observado na Figura 3.7, a grande diferença está na ferramenta interprete. A proposta *KML2PNML* permite: (i) a geração dos diferentes diagramas do método *KAOS*, de forma individual (como o *ObjectivER 3.0*®) e em um só conjunto (sendo este um aporte do trabalho) o que deixa ver a sinergia existente entre os diferentes diagramas. (ii) a geração da *KML* e da

*PNML*. (iii) a criação de sub-redes, (iv) a especificação de pre e pós condições. (v) a identificação de requisitos “Maintain” ou “Achieve”, e, (vi) a identificação do usuário (usuário (“User”), parte interessada (“Stakeholder”) ou agente do sistema (“System Agent”).

É importante ressaltar que, pelo fato de ter desenvolvido no *D-Lab* a proposta da *KML2PNML* o *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup> não deixa de ser uma ferramenta implementada que oferece um suporte ao trabalho. No entanto, é necessário ressaltar que a proposta *KML2PNML* é uma versão inicial, focada na estruturação do *KML*. A proposta *KML2PNML* é uma primeira solução aos desafios enfrentados pelo *D-Lab* no processo de transferência de arquivos *KAOS* para *RdP*.

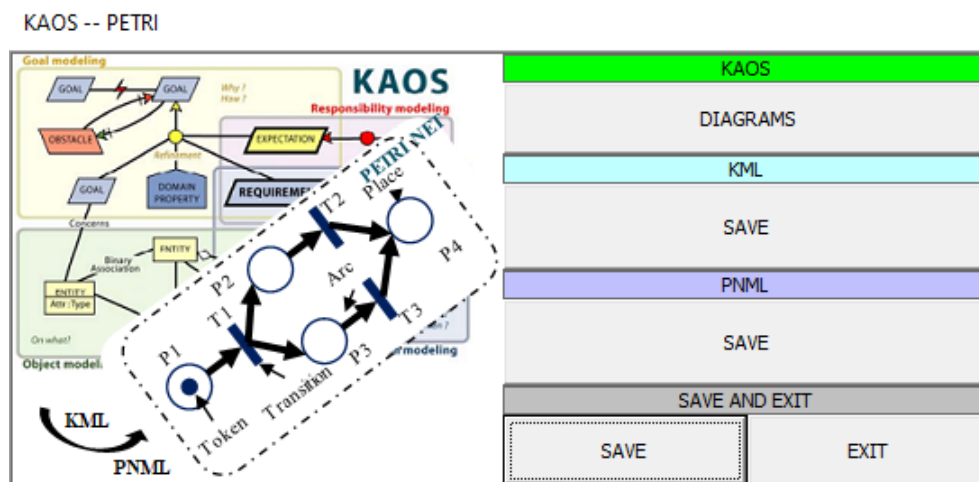


Figura 3.6: Proposta da primeira versão do *KML2PNML*

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 3.8 é difundido o diagrama desenvolvido na proposta *KML2PNML* dos autores, a qual corresponde ao diagrama apresentado na Figura 3.5, como pode ser observado a proposta conserva critérios, parâmetros e características de design, no Apêndice C pode ser observado a proposta *KML* feita pelos autores.



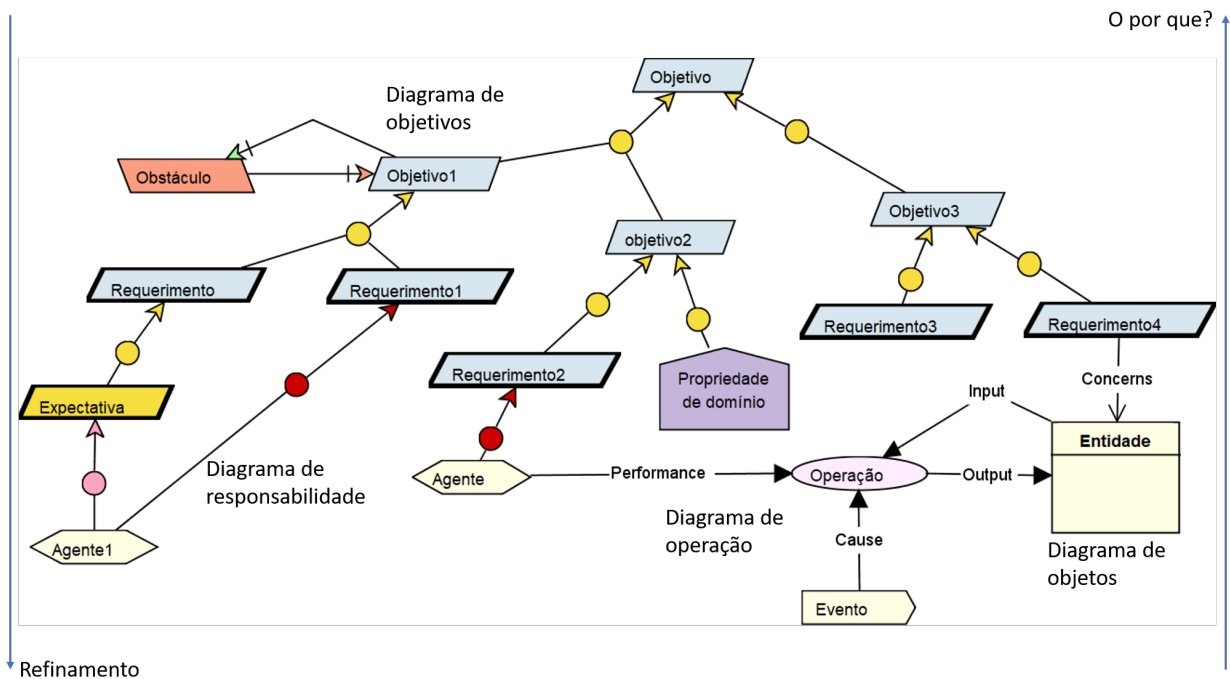


Figura 3.7: Princípios, fundamentos e regras do método *KAOS* adaptados à proposta *KML2PNML*

Fonte: Elaboração própria

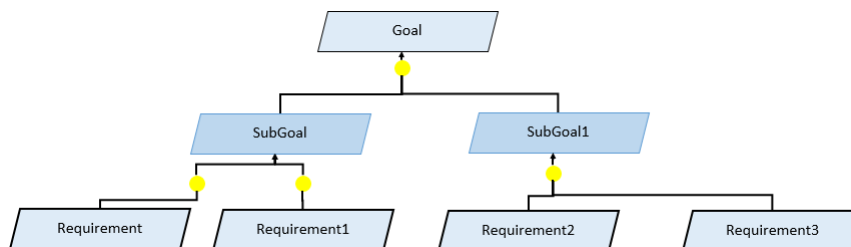


Figura 3.8: Exemplo do diagrama de objetivos desenhado no *KML2PNML* para gerar o formato *KML*

Fonte: Elaboração própria

A Figura 3.9, ilustra de forma sucinta o método *KML2PNML*. O qual parte da interação usuário-fornecedor definida por uma linguagem semiformal, posteriormente são projetados os diferentes diagramas utilizando o método *KAOS* (com o *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup> ou com a proposta *KML2PNML*), dando origem à criação do arquivo *KML* que é armazenado na memória do sistema para posteriormente ser transferido para uma linguagem *PNML*, a qual corresponde com o tipo de metadados que aceita o software *PIPE*<sup>®</sup>, utilizado para formalizar (linguagem formal) os requisitos eliciados. Note-se que o método corresponde com um modelo fechado o que garante a retroalimentação da informação ao usuário-fornecedor.

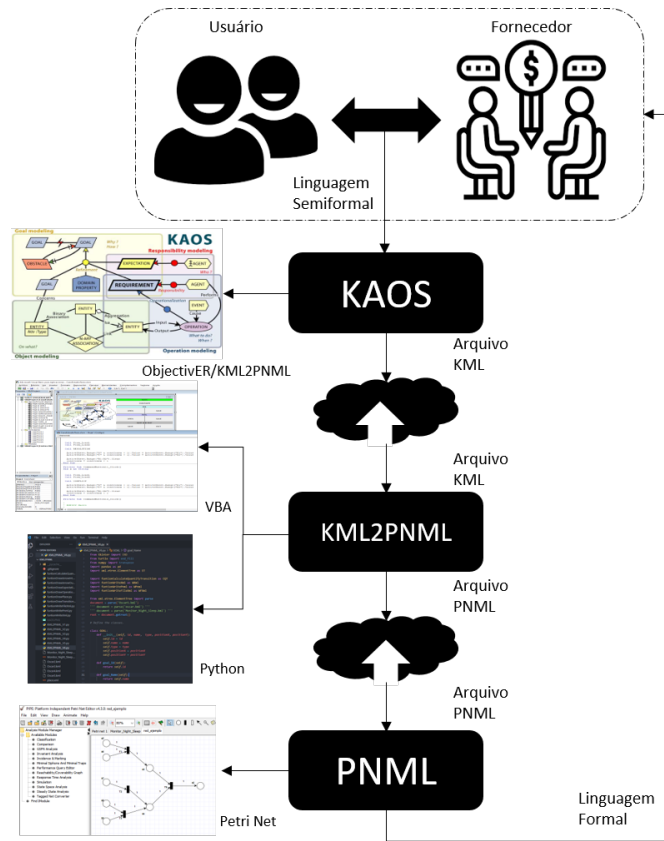


Figura 3.9: Método de trabalho da proposta *KML2PNML*  
 Fonte: Elaboração própria

### 3.2.2 Transferência da XML para a PNML





A *PNML* é uma linguagem de transferência baseada em *XML* que representa *RdP* e que suporta os tipos básicos de rede definidos na norma ISO/IEC 15.909-1 (PNML, 2021): as redes lugar/transição (P/T net), as redes de alto nível (HLPN) e as redes assimétricas (WEBER; KINDLER, 2003). Assim, a *PNML* desempenha um papel fundamental como um modelo de intercâmbio entre ferramentas que lidam com *RdP*, além de estar incluída nas especificações da norma.

A Tabela 3.1 ilustra a equivalência da representação gráfica dos componentes de uma *RdP* para uma linguagem *PNML*.

Tabela 3.1: Equivalência *RdP* e formato *PNML*

Elemento	Metadado <i>RdP</i>	Elemento <i>PNML</i>
	<i>XML</i>	<pnml>
	PetriNet	<net>

Continua na próxima página.

Elemento	Metadado <i>RdP</i>	Elemento <i>PNML</i>
	Lugar	<place>
	Lugar	<place>
	Transição	<transition>
	Arco	<arc>

Fonte: desenhado pelos autores

Na prática, para obter um esquema gráfico a partir de uma representação *PNML*, gerada, por exemplo, pelo software *PIPE 4.3*<sup>®</sup>, é necessário ter uma *RdP* estruturada. Para o exemplo simples na Figura 3.10, é exibido um esquema gráfico desenhado no software *PIPE 4.3*<sup>®</sup>.

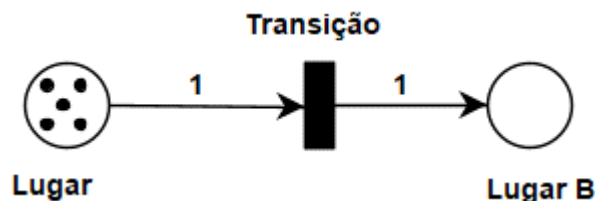


Figura 3.10: Exemplo da *RdP* para gerar a *PNML*

Fonte: Elaboração própria

A seguir são especificadas algumas seções da *PNML* equivalentes à Figura 3.10, com o objetivo de familiarizar-se com a sintaxe (um processo essencial para realizar a engenharia reversa que resultou na proposta *KML2PNML*). Em um primeiro fragmento encontra-se o detalhamento da versão e da codificação utilizada.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?><pnml>
```

Em seguida é inicializada a *RdP* e são outorgados o “*id*” e o tipo de rede. Neste segmento serão especificadas as entidades que fazem parte do esquema gráfico.

```
1 <net id="Net-One" type="P/T net">
2   .
3   .
4   .
5 </net>
```

Posteriormente são especificados os “*Tokens*”..

```

1 <tokenclass id="id" enabled="enabled" red="red"
2   green="green" blue="blue">
3 </tokenclass>

```

A seguir são discriminados os “*Lugares*”.

```

1 <place id="Lugar">
2   <graphics>
3     <position x="75.0" y="240.0"/>
4   </graphics>
5   <name>
6     <value>Lugar</value>
7   <graphics>
8     <offset x="1.0" y="0.0"/>
9   </graphics>
10  </name>
11  <initialMarking>
12    <value>Default,5</value>
13  <graphics>
14    <offset x="0.0" y="0.0"/>
15  </graphics>
16  </initialMarking>
17  <capacity>
18    <value>0</value>
19  </capacity>
20 </place>

```

No fragmento a seguir são caracterizadas as “*Transições*”.

```

1 <transition id="Transicao">
2   <graphics>
3     <position x="150.0" y="240.0"/>
4   </graphics>
5   <name>
6     <value>Transicao</value>
7   <graphics>
8     <offset x="-5.0" y="35.0"/>
9   </graphics>
10  </name>
11  <orientation>
12    <value>0</value>
13  </orientation>
14  <rate>
15    <value>1.0</value>
16  </rate>

```

```

17     <timed>
18         <value>>false</value>
19     </timed>
20     <infiniteServer>
21         <value>>false</value>
22     </infiniteServer>
23     <priority>
24         <value>1</value>
25     </priority>
26 </transition>

```

Finalmente, especifica-se os detalhes dos “*Arcos*”.

```

1 <arc id="Lugar to Transicao" source="Lugar"
2 target="Transicao">
3     <graphics/>
4     <inscription>
5         <value>Default,1</value>
6         <graphics/>
7     </inscription>
8     <tagged>
9         <value>>false</value>
10    </tagged>
11    <arcpath id="000" x="101" y="252" curvePoint="false"/>
12    <arcpath id="001" x="156" y="252" curvePoint="false"/>
13    <type value="normal"/>
14 </arc>

```

O código acima pode ser gerado por qualquer ambiente da modelagem de *RdP* que siga a norma ISO/IEC 15.909-1 (PNML, 2021), no caso foi gerado usando o *PIPE 4.3*®. No Apêndice D é apresentado o código *PNML* completo correspondente à Figura 3.10. O código é difundido apenas para ilustrar como deverá ser a estrutura dos metadados do *KML* para possibilitar a transferência do *KML* para *PNML*. Ressalta-se que tanto o algoritmo como a proposta *KML2PNML* será apenas uma contribuição parcial deste trabalho, cujo foco é ter um escopo de implementação para o ciclo da *MBRE* e valorizar nele o acoplamento do produto-serviço com o usuário final.

Como contribuição, este trabalho propõe um esquema fácil, eficaz e abrangente (consulte o Apêndice E) que pode ser utilizado de forma automatizada para qualquer *RdP*. Um algoritmo de transição do diagrama de *KAOS* para *RdP* é apresentado no fluxograma da Figura 3.11 como uma prova de conceito. O próximo passo seria utilizar uma ferramenta de *RdP* para realizar a análise formal dos requisitos. Nesta pesquisa, será utilizado o software *PIPE*®, que possui algumas propriedades de análise de formalização.

No próximo capítulo, serão apresentadas de forma sucinta as propriedades que serão utilizadas nesse processo.

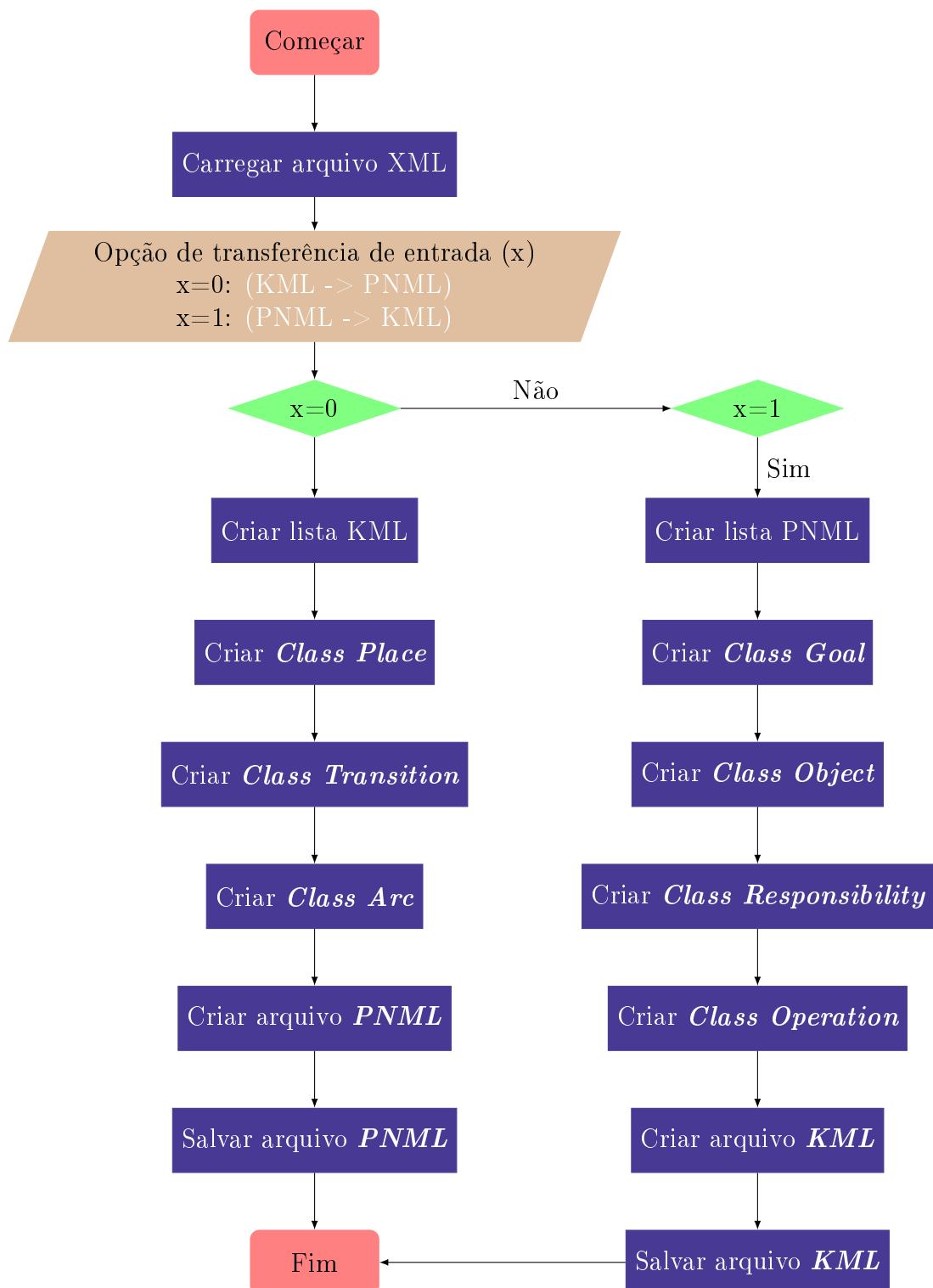


Figura 3.11: Fluxograma para transferência KML  $\leftrightarrow$  PNML.

Fonte: Elaboração própria

### 3.3 Aplicação da *MBRE* e da proposta de modelagem do usuário

Genericamente, o sistema em estudo é identificado pela letra  $S$ , que tem um domínio de entorno denotado por  $d$ , que especifica os agentes que mais contribuem e influenciam o sistema  $S$ , todos inseridos no domínio da aplicação  $D$  como é apresentado na Figura 3.12, segundo (MARTIN, 2004). Um projeto qualquer começaria pela eliciação dos requisitos, compondo um primeiro modelo informal do sistema, aqui representado por  $R$ , que será em seguida transferido para alguma linguagem semi-formal ou diagramática. Conforme foi proposto no capítulo anterior a pesquisa utilizará a representação diagramática *KAOS*.

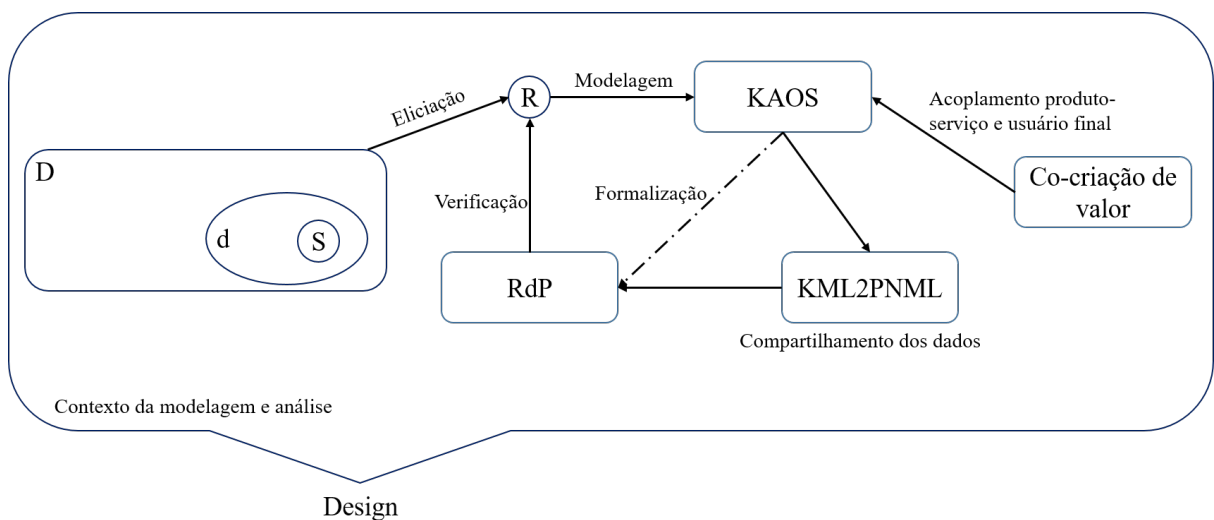


Figura 3.12: Contexto de desenvolvimento da proposta

Fonte: Elaboração própria

A interação com o usuário que gera a co-criação de valor será inserida neste modelo *KAOS*, usando os próprios elementos desta representação, se for o caso será feita uma releitura dos mesmos adaptando recursos como pre e pós-condições, ao igual que agentes, operações, expectativas e possivelmente objeto, alguns expostos no capítulo 2.5. O trabalho não prevê a criação de novos elementos para representar a colaboração usuário-fornecedor, devido a que teriam que ser incluídos no *KAOS* e por conseguinte deveriam possuir uma representação *KML*.

Um modelo *KAOS* completo, incluindo todos os diagramas, a representação do usuário e o modelo de interação entre sistema e usuário (o foco do presente trabalho), deve ser transferido para *RdP* usando a *PNML* e a *KML* proposto neste trabalho como linguagens de transferência. A análise formal na presente pesquisa está baseada: (i) na análise das propriedades estruturais da rede de serviço, (ii) na análise da árvore de alcançabilidade, e, (iii) na análise de propriedades dinâmicas (deadlocks, segurança e vivacidade) oferecidas pelo *PIPE 4.3*®. Parâmetros que resultam importante especificamente para a verificação dos requisitos dinâmicos e para a modelagem do produto-serviço projetado.

Propriedades dos requisitos mudam para uma linguagem semi-formal dentro do domínio da *GORE*. A saída do processo formal pode indicar imprecisões e pontos a serem desenvolvidos com mais detalhes (além do processo normal de enriquecimento pela eliciação de novos requisitos detalhando o modelo inicial). Esta etapa fecha o ciclo, eventualmente trazendo o modelo existente de volta para a representação *KAOS*, por essa razão o presente trabalho determina que um trabalho futuro poderia ser o mapeamento inverso, das *RdP* para *KML* e em seguida para *KAOS*. No trabalho atual esse processo é considerado dentro do ciclo fechado por uma nova interação usuário-fornecedor.

Em uma primeira abordagem, segmentos de usuários são definidos nos diagramas de *KAOS* como agentes (diagramas de objetos), com suas características paramétricas (atributos). Como os objetos no *KAOS* são estáticos estuda-se como associar agentes com operações (formalmente e em termos de implementação), usando os diagramas de responsabilidade. Dessa forma, é possível ter um objeto completo representado por uma classe (segmento) de usuário (ABADI; CARDELLI, 2002). É detalhado também que os conflitos surgem entre objetivos e devem ser obrigatoriamente tratados. No caso de serviços podem não desaparecer, mas seriam associadas a “subsistemas competitivos”. Existem obstáculos (expectativa que bloqueia um objetivo) os quais devem ser removidos nos refinamentos.

Nesse ponto surge uma hipótese frente ao relacionamento com o sistema, cujos requisitos estão sendo desenvolvidos via objetivos já declarados no diagrama de objetivos, e portanto o acoplamento entre os seus requisitos, as operações e os agentes (via diagrama de operações) dá um modelo inicial de onde se pode inferir a co-criação de valor. Uma segunda hipótese é que existem casos onde a especificação de operações não seria suficiente e uma especificação de processos seria necessária. A tese nesse caso teria que propor uma estrutura de suporte para processos a ser incluída no *KAOS*, e usar a mesma abordagem, agora com essa nova estrutura.

A interação com o usuário e a co-criação de valor é algo que não pode ser especificado pelos métodos da *GORE*. Essa interação é um processo cíclico (determinado pelos invariantes de transição, se o fluxo de trabalho for representado por *RdP*), que deve atingir os requisitos já determinados nos diagramas *KAOS* (como única forma de gerar o valor esperado). É possível representar e analisar este ciclo em *RdP* (embora não existam ainda trabalhos nesse sentido na literatura), mas ainda não existe nenhuma representação desse tipo no *KAOS*. Na Figura 3.13 é realizada uma síntese do ciclo da modelagem e análise dos requisitos.



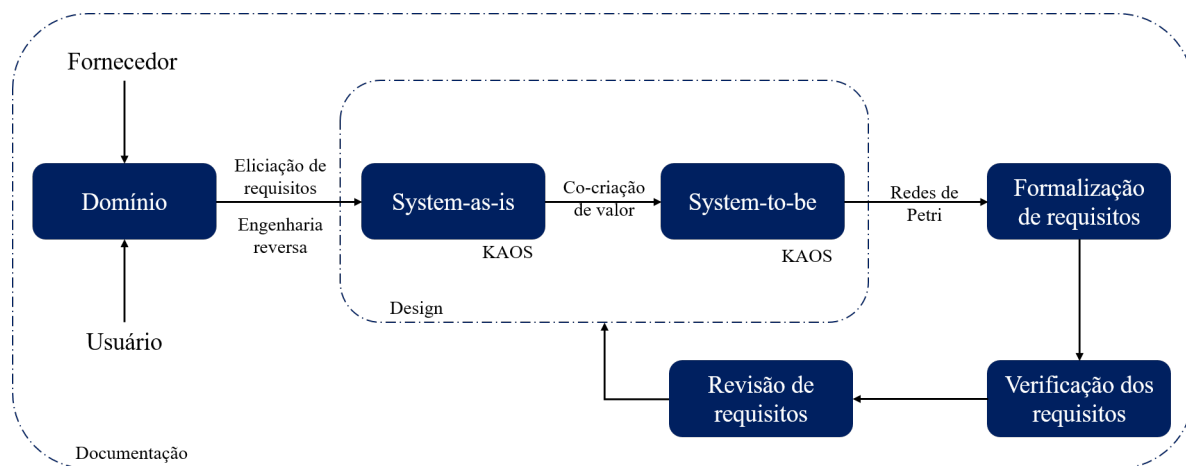


Figura 3.13: Ciclo da modelagem e análise dos requisitos

Fonte: Elaboração própria

### 3.4 Análise do processo de co-criação de valor

No processo da co-criação de valor o consumidor é idealizado como o ator mais importante dentro do ciclo de desenvolvimento do produto-serviço. O processo de co-criação é o resultado da interação ativa entre usuário e o fornecedor do produto-serviço. O valor é gerado por essa interação e não pode ser obtida pela ação de nenhuma das partes em separado, sendo associado à satisfação dos objetivos do sistema e às expectativas de segmentos de usuários, que podem ser introduzidos nos diagramas *KAOS*.

Entretanto, novas técnicas de relacionamento entre usuário-fornecedor devem ser estudadas uma vez que nem sempre o processo de relacionamento é direto como acontece com o produto puro, com eventual transferência de propriedade. Recursos como o diálogo e a transferência de conhecimento são os mais utilizados e executados devido à capacidade de expressar expectativas, necessidade e capacidades do sistema e do usuário.

O *KAOS* é uma representação que pode ser adaptada para modelagem e análise do processo de relacionamento usuário-fornecedor. No entanto, nem a teoria associada aos métodos *GORE* e nem as implementações disponíveis, como o *ObjectivER*® (DARIMONT; PONSARD; LEMOINE, 2018), *KAOSbot*® (ARRUDA et al., 2019) e outros, podem representar o comportamento ou os ciclos de interação na forma de processos, o que é essencial em automação, especialmente na automação de produtos-serviços e da co-criação de valor.

O processo de interação usuário-fornecedor (proposta do trabalho), é baseada na análise do fluxo de trabalho e na análise formal baseada em *RdP*: o ciclo iterativo que gera a co-criação de valor tem propriedades de sistemas cíclicos, conservativos, vivos e equânimes. Invariantes podem mostrar a dinâmica dos requisitos, além de poderem ser usados como condição necessária de atingibilidade. Portanto, o lado prático deste trabalho envolve a escolha de algumas ferramentas, que seriam basicamente o *ObjectivER*

3.0<sup>®</sup> para modelagem da *GORE* e o *PIPE 4.3*<sup>®</sup> para modelagem e análise de *RdP*, como já tinha sido comentado.

Portanto, a contribuição deste trabalho foi, em primeiro lugar, identificar como modelar os requisitos da co-criação de valor em uma ferramenta (qualquer) de modelagem *GORE*, usando o método *KAOS* como representação, e propor um algoritmo para transferir o conteúdo destes diagramas para *RdP*. O método proposto parte de uma saída (formato) em *XMI/XML* (como acontece com o sistema *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup>) ou em um arquivo de extensão *XML* único (no caso de ferramentas mais genéricas), que posteriormente deve ser traduzido para o formato *KML*, (proposta desenvolvida pelo candidato em conjunto com outro aluno de mestrado). O algoritmo foi implementado inicialmente em uma ferramenta neutra (*VBA*) e está sendo transferido para *Python*<sup>®</sup> visando uma futura aplicação na nuvem. Para preencher a lacuna de uma ferramenta genérica para modelagem *KAOS* - com saída em *KML* - o candidato desenvolveu, juntamente com o aluno de mestrado, uma ferramenta chamada *KML2PNML*, que ha sido mencionada ao longo do texto, e encontra-se disponível no Github - <<https://github.com/osmz/KML2PNML>>.

A Figura 3.14 ilustra o processo da transferência dos estágios Modelagem semi-formal de requisitos (*KAOS*) para a Modelagem formal de requisitos (*XML*) e, finalmente para a Análise e verificação de requisitos (*RdP*), que são etapas integrantes da *MBRE* conforme ilustrado na Figura 3.4. Em resumo, o método inclui a transferência semântica da produtividade das ferramentas de modelagem *KAOS* para *KML*, seguida pela transferência para *PNML*, após ajustes nos dados, como foi o caso da criação de um formato canônico *PNML* (contribuição do trabalho). Vale ressaltar que a *PNML*, é uma norma<sup>3</sup> reconhecida e pode ser convertida em *RdP* por qualquer ferramenta padronizada. Neste trabalho optou-se pelo uso do *PIPE 4.3*<sup>®</sup>.

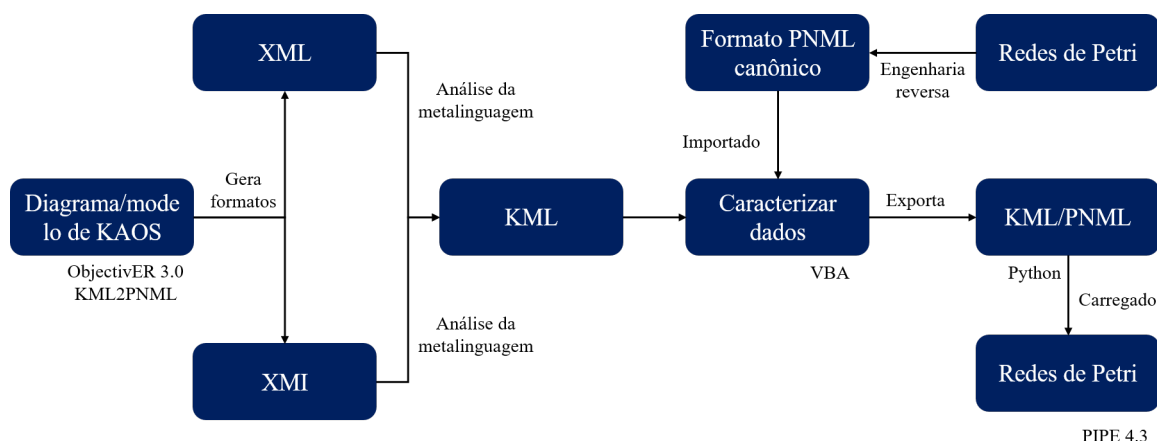


Figura 3.14: Ambiente de trabalho usando *ObjectivER 3.0*<sup>®</sup>, *KML2PNML* e *PIPE 4.3*<sup>®</sup>

Fonte: Elaboração própria

<sup>3</sup>O *PNML* é parte da norma ISO/IEC 15.909-2.

A verificação dos diagramas *KAOS* é uma etapa essencial para o ciclo da *MBRE*, composto por três etapas: (i) síntese do modelo, que consiste em sintetizar um modelo formal do sistema derivado dos algoritmos de transferência já mencionados; (ii) a análise formal, que consiste em checar as propriedades desejáveis do sistema, e/ou os processos descritos formalmente em *RdP*<sup>4</sup>; (iii) a interpretação, que consistem em mapear propriedades, invariantes e outras características com os objetivos e expectativas formuladas na etapa informal. Posteriormente a esta etapa o modelo de requisitos pode adquirir pistas para iniciar um novo ciclo, com a eliciação e/ou refinamento dos requisitos.

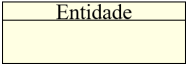
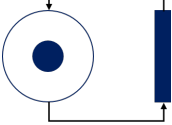


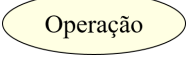

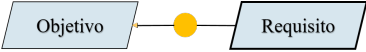
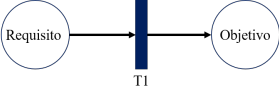
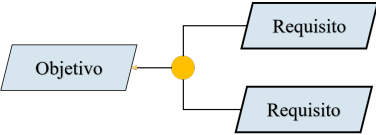
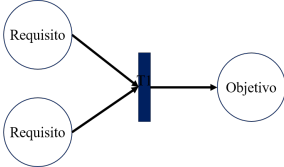
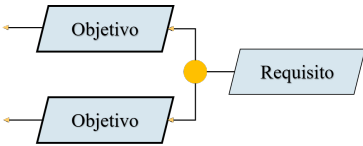
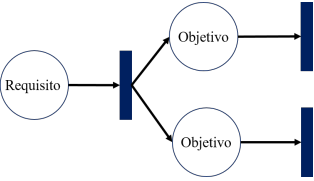

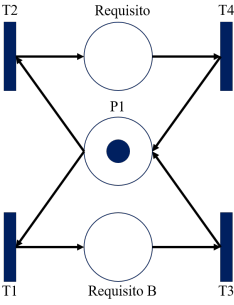
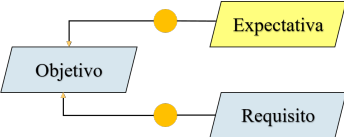
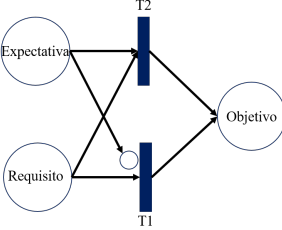
A Tabela 3.2 mostra um mapeamento de referência apoiado em um trabalho desenvolvido anteriormente no *D-Lab* para esquematizar os diferentes elementos pertencentes ao método *KAOS* (MARTINEZ SILVA, 2017). A coluna de contribuições destaca os elementos aos quais a equivalência foi proposta neste trabalho (contribuição do trabalho detalhado com ✓). Essa abordagem é fundamentada no processo de síntese e revisão dos conceitos existentes na literatura sobre *GORE*.

Tabela 3.2: Equivalência método *KAOS* para *RdP*

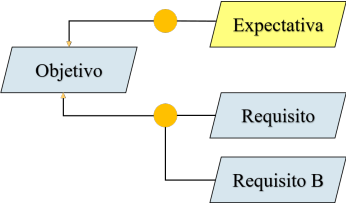
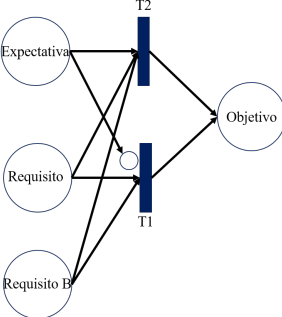
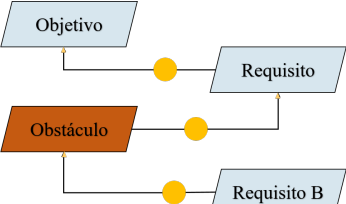
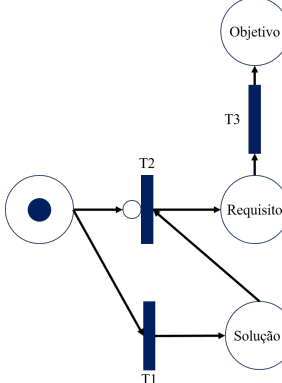
Elemento <i>KAOS</i>	Elemento <i>RdP</i>	Contribuição
		✓
		✓

Continua na próxima página.

<sup>4</sup>A análise formal pode ser realizada utilizando diferentes representações, incluindo a *LTL*. No entanto, neste trabalho, que tem como objetivo principal a automação do processo, o foco foi dado às *RdP*.

Elemento <i>KAOS</i>	Elemento <i>RdP</i>	Contribuição
		✓
		✓
		✓
		✓
		✓
		✓
		✓
		✓

Continua na próxima página.

Elemento <i>KAOS</i>	Elemento <i>RdP</i>	Contribuição
		✓
		✓

Fonte: desenhado pelos autores

É preciso esclarecer que a coluna contribuição da Tabela 3.2, tem como alvo ressaltar esses elementos que o autor analisou (correspondência no *KAOS*) e posteriormente sintetizou (correspondência para *RdP*). Algumas das definições dos diferentes elementos do método *KAOS* foram ampliadas y adaptadas (observar Tabela 2.3), de acordo ao análise e síntese das definições já existentes ou ao processo de interação do autor com o método da *GORE*. Os conceitos que foram adicionados/acrescentados tem como foco justificar a incorporação da co-criação do valor no ciclo da *MBRE*, como será discutido na seção 3.5. Outro dos aportes da Tabela 3.2 é a equivalência dos elementos *KAOS* para *RdP* que propõe o autor na coluna “Elemento *RdP*”. Coluna na qual as equivalências são encontradas não apenas individualmente, mas também em conjuntos, como é o caso do refinamento de um objetivo em dois requisitos, a identificação de um conflito entre requisitos, o refinamento de um objetivo por dois requisitos e uma expectativa ou a identificação de um obstaculo no processo de refinamento de um objetivo. Assim um dos objetivos dessa coluna e padronizar a equivalência dos elementos *KAOS* para *RdP*, que serão utilizados como eixo principal no processo de transferência *KML2PNML*.

### 3.5 Modelando a co-criação de valor em KAOS

Um dos impactos esperados da análise da interação usuário-fornecedor e da integração da co-criação de valor ao ciclo da *MBRE* é a capacidade de extrair invariantes da relação entre o provedor e o receptor do produto-serviço durante a fase de requisitos. Nesse sentido, o conhecimento e a experiência do usuário são coletados, interpretados e integrados nas diferentes fases de desenvolvimento, com a participação de diferentes categorias de usuários na modelagem da *MBRE*.

A modelação da interação com o usuário é ainda mais crítica na concepção de sistemas modernos de produto-serviço, sejam aplicados à produção ou em aplicações relacionadas com cuidados da saúde (*healthcare systems*). Em qualquer dos casos, o foco é o serviço e a colaboração entre provedor e consumidor (do produto-serviço). Esta relação gera valor nos sistemas produto-serviço e sua rentabilidade, está intimamente relacionada com a inovação agregada ao “system-as-is”. Por conseguinte, faz parte do objetivo da fase de requisitos evitar que o gerenciamento entre diferentes objetivos sacrifique a co-criação de valor resultante da interação usuário-fornecedor do serviço. O uso de invariantes faz a passagem para a fase de design seguinte, confiando na rastreabilidade para preservar a co-criação de valor e a interação entre o usuário-fornecedor do produto-serviço, refletida na maximização da produtividade.

A relação usuário-fornecedor pode ser modelada nos diagramas *KAOS*, centrando-se nos objetivos esperados e nas estratégias para maximizar o valor de retorno. É essencial utilizar a extensão conservativa prevista no método proposto para evitar a degeneração desta relação à medida que o projeto evolui, na fase inicial de requisitos. Por outro lado, tratar apenas esta interação superficialmente, considerando apenas a interface, resulta um método insuficiente para garantir a co-criação de valor colaborativa. Assim, é crucial modelar os objetivos da interação com o usuário, e sua aderência tanto ao objetivo global quando aos objetivos flexíveis<sup>5</sup> do sistema.

A modelagem da interação usuário-fornecedor é parte de uma proposta abrangente do *D-Lab*, que prevê a possibilidade de inclusão do usuário como parte do sistema produto-serviço, como no caso dos sistemas Smart Grid (ORELLANA; SILVA; PELLINI, 2021). Neste contexto, são apresentados alguns resultados parciais que envolvem a integração de ferramentas da tecnologia da informação, tanto cotidianas quanto comerciais. Essa abordagem visa promover uma interação mais efetiva entre os usuários e fornecedores, permitindo uma co-criação de valor mais colaborativa e resultando em melhorias nos sistemas produto-serviço.

- O principal obstáculo na integração da co-criação de valor ao ciclo da *MBRE*, usando a modelagem orientada a objetivos, consiste em identificar se os elementos já exis-

---

<sup>5</sup>Objetivo sem critérios claros, podem representar: requisitos não Funcionais ou qualidades globais do produto-serviço.

tentes e utilizados pelo método *KAOS* permitiriam o mapeamento dos requisitos eliciados para representar de forma adequada a interação usuário-fornecedor. Para dar solução ao obstáculo identificado, realizou-se uma revisão dos elementos constituintes do *KAOS*, levando a uma síntese e/ou “reinterpretação” de alguns elementos. É importante ressaltar que o método *KAOS* é uma proposta recente, e a documentação sobre sua implementação pode ser subjetiva, e depende da interpretação e adaptação de cada especialista/projeto (AL-SUBAIE; MAIBAUM, 2006), o que levou ao autor desta tese a contribuir com definições (apoiadas nos diferentes trabalhos e concepções existentes) mais detalhadas, mostradas na Tabela 2.3.

- O diagrama de operações, um dos quatro diagramas que compõem o método *KAOS*, desempenha um papel crucial no suporte aos requisitos e na identificação do fluxo de trabalho na relação entre o provedor e o receptor do produto-serviço. Esse diagrama permite focalizar as ações executadas pelos diferentes agentes, os eventos de entrada e saída, bem como as entidades envolvidas, seus atributos distintos e a eventual troca de recursos característica dos serviços (conforme ilustrado na Figura 2.8). Além disso, o diagrama de operações resume os comportamentos que os agentes devem ter para atender aos requisitos aos quais foram atribuídos ou pelos quais são responsáveis. Esses comportamentos são representados por meio de operações (processos) envolvendo os agentes. Assim, o diagrama *KAOS* integra o modelo de objetivos (que culmina nos requisitos) com o modelo de operações (que descreve os processos que satisfazem esses requisitos), associando requisitos a agentes (ativos e passivos) e seus respectivos processos.

Nesse sentido, é justificável sugerir que a interação entre o provedor e o consumidor do serviço seja modelada durante a fase de requisitos, utilizando operações que envolvam o sistema (provedor do serviço) e os consumidores (agentes), com a possibilidade de ocorrer a troca de objetos ou agentes passivos. Com base nessas definições, é possível estabelecer uma estrutura para representar a relação provedor-consumidor e a co-criação de valor no diagrama *KAOS*. O próximo passo consistiria em analisar o fluxo de trabalho e extrair uma especificação formal que possa ser transferida para a fase de design, possibilitando a síntese de invariantes por meio da utilização de *RdP*. Portanto, para a efetivação desse método, é fundamental propor uma linguagem *KML* que seja capaz de capturar os diversos elementos dos diagramas *KAOS* estendidos (apresentados na Tabela 2.3).

- No desenvolvimento da transferência *KML2PNML*, foi proposto que no momento de criar um agente no diagrama de objetos *KAOS* seja possível classificá-lo, como é observado na Figura 3.15. Deste modo, resulta factível incluir o receptor do serviço - plenamente caracterizado - nas diferentes etapas do ciclo da *MBRE*, trazendo uma vantagem à identificação do tipo de agente ao qual será atribuído ou responsabilizado

por determinada tarefa (requisitos), além da distinção do agente consumidor do produto-serviço. Partindo desse contexto foram estabelecidos três categorias: (i) “User”, entendido como esse usuário final ou consumidor do produto-serviço, (ii) “Stakeholder”, interpretado como a categoria de agente interessado na prestação do produto-serviço, e, (iii) “System Agent”, exibido como esse agente do sistema responsável por controlar ou intervir em determinados processos para direcionar o provimento do produto-serviço.

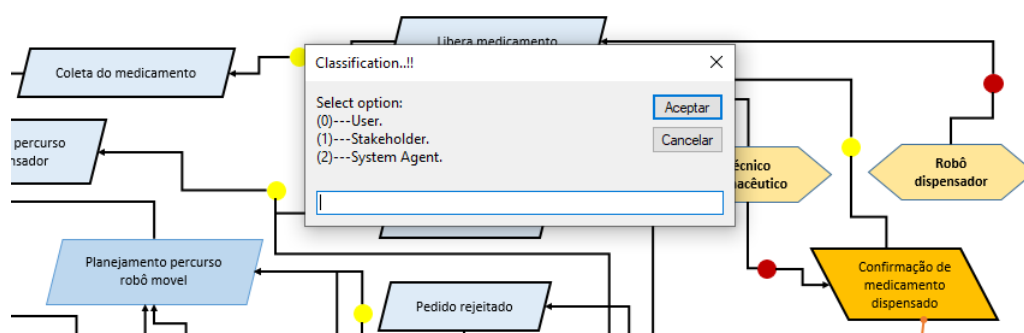


Figura 3.15: Classificação do usuário no *KML2PNML*

Fonte: Elaboração própria

- Um dos elementos importante para a modelagem da co-criação de valor é a “expectativa”, usada para representar requisitos não-funcionais e sub-objetivos que são desejáveis para prover qualidade aos serviços, mas não seriam capazes de bloquear os processos caso não sejam satisfeitos. Para o presente trabalho este elemento tem muita relevância, devido a que permite representar os resultados esperados do provimento do produto-serviço, uma vez que estas expectativas traduzem justamente o valor esperado, criado no processo de aprovisionamento. Em outras palavras, o elemento permite representar claramente a qualidade associada ao relacionamento provedor-consumidor. No entanto, na relação de abastecimento do produto-serviço este elemento pode ser capaz de bloquear o fluxo, ou não seria possível especificar a otimização da relação usuário-fornecedor. Assim, o respectivo elemento em *KAOS* está associado a um objetivo maior (sem no entanto ser essencial), enquanto à modelagem da co-criação de valor nas *RdP* espera-se que a negação desta expectativa funcione como um “gate inibidor” (como foi detalhado na Tabela 3.2).
- No processo de integração da co-criação de valor todos os requisitos devem ser atribuídos ou responsabilizados a um ou mais agentes. Nos projetos reais, é de importância crucial ter conhecimento do agente encarregado por cada requisito, o que permite evitar situações confusas, em que dois agentes reciprocamente sejam responsabilizados/atribuídos ao mesmo requisito, ou onde os agentes nem têm conhecimento dos requisitos outorgados. Em síntese, o diagrama de responsabilidade



estará completo “se e somente se” cada requisito for atribuído/responsabilizado a pelo menos um agente. Isso permite traçar acumulativamente a geração de valor do sistema.

- A proposta apresentada nesta pesquisa sugere utilizar a categorização dos requisitos inerentes ao diagrama *KAOS* - na versão proposta por (DARIMONT; PONSARD; LEMOINE, 2018) - para identificar invariantes (mesmo antes da formalização, como é apresentado na Figura 3.16). Na classificação padrão, os requisitos categorizados pela etiqueta “Maintain” devem ser mantidos durante o período que o produto-serviço seja fornecido (invariantes), enquanto os requisitos identificados pelo rótulo “Achieve” só precisam ser alcançados em determinado momento do provimento do produto-serviço. Por exemplo, em um serviço automatizado que tem restrições de acesso, a identificação do usuário pode ser classificada pela etiqueta “Achieve”: embora impeça que o usuário sem prerrogativas obtenha um certo resultado da co-criação de valor, não desabilita o uso e pode permitir o uso de outros produtos-serviços. Já o atendimento geral a este usuário tem o rótulo “Maintain”, porque este mesmo usuário não pode ser simplesmente descartado. Um sistema inteligente buscará aprovisionamentos alternativos, além de instruir ao usuário sobre como aumentar suas prerrogativas de uso.



Figura 3.16: Classificação padrão dos requisitos no *KML2PNML*

Fonte: Elaboração própria

Dentro do processo de detalhamento do método, os autores apresentam como vantagem a caracterização dos requisitos - em funcionais e não funcionais - eliciados, como pode ser observado na Figura 3.17. O processo e identificação dos requisitos parte da dependência do dialogo usuário-fornecedor. Os requisitos que são aprovados vão para uma fase de design e o que se espera é que o “system-to-be” preserve a relação de ganho, ou pelo menos que não a reduza drasticamente. Nesse caso seria recomendável rever os requisitos.

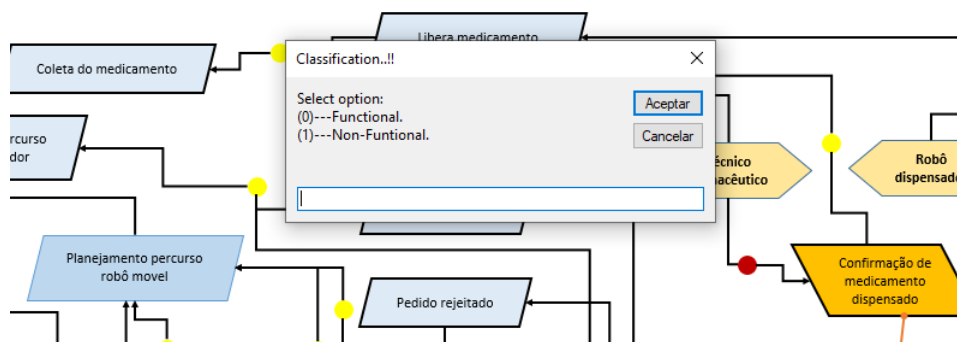


Figura 3.17: Classificação dos requisitos no *KML2PNML*  
 Fonte: Elaboração própria

- A análise dos requisitos associados ao processo de co-criação de valor é baseada nos seguintes critérios: (i) identificação clara do valor gerado, associado às necessidades e desejos que devem ser atendidos; (ii) equilíbrio positivo entre custos e demandas ligados ao provedor e ao receptor; e (iii) definição clara do retorno sobre o investimento, incluindo a forma como será avaliado e o segmento de receptores que serão alvo do processo. É importante enfatizar que o método não permite a formalização de conflitos, os quais devem ser resolvidos e atendidos na etapa de modelagem de requisitos.

Uma das vantagens da proposta é a possibilidade de ter uma estimativa de valor do que é fornecido (*VF*) pelo provedor e o que é demandado (*VD*) pelo usuário. Dessa forma pode ser argumentado que a co-criação de valor é admissível se o balanço *VF-VD* for positivo. Quanto maior for o balanço positivo, melhor será a interação usuário-fornecedor.

Recapitulando, o processo de modelagem da co-criação de valor tem como objetivo compreender e representar a colaboração entre todos os agentes e recursos durante o processo da *RE*, com o intuito de especificar a criação conjunta de valor. A Figura 3.18 apresenta uma síntese desse processo: (i) a modelagem e análise dos requisitos do sistema são realizadas pelos engenheiros de requisitos, que devem incluir um modelo preliminar de co-criação de valor; (ii) a partir desse modelo, é feita a extração do modelo específico de co-criação de valor, que gera um modelo específico de interação essencial para a modelagem de serviços; (iii) o modelo extraído é desenvolvido para gerar as operações e processos responsáveis por fornecer os serviços; (iv) a modelagem é feita no sistema *KAOS* estendido (conforme descrito nas Tabelas 2.3 e 3.2), também conhecido como *KAOS+*, de modo a permitir a transferência para a *RdP*; (v) ocorre a síntese das *RdP* utilizando o algoritmo *KML2PNML*, seguida pela análise do modelo formal resultante; (vi) em seguida, ocorre a transferência para o *KAOS* por meio do algoritmo *PNML2KML*



Portanto, o *D-Lab* encontra-se na fase de modelagem de planos usando a *MBRE*, tendo como ponto de partida um trabalho desenvolvido com o sistema *itSIMPLE* (MARTINEZ SILVA; SILVA, 2019), que está sendo migrado para a nuvem. A diferença é que no caso do *itSIMPLE* foi inserido o processo de “engenharia de conhecimento” para que um plano fosse processado para outro sistema de busca, enquanto que aqui o processo de engenharia de conhecimento é realizado sem o uso da *IA* cognitiva, mas a síntese do processo (plano) da co-criação de valor é feita tendo duas categorias de interlocutores (como nos jogos) e sintetiza o próprio plano. Portanto, seria necessário um processo de verificação ou pós-planejamento (SILVA; SILVA; VAQUERO, 2020), que nesta proposta de trabalho é realizado diretamente na *RdP*, observando e detalhando o fluxo de trabalho. A vantagem é que mudanças devido à evolução do sistema podem ser feitas diretamente no ciclo de requisitos da *MBRE*, sintetizando novas soluções (ou reutilizando as já existentes).

A seguir, será ilustrada tanto a proposta de transferência *KML2PNML* quanto a reinterpretação dos elementos *KAOS* para representar o processo da co-criação de valor em um ambiente de robótica colaborativa. O estudo de caso foca na dificuldade de representar, já na fase de requisitos, a interação colaborativa entre os robôs e o contexto em que estão inseridos (onde se encontram os diferentes segmentos de usuários). Como é proposto neste trabalho, essa interação deve ser eliciada e modelada durante a fase da modelagem de requisitos, a fim de maximizar a co-criação de valor na modelagem e escolha das soluções, otimizando a colaboração entre as partes e garantindo, mediante a formalização, o gerenciamento dos riscos que possam afetar a relação humano-robô. A aplicabilidade do método proposto será demonstrada em um estudo de caso.

## 4 CASO DE ESTUDO

O caso estudado nesta tese aborda um projeto de robótica colaborativa desenvolvido pela equipe do Departamento de Sistemas Integráveis para o Hospital Universitário da USP. Em resposta à pandemia e a outras mudanças no sistema logístico do hospital, houve uma maior demanda por sistemas de fluxo de medicamentos e instrumentos médicos. Uma das soluções propostas foi o desenvolvimento de serviços controlados por sistemas colaborativos, visando a eficiência, a redução do fluxo de pessoas e a precisão por meio da automatização das tarefas e da colaboração entre os agentes.

É importante ressaltar que o termo “serviço” possui um significado específico, referindo-se à relação entre dois agentes: o dispositivo provedor de serviço (um robô) e o consumidor (os humanos que solicitam ou recebem os itens). Em situações específicas, um mesmo agente pode atuar tanto como provedor quanto como consumidor do serviço. Por exemplo, nos sistemas “Smart Grid”, há o contexto da co-produção, em que o usuário também participa do processo de fornecimento de energia ORELLANA, SILVA e PELLINI (2021).

Dentro do ambiente hospitalar, a robótica colaborativa estabelece duas categorias distintas de agentes: o provedor (o sistema responsável pelo gerenciamento do transporte de insumos, tendo o robô como dispositivo principal) e os consumidores do serviço (médicos, enfermeiros e a equipe hospitalar). Portanto, é essencial que os requisitos desse sistema se concentrem no relacionamento e na co-criação de valor gerada pela interação dessas duas classes.

### 4.1 Robótica colaborativa

O estudo de caso tem como foco a co-criação de valor que surge da interação entre humanos e máquinas em um sistema de serviço. Esse sistema global de serviço gerencia as solicitações dos usuários para transporte de itens, que podem ser retirados da farmácia hospitalar automatizada ou obtidos de outro usuário. Em colaboração com o Centro de Inovação do Hospital Universitário, uma equipe da USP desenvolveu um robô<sup>1</sup>. Nesse contexto, o objetivo do estudo é revisar o projeto já implementado (baseado em funcionalidades), buscando avanços na relação com o usuário e na otimização da co-criação de valor.

Devido ao design baseado em funcionalidades, a modelagem da co-criação não foi considerada na fase de requisitos do projeto. Como resultado, os objetivos relacionados à interação com os consumidores do serviço foram incorporados/embebidos à modelagem do controle, que foi implementado e atendeu aos requisitos básicos de transporte de itens. Portanto, o estudo de caso tem como objetivo verificar o ciclo fechado da interação usuário-

---

<sup>1</sup><<https://www.sopesp.com.br/2020/05/08/robo/>>

serviço, buscando aprimorar esse processo.

No sistema implementado, a interação homem-máquina ocorre diretamente por meio de aplicativos móveis. No entanto, sob uma perspectiva baseada em sistemas de serviço, deveria existir um orquestrador (sistema central) responsável por receber as demandas dos usuários e sintetizar “missões”. Essas missões determinariam o ponto de retirada do item, o ponto de entrega e uma trajetória aproximada do robô, incluindo pontos intermediários preferenciais para concluir a missão. Uma vez recebida a missão, o robô seria responsável por traçar a trajetória real entre os pontos intermediários e interagir com os usuários para completá-la conforme especificado. O foco da co-criação de valor está exatamente nessa interação com o usuário. A interação direta entre o robô e o usuário limita as possibilidades de otimização e tratamento do problema de planejamento. Embora o problema seja mitigado se o sistema de transporte envolver apenas um robô (como é o caso atual), a implementação desse sistema em um ambiente hospitalar certamente exigiria mais de um robô.

Para direcionar a atenção aos elementos de verificação e ao potencial de inovação, é necessário iniciar com a estruturação funcional do projeto. Portanto, o primeiro passo consistirá em revisar e criar um modelo chamado “sistema legado” (system-as-is) utilizando a abordagem *GORE*. Em seguida, será elaborado o “sistema proposto” (system-to-be), que incorporará a modelagem da co-criação de valor.

#### 4.1.1 Sistema de automação hospitalar

No modelo desenvolvido, o Sistema de Automação Hospitalar é composto por dois componentes principais: um robô móvel e um Dispensador Automático de Medicamentos e Materiais, localizado na farmácia hospitalar. Esses dois componentes trabalham em cooperação para viabilizar o serviço de entrega de medicamentos.

Um exemplo desse serviço é quando um usuário solicita a entrega de um medicamento por meio de um aplicativo de celular. A demanda é então encaminhada tanto para o robô quanto para o dispensador. O robô se direciona até a farmácia, enquanto o dispensador realiza a separação do medicamento solicitado.

Ao chegar à farmácia, o robô verifica se o medicamento está devidamente separado e o farmacêutico confere sua precisão. O farmacêutico coloca o medicamento em uma cesta e o embarca no robô, estabelecendo assim a primeira interação direta com o usuário.

Por fim, o robô conclui o serviço ao entregar o medicamento solicitado ao usuário final, estabelecendo a segunda interação direta. Esse processo de cooperação entre o robô móvel e o Dispensador Automático de Medicamentos possibilita a eficiente entrega de medicamentos aos usuários do Sistema de Automação Hospitalar.

- O robô foi projetado como um sistema móvel, com um peso de 40 kg e capacidade

de carga de até 20 kg. Possui uma altura de 120 cm e pode se deslocar a uma velocidade máxima de 5 km/h. A Figura 4.1 apresenta o esboço do robô, mostrando as portas do compartimento de carga fechadas e abertas. As portas são automatizadas, abrindo e fechando automaticamente, e o robô é alimentado por baterias recarregáveis de alta capacidade. Para a percepção do ambiente, o robô utiliza um sistema percéptron<sup>2</sup> baseado em sensores, além de possuir um sistema de comunicação sem fio, uma plataforma de hardware de alto desempenho e um software de navegação baseado em Inteligência Artificial.



Figura 4.1: Robô colaborativo - sistema móvel projetado e implementado  
Fonte: Faculdade de Engenharia da Escola Politécnica da USP.

- O Dispensador Automático de Medicamentos (*DAM*) é um sistema desenvolvido para separar medicamentos de forma individualizada, utilizando sacos plásticos identificados por códigos de barras. O *DAM* opera de maneira integrada com um robô manipulador cartesiano, que foi projetado para atender às demandas dos médicos vinculados ao Núcleo de Inovação em Saúde do Hospital Universitário da USP. A entrega de medicamentos pela farmácia interna é uma das atividades mais intensivas nos processos hospitalares, sendo necessária a automação desse processo. A Figura 4.2 ilustra o *DAM* projetado especificamente para o Hospital Universitário.



Figura 4.2: Sistema automatizado para dispensar fármacos  
Fonte: Faculdade de Engenharia da Escola Politécnica da USP.

Nesse Sistema de Automação Hospitalar o robô é um subsistema que realiza

---

<sup>2</sup>Trata-se de uma rede neural em que os pesos e vieses podem ser ajustados para produzir um vetor de destino que deve corresponder ao vetor de entrada quando apresentado. Durante o treinamento, os vetores de um conjunto de treinamento são apresentados à rede de forma sequencial. Se a saída da rede estiver correta, nenhum ajuste é feito nos pesos e vieses.

os serviços de transporte de cargas de forma autônoma, ou seja, sem a necessidade de acompanhamento ou intervenção dos funcionários do hospital (exceto os usuários). Trata-se de um sistema mecatrônico, que, teoricamente, funcionará continuamente durante o expediente do hospital, ou seja, 24 horas por dia, 365 dias por ano. Por isso, será necessário monitorar remotamente esse dispositivo, capturando os dados de operação para análise de desempenho e verificação de cumprimento das missões.

O sistema de monitoramento consiste nos seguintes módulos:

- Aquisição de dados: coleta de informações como tensão, corrente, comunicação, torque do motor, velocidade, detecção de objetos, acionamento das portas, número de viagens realizadas e distância percorrida.
- Comunicação com a estação de supervisão: os dados coletados pelo módulo de aquisição são transmitidos por uma rede sem fio (WiFi) para uma estação de supervisão.
- Banco de dados: os dados operacionais coletados são tratados e depurados antes de serem inseridos no banco de dados.
- Análise de desempenho e de segurança do robô: com base nos dados do banco de dados, são gerados gráficos e relatórios para analisar as atividades do robô.

A interação entre o robô e os usuários é realizada por meio de um aplicativo de celular. Por meio dessa ferramenta, os usuários podem solicitar serviços de coleta e entrega de exames e medicamentos. No sistema implementado, o aplicativo de celular desempenha um papel fundamental na interação entre o usuário e o robô. Através dele, os usuários têm a capacidade de localizar o robô e verificar seu estado de operação, que pode ser livre, em serviço, em manutenção ou inoperante. Além disso, o aplicativo permite solicitar o serviço de coleta e entrega, permitindo ao usuário definir o ponto de coleta e o ponto de entrega em um mapa. Os usuários também têm a possibilidade de acompanhar em tempo real o progresso dos serviços realizados pelo robô e verificar o histórico dos serviços prestados anteriormente. Essas funcionalidades são essenciais para uma utilização eficiente e conveniente do aplicativo. Resumindo as principais funções deste aplicativo seriam:

- Localizar e verificar o estado de operação do robô (livre, em serviço, em manutenção ou inoperante).
- Solicitação do serviço de coleta e entrega, onde o usuário define, utilizando um mapa, os pontos de coleta e entrega.
- Controle de abertura e fechamento de portas do compartimento de cargas.
- Acompanhamento em tempo real dos serviços do robô.



- Verificação do histórico de serviços do robô.

O *DAM* é composto por dois elementos principais: um sistema de estoque e um braço robótico. O estoque é composto por uma série de compartimentos (slots) onde os medicamentos unitarizados são colocados. O manipulador cartesiano realiza movimentos num plano vertical paralelo aos slots. Assim, o braço se dirige rapidamente e com precisão para a posição desejada, coleta uma unidade do medicamento e a deposita em uma canaleta de coleta. Os medicamentos coletados são embalados em um saco plástico e etiquetados com o nome do paciente e outras informações relevantes. O controlador central do *DAM* possui em sua memória as diversas prescrições médicas (demandas), bem como as informações sobre posição de cada medicamento no estoque.

Além da precisão, a velocidade de operação será um fator importante. Para fins de comparação, a dispensa manual (checagem do pedido médico, identificação do medicamento no estoque, retirada, etiquetagem e entrega) levaria em média cerca de 15 minutos. Portanto, um ciclo médio de coleta de 1 minuto já representaria um ganho significativo em produtividade. No entanto, é importante lembrar que neste projeto, a redução do risco de erro na dispensa de medicamentos é mais importante do que a produtividade, e um ciclo de 1 minutos pode ser considerado suficiente.

#### 4.1.1.1 Operação colaborativa Robô Móvel Autônomo e o Dispensador Automático de Medicamentos

Com o objetivo de aumentar a eficiência das operações de transporte no ambiente hospitalar, o projeto propôs a integração entre o Robô Móvel Autônomo (*RMA*) e o *DAM*. É importante ressaltar que essa relação não foi modelada como um serviço no projeto original. Portanto, mesmo que tenha sido bem-sucedida na redução dos tempos de espera, implica em uma transação direta entre dois dispositivos robóticos sem nenhuma mediação. No projeto original, o *RMA* é responsável por gerenciar a colaboração direta com o usuário, tendo o *DAM* como um sistema colaborativo.

Por exemplo, quando um usuário solicita o serviço de entrega de medicamentos por meio de um aplicativo de celular, o robô registra os parâmetros essenciais, como o ponto de coleta (ponto de pickup no caso, para o *RMA*), o ponto de entrega e o item a ser transportado. A mesma mensagem também é enviada pelo aplicativo para o gestor do *DAM*, permitindo que o dispensador separe o medicamento simultaneamente ao deslocamento do robô. É esperado que, quando o robô chegue à farmácia, o medicamento já esteja separado corretamente, verificado pelo farmacêutico e colocado no dispensador. Vale ressaltar que o robô não possui um braço manipulador nem um dispositivo de carregamento, portanto, embora não esteja claramente especificado, há uma etapa de carga manual que faz parte do processo colaborativo.

Dessa forma, é necessário estabelecer um protocolo de comunicação para a

transação colaborativa, a fim de evitar possíveis lacunas. O trabalho cooperativo é fundamental para a geração da co-criação de valor, porém, em um sistema automatizado, não pode haver nenhum aspecto que não esteja plenamente especificado e previsto, evitando possíveis impasses (deadlocks). De forma mais formal, é preciso garantir que a colaboração seja um sistema fechado. Para verificar a existência de lacunas de interação, o próximo passo é modelar o sistema implementado utilizando o método *GORE*. Esse método fornece uma modelagem explícita dos agentes e responsáveis pelos requisitos e permite a aplicação da proposta de modelagem da co-criação de valor descrita neste trabalho. Essa análise fornecerá mecanismos para avaliar a co-criação de valor, conforme ilustrado na Figura 3.18. Com base nessa análise, será elaborada uma proposta de modelagem para a colaboração.

#### 4.1.2 Design do System-as-is

A especificação do sistema original foi capturada e modelada no diagrama *KAOS*, descrito na seção 2.5. A Figura 4.3 apresenta o diagrama de objetivos obtido a partir da análise do projeto original. O diagrama captura as especificações funcionais documentadas pela equipe de desenvolvimento. O método *KAOS* foi adaptado neste trabalho para modelar sistemas, portanto, o objetivo global (system goal) é a *Automação Hospitalar* que tem dois sub-sistemas: o *Robô móvel autônomo* e o *Dispensador de medicamentos autônomo*. Note-se que o objetivo central não tem parte ativa no processo, apenas integra as demais partes. O estímulo para a colaboração é centrado no usuário que emite sinais concorrentemente para o robô e para o *DAM*. Como resultado, embora os elementos ativos (usuário final, operador e farmacêutico) sejam explicitamente representados no diagrama, eles acabam integrando conjuntos diferentes de objetivos, relacionados aos dois sistemas.

Os nomes e etiquetas que mais se aproximavam dos objetivos foram mantidos como no projeto original. No entanto, é observado que vários deles se referem a estados dos sistemas componentes ou de elementos específicos que os compõem, o que é característico de uma abordagem funcional. Além disso, a modelagem equaciona objetivos imediatos (como “Evitar colisão”) com objetivos mais gerais, como “Planejamento”. Nesse último objetivo, concorre a expectativa de “serviço solicitado”, compartilhada com o *DAM*, como já mencionado anteriormente. O aspecto colaborativo é, portanto, tratado de forma funcional, como um atributo do controle.

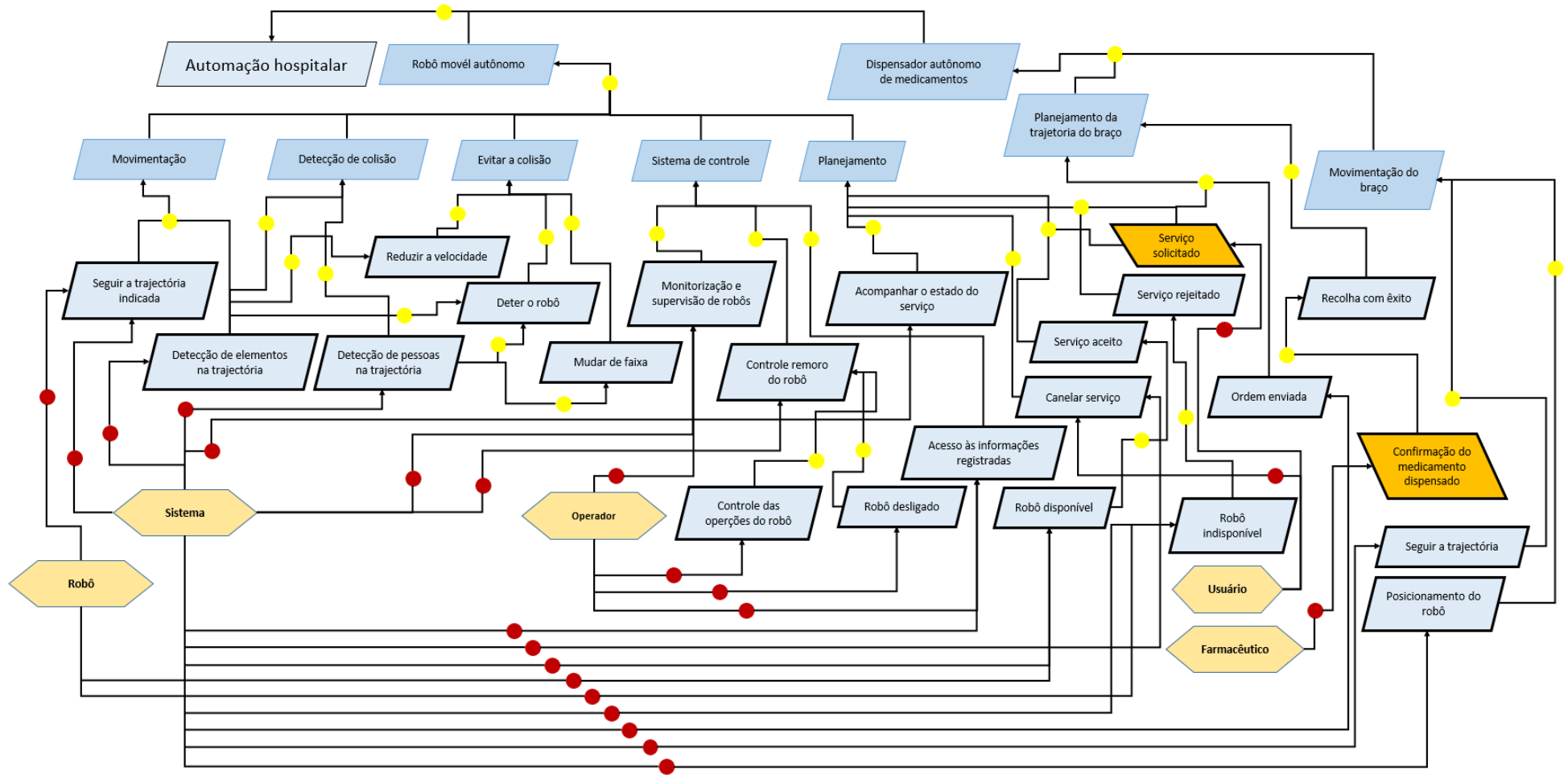


Figura 4.3: System-As-Is sistema da robótica colaborativa  
 Fonte: Elaboração própria

Por outro lado, na automação hospitalar, a colaboração e a co-criação de valor são elementos essenciais para garantir que as soluções automatizadas estejam alinhadas com as necessidades e expectativas dos usuários e outras partes interessadas. Além disso, é importante manter o caráter transacional e de serviço, permitindo um acoplamento durante a prestação de serviços, mesmo que os provedores e consumidores sejam entidades distintas e independentes. Isso facilita as mudanças, a inovação do sistema e a manutenção contínua. Ao envolver os stakeholders no processo de modelagem de requisitos, é possível identificar e resolver potenciais conflitos, evitando o desenvolvimento de soluções que não atendam verdadeiramente às necessidades dos usuários finais.

Com base nas observações mencionadas, foi realizado um processo de revisão, uma vez que o projeto original não considerava objetivos e serviços, para introduzir esses recursos. Na próxima seção, será apresentado um novo diagrama no qual se busca distribuir as funções entre o sistema central e seus elementos básicos, com o objetivo de desacoplar esses últimos em uma arquitetura de serviços. Nesse novo sistema, é mais razoável identificar e modelar a co-criação de valor durante a fase de requisitos.

#### 4.1.3 Design do System-to-be

Incluir a interação ativa do usuário no processo de modelagem de requisitos é de extrema importância para a automação hospitalar. Isso ocorre porque o valor gerado nesse processo tem um impacto significativo e crítico, onde os resultados podem trazer grandes benefícios, mas os erros podem ter consequências dramáticas. Em contextos de colaboração, a participação do provedor de serviços e do consumidor na interação durante a modelagem de requisitos pode contribuir de forma significativa para o desenvolvimento de soluções mais eficazes e alinhadas com as necessidades reais do ambiente hospitalar. Além disso, se essa interação for devidamente formalizada, pode ajudar na prevenção e eliminação de erros, assim como na resolução de impasses.

O estudo de caso teve início com a modelagem do sistema de serviço do projeto original, utilizando um modelo *GORE*, o que resultou no sistema atual (system-as-is). Agora, é necessário revisar esse processo, buscando uma separação entre os subsistemas e evitando dependências diretas. Dessa forma, foi gerado um novo modelo, chamado de “system-to-be”, conforme apresentado na Figura 4.4.

No novo modelo, o objetivo global (serviço global) de “Automação Hospitalar” mantém os mesmos sub-objetivos: “Robô Móvel Autônomo” (*RMA*) e “Dispensador Autônomo de Medicamento” (*DAM*). Optou-se por não realizar uma revisão mais abrangente que incluiria um orquestrador de demandas, buscando assim um desacoplamento completo dos sub-sistemas *RMA* e *DAM*. No entanto, isso pode ser feito ampliando o modelo gerado. Além disso, foram sugeridas outras mudanças, conforme mostrado na Figura 4.5, como:

- O sub-objetivo “movimento” é refinado incluindo a localização do robô e um possível retorno à estação base, associado ao controle do nível da bateria e à expectativa de aguardar pelo final da missão.
- O sub-objetivo “evitar colisão” pode ser evocado pela “Detecção de objetos na trajetória” ou pela “Detecção de humanos na trajetória”<sup>3</sup>, eliminando a menção explícita de “Detectar colisão”, devido a que é uma ocorrência, não um objetivo. Uma vez detectado, seja um objeto, seja um humano o sistema robótico “Reduz a velocidade”, para ter mais margem de manobra. Se o obstáculo for humano então a opção será “Deter robô”, assumindo que os humanos têm prioridade e a prerrogativa de se mover, saindo do caminho do robô.
- O agente “Usuário” é responsável pelo “Pedido solicitado” e pelo “Cancelamento do serviço” tendo como expectativa “Concluir a entrega do medicamento”.
- Um possível obstáculo “Entrega de medicamento incompleta” é solucionado pelo detalhamento das expectativas “Confirmação de medicamento dispensado” e “Concluir a entrega do medicamento” atribuídos, respectivamente, ao técnico farmacêutico e ao usuário.
- A liberação do medicamento é responsabilidade do robô dispensador, sendo um condicionante para a “coleta bem sucedida” que é certificada pelo técnico farmacêutico.

Conforme destacado anteriormente, a modelagem de requisitos em uma abordagem focada em objetivos, a partir de modelos baseados em funcionalidades, não é um processo imediato. É necessário ter cuidado com a nomenclatura utilizada e com os detalhes de funcionamento, especialmente em relação aos objetivos que têm um impacto significativo nos resultados. O diagrama *KAOS* é utilizado exatamente para separar os objetivos e refiná-los até chegar aos requisitos, portanto, qualquer inconsistência ou omissão pode afetar diretamente os requisitos. Com o objetivo de evitar uma revisão muito extensa, o foco será mantido no diagrama de objetivos, com ênfase na relação entre o provedor e o consumidor do serviço, que é o objetivo deste trabalho. Portanto, não serão abordados em detalhes a rede de serviços composta por um orquestrador, o sistema robótico colaborativo e o sistema automatizado de dispensa de medicamentos, pois são considerados como serviços independentes. Essa abordagem caracterizaria o sistema global como um “Sistema de Sistemas”, mas está fora do escopo deste trabalho.

---

<sup>3</sup>O sistema original tem mecanismos para distinguir objetos de humanos já implementados.

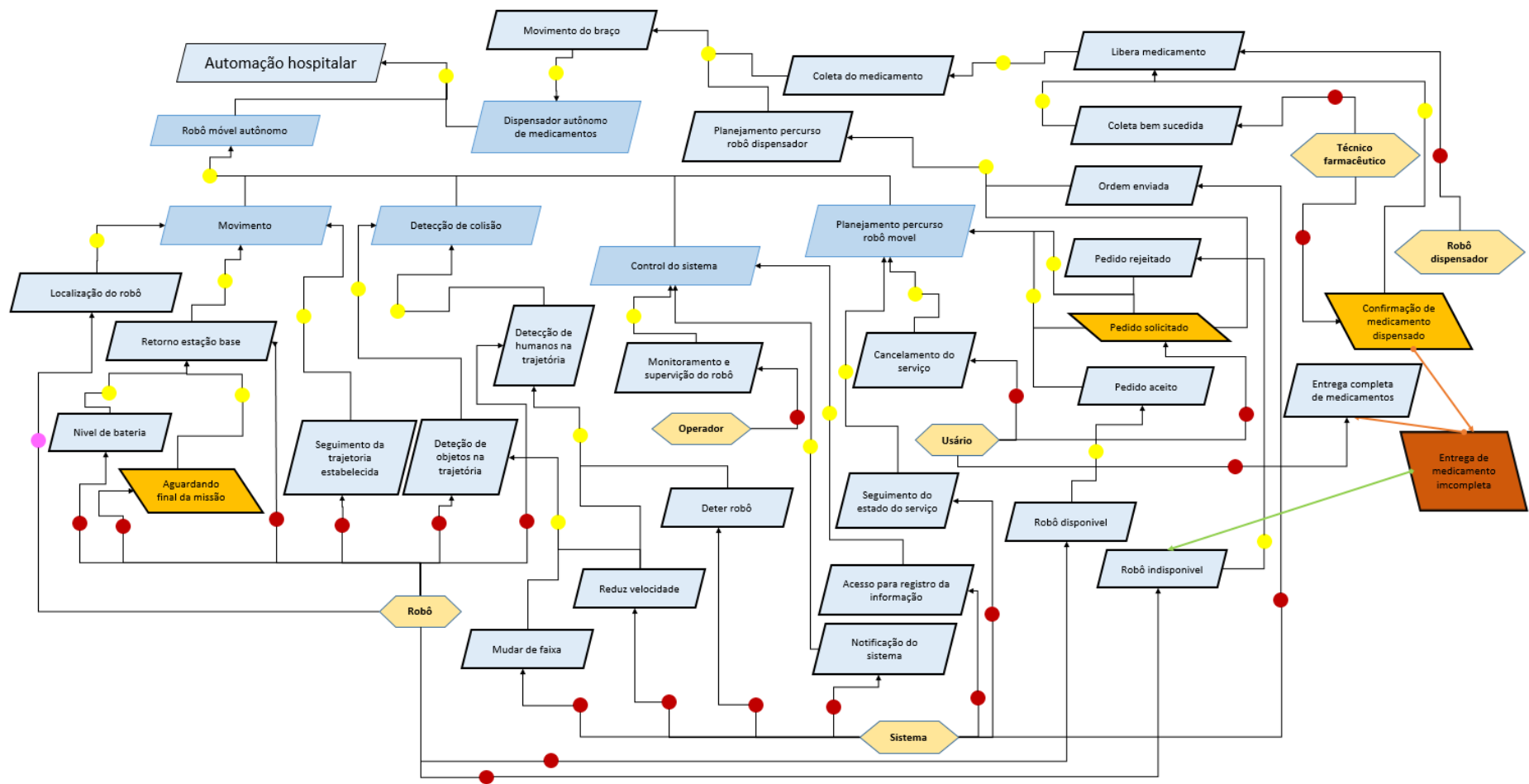


Figura 4.4: System-To-Be sistema da robótica colaborativa

Fonte: Elaboração própria

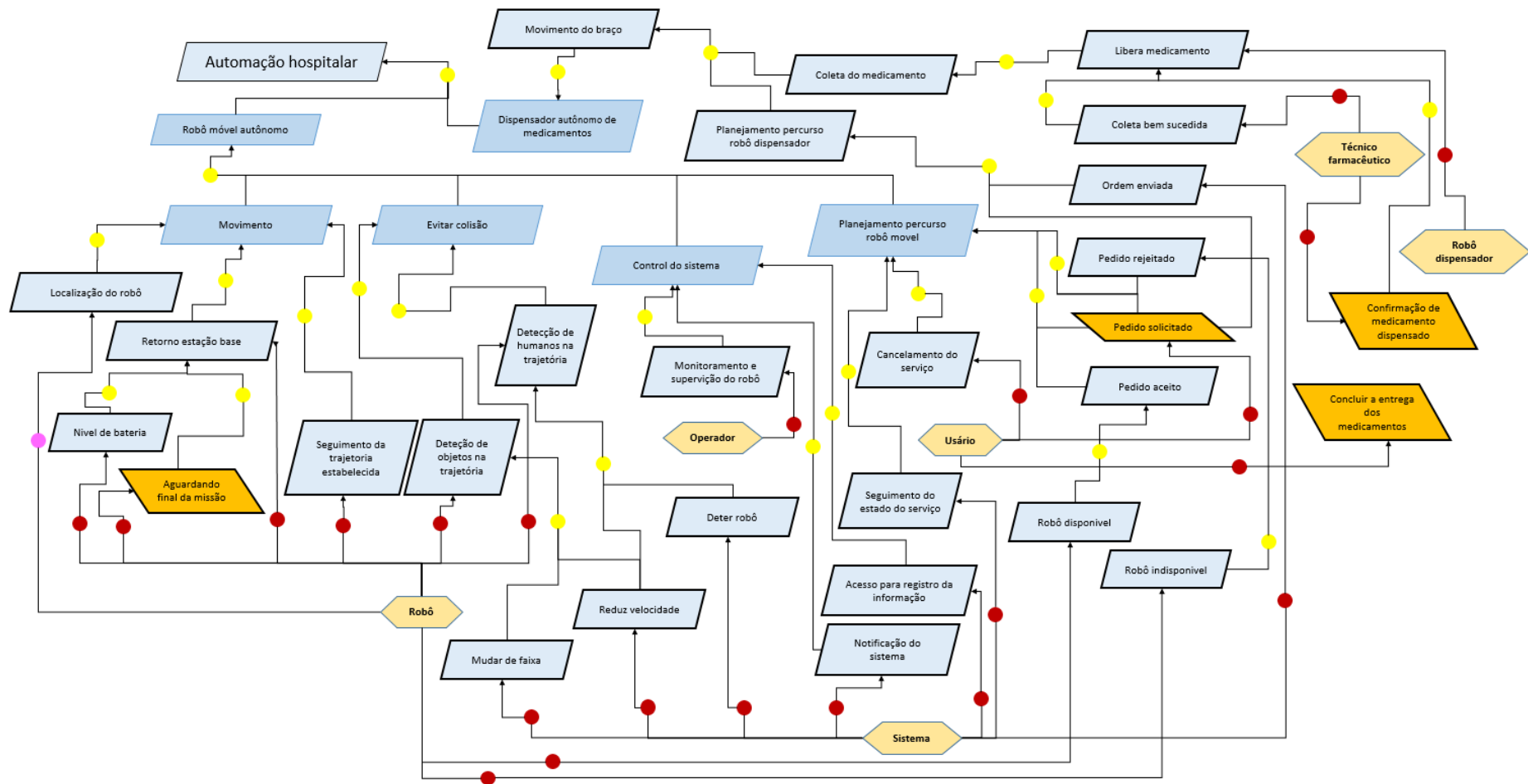


Figura 4.5: System-To-Be (sem obstaculo) sistema da robótica colaborativa

Fonte: Elaboração própria

Assim, o processo realizado até abrange os estágios de extração da co-criação de valor a partir do modelo do system-as-is, e na modelagem operacional desta co-criação de valor no modelo *KAOS* estendido, conforme ilustrado na Figura 3.18. A identificação do processo colaborativo ficou restrita ao provedor - no caso o robô colaborativo - e ao consumidor, o usuário. O passo seguinte seria a formalização (verificação) dos requisitos coletados, o que é realizado por meio da captura do modelo extraído do ambiente *ObjectiveER*® ou da proposta *KML2PNML* gerando o *KAOS+*, para um sistema de extensão proposto e implementado pelo candidato em Python®. A partir dos requisitos de interação, pode-se extrair um diagrama de operações que descreve a interação e o fluxo de trabalho entre o provedor e o consumidor do serviço. A Figura 4.6 apresenta o diagrama de operações que detalha essa interação.

Basicamente, a Figura 4.6 ilustra o início da navegação, que é precedido por um pedido solicitado. O início da navegação é dividido em três operações: localização do robô, controle do robô dispensador e controle do robô móvel.

A primeira operação depende de um agente, que é o robô. Nessa etapa, o robô tem a opção de retornar à estação base e encerrar a missão ou aguardar o cancelamento do pedido, que é responsabilidade do usuário.

O controle do robô dispensador é responsável pelo planejamento do percurso do robô, coleta de medicamentos, verificação do sucesso da coleta, confirmação da dispensação do medicamento, observação do medicamento na caixa e verificação do depósito do medicamento no robô móvel. Essas operações e eventos envolvem a interação entre os agentes, como o robô dispensador e o técnico farmacêutico.

Por fim, o controle do robô móvel engloba eventos e/ou operações, como o acompanhamento da trajetória estabelecida, planejamento da trajetória do robô, detecção de possíveis colisões, prevenção de colisões e a verificação se o robô está a uma distância adequada das pessoas, entre outros. Essa imagem permite observar a sequência de interação humano-robô-sistema por meio da especificação das diferentes operações, eventos e agentes responsáveis.

Alguns pontos precisam ser sublinhados em relação à interação humano-robô. Nesse caso se explora uma transação colaborativa humano-robô que dispense a interação *mestre-escravo* (por comandos diretos) usando o aplicativo móvel.

Uma interação característica seria:

- O robô se aproxima do humano no local especificado para coletar um item, e pára a uma distância mínima. Recua alguns centímetros (procedimento de segurança para evitar que a porta atinja o humano) e abre o compartimento.
- Aguarda alguma ação do humano (seja para depositar ou para retirar um item do compartimento).



- Se o humano se afasta além da distância mínima, fecha o compartimento e inicia a missão (se é coleta) ou encerra (se é entrega). O contexto pode ser identificado pelo fluxo das ações.
- Retorna a um local de repouso para não atrapalhar o fluxo do hospital.

O ciclo completo de uma missão, envolveria um pré-plano (que poderia ser gerenciado por um orquestrador), um plano (que será elaborado pelo robô, preenchendo as lacunas e eventualmente lidando com o gerenciamento de obstáculos) e um pós-plano, com o retorno do plano executado e cumprimento da missão. O elemento principal do pré-plano é uma trajetória genérica, que parte do local atual até o ponto de coleta e, em seguida, até o local de entrega. O plano segue as normas estabelecidas pela *IA*, considerando parâmetros como estado inicial, estado final e ações preferenciais, sendo que os estados iniciais e finais correspondem aos pontos de coleta e entrega, respectivamente. O pós-plano consiste na trajetória que o robô deve seguir após concluir a missão. É importante ressaltar que a execução é autônoma, ou seja, o sistema robótico é responsável pela execução da trajetória, detecção de obstáculos e gerenciamento desses obstáculos.

O gerenciamento dos obstáculos é realizado de acordo com a especificação inicial: caso o obstáculo seja um humano, o robô simplesmente aguarda que a pessoa se afaste do caminho.

O robô precisa esperar alguns segundos antes de encerrar o ciclo. Em relação à interação com o usuário, é necessário verificar a possibilidade de uma missão vazia, ou seja, o robô autônomo retorna à área de “entrega” (delivery) sem o item ou conclui a missão sem que o usuário receba o medicamento necessário. Esse problema está associado ao encerramento da transação sem verificar se um item foi colocado ou retirado do repositório, e na versão atual do sistema poderá ser mitigado usando o aplicativo móvel.

Se ocorrer uma situação em que o usuário precise interromper a missão, é necessário comunicar essa necessidade ao robô ou ao orquestrador. No entanto, o mecanismo de confirmação para essa ação não foi implementado, e a única opção seria utilizar o aplicativo de celular para cancelar a missão, o que poderia resultar em um tempo de reação mais longo.

Embora essa não seja uma solução definitiva, a interação descrita introduz intencionalidade ao considerar a distância entre o humano e o robô. Aproximar-se a uma distância menor do que a mínima indicaria a intenção de colocar ou retirar um item do repositório, enquanto o afastamento seria um indicativo de que a missão pode prosseguir. A transação não é formalmente concluída, pois ainda há a possibilidade de ocorrer uma missão vazia. No entanto, poderia ser acrescentado um botão de confirmação no modelo implementado com pouca alteração. Embora existam soluções mais sofisticadas para modelar a colaboração, essa opção simples também abordaria o processo de interrupção da missão mencionado anteriormente.

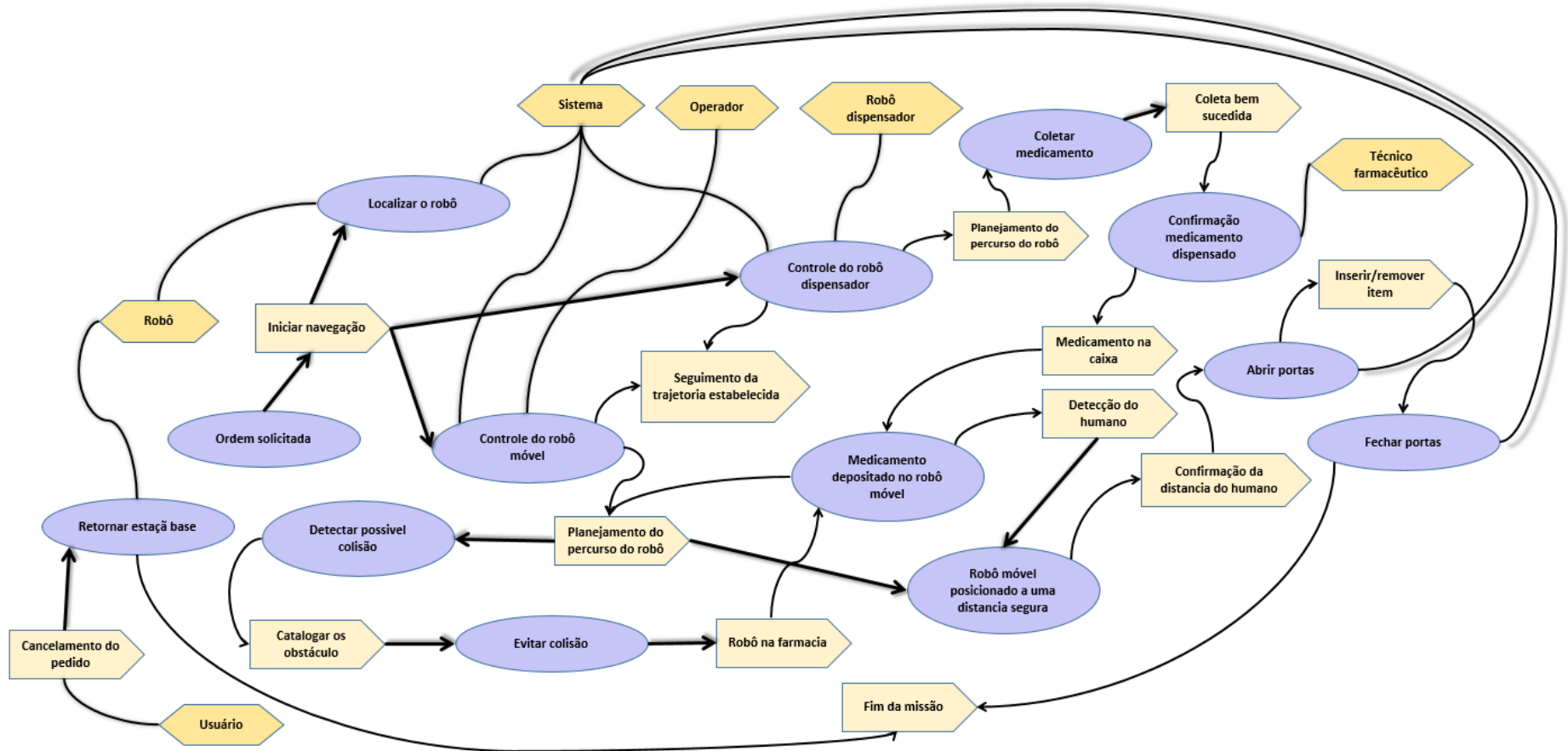


Figura 4.6: Diagrama de operações do sistema de robótica colaborativa  
 Fonte: Elaboração própria

No entanto, o objetivo deste trabalho não é propor modelos simbólicos de *IA* para implementar sistemas colaborativos, mas sim destacar o papel da modelagem e formalização de requisitos ilustrado na Figura 3.18, tanto para um sistema completamente novo quanto para a revisão de um sistema já existente.

Portanto, o objetivo é capturar as necessidades e objetivos dos usuários finais e sua relação de co-criação de valor com o sistema em desenvolvimento, utilizando o diagrama *KAOS*, que é especificado por um diagrama de operações refletindo o fluxo de trabalho das operações, conforme ilustrado na Figura 4.6. O próximo passo consiste na formalização desse diagrama, por meio do algoritmo de transferência baseado na linguagem *KAOS+*, introduzida neste trabalho, para *RdP*, a fim de permitir a análise do fluxo de trabalho e das propriedades que compõem a verificação do modelo. O processo da análise de propriedades será detalhado na seção seguinte.

#### 4.1.4 Formalização e análise das propriedades

Conforme mencionado previamente, no ciclo de projeto é necessário formalizar o modelo de requisitos para realizar uma análise adequada visando garantir sua correção e completude. Nesta fase, a representação semiformal *KAOS+* é convertida para uma representação formal, neste caso, (*RdP*), na qual a verificação pode ser conduzida.

A verificação formal dos requisitos é conduzida por meio da análise dinâmica da *RdP* apresentada na Figura 4.7. Sublinha-se que a Tabela 4.1 apresenta a equivalência dos nomes do diagrama *KAOS* com os ID's atribuídos na *RdP*. Adicionalmente, foram examinadas as propriedades estruturais e comportamentais, bem como a avaliação de desempenho da rede. Além disso, foram analisados os componentes conservativos e repetitivos da rede, isto é, os invariantes, a partir da matriz de incidência e da equação de estados, como pode ser observado na Figura 4.8.

Após a análise das invariantes, constatou-se que a rede é abrangida por P-Invariantes positivos, indicando que é limitada, como evidenciado na Figura 4.9.

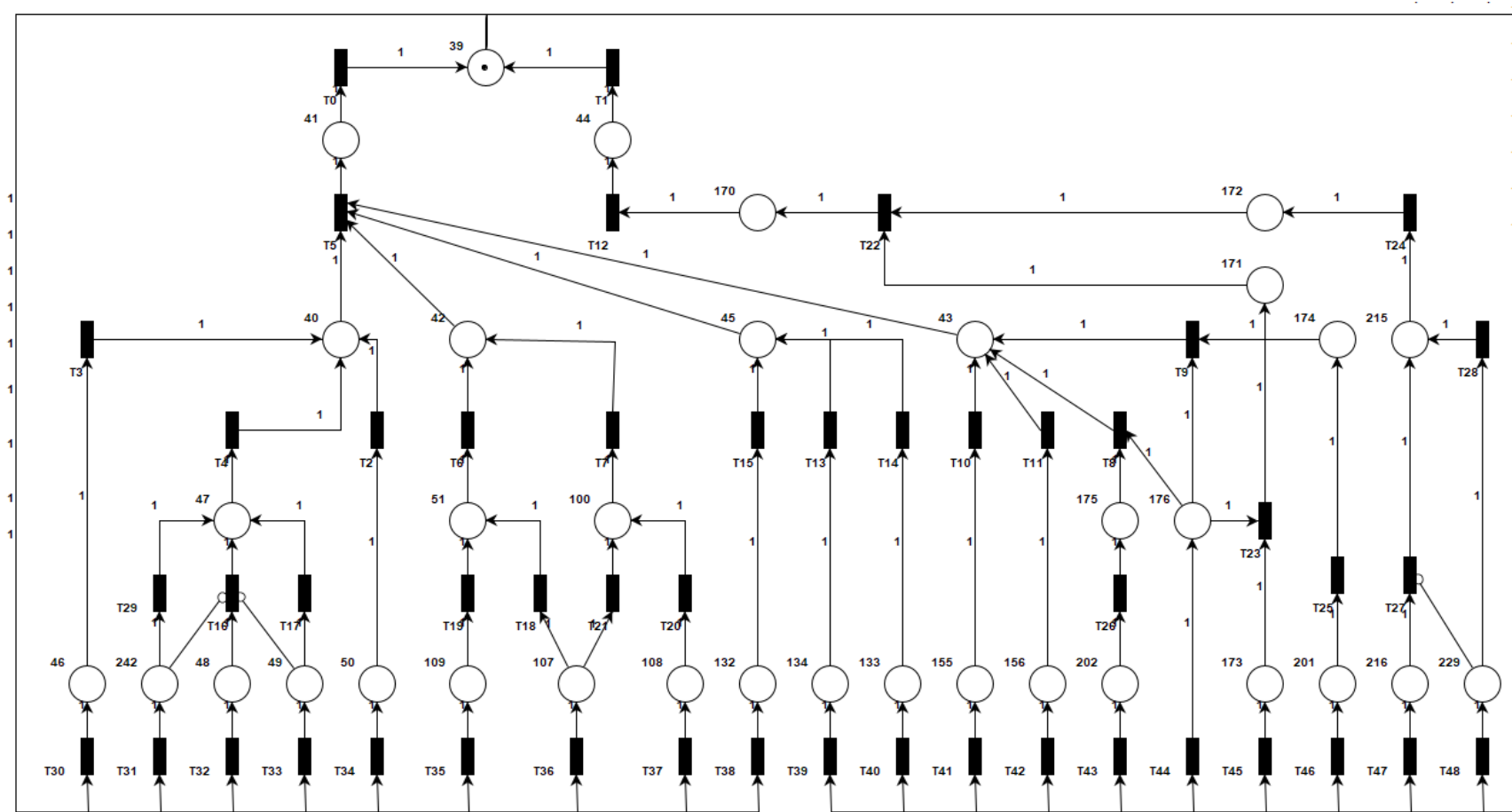


Figura 4.7: Rede de Petri System-To-Be  
 Fonte: Elaboração própria

Tabela 4.1: Equivalência dos nomes do diagrama *KAOS* com os ID's atribuídos na *RdP*

<b>Elemento Nome</b>	<b>ID</b>
Automacao hospitalar	39
Movimento	40
Robo movel autonomo	41
Evitar colisao	42
Planejamento percurso robo movel	43
Dispensador autonomo de medicamentos	44
Controle do sistema	45
Localizacao do robo	46
Retorno estacao base	47
Nivel de bateria	48
Aguardando final da missao	49
Seguimento da trajetoria estabelecida	50
Detecao de objetos na trajetoria	51
Robo	52
Deteccao de humanos na trajetoria	100
Reduz velocidade	107
Deter robo	108
Mudar de faixa	109
Monitoramento e supervicao do robo	132
Acesso para registro da informacao	133
Notificacao do sistema	134
Sistema	144
Operador	145
Seguimento do estado do servico	155
Cancelamento do servico	156
Usario	166

---

Continua na próxima página.

<b>Elemento Nome</b>	<b>ID</b>
Movimento do braco	170
Planejamento percurso robo dispensador	171
Coleta do medicamento	172
Ordem enviada	173
Pedido rejeitado	174
Pedido aceito	175
Pedido solicitado	176
Robo dispensador	199
Tecnico farmaceutico	200
Robo indisponivel	201
Robo disponivel	202
Libera medicamento	215
Coleta bem sucedida	216
Confirmacao de medicamento dispensado	229
Concluir a entrega dos medicamentos	242

Fonte: desenhado pelos autores

As T-invariantes em uma Rede de Petri representam conjuntos de transições que podem ser disparadas em conjunto, mantendo a distribuição geral de tokens no sistema. A análise desses invariantes revela que a operação relacionada à “Automação hospitalar” é viva (ocorre em tempo real), permitindo que progrida de forma fluida desde a fase de “Movimento” até o encerramento do serviço, incluindo ações de controle e monitoramento de parâmetros. Isso indica que o fluxo dessa operação está bem definido e pode ocorrer sem problemas (gargalos).

Por outro lado, as P-invariantes representam conjuntos de lugares que são mutuamente exclusivos em termos de distribuição de tokens. A análise dessas invariantes sugere que há um fluxo de controle retornando ao lugar 39 (o lugar inicial) seguindo uma das duas possibilidades. Isso indica que o sistema foi projetado para garantir que a detecção de ativação desempenhe um papel crucial no acionamento de outras atividades de automação, enquanto os alarmes ou o rastreamento de parâmetros permanecem em plano secundário (permanecem passivos).



Em resumo, a análise das T-invariantes destaca a dinâmica e o fluxo suave da operação relacionada à “Automação hospitalar”, enquanto a análise das P-invariantes enfatiza o fluxo de controle e a importância da detecção de ativação dos robôs no desencadeamento de ações subsequentes.

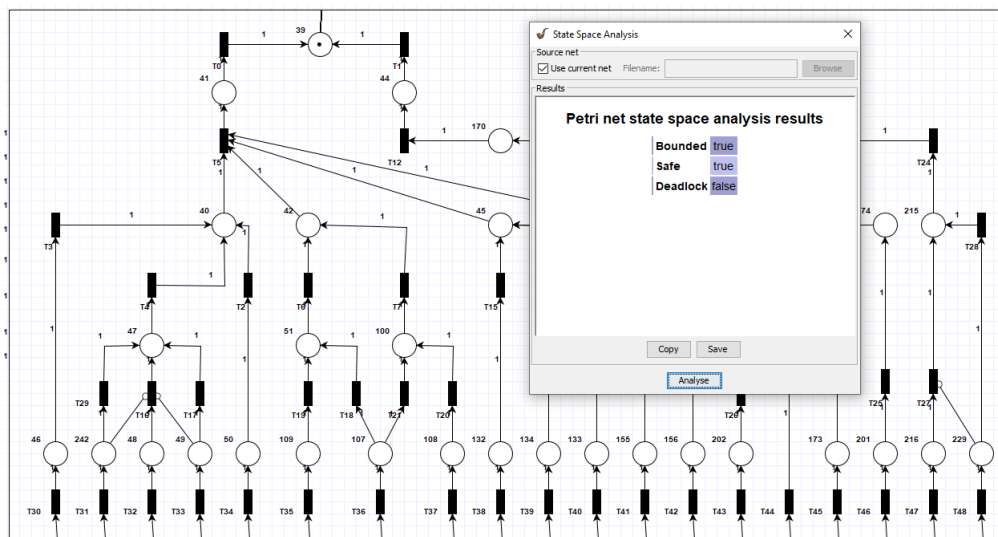


Figura 4.9: Análise do estado do espaço da *RdP*  
Fonte: Elaboração própria

Durante o processo de análise da *RdP*, a árvore de acessibilidade desempenha um papel crucial como uma ferramenta para avaliar e simular a rede. Essa árvore é uma representação gráfica que mostra todas as possíveis sequências de transições alcançáveis a partir de um estado inicial. Por meio da árvore de acessibilidade, é possível determinar se todos os estados foram alcançados. A análise da Figura 4.10 revela que não existem estados inacessíveis na rede em questão. Além disso, a árvore de acessibilidade permite concluir que não há estados de bloqueio (deadlocks), estados de ativação mútua (mutual exclusions) e que a rede é limitada. Além desses aspectos, a árvore de acessibilidade pode ajudar na identificação de trajetórias críticas e na detecção de problemas de desempenho, como a presença de ciclos e transições redundantes.



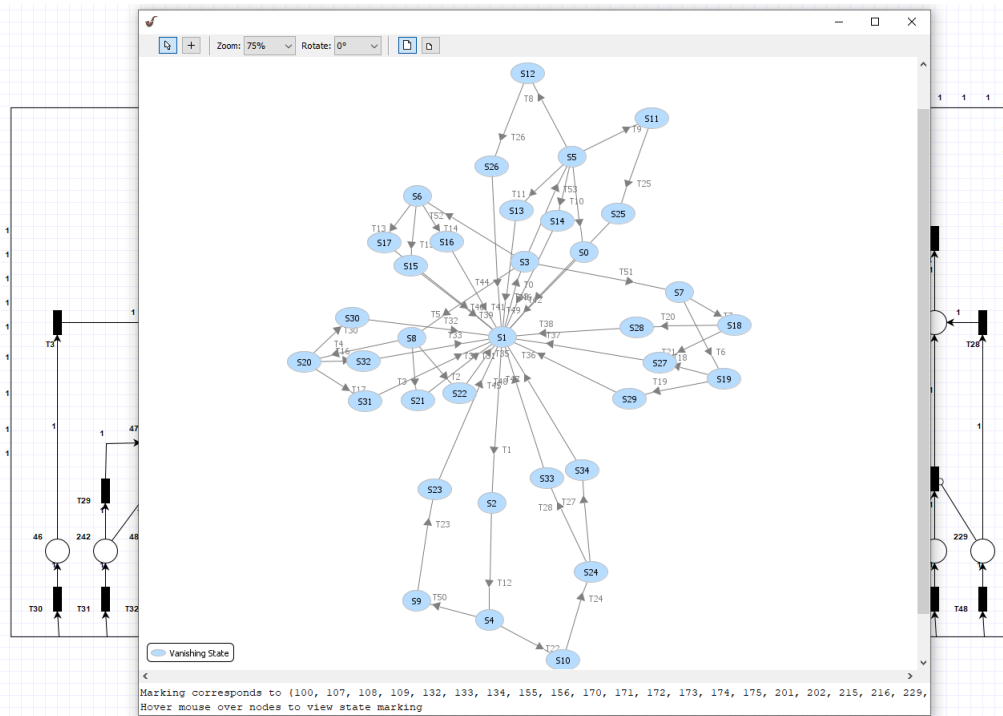


Figura 4.10: Árvore de acessibilidade da *RdP*  
 Fonte: Elaboração própria

A formalização e análise das propriedades das *RdP*, incluindo a verificação formal, a identificação de invariantes e a análise da árvore de acessibilidade, são etapas essenciais para garantir o correto funcionamento, fluxo e desempenho adequado de sistemas, especialmente de sistemas considerados críticos como a automação hospitalar.

Na próxima seção deste trabalho, serão apresentadas as considerações finais, bem como os trabalhos futuros. Essas considerações finais visam resumir os principais resultados e descobertas alcançadas, destacando a importância da verificação formal, análise de invariantes e utilização da árvore de acessibilidade para garantir o funcionamento adequado e o desempenho otimizado de sistemas complexos, destacando a importância do ciclo da *MBRE* (Figura 3.4). As possíveis direções para pesquisas futuras visam aprimorar a utilização do ciclo formal e dos processos de automação interativos, baseados em colaboração.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No capítulo, serão apresentados os principais resultados e contribuições obtidos ao longo da pesquisa, cujo objetivo foi investigar a modelagem do processo de co-criação de valor para o design de sistemas de serviço automatizados. Com base nos capítulos anteriores, que abordaram desde a fundamentação teórica até a aplicação de métodos específicos, esta seção oferece uma visão consolidada das descobertas e perspectivas alcançadas, enfatizando o valor científico do trabalho realizado. Nesse contexto, as conclusões ressaltam tanto o aporte teórico quanto prático da pesquisa, destacando a relevância dos métodos propostos, bem como a importância da co-criação de valor, da *MBRE* e da *GORE* no contexto dos sistemas de serviço automatizados.

O foco deste trabalho foi apresentar uma contribuição para o desenvolvimento de abordagens que incorporam o acoplamento entre o produto-serviço automatizado e o usuário final, utilizando a modelagem de requisitos orientada a objetivos baseada em um ciclo formalmente representado em *RdP*. A contribuição principal consiste na proposição de um processo aderente ao ciclo da *MBRE*, destinado a modelar a co-criação de valor gerada pelo acoplamento entre provedor e consumidor do serviço, sejam eles humanos ou máquinas. A aderência ao ciclo da *MBRE* exigiu a proposta de uma extensão da representação *KAOS* para o *KAOS+*, bem como um algoritmo de transferência do *KAOS+* para *RdP*, permitindo a verificação formal dos modelos, mesmo quando estão incompletos. Os resultados obtidos são aplicáveis a qualquer sistema automatizado, embora tenha sido dado um interesse especial a um caso de estudo em sistemas colaborativos. Esses resultados reforçam a importância da engenharia de requisitos e da modelagem formal para o sucesso na criação de produtos-serviços que dependem significativamente do acoplamento entre seres humanos e máquinas, ou entre provedores e consumidores de serviços.

A pesquisa apresentou um importante aporte científico ao investigar a modelagem do processo de co-criação de valor para o design de sistemas de serviço automatizados. O trabalho contribuiu para a ampliação do conhecimento nesse campo emergente, fornecendo uma abordagem inovadora e abrangente para lidar com os desafios específicos enfrentados por esses sistemas. Ao propor um modelo de co-criação de valor, a pesquisa oferece um arcabouço teórico sólido e aplicável para o design e desenvolvimento desses sistemas.

Os métodos propostos ao longo da exploração demonstraram sua relevância e utilidade na investigação realizada. A utilização de estudos de caso e técnicas de modelagem, como a *RdP*, proporcionou uma compreensão mais profunda dos sistemas de serviço automatizados e permitiu a validação e análise rigorosa do modelo proposto. Esses métodos, por sua vez, oferecem uma abordagem sistemática e embasada para a investigação de sistemas complexos, destacando sua aplicabilidade e rigor científico.

A importância da co-criação de valor foi enfatizada ao longo do trabalho.

Reconheceu-se que os sistemas de serviço automatizados dependem da colaboração entre humanos e tecnologia para criar valor para os usuários. Ao incorporar esse conceito fundamental no modelo proposto, a pesquisa destaca a necessidade de uma abordagem centrada no usuário, que promova a participação ativa e o envolvimento dos usuários no design e desenvolvimento dos sistemas.

A *MBRE* foi identificado como uma abordagem essencial para a compreensão e especificação dos requisitos dos sistemas de serviço automatizados. A aplicação dessa abordagem permitiu uma análise mais precisa e sistemática dos requisitos, levando a uma melhor compreensão dos desafios e oportunidades associados a esses sistemas. Ao incorporar a *MBRE* no processo de modelagem, a pesquisa ressalta a importância de uma abordagem baseada em modelos para a *RE* em sistemas complexos.

A *GORE* também desempenhou um papel fundamental na pesquisa, fornecendo uma estrutura lógica para a definição e análise dos objetivos dos sistemas de serviço automatizados. Ao adotar essa abordagem, a tese enfatiza a necessidade de estabelecer metas claras e mensuráveis, alinhadas com as necessidades e expectativas dos usuários, como base para o design e desenvolvimento desses sistemas.

As *RdP* desempenham um papel essencial no processo de formalização dos requisitos, fornecendo uma representação formal e analítica dos sistemas. Sua integração com a *MBRE* e a *GORE* amplia as possibilidades de captura e análise de requisitos, permitindo uma compreensão mais aprofundada das necessidades dos stakeholders, uma identificação mais precisa de comportamentos e fluxos de trabalho, e a criação de soluções que promovem a co-criação de valor. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de sistemas mais eficientes, adaptáveis e alinhados às expectativas e necessidades dos usuários, fortalecendo a qualidade e o sucesso dos projetos de design de sistemas de serviço automatizados.

Como trabalhos futuros recomenda-se a definição do comportamento e a análise dos elementos dos diagramas *KAOS* que não são exportados, especialmente aqueles introduzidos para representar sistemas, expandindo além do escopo do modelo *KAOS* voltado principalmente para software. Além disso, poderia ser incluída a identificação de um modelo prévio de acoplamento para esses elementos. Outra proposta de trabalhos futuros é o desenvolvimento de um ambiente de modelagem e verificação na nuvem, substituindo o atual gerador de *KAOS+* baseado em Excel e permitindo a geração automática de documentação usando o modelo *XML*. Para alcançar isso, seria necessário concluir o algoritmo de transferência de *RdP* para *KAOS*, que serviria como base para essa documentação. Como resultado prático, recomenda-se aplicar o método em novos casos de estudo, com foco em manufatura colaborativa, e considerar o uso de redes temporizadas para avaliação temporal, aprimorando a abordagem e a compreensão da co-criação de valor no acoplamento entre produto-serviço e usuário-final.

## REFERÊNCIAS

ABADI, M.; CARDELLI, L. *A Theory of Objects*. Springer, 2002. 404 p. Disponível em: <<https://www.springer.com/gp/book/9780387947754>>.

ABDEL-BASST, M.; MOHAMED, R.; ELHOSENY, M. A novel framework to evaluate innovation value proposition for smart product–service systems. *Environmental Technology and Innovation*, Elsevier B.V., v. 20, p. 101036, 2020. ISSN 23521864. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101036>>.

AL-SUBAIE, H. S. F.; MAIBAUM, T. S. Evaluating the Effectiveness of a Goal-Oriented Requirements Engineering Method. *Fourth International Workshop on Comparative Evaluation in Requirements Engineering (CERE'06 - RE'06 Workshop)*, 2006.

ALMISNED, F.; KEPPENS, J. Requirements Analysis: Evaluating KAOS Models. *Journal of Software Engineering and Applications*, v. 03, n. 09, p. 869–874, 2010. ISSN 1945-3116.

ANNARELLI, A.; BATTISTELLA, C.; NONINO, F. Product Service System: A Conceptual Framework from a Systematic Review. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, v. 139, p. 1011–1032, 2016. ISSN 09596526.

ANTON, A. I. *Goal Identification and Refinement in the Specification of Software-Based Information Systems*. Tese (Doutorado) — Georgia Institute of Technology, USA, 1997. UMI Order No. GAX97-35409.

ARRUDA, D. et al. A Chatbot for Goal-Oriented Requirements Modeling. In: *Computational Science and Its Applications – ICCSA Lecture Notes in Computer Science*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 11622, p. 506–519.

ASKARBEKULY, N.; SADOVYKH, A.; MAZZARA, M. Combining Two Modelling Approaches: GQM and KAOS in an Open Source Project. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, v. 582 IFIP, n. May, p. 106–119, 2020. ISSN 1868422X.

BASILE, F.; De TOMMASI, G. Assessment of Bisimulation Non-Interference in Discrete Event Systems Modelled with Bounded Petri Nets. *IEEE Control Systems Letters*, v. 5, n. 4, p. 1151–1156, 2021. ISSN 24751456. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9170521>>.

BAUSE, F.; KRITZINGER, P. Stochastic Petri Nets: An Introduction to the Theory. *Stochastic Petri Nets: An Introduction to the Theory*, p. 216, 2013. ISSN 0163-5999. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/258705139\\_Stochastic\\_Petri\\_Nets\\_-\\_An\\_Introduction\\_to\\_the\\_Theory/citations](https://www.researchgate.net/publication/258705139_Stochastic_Petri_Nets_-_An_Introduction_to_the_Theory/citations)>.

BEUREN, F. H.; SOUSA-ZOMER, T. T.; CAUCHICK-MIGUELL, P. A. Proposal of a framework for product-service systems characterization. *Production*, v. 27, p. 1–12, 2017. ISSN 19805411.

BEVERUNGEN, D.; LÜTTENBERG, H.; WOLF, V. Recombinant Service System Engineering. *WI 2017*, v. 13, p. 136–150, 2017. Disponível em: <<https://wi2017.ch/images/wi2017-0285.pdf>>.

BEVERUNGEN, D.; LÜTTENBERG, H.; WOLF, V. Recombinant Service Systems Engineering. *Business and Information Systems Engineering*, v. 60, n. 5, p. 377–391, 2018. ISSN 18670202. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-018-0526-4>>.

BEVERUNGEN, D. et al. Conceptualizing smart service systems. *Electronic Markets*, Electronic Markets, v. 29, n. 1, p. 7–18, 2019. ISSN 14228890.

BKCASE Editorial Board. Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge. *Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK)*, n. 1.4, p. 945, 2015. Disponível em: <[https://www.sebokwiki.org/w/images/sebokwiki-farm!w/8/8d/SEBoKv1.4\\_full.pdf](https://www.sebokwiki.org/w/images/sebokwiki-farm!w/8/8d/SEBoKv1.4_full.pdf)>.

BLASCHKE, M. et al. Value Co-creation Ontology — A Service-dominant Logic Perspective. n. March, p. 398 – 409, 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/323835619\\_Value\\_Co-creation\\_Ontology-A\\_Service-dominant\\_Logic\\_Perspective](https://www.researchgate.net/publication/323835619_Value_Co-creation_Ontology-A_Service-dominant_Logic_Perspective)>.

BLASCHKE, M. et al. Design principles for digital value co-creation networks: a service-dominant logic perspective. *Electronic Markets*, Electronic Markets, v. 29, n. 3, p. 443–472, 2019. ISSN 14228890.

BOEHM, M.; THOMAS, O. Looking beyond the rim of one’s teacup: A multidisciplinary literature review of Product-Service Systems in Information Systems, Business Management, and Engineering & Design. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, v. 51, p. 245–260, 2013. ISSN 09596526. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.019>>.

BÖHMANN, T.; LEIMEISTER, J. M.; MÖSLEIN, K. The New Frontiers of Service Systems Engineering: Automation, Interaction, Openness and Learning. *Business and Information Systems Engineering*, v. 60, n. 5, p. 373–375, 2018. ISSN 18670202.

BONAMIGO, A.; FRECH, C. G. Industry 4.0 in services: challenges and opportunities for value co-creation. *Journal of Services Marketing*, v. 35, n. 4, p. 412–427, 2020. ISSN 08876045.

BONET, P. et al. PIPE v2.5: A Petri net tool for performance modelling. *Proc. of 23rd Latin American Conference on Informatics (CLEI 2007)*, p. 12, 2007. Disponível em: <<http://www.lindstaedt.com.br/simuljogos/pipe2007.pdf>>.

BRUEL, J.-M. et al. The role of formalism in system requirements. *ACM Comput. Surv.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 54, n. 5, may 2021. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3448975>>.

CARRERA-RIVERA, A.; LARRINAGA, F.; LASA, G. Context-awareness for the design of smart-product service systems: Literature review. *Computers in Industry*, v. 142, p. 103730, 2022. ISSN 0166-3615. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361522001270>>.

CARVALHO, P.; ALVES, H. Customer value co-creation in the hospitality and tourism industry: a systematic literature review. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, v. 35, n. 1, p. 250–273, 2023. ISSN 09596119. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCHM-12-2021-1528/full/html>>.

CENTENERA, J.; HASAN, M. Sustainable Product-Service System. *International Business Research*, v. 7, n. 7, p. 62–71, 2014. ISSN 1913-9004.

CHANDRA, L.; SEIDEL, S.; GREGOR, S. Prescriptive knowledge in IS research: Conceptualizing design principles in terms of materiality, action, and boundary conditions. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, v. 2015-March, n. March, p. 4039–4048, 2015. ISSN 15301605.

CHEN, Z. et al. A rough-fuzzy DEMATEL-ANP method for evaluating sustainable value requirement of product service system. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, v. 228, p. 485–508, 2019. ISSN 09596526. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.145>>.

CHIU, M.-C. et al. Developing a personalized recommendation system in a smart product service system based on unsupervised learning model. *Computers in Industry*, Elsevier B.V., v. 128, p. 103421, 2021. ISSN 01663615. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103421>>.

DARDENNE, A.; VAN LAMSWEERDE, A.; FICKAS, S. Goal-directed requirements acquisition. *Science of Computer Programming*, v. 20, n. 1-2, p. 3–50, 1993. ISSN 01676423.

DARIMONT, R.; PONSARD, C.; LEMOINE, M. Goal-driven elaboration of OCL enriched UML class diagrams. *CEUR Workshop Proceedings*, v. 2245, n. November, p. 118–131, 2018. ISSN 16130073.

De KONING, J. I. J. C.; CRUL, M.; WEVER, R. Models of co-creation. n. May, 2016.

DELIMA, R.; WARDOYO, R.; MUSTOFA, K. Goal-Oriented Requirements Engineering: State of the Art and Research Trend. *JUITA: Jurnal Informatika*, v. 9, n. 1, p. 105, 2021. ISSN 2086-9398.

DERVOJEDA, K. et al. *Design for Innovation: Co-creation design as a new way of value creation*. [S.l.], 2014. 20 p.

DURUGBO, C.; PAWAR, K. A unified model of the co-creation process. *Expert Systems with Applications*, Elsevier Ltd, v. 41, n. 9, p. 4373–4387, 2014. ISSN 09574174. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.01.007>>.

DUTRA, D. d. S.; DE OLIVEIRA, V. C.; SILVA, J. R. Manufacturing as service: The challenge of Intelligent Manufacturing. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, v. 46, n. 7, p. 281–287, 2013. ISSN 14746670.

DUTRA, D. d. S.; DE OLIVEIRA, V. C.; SILVA, J. R. A Service-Oriented Approach to Technology Based Industry. *Proceedings - 2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 2014*, p. 576–581, 2014.

DUTRA, D. d. S.; SILVA, J. R. From Smart Products to Product-Service Systems: A Service Engineering Perspective from the Industry 4.0. In: *XXI Congresso Brasileiro de Automática - CBA2016*. Vitória, Brasil: [s.n.], 2016. p. 1922–1927.

DUTRA, D. d. S.; SILVA, J. R. Product-Service Architecture (PSA): toward a Service Engineering perspective in Industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, v. 49, n. 31, p. 91–96, 2016. ISSN 24058963.

FAN, X.; LUO, Y. Value Co-Creation: A Literature Review. *Open Journal of Social Sciences*, v. 08, n. 02, p. 89–98, 2020. ISSN 2327-5952. Disponível em: <[https://www.scirp.org/html/8-1763147\\_98431.htm](https://www.scirp.org/html/8-1763147_98431.htm)>.

FARGNOLI, M. et al. Product service-systems implementation: A customized framework to enhance sustainability and customer satisfaction. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, v. 188, p. 387–401, 2018. ISSN 09596526. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.315>>.

FAUDOU, R.; BRUEL, J.-M. An industrial feedback on model-based requirements engineering in systems engineering context. *24th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)*, IEEE, p. 190–199, 2016.

FELTUS, C.; PROPER, E. H. Conceptualization of an abstract language to support value co-creation. *Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2017*, v. 11, p. 971–980, 2017. ISSN 2300-5963.

FELTUS, C.; PROPER, E. H.; HAKI, K. Towards a language to support value cocreation: An extension to the ArchiMate modeling framework. *Proceedings of the 2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2018*, v. 15, p. 751–760, 2018. ISSN 2300-5963.

FRIEDENTHAL, S.; GRIEGO, R.; SAMPSON, M. INCOSE model based systems engineering (MBSE) initiative. *INCOSE 2007 Symposium*, 2007.

FUENTES, M.; SMYTH, H.; DAVIES, A. Co-creation of value outcomes: A client perspective on service provision in projects. *International Journal of Project Management*, Elsevier Ltd and Association for Project Management and the International Project Management Association, v. 37, n. 5, p. 696–715, 2019. ISSN 02637863. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.01.003>>.

FUJIKURA, T.; KURACHI, R. A Test Scenario Generation Method for High Requirement Coverage by using KAOS Method. *Proceedings - Companion of the 19th IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security, QRS-C 2019*, IEEE, n. 2, p. 542–543, 2019. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8859422>>.

GALVAGNO, M.; DALLI, D. Theory of value co-creation. A systematic literature review. *Managing Service Quality*, v. 24, p. 643–683, 2014.

GAN, Y. et al. Propagation path optimization of product attribute design changes based on Petri Net fusion ant colony algorithm. *Expert Systems with Applications*, Elsevier Ltd, v. 173, p. 114664, 2021. ISSN 09574174. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114664>>.

GARCIA SÁEZ, E.; CAPUZ RIZO, S. Characterization of Product-Service System. Analysis of Cases of Study. *19th International Congress on Project Management and Engineering*, 2015.

GOTEL, O. C. Z.; FINKELSTEIN, A. C. W. An Analysis of the Requirements Traceability Problem. *Proceedings of IEEE International Conference on Requirements Engineering*, p. 94–101, 1994.

HAIBO, L.; MIAO, C. A hybrid teaching model for the software requirement analysis and modeling course. In: *Proceedings of the 2022 3rd International Conference on Modern Education and Information Management (ICMEIM 2022)*. Atlantis Press, 2022. p. 548–552. ISBN 978-94-6463-044-2. ISSN 2667-128X. Disponível em: <[https://doi.org/10.2991/978-94-6463-044-2\\_69](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-044-2_69)>.

HORKOFF, J.; MAIDEN, N. A.; ASBOTH, D. Creative goal modeling for innovative requirements. *Information and Software Technology*, Elsevier B.V., v. 106, n. September 2018, p. 85–100, 2019. ISSN 09505849. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.09.005>>.

HSU, P. F.; NGUYEN, T. K.; HUANG, J. Y. Value co-creation and co-destruction in self-service technology: A customer's perspective. *Electronic Commerce Research and Applications*, Elsevier B.V., v. 46, n. 101, p. 101029, 2021. ISSN 15674223. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.elerap.2021.101029>>.

INAGAKI, Y. et al. Extracting the relationship between product-service system features and their implementation barriers based on a literature review. *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., v. 109, p. 197–202, 2022. ISSN 22128271. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.236>>.

INCOSE. *Systems Engineering Handbook*. version 3. San Diego, CA, USA: International Council on Systems Engineering (INCOSE), 2012.

ISO. *ISO 8879:1986 Information processing — Text and office systems — Standard Generalized Markup Language (SGML)*. 1986. 155 p. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/16387.html>>.

ISO/IEC. *XML Metadata Interchange Specification*. 2005. 128 p. Disponível em: <<https://www.omg.org/spec/XMI/ISO/19503/PDF>>.

KAID, H. et al. Single Controller-Based Colored Petri Nets for Deadlock Control in Automated Manufacturing Systems. *Processes*, v. 8, n. 21, p. 1–20, 2019.

KRISTENSEN, H. S.; REMMEN, A. A framework for sustainable value propositions in product-service systems. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, v. 223, p. 25–35, 2019. ISSN 09596526. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.074>>.

LAN, J. et al. Enabling value co-creation in the sharing economy: The case of mobike. *Sustainability (Switzerland)*, v. 9, n. 9, 2017. ISSN 20711050.



- LEFEBVRE, D.; BASILE, F. An approach based on timed Petri nets and tree encoding to implement search algorithms for a class of scheduling problems. *Information Sciences*, Elsevier Inc., v. 559, p. 314–335, 2021. ISSN 00200255. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.12.087>>.
- LEZCANO R, L. A.; GUZMÁN L, J. A.; GÓMEZ A, S. A. Extraction of goals and their classification in the kaos model using natural language processing. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, v. 23, n. 1, p. 59–66, 2015. ISSN 07183305.
- LIN, S. Y. The Service Innovation Factor in Painting Creation Enterprises from the Service-Dominant Logic Perspective. *Applied System Innovation*, v. 5, n. 1, 2022. ISSN 25715577. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/asi5010016>>.
- LINGEGÅRD, S. Product service systems: business models towards a circular economy. In: *Handbook of the Circular Economy*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 61–73. ISBN 9781788972710.
- LLADO, C. Pipe 2.7 overview a petri net tool for performance modeling and evaluation. *SIGMETRICS Perform. Eval. Rev.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 49, n. 4, p. 76–80, jun 2022. ISSN 0163-5999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3543146.3543163>>.
- LOPES, A. J.; PINEDA, R. Service systems engineering applications. *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., v. 16, p. 678–687, 2013. ISSN 18770509. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.071>>.
- LUSCH, R. F.; VARGO, S. L. *The service-dominant logic of marketing: Dialog, debate, and directions*. [S.l.]: Routledge, 2014. 448 p.
- MACHCHHAR, R. J. et al. Data-driven value creation in Smart Product-Service System design: State-of-the-art and research directions. *Computers in Industry*, Elsevier, v. 137, 2022. ISSN 01663615.
- MANHAI LI, M.; PETERS, C. From service systems engineering to service innovation - A modeling approach. *27th European Conference on Information Systems - Information Systems for a Sharing Society, ECIS 2019*, p. 0–16, 2019.
- MARAH, R.; EL HIBAOU, A. Formalism of self-stabilization with linear temporal logic and its verification. *Proceedings of 2015 IEEE World Conference on Complex Systems, WCCS 2015*, IEEE, p. 1–5, 2015.
- MARTIN, J. N. The Seven Samurai of Systems Engineering : Dealing with the Complexity of 7 Interrelated Systems. *INCOSE International Symposium*, v. 14, n. 1, p. 459–470, 2004.
- MARTINEZ SILVA, J. *Modelagem e Análise de Conhecimento para Planejamento Automático: Uma abordagem baseada em GORE e Redes de Petri*. 130 p. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2017.
- MARTINEZ SILVA, J.; SILVA, J. R. A new hierarchical approach to requirement analysis of problems in automated planning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 81, p. 373–386, 2019. ISSN 09521976.

MARTINEZ, V. et al. Exploring the journey to services. *International Journal of Production Economics*, Elsevier B.V., v. 192, n. December 2015, p. 66–80, 2017. ISSN 09255273. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.12.030>>.

MAURER, F. Business intelligence and innovation: An european digital innovation hub to increase system interaction and value co-creation within and among service systems. In: INSTICC. *Proceedings of the 10th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems - ICORES*, [S.l.]: SciTePress, 2021. p. 208–217. ISBN 978-989-758-485-5. ISSN 2184-4372.

MCKAY, A.; KUNDU, S. A representation scheme for digital product service system definitions. *Advanced Engineering Informatics*, Elsevier Ltd, v. 28, n. 4, p. 479–498, 2014. ISSN 14740346.

MECHERAOU, K.; LOMAZOVA, I. A.; BELALA, N. A Petri net extension for systems of concurrent communicating agents with durable actions. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Elsevier Inc., v. 155, p. 14–23, 2021. ISSN 07437315. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2021.04.011>>.

MELAO, N. Service Science. *The SAGE Encyclopedia of Quality and the Service Economy*, p. 10, 2015.

MICHELON, L.; COSTA, S. A. da; RIBEIRO, L. Formal specification and verification of real-time systems using Graph Grammars. *Journal of the Brazilian Computer Society*, v. 13, n. 4, p. 51–68, 2007. ISSN 0104-6500.

MISHRA, A. D.; MUSTAFA, K. A review on security requirements specification by formal methods. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, v. 34, n. 5, p. e6702, 2022. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cpe.6702>>.

MOUSSA, S.; TOUZANI, M. Customer-service firm attachment: What it is and what causes it? *International Journal of Quality and Service Sciences*, v. 5, n. 3, p. 337–359, 2013. ISSN 17566703.

MUELAS-MUELAS, F.-I.; NARVÁEZ-JIMÉNEZ, L.-C.; PARDO-CALVACHE, C.-J. Agile Functional Requirements Modeling from Goal-Oriented Requirements Engineering : A Systematic Mapping Study. v. 31, n. 62, p. 16, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.19053/01211129.v31.n62.2022.14839%0A1>>.

MURATA, T. Petri Nets : Properties , Analysis and Applications. *Proceedings of the IEEE*, v. 77, n. 4, p. 541–580, 1989.

MYLOPOULOS, J.; CASTRO, J. Tropos: A framework for requirements-driven software development. 10 2000.

MYLOPOULOS, J.; CHUNG, L.; YU, E. From object-oriented to goal-oriented requirements analysis. *Communications of the ACM*, v. 42, n. 1, p. 31–37, 1999. ISSN 00010782.

NAKASHIMA, H.; FUJII, H.; SUWA, M. FNS Model of Service as Value Co-creation in Design Processes. *Journal of Serviceology*, v. 1, n. 1, p. 6–14, 2016.

- NASSIM LACHEHEUB, M.; HAMEURLAIN, N.; MAAMRI, R. Resources consumption analysis of business process services in cloud computing using Petri Net. *Atlas of Cardiac Surgical Techniques*, p. 408–418, 2020.
- NGUYEN, C. M. et al. Multi-objective reasoning with constrained goal models. *Requirements Engineering*, Springer London, v. 23, n. 2, p. 189–225, 2018. ISSN 1432010X.
- NWOKEJI, J. C.; CLARK, T.; BARN, B. S. Towards a comprehensive Meta-Model for KAOS. *2013 3rd International Workshop on Model-Driven Requirements Engineering, MoDRE 2013 - Proceedings*, n. July, p. 30–39, 2013.
- OLIVEIRA, V. C.; SILVA, J. R. A Service-Oriented Framework to the Design of Information System Service. *Journal of Service Science Research*, v. 7, p. 55–96, 2015.
- OMG. XML Metadata Interchange (XMI) Specification. *Encyclopedia of Database Systems*, n. June, p. 122, 2015. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/XMI/2.5.1>>.
- ORCIK, A.; STOJANOVA, T.; FREUND, R. Co-Creation: Examples and Lessons Learned from South-East Europe. *Proceedings of International Conference for Entrepreneurship, Innovation and Regional Development ICEIRD 2013*, n. 1, p. 36–44, 2013.
- ORELLANA, M. A.; SILVA, J. R.; PELLINI, E. L. A model-based and goal-oriented approach for the conceptual design of smart grid services. *Machines*, v. 9, n. 12, p. 1–23, 2021. ISSN 20751702.
- PERHÁC, J.; MIHÁLYI, D.; NOVITZKÁ, V. Modeling synchronization problems: From composed petri nets to provable linear sequents. *Acta Polytechnica Hungarica*, v. 14, n. 8, p. 165–182, 2017. ISSN 17858860.
- PEZZOTTA, G.; CAVALIERI, S.; ROMERO, D. Collaborative product-service systems engineering: Towards an active role of customers and stakeholders in value co-creation. *2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation: Engineering, Technology and Innovation Management Beyond 2020: New Challenges, New Approaches, ICE/ITMC 2017 - Proceedings*, p. 1247–1254, 2018.
- PEZZOTTA, G. et al. Definition of a PSS engineering environment: From the theoretical methodology to the platform implementation. *Proceedings of the Summer School Francesco Turco*, p. 97–101, 2016. ISSN 22838996.
- PINHO, N. et al. Understanding value co-creation in complex services with many actors. *Journal of Service Management*, v. 25, n. 4, p. 470–493, 2014. ISSN 17575818.
- PNML. *Welcome on PNML*. 2021. 1 p. Disponível em: <<https://www.pnml.org/index.php>>.
- PONGSAKORNRUNGSELP, P.; PONGSAKORNRUNGSELP, S. Mindful tourism: nothing left behind—creating a circular economy society for the tourism industry of Krabi, Thailand. *Journal of Tourism Futures*, n. July, 2021. ISSN 2055592X. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/352991596\\_Mindful\\_tourism\\_nothing\\_left\\_behind-\\_creating\\_a\\_circular\\_economy\\_society\\_for\\_the\\_tourism\\_industry\\_of\\_Krabi\\_Thailand](https://www.researchgate.net/publication/352991596_Mindful_tourism_nothing_left_behind-_creating_a_circular_economy_society_for_the_tourism_industry_of_Krabi_Thailand)>.

PONSARD, C.; DARIMONT, R.; MICHOT, A. *Combining models, diagrams and tables for efficient requirements engineering: Lessons learned from the industry*. [S.l.: s.n.], 2015.

PRIYONO, A. Understanding the benefits of product-service systems for parties involved in remanufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 10, n. 2, p. 323–351, 2017. ISSN 20130953.

QIU, R. G. *Service Science - The Foundations of Service Engineering and Management*. [S.l.]: Wiley, 2014. 332 p. ISBN 9781118108239.

RAPOS, E. J. Co-Evolution of Model-Based Tests for Industrial Automotive Software. *International Conference on Software Maintenance and Evolution*, IEEE, p. 663, 2014.

REGEV, G.; WEGMANN, A. Where do goals come from: The underlying principles of goal-oriented requirements engineering. p. 353– 362, 01 2005.

RESPECT-IT. KAOS Tutorial. *Objectiver*, v. 1.0, p. 1–46, 2007. Disponível em: <<http://www.objectiver.com/fileadmin/download/documents/KaosTutorial.pdf>>.

ROMERO, D. et al. Strategic planning framework for SME service organisations: Competitive, value chain and operational models toolkit. n. 22, p. 1–9, 2016.

SCHERER, H.; ALBERS, A.; BURSAC, N. Model Based Requirements Engineering for the Development of Modular Kits. *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., v. 60, p. 145–150, 2017. ISSN 2212-8271.

SCHIAVONE, F. et al. Digital business models and ridesharing for value co-creation in healthcare: A multi-stakeholder ecosystem analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier Inc., v. 166, n. April 2020, p. 120647, 2021. ISSN 00401625. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120647>>.

SCHMIDT, K. Using Petri net invariants in state space construction. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 2619, p. 473–488, 2003. ISSN 16113349. Disponível em: <[https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/3-540-36577-X\\_35.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/3-540-36577-X_35.pdf)>.

SCHOLTYSIK, M. et al. Sustainability through the digitalization: Exploring potentials and designing value co-creation architectures for product-service-systems. *Proceedings of the Design Society*, v. 1, n. AUGUST, p. 2871–2880, 2021. ISSN 2732527X.

SCHOONOVER, H. A.; MONT, O.; LEHNER, M. Exploring barriers to implementing product-service systems for home furnishings. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, v. 295, p. 126286, 2021. ISSN 09596526. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126286>>.

SHARMA, S.; CONDUIT, J. Cocreation Culture in Health Care Organizations. *Journal of Service Research*, v. 19, n. 4, p. 438–457, 2016. ISSN 15527379.

SHEN, V. R. L. et al. A novel reduction approach for Petri net systems based on matching theory. *Expert Systems with Applications*, Elsevier Ltd, v. 40, n. 11, p. 4562–4576, 2013. ISSN 09574174. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.01.057>>.

SHOFI, I. M. et al. Goal-Oriented Requirements Analysis of Online Public Complaints System Using SAR, R2G, and KAOS Methods. *2022 10th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2022*, IEEE, 2022.

SILVA, J.; SILVA, J.; VAQUERO, T. Formal Knowledge Engineering for Planning: Pre and Post-Design Analysis. In: VALLATI, M.; KITCHIN, D. (Ed.). *Knowledge Engineering Tools and Techniques for AI Planning*. Switzerland: Springer, 2020. p. 47–66.

SILVA, J. R. et al. A Multilayer Proposal to a Smart Home Applied to Healthcare. *Polytechnica*, Springer International Publishing, p. 14, 2021. ISSN 2520-8497. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s41050-021-00029-7>>.

SILVA, J. R.; VITAL, E. Towards a Formal Design to Service-Oriented Cloud Manufacturing. *Anais da Sociedade Brasileira de Automática*, v. 2, n. 1, p. 8, 2020.

SONY, M.; NAIK, S. Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: A systematic review and proposed theoretical model. *Technology in Society*, v. 61, p. 101248, 2020. ISSN 0160-791X. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X19304051>>.

TERUEL, M. A. et al. A comparative of goal-oriented approaches to modelling requirements for collaborative systems. *ENASE 2011 - Proceedings of the 6th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering*, n. June 2014, p. 131–142, 2011.

TRIPATHI, D. et al. Model based security verification of Cyber-Physical System based on Petri-net: A case study of Nuclear power plant. *Annals of Nuclear Energy*, Elsevier Ltd, v. 159, p. 108306, 2021. ISSN 18732100. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.anucene.2021.108306>>.

ULFAT-BUNYADI, N.; MOHAMMADI, N. G.; HEISEL, M. Supporting the systematic goal refinement in KAOS using the six-variable model. *ICSOF 2018 - Proceedings of the 13th International Conference on Software Technologies*, p. 102–111, 2018.

VAN LAMSWEERDE, A.; LETIER, E. From object orientation to goal orientation: A paradigm shift for requirements engineering. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, p. 153–166, 2004. ISSN 16113349.

VARGO, S. L.; LUSCH, R. F. Service-dominant logic: Continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*, v. 36, n. 1, p. 1–10, 2008. ISSN 00920703.

VARGO, S. L.; LUSCH, R. F. Service-dominant logic 2025. *International Journal of Research in Marketing*, Elsevier B.V., v. 34, n. 1, p. 46–67, 2017. ISSN 01678116. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijresmar.2016.11.001>>.

VESTERINEN, O. *Value creation and co-creation: Organizational approach to online service innovation*. 57 p. Tese (Doutorado) — School of Business, Global Business Management, 2015.

W3C. *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*. 2008. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/REC-xml/>>.

WADEISA, D.; SADA, A. *Innovation Through Co-creation : Strategies To Manage The Challenges Of Co-Creation*. 76 p. Tese (Doutorado) — Umeå School of Business and Economics, 2015.

WALDEN, D. D. et al. *INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities*. 4. ed. [S.l.]: Wiley, 2015. 304 p. ISBN 978-1-118-99940-0.

WANG, J. *Petri Nets for Dynamic Event-Driven System Modeling*. [S.l.: s.n.], 2007. 1–17 p.

WANG, Z. et al. A graph-based context-aware requirement elicitation approach in smart product-service systems. *International Journal of Production Research*, Taylor & Francis, v. 59, n. 2, p. 635–651, 2021. ISSN 1366588X. Disponível em: <<https://doi.org/00207543.2019.1702227>>.

WANG, Z. et al. A hypergraph-based approach for context-aware smart product-service system configuration. *Computers and Industrial Engineering*, Elsevier Ltd, v. 163, n. June 2021, p. 107816, 2022. ISSN 03608352. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107816>>.

WEBER, M.; KINDLER, E. The Petri Net Markup Language. In: *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. [s.n.], 2003. v. 2472, p. 124–144. ISBN 9783540205388. Disponível em: <[http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-40022-6\\_7](http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-40022-6_7)>.

WINDISCH, E. et al. Approach for model-based requirements engineering for the planning of engineering generations in the agile development of mechatronic systems. *Procedia CIRP*, v. 109, p. 550–555, 2022. ISSN 2212-8271. 32nd CIRP Design Conference (CIRP Design 2022) - Design in a changing world. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827122007429>>.

WOJNAKOWSKI, M. et al. Analysis of safeness in a Petri net-based specification of the control part of cyber-physical systems. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, v. 31, n. 4, p. 647–657, 2021. ISSN 20838492.

XIA, T. et al. Integrated Remanufacturing and Opportunistic Maintenance Decision-Making for Leased Batch Production Lines. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, v. 143, n. 8, p. 1–13, 2021. ISSN 15288935.

YOO, J. J. et al. An intelligent learning framework for Industry 4.0 through automated planning. *Computer Applications in Engineering Education*, n. September 2020, p. 624–640, 2021. ISSN 10990542.

ZHANG, Y. The study on value co-creation behaviour of shared bicycle users. *MATEC Web of Conferences*, v. 232, p. 2–7, 2018. ISSN 2261236X.

ZHEITAML, V. A. Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence. *Journal of Marketing*, v. 52, n. July, p. 2–22, 1988.

ZHENG, P. et al. Smart, connected open architecture product: an IT-driven co-creation paradigm with lifecycle personalization concerns. *International Journal of Production Research*, v. 57, n. 8, p. 40, 2018. ISSN 1366588X.

ZHENG, P. et al. A survey of smart product-service systems: Key aspects, challenges and future perspectives. *Advanced Engineering Informatics*, Elsevier, v. 42, n. August, p. 100973, 2019. ISSN 14740346. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.100973>>.

ZHU, X. A Petri-net modeling approach for airport apron traffic dynamics. *Chinese Control Conference, CCC*, v. 36, n. 3, p. 2332–2337, 2017. ISSN 21612927.

ZUOXU, W. et al. Smart product-service system configuration: a novel hypergraph model-based approach. In: *2020 IEEE 16th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 323–328. ISBN 9781728169040.

## APÊNDICE

A Formato *XML* gerado pelo *ObjectivER 3.0*

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <ERAModel>
3   <Version description="3.1"/>
4   <Method name="NewKaos2003" version="1.0"/>
5   <C id="1678390624106:0" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
6     <AV n="anchor" v="false"/>
7     <AV n="display" v="Default"/>
8     <R>
9     <L a="1678390624106:1" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
10    <L a="1678390624106:2" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
11    </R>
12  </C>
13  <C id="1678390624106:3" n="Obj_Title 5ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
      ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
14  <C id="1678390624106:4" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
15    <R>
16    <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      RequirementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
17    <L a="1678390624106:2" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
18    </R>
19  </C>
20  <C id="1678390624106:5" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
21    <R>
22    <L a="1678390624106:6" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
23    <L a="1678390624106:3" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
24    </R>
25  </C>
26  <C id="1678390624106:7" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
27    <R>
28    <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
29    <L a="1678390624106:3" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
30    </R>
31  </C>
32  <C id="1678390624106:8" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:Refinement" t="A0">
33    <AV n="Complete" v="false"/>
34    <A0 p="1678390624106:9" pR="parentGoal" sR="sonGoal">

```



```

35 <AOT id="1678390624106:10"/>
36 <AOT id="1678390624106:11"/>
37 </AO>
38 </C>
39 <C id="1678390624106:10" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:RefinementGoalSon"
    t="AOT">
40 <AOT a="1678390624106:8" s="1678390624106:12" sR="sonGoal"/>
41 </C>
42 <C id="1678390624106:13" n="Obj_Title 6" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
43 <AV n="bold" v="false"/>
44 <AV n="italic" v="false"/>
45 <AV n="size" v="11"/>
46 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
47 </C>
48 <C id="1678390624106:14" n="Obj_Title 6ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
49 <C id="1678390624106:15" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
50 <R>
51 <L a="1678390624106:13" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
52 <L a="1678390624106:14" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
53 </R>
54 </C>
55 <C id="1678390624106:16" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
56 <R>
57 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
58 <L a="1678390624106:14" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
59 </R>
60 </C>
61 <C id="1678390624106:17" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
    DiagramAndOrRelationshipReference" t="E" v="1">
62 <AV n="hasLabel" v="false"/>
63 <AV n="path">
64 <E a="1678390624106:18"/>
65 <E a="1678390624106:19"/>
66 </AV>
67 <AV n="isVisible" v="true"/>
68 <AV n="andNodeX" v="321"/>
69 <AV n="andNodeY" v="87"/>
70 <AV n="width" v="15"/>
71 <AV n="height" v="15"/>
72 <AV n="nbSons" v="0"/>
73 <AV n="andOrTo"/>
74 </C>

```

```

75 <C id="1678390624106:20" n="Obj_Title 7" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
76 <AV n="bold" v="false"/>
77 <AV n="italic" v="false"/>
78 <AV n="size" v="11"/>
79 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
80 </C>
81 <C id="1678390624106:21" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
82 <AV n="anchor" v="false"/>
83 <AV n="display" v="Default"/>
84 <R>
85 <L a="1678390624106:8" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
86 <L a="1678390624106:17" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
87 </R>
88 </C>
89 <C id="1678390624106:22" n="Obj_Title 7ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
90 <C id="1678390624106:23" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
91 <R>
92 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    RefinementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
93 <L a="1678390624106:17" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
94 </R>
95 </C>
96 <C id="1678390624106:24" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
97 <R>
98 <L a="1678390624106:20" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
99 <L a="1678390624106:22" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
100 </R>
101 </C>
102 <C id="1678390624106:25" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
103 <R>
104 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
105 <L a="1678390624106:22" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
106 </R>
107 </C>
108 <C id="1678390624106:18" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
109 <AV n="x" v="328"/>
110 <AV n="y" v="87"/>
111 </C>
112 <C id="1678390624106:19" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
113 <AV n="x" v="330"/>

```

```

114 <AV n="y" v="68"/>
115 </C>
116 <C id="1678390624106:26" n="Obj_Title 8" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
117 <AV n="bold" v="false"/>
118 <AV n="italic" v="false"/>
119 <AV n="size" v="11"/>
120 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
121 </C>
122 <C id="1678390624106:27" n="Obj_Title 8ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
      ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
123 <C id="1678390624106:28" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
124 <R>
125 <L a="1678390624106:26" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
126 <L a="1678390624106:27" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
127 </R>
128 </C>
129 <C id="1678390624106:29" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
130 <R>
131 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
132 <L a="1678390624106:27" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
133 </R>
134 </C>
135 <C id="1678390624106:30" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
      DiagramBinaryRelationshipReference" t="E" v="1">
136 <AV n="hasLabel" v="false"/>
137 <AV n="path">
138 <E a="1678390624106:31"/>
139 <E a="1678390624106:32"/>
140 </AV>
141 <AV n="isVisible" v="true"/>
142 <AV n="isAndOrTo" v="true"/>
143 </C>
144 <C id="1678390624106:33" n="Obj_Title 9" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
145 <AV n="bold" v="false"/>
146 <AV n="italic" v="false"/>
147 <AV n="size" v="11"/>
148 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
149 </C>
150 <C id="1678390624106:34" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
151 <AV n="anchor" v="false"/>
152 <AV n="display" v="Default"/>

```

```

153 <R>
154 <L a="1678390624106:10" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
155 <L a="1678390624106:30" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
156 </R>
157 </C>
158 <C id="1678390624106:35" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
159 <R>
160 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    RefinementGoalSonConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="
    ConceptRepresentation"/>
161 <L a="1678390624106:30" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
162 </R>
163 </C>
164 <C id="1678390624106:36" n="Obj_Title 9ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
165 <C id="1678390624106:37" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
166 <R>
167 <L a="1678390624106:33" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
168 <L a="1678390624106:36" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
169 </R>
170 </C>
171 <C id="1678390624106:38" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
172 <R>
173 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
174 <L a="1678390624106:36" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
175 </R>
176 </C>
177 <C id="1678390624106:31" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
178 <AV n="x" v="284"/>
179 <AV n="y" v="103"/>
180 </C>
181 <C id="1678390624106:32" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
182 <AV n="x" v="321"/>
183 <AV n="y" v="95"/>
184 </C>
185 <C id="1678390624133:0" n="Specification" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInSpecification" t="P" v="2">
186 <P path="mirando2.xml" timeStamp="1678390624106">
187 <I id="1678390624106:39" o="true"/>
188 <I id="1678390624106:40" o="true"/>
189 <I id="1678390624106:41" o="true"/>
190 <I id="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel" o="false"/>
191 </P>

```

```

192 </C>
193 <C id="1678390624106:41" n="Domain" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P">
194 <P>
195 <I id="1678390624106:42" o="true"/>
196 <I id="1678390624106:11" o="true"/>
197 <I id="1678390624106:43" o="true"/>
198 <I id="1678390624106:44" o="true"/>
199 <I id="1678390624106:12" o="true"/>
200 <I id="1678390624106:8" o="true"/>
201 <I id="1678390624106:10" o="true"/>
202 <I id="1678390624106:45" o="true"/>
203 <I id="1678390624106:46" o="true"/>
204 <I id="1678390624106:9" o="true"/>
205 <I id="1678390624106:47" o="true"/>
206 <I id="1678390624106:48" o="true"/>
207 <I id="1678390624106:49" o="true"/>
208 <I id="1678390624106:1" o="true"/>
209 <I id="1678390624106:50" o="true"/>
210 <I id="1678390624106:51" o="true"/>
211 <I id="1678390624106:52" o="true"/>
212 <I id="1678390624106:53" o="true"/>
213 <I id="1678390624106:54" o="true"/>
214 </P>
215 </C>
216 <C id="1678390624106:55" n="Obj_Caption" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
217 <AV n="bold" v="true"/>
218 <AV n="italic" v="false"/>
219 <AV n="size" v="10"/>
220 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
221 </C>
222 <C id="1678390624106:39" n="Documents" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
223 <P>
224 <I id="1678390624106:56" o="true"/>
225 <I id="1678390624106:57" o="true"/>
226 <I id="1678390624106:58" o="true"/>
227 <I id="1678390624106:59" o="true"/>
228 <I id="1678390624106:60" o="true"/>
229 <I id="1678390624106:61" o="true"/>
230 <I id="1678390624106:62" o="true"/>
231 <I id="1678390624106:63" o="true"/>
232 <I id="1678390624106:64" o="true"/>
233 </P>
234 </C>
235 <C id="1678390624106:11" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:RefinementGoalSon"

```

```

    t="AOT">
236 <AOT a="1678390624106:8" s="1678390624106:53" sR="sonGoal"/>
237 </C>
238 <C id="1678390624106:65" n="Obj_CaptionConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
239 <C id="1678390624106:66" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
240 <R>
241 <L a="1678390624106:55" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
242 <L a="1678390624106:65" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
243 </R>
244 </C>
245 <C id="1678390624106:67" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
246 <R>
247 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
248 <L a="1678390624106:65" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
249 </R>
250 </C>
251 <C id="1678390624106:68" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
    DiagramBinaryRelationshipReference" t="E" v="1">
252 <AV n="hasLabel" v="false"/>
253 <AV n="path">
254 <E a="1678390624106:69"/>
255 <E a="1678390624106:70"/>
256 </AV>
257 <AV n="isVisible" v="true"/>
258 <AV n="isAndOrTo" v="true"/>
259 </C>
260 <C id="1678390624106:71" n="Obj_Goal" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
261 <AV n="bold" v="false"/>
262 <AV n="italic" v="false"/>
263 <AV n="size" v="10"/>
264 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
265 </C>
266 <C id="1678390624106:72" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
267 <AV n="anchor" v="false"/>
268 <AV n="display" v="Default"/>
269 <R>
270 <L a="1678390624106:11" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
271 <L a="1678390624106:68" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
272 </R>
273 </C>
274 <C id="1678390624106:73" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:

```

```

    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
275 <R>
276 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    RefinementGoalSonConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="
    ConceptRepresentation"/>
277 <L a="1678390624106:68" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
278 </R>
279 </C>
280 <C id="1678390624106:74" n="Obj_GoalConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
281 <C id="1678390624106:75" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
282 <R>
283 <L a="1678390624106:71" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
284 <L a="1678390624106:74" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
285 </R>
286 </C>
287 <C id="1678390624106:76" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
288 <R>
289 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
290 <L a="1678390624106:74" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
291 </R>
292 </C>
293 <C id="1678390624106:69" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
294 <AV n="x" v="372"/>
295 <AV n="y" v="106"/>
296 </C>
297 <C id="1678390624106:70" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
298 <AV n="x" v="335"/>
299 <AV n="y" v="95"/>
300 </C>
301 <C id="1678390624106:77" n="Obj_GoalInline" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
302 <AV n="bold" v="false"/>
303 <AV n="italic" v="false"/>
304 <AV n="size" v="10"/>
305 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
306 </C>
307 <C id="1678390624106:52" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:Refinement" t="AO">
308 <AV n="Complete" v="false"/>
309 <AO p="1678390624106:12" pR="parentGoal" sR="sonGoal">
310 <AOT id="1678390624106:54"/>
311 </AO>
312 </C>
313 <C id="1678390624106:78" n="Obj_GoalInlineConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:

```

```

    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
314 <C id="1678390624106:54" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:RefinementGoalSon"
    t="AOT">
315 <AOT a="1678390624106:52" s="1678390624106:48" sR="sonGoal"/>
316 </C>
317 <C id="1678390624106:79" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
318 <R>
319 <L a="1678390624106:77" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
320 <L a="1678390624106:78" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
321 </R>
322 </C>
323 <C id="1678390624106:80" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
324 <R>
325 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
326 <L a="1678390624106:78" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
327 </R>
328 </C>
329 <C id="1678390624106:81" n="Obj_GoalRef" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
330 <AV n="bold" v="false"/>
331 <AV n="italic" v="false"/>
332 <AV n="size" v="10"/>
333 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
334 </C>
335 <C id="1678390624106:82" n="Obj_GoalRefConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
336 <C id="1678390624106:83" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
337 <R>
338 <L a="1678390624106:81" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
339 <L a="1678390624106:82" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
340 </R>
341 </C>
342 <C id="1678390624106:84" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
    DiagramAndOrRelationshipReference" t="E" v="1">
343 <AV n="hasLabel" v="false"/>
344 <AV n="path">
345 <E a="1678390624106:85"/>
346 <E a="1678390624106:86"/>
347 </AV>
348 <AV n="isVisible" v="true"/>
349 <AV n="andNodeX" v="185"/>
350 <AV n="andNodeY" v="138"/>
351 <AV n="width" v="15"/>

```



```

352 <AV n="height" v="15"/>
353 <AV n="nbSons" v="0"/>
354 <AV n="andOrTo"/>
355 </C>
356 <C id="1678390624106:87" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
357 <R>
358 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
359 <L a="1678390624106:82" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
360 </R>
361 </C>
362 <C id="1678390624106:88" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
363 <AV n="anchor" v="false"/>
364 <AV n="display" v="Default"/>
365 <R>
366 <L a="1678390624106:52" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
367 <L a="1678390624106:84" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
368 </R>
369 </C>
370 <C id="1678390624106:89" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
371 <R>
372 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      RefinementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
373 <L a="1678390624106:84" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
374 </R>
375 </C>
376 <C id="1678390624106:90" n="Obj_ConstraintText" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
377 <AV n="bold" v="false"/>
378 <AV n="italic" v="false"/>
379 <AV n="size" v="10"/>
380 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
381 </C>
382 <C id="1678390624106:85" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
383 <AV n="x" v="198"/>
384 <AV n="y" v="142"/>
385 </C>
386 <C id="1678390624106:91" n="Obj_ConstraintTextConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
      :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
387 <C id="1678390624106:92" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
388 <R>
389 <L a="1678390624106:90" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
390 <L a="1678390624106:91" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>

```

```

391 </R>
392 </C>
393 <C id="1678390624106:86" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
394 <AV n="x" v="230"/>
395 <AV n="y" v="123"/>
396 </C>
397 <C id="1678390624106:93" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
398 <R>
399 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
400 <L a="1678390624106:91" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
401 </R>
402 </C>
403 <C id="1678390624106:94" n="Obj_Constraint" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
404 <AV n="bold" v="false"/>
405 <AV n="italic" v="false"/>
406 <AV n="size" v="10"/>
407 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
408 </C>
409 <C id="1678390624106:95" n="Obj_ConstraintConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
410 <C id="1678390624106:96" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
    DiagramBinaryRelationshipReference" t="E" v="1">
411 <AV n="hasLabel" v="false"/>
412 <AV n="path">
413 <E a="1678390624106:97"/>
414 <E a="1678390624106:98"/>
415 </AV>
416 <AV n="isVisible" v="true"/>
417 <AV n="isAndOrTo" v="true"/>
418 </C>
419 <C id="1678390624106:99" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
420 <R>
421 <L a="1678390624106:94" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
422 <L a="1678390624106:95" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
423 </R>
424 </C>
425 <C id="1678390624106:100" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
426 <R>
427 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
428 <L a="1678390624106:95" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
429 </R>

```

```

430 </C>
431 <C id="1678390624106:101" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
432 <AV n="anchor" v="false"/>
433 <AV n="display" v="Default"/>
434 <R>
435 <L a="1678390624106:54" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
436 <L a="1678390624106:96" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
437 </R>
438 </C>
439 <C id="1678390624106:102" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
440 <R>
441 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      RefinementGoalSonConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="
      ConceptRepresentation"/>
442 <L a="1678390624106:96" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
443 </R>
444 </C>
445 <C id="1678390624106:103" n="Obj_ConstraintRef" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
446 <AV n="bold" v="false"/>
447 <AV n="italic" v="false"/>
448 <AV n="size" v="10"/>
449 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
450 </C>
451 <C id="1678390624106:97" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
452 <AV n="x" v="159"/>
453 <AV n="y" v="166"/>
454 </C>
455 <C id="1678390624106:104" n="Obj_ConstraintRefConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
      :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
456 <C id="1678390624106:98" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
457 <AV n="x" v="186"/>
458 <AV n="y" v="148"/>
459 </C>
460 <C id="1678390624106:105" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
461 <R>
462 <L a="1678390624106:103" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
463 <L a="1678390624106:104" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
464 </R>
465 </C>
466 <C id="1678390624106:106" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
467 <R>
468 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn

```

```

    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
469 <L a="1678390624106:104" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
470 </R>
471 </C>
472 <C id="1678390624106:50" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:Refinement" t="A0">
473 <AV n="Complete" v="false"/>
474 <A0 p="1678390624106:12" pR="parentGoal" sR="sonGoal">
475 <AOT id="1678390624106:51"/>
476 </A0>
477 </C>
478 <C id="1678390624106:51" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:RefinementGoalSon"
    t="AOT">
479 <AOT a="1678390624106:50" s="1678390624106:45" sR="sonGoal"/>
480 </C>
481 <C id="1678390624106:107" n="Obj_Glossary entry" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
482 <AV n="bold" v="false"/>
483 <AV n="italic" v="false"/>
484 <AV n="size" v="10"/>
485 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
486 </C>
487 <C id="1678390624106:108" n="Obj_Glossary entryConceptRepresentation" p="MM.xml#
    Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
488 <C id="1678390624106:109" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
489 <R>
490 <L a="1678390624106:107" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
491 <L a="1678390624106:108" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
492 </R>
493 </C>
494 <C id="1678390624106:110" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
495 <R>
496 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
497 <L a="1678390624106:108" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
498 </R>
499 </C>
500 <C id="1678390624106:111" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
    DiagramAndOrRelationshipReference" t="E" v="1">
501 <AV n="hasLabel" v="false"/>
502 <AV n="path">
503 <E a="1678390624106:112"/>
504 <E a="1678390624106:113"/>
505 </AV>
506 <AV n="isVisible" v="true"/>
507 <AV n="andNodeX" v="249"/>

```

```

508 <AV n="andNodeY" v="146"/>
509 <AV n="width" v="15"/>
510 <AV n="height" v="15"/>
511 <AV n="nbSons" v="0"/>
512 <AV n="andOrTo"/>
513 </C>
514 <C id="1678390624106:114" n="Obj_Glossary text" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
515 <AV n="bold" v="false"/>
516 <AV n="italic" v="false"/>
517 <AV n="size" v="10"/>
518 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
519 </C>
520 <C id="1678390624106:115" n="Obj_Glossary textConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
    :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
521 <C id="1678390624106:116" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
522 <AV n="anchor" v="false"/>
523 <AV n="display" v="Default"/>
524 <R>
525 <L a="1678390624106:50" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
526 <L a="1678390624106:111" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
527 </R>
528 </C>
529 <C id="1678390624106:117" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
530 <R>
531 <L a="1678390624106:114" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
532 <L a="1678390624106:115" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
533 </R>
534 </C>
535 <C id="1678390624106:118" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
536 <R>
537 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    RefinementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
538 <L a="1678390624106:111" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
539 </R>
540 </C>
541 <C id="1678390624106:119" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
542 <R>
543 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
544 <L a="1678390624106:115" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
545 </R>
546 </C>

```

```

547 <C id="1678390624106:112" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
548 <AV n="x" v="255"/>
549 <AV n="y" v="146"/>
550 </C>
551 <C id="1678390624106:113" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
552 <AV n="x" v="249"/>
553 <AV n="y" v="123"/>
554 </C>
555 <C id="1678390624106:120" n="Obj_Undefined" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
556 <AV n="bold" v="false"/>
557 <AV n="italic" v="false"/>
558 <AV n="size" v="10"/>
559 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
560 </C>
561 <C id="1678390624106:121" n="Obj_UndefinedConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
562 <C id="1678390624106:122" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
563 <R>
564 <L a="1678390624106:120" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
565 <L a="1678390624106:121" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
566 </R>
567 </C>
568 <C id="1678390624106:123" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
569 <R>
570 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
571 <L a="1678390624106:121" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
572 </R>
573 </C>
574 <C id="1678390624106:124" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
    DiagramBinaryRelationshipReference" t="E" v="1">
575 <AV n="hasLabel" v="false"/>
576 <AV n="path">
577 <E a="1678390624106:125"/>
578 <E a="1678390624106:126"/>
579 </AV>
580 <AV n="isVisible" v="true"/>
581 <AV n="isAndOrTo" v="true"/>
582 </C>
583 <C id="1678390624106:127" n="Obj_List Bullet" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
584 <AV n="bold" v="false"/>
585 <AV n="italic" v="true"/>
586 <AV n="size" v="10"/>

```

```

587 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
588 </C>
589 <C id="1678390624106:128" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
590 <AV n="anchor" v="false"/>
591 <AV n="display" v="Default"/>
592 <R>
593 <L a="1678390624106:51" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
594 <L a="1678390624106:124" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
595 </R>
596 </C>
597 <C id="1678390624106:129" n="Obj_List BulletConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
598 <C id="1678390624106:130" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
599 <R>
600 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    RefinementGoalSonConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="
    ConceptRepresentation"/>
601 <L a="1678390624106:124" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
602 </R>
603 </C>
604 <C id="1678390624106:131" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
605 <R>
606 <L a="1678390624106:127" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
607 <L a="1678390624106:129" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
608 </R>
609 </C>
610 <C id="1678390624106:132" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
611 <R>
612 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
613 <L a="1678390624106:129" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
614 </R>
615 </C>
616 <C id="1678390624106:125" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
617 <AV n="x" v="259"/>
618 <AV n="y" v="167"/>
619 </C>
620 <C id="1678390624106:126" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
621 <AV n="x" v="257"/>
622 <AV n="y" v="160"/>
623 </C>
624 <C id="1678390624106:133" n="Obj_List Bullet 2" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">

```

```

625 <AV n="bold" v="false"/>
626 <AV n="italic" v="true"/>
627 <AV n="size" v="10"/>
628 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
629 </C>
630 <C id="1678390624106:134" n="Obj_List Bullet 2ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
      :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
631 <C id="1678390624106:47" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:Refinement" t="AO">
632 <AV n="Complete" v="false"/>
633 <AO p="1678390624106:53" pR="parentGoal" sR="sonGoal">
634 <AOT id="1678390624106:49"/>
635 <AOT id="1678390624106:46"/>
636 </AO>
637 </C>
638 <C id="1678390624106:135" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
639 <R>
640 <L a="1678390624106:133" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
641 <L a="1678390624106:134" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
642 </R>
643 </C>
644 <C id="1678390624106:49" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:RefinementGoalSon"
      t="AOT">
645 <AOT a="1678390624106:47" s="1678390624106:42" sR="sonGoal"/>
646 </C>
647 <C id="1678390624106:136" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
648 <R>
649 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
650 <L a="1678390624106:134" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
651 </R>
652 </C>
653 <C id="1678390624106:137" n="Obj_List Bullet 3" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
654 <AV n="bold" v="false"/>
655 <AV n="italic" v="true"/>
656 <AV n="size" v="10"/>
657 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
658 </C>
659 <C id="1678390624106:138" n="Obj_List Bullet 3ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
      :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
660 <C id="1678390624106:139" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
661 <R>
662 <L a="1678390624106:137" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
663 <L a="1678390624106:138" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>

```



```

664 </R>
665 </C>
666 <C id="1678390624106:140" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
667 <R>
668 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
669 <L a="1678390624106:138" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
670 </R>
671 </C>
672 <C id="1678390624106:141" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
      DiagramAndOrRelationshipReference" t="E" v="1">
673 <AV n="hasLabel" v="false"/>
674 <AV n="path">
675 <E a="1678390624106:142"/>
676 <E a="1678390624106:143"/>
677 </AV>
678 <AV n="isVisible" v="true"/>
679 <AV n="andNodeX" v="432"/>
680 <AV n="andNodeY" v="135"/>
681 <AV n="width" v="15"/>
682 <AV n="height" v="15"/>
683 <AV n="nbSons" v="0"/>
684 <AV n="andOrTo"/>
685 </C>
686 <C id="1678390624106:144" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
687 <AV n="anchor" v="false"/>
688 <AV n="display" v="Default"/>
689 <R>
690 <L a="1678390624106:47" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
691 <L a="1678390624106:141" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
692 </R>
693 </C>
694 <C id="1678390624106:145" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
695 <R>
696 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      RefinementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
697 <L a="1678390624106:141" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
698 </R>
699 </C>
700 <C id="1678390624106:146" n="Obj_List Bullet 4" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
701 <AV n="bold" v="false"/>
702 <AV n="italic" v="true"/>
703 <AV n="size" v="10"/>

```

```

704 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
705 </C>
706 <C id="1678390624106:142" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
707 <AV n="x" v="433"/>
708 <AV n="y" v="138"/>
709 </C>
710 <C id="1678390624106:147" n="Obj_List Bullet 4ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
711 <C id="1678390624106:148" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
712 <R>
713 <L a="1678390624106:146" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
714 <L a="1678390624106:147" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
715 </R>
716 </C>
717 <C id="1678390624106:149" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
718 <R>
719 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
720 <L a="1678390624106:147" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
721 </R>
722 </C>
723 <C id="1678390624106:143" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
724 <AV n="x" v="419"/>
725 <AV n="y" v="127"/>
726 </C>
727 <C id="1678390624106:57" n="Texts" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
728 <P>
729 <I id="1678390624106:150" o="true"/>
730 </P>
731 </C>
732 <C id="1678390624106:150" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
733 <P/>
734 </C>
735 <C id="1678390624106:151" n="Obj_List Bullet 5" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
736 <AV n="bold" v="false"/>
737 <AV n="italic" v="true"/>
738 <AV n="size" v="10"/>
739 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
740 </C>
741 <C id="1678390624106:152" n="Obj_List Bullet 5ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
742 <C id="1678390624106:153" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:

```

```

RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
743 <R>
744 <L a="1678390624106:151" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
745 <L a="1678390624106:152" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
746 </R>
747 </C>
748 <C id="1678390624106:154" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
DiagramBinaryRelationshipReference" t="E" v="1">
749 <AV n="hasLabel" v="false"/>
750 <AV n="path">
751 <E a="1678390624106:155"/>
752 <E a="1678390624106:156"/>
753 </AV>
754 <AV n="isVisible" v="true"/>
755 <AV n="isAndOrTo" v="true"/>
756 </C>
757 <C id="1678390624106:157" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
758 <R>
759 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
=-1" mx="-1" r="ViewType"/>
760 <L a="1678390624106:152" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
761 </R>
762 </C>
763 <C id="1678390624106:158" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
764 <AV n="anchor" v="false"/>
765 <AV n="display" v="Default"/>
766 <R>
767 <L a="1678390624106:49" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
768 <L a="1678390624106:154" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
769 </R>
770 </C>
771 <C id="1678390624106:159" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
772 <R>
773 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
RefinementGoalSonConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="
ConceptRepresentation"/>
774 <L a="1678390624106:154" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
775 </R>
776 </C>
777 <C id="1678390624106:160" n="Obj_List Number" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
778 <AV n="bold" v="false"/>
779 <AV n="italic" v="true"/>
780 <AV n="size" v="10"/>

```

```

781 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
782 </C>
783 <C id="1678390624106:155" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
784 <AV n="x" v="402"/>
785 <AV n="y" v="164"/>
786 </C>
787 <C id="1678390624106:161" n="Obj_List NumberConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
788 <C id="1678390624106:162" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
789 <R>
790 <L a="1678390624106:160" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
791 <L a="1678390624106:161" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
792 </R>
793 </C>
794 <C id="1678390624106:156" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
795 <AV n="x" v="433"/>
796 <AV n="y" v="145"/>
797 </C>
798 <C id="1678390624106:163" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
799 <R>
800 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
801 <L a="1678390624106:161" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
802 </R>
803 </C>
804 <C id="1678390624106:46" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:RefinementGoalSon"
    t="AOT">
805 <AOT a="1678390624106:47" s="1678390624106:1" sR="sonGoal"/>
806 </C>
807 <C id="1678390624106:164" n="Obj_List Number 2" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
808 <AV n="bold" v="false"/>
809 <AV n="italic" v="true"/>
810 <AV n="size" v="10"/>
811 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
812 </C>
813 <C id="1678390624106:165" n="Obj_List Number 2ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
    :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
814 <C id="1678390624106:166" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
815 <R>
816 <L a="1678390624106:164" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
817 <L a="1678390624106:165" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
818 </R>
819 </C>

```

```

820 <C id="1678390624106:167" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:
      DiagramBinaryRelationshipReference" t="E" v="1">
821 <AV n="hasLabel" v="false"/>
822 <AV n="path">
823 <E a="1678390624106:168"/>
824 <E a="1678390624106:169"/>
825 </AV>
826 <AV n="isVisible" v="true"/>
827 <AV n="isAndOrTo" v="true"/>
828 </C>
829 <C id="1678390624106:170" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
830 <R>
831 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
832 <L a="1678390624106:165" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
833 </R>
834 </C>
835 <C id="1678390624106:171" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
836 <AV n="anchor" v="false"/>
837 <AV n="display" v="Default"/>
838 <R>
839 <L a="1678390624106:46" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
840 <L a="1678390624106:167" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
841 </R>
842 </C>
843 <C id="1678390624106:172" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
844 <R>
845 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      RefinementGoalSonConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="
      ConceptRepresentation"/>
846 <L a="1678390624106:167" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
847 </R>
848 </C>
849 <C id="1678390624106:173" n="Obj_List Number 3" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
850 <AV n="bold" v="false"/>
851 <AV n="italic" v="true"/>
852 <AV n="size" v="10"/>
853 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
854 </C>
855 <C id="1678390624106:168" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
856 <AV n="x" v="476"/>
857 <AV n="y" v="138"/>
858 </C>

```

```

859 <C id="1678390624106:174" n="Obj_List Number 3ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
      :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
860 <C id="1678390624106:175" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
861 <R>
862 <L a="1678390624106:173" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
863 <L a="1678390624106:174" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
864 </R>
865 </C>
866 <C id="1678390624106:169" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Point" t="E" v="1">
867 <AV n="x" v="446"/>
868 <AV n="y" v="142"/>
869 </C>
870 <C id="1678390624106:176" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
871 <R>
872 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
873 <L a="1678390624106:174" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
874 </R>
875 </C>
876 <C id="1678390624106:177" n="Obj_List Number 4" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
877 <AV n="bold" v="false"/>
878 <AV n="italic" v="true"/>
879 <AV n="size" v="10"/>
880 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
881 </C>
882 <C id="1678390624106:178" n="Obj_List Number 4ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
      :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
883 <C id="1678390624106:179" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
884 <R>
885 <L a="1678390624106:177" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
886 <L a="1678390624106:178" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
887 </R>
888 </C>
889 <C id="1678390624106:180" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
890 <R>
891 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
892 <L a="1678390624106:178" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
893 </R>
894 </C>
895 <C id="1678390624106:40" n="Attribute_Value_Domain" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel
      :BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel" t="P">

```

```

896 <P>
897 <I id="1678390624106:181" o="true"/>
898 <I id="1678390624106:182" o="true"/>
899 </P>
900 </C>
901 <C id="1678390624106:181" n="Primitive_Type" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel" t="P">
902 <P>
903 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:
      TitleMode" o="false"/>
904 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:
      TitleLevel" o="false"/>
905 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:
      PostTitleMode" o="false"/>
906 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:String"
      o="false"/>
907 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:
      LongString" o="false"/>
908 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:Integer"
      o="false"/>
909 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:Boolean"
      o="false"/>
910 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:Real" o=
      "false"/>
911 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:Date" o=
      "false"/>
912 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:
      Undefined" o="false"/>
913 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:Formula"
      o="false"/>
914 <I id="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel:Path" o=
      "false"/>
915 </P>
916 </C>
917 <C id="1678390624106:183" n="Obj_List Number 5" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
918 <AV n="bold" v="false"/>
919 <AV n="italic" v="true"/>
920 <AV n="size" v="10"/>
921 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
922 </C>
923 <C id="1678390624106:182" n="Defined_Domain" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInAttributeValueDomainEraSubModel" t="P">
924 <P/>
925 </C>
926 <C id="1678390624106:60" n="Representations" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="2">

```

```
927 <P>
928 <I id="1678390624106:184" o="true"/>
929 <I id="1678390624106:185" o="true"/>
930 <I id="1678390624106:186" o="true"/>
931 <I id="1678390624106:187" o="true"/>
932 <I id="1678390624106:188" o="true"/>
933 <I id="1678390624106:189" o="true"/>
934 <I id="1678390624106:190" o="true"/>
935 <I id="1678390624106:191" o="true"/>
936 </P>
937 </C>
938 <C id="1678390624106:61" n="Templates" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
939 <P>
940 <I id="1678390624106:192" o="true"/>
941 </P>
942 </C>
943 <C id="1678390624106:193" n="Obj_List Number 5ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
    :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
944 <C id="1678390624106:192" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
945 <P/>
946 </C>
947 <C id="1678390624106:194" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
948 <R>
949 <L a="1678390624106:183" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
950 <L a="1678390624106:193" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
951 </R>
952 </C>
953 <C id="1678390624106:189" n="TemplateEditor" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
954 <P/>
955 </C>
956 <C id="1678390624106:195" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
957 <R>
958 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
959 <L a="1678390624106:193" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
960 </R>
961 </C>
962 <C id="1678390624106:63" n="Graph Editor" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
963 <P>
964 <I id="1678390624106:196" o="true"/>
965 </P>
```



```
966 </C>
967 <C id="1678390624106:196" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
968 <P/>
969 </C>
970 <C id="1678390624106:191" n="Graph Editor" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
971 <P/>
972 </C>
973 <C id="1678390624106:56" n="Diagrams" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
974 <P>
975 <I id="1678390624106:197" o="true"/>
976 </P>
977 </C>
978 <C id="1678390624106:197" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
979 <P/>
980 </C>
981 <C id="1678390624106:185" n="DiagramEditor" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
982 <P/>
983 </C>
984 <C id="1678390624106:186" n="TextEditor" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
985 <P>
986 <I id="1678390624106:3" o="true"/>
987 <I id="1678390624106:160" o="true"/>
988 <I id="1678390624106:5" o="true"/>
989 <I id="1678390624106:7" o="true"/>
990 <I id="1678390624106:161" o="true"/>
991 <I id="1678390624106:162" o="true"/>
992 <I id="1678390624106:163" o="true"/>
993 <I id="1678390624106:13" o="true"/>
994 <I id="1678390624106:14" o="true"/>
995 <I id="1678390624106:164" o="true"/>
996 <I id="1678390624106:15" o="true"/>
997 <I id="1678390624106:16" o="true"/>
998 <I id="1678390624106:165" o="true"/>
999 <I id="1678390624106:166" o="true"/>
1000 <I id="1678390624106:170" o="true"/>
1001 <I id="1678390624106:20" o="true"/>
1002 <I id="1678390624106:22" o="true"/>
1003 <I id="1678390624106:173" o="true"/>
1004 <I id="1678390624106:24" o="true"/>
1005 <I id="1678390624106:25" o="true"/>
1006 <I id="1678390624106:174" o="true"/>
```

1007 <I id="1678390624106:175" o="true"/>  
1008 <I id="1678390624106:176" o="true"/>  
1009 <I id="1678390624106:26" o="true"/>  
1010 <I id="1678390624106:27" o="true"/>  
1011 <I id="1678390624106:177" o="true"/>  
1012 <I id="1678390624106:28" o="true"/>  
1013 <I id="1678390624106:29" o="true"/>  
1014 <I id="1678390624106:178" o="true"/>  
1015 <I id="1678390624106:179" o="true"/>  
1016 <I id="1678390624106:180" o="true"/>  
1017 <I id="1678390624106:33" o="true"/>  
1018 <I id="1678390624106:36" o="true"/>  
1019 <I id="1678390624106:183" o="true"/>  
1020 <I id="1678390624106:37" o="true"/>  
1021 <I id="1678390624106:38" o="true"/>  
1022 <I id="1678390624106:193" o="true"/>  
1023 <I id="1678390624106:194" o="true"/>  
1024 <I id="1678390624106:195" o="true"/>  
1025 <I id="1678390624106:55" o="true"/>  
1026 <I id="1678390624106:65" o="true"/>  
1027 <I id="1678390624106:198" o="true"/>  
1028 <I id="1678390624106:66" o="true"/>  
1029 <I id="1678390624106:67" o="true"/>  
1030 <I id="1678390624106:199" o="true"/>  
1031 <I id="1678390624106:200" o="true"/>  
1032 <I id="1678390624106:201" o="true"/>  
1033 <I id="1678390624106:202" o="true"/>  
1034 <I id="1678390624106:71" o="true"/>  
1035 <I id="1678390624106:203" o="true"/>  
1036 <I id="1678390624106:204" o="true"/>  
1037 <I id="1678390624106:74" o="true"/>  
1038 <I id="1678390624106:205" o="true"/>  
1039 <I id="1678390624106:206" o="true"/>  
1040 <I id="1678390624106:75" o="true"/>  
1041 <I id="1678390624106:76" o="true"/>  
1042 <I id="1678390624106:207" o="true"/>  
1043 <I id="1678390624106:208" o="true"/>  
1044 <I id="1678390624106:209" o="true"/>  
1045 <I id="1678390624106:210" o="true"/>  
1046 <I id="1678390624106:77" o="true"/>  
1047 <I id="1678390624106:211" o="true"/>  
1048 <I id="1678390624106:212" o="true"/>  
1049 <I id="1678390624106:78" o="true"/>  
1050 <I id="1678390624106:213" o="true"/>  
1051 <I id="1678390624106:214" o="true"/>  
1052 <I id="1678390624106:79" o="true"/>  
1053 <I id="1678390624106:80" o="true"/>

```
1054 <I id="1678390624106:215" o="true"/>
1055 <I id="1678390624106:216" o="true"/>
1056 <I id="1678390624106:217" o="true"/>
1057 <I id="1678390624106:218" o="true"/>
1058 <I id="1678390624106:81" o="true"/>
1059 <I id="1678390624106:219" o="true"/>
1060 <I id="1678390624106:220" o="true"/>
1061 <I id="1678390624106:82" o="true"/>
1062 <I id="1678390624106:221" o="true"/>
1063 <I id="1678390624106:222" o="true"/>
1064 <I id="1678390624106:83" o="true"/>
1065 <I id="1678390624106:87" o="true"/>
1066 <I id="1678390624106:223" o="true"/>
1067 <I id="1678390624106:224" o="true"/>
1068 <I id="1678390624106:225" o="true"/>
1069 <I id="1678390624106:226" o="true"/>
1070 <I id="1678390624106:90" o="true"/>
1071 <I id="1678390624106:227" o="true"/>
1072 <I id="1678390624106:228" o="true"/>
1073 <I id="1678390624106:91" o="true"/>
1074 <I id="1678390624106:229" o="true"/>
1075 <I id="1678390624106:230" o="true"/>
1076 <I id="1678390624106:92" o="true"/>
1077 <I id="1678390624106:93" o="true"/>
1078 <I id="1678390624106:231" o="true"/>
1079 <I id="1678390624106:232" o="true"/>
1080 <I id="1678390624106:233" o="true"/>
1081 <I id="1678390624106:234" o="true"/>
1082 <I id="1678390624106:235" o="true"/>
1083 <I id="1678390624106:236" o="true"/>
1084 <I id="1678390624106:237" o="true"/>
1085 <I id="1678390624106:94" o="true"/>
1086 <I id="1678390624106:95" o="true"/>
1087 <I id="1678390624106:99" o="true"/>
1088 <I id="1678390624106:238" o="true"/>
1089 <I id="1678390624106:100" o="true"/>
1090 <I id="1678390624106:239" o="true"/>
1091 <I id="1678390624106:240" o="true"/>
1092 <I id="1678390624106:241" o="true"/>
1093 <I id="1678390624106:103" o="true"/>
1094 <I id="1678390624106:242" o="true"/>
1095 <I id="1678390624106:243" o="true"/>
1096 <I id="1678390624106:104" o="true"/>
1097 <I id="1678390624106:244" o="true"/>
1098 <I id="1678390624106:105" o="true"/>
1099 <I id="1678390624106:245" o="true"/>
1100 <I id="1678390624106:106" o="true"/>
```

```
1101 <I id="1678390624106:107" o="true"/>
1102 <I id="1678390624106:108" o="true"/>
1103 <I id="1678390624106:109" o="true"/>
1104 <I id="1678390624106:110" o="true"/>
1105 <I id="1678390624106:246" o="true"/>
1106 <I id="1678390624106:247" o="true"/>
1107 <I id="1678390624106:114" o="true"/>
1108 <I id="1678390624106:248" o="true"/>
1109 <I id="1678390624106:249" o="true"/>
1110 <I id="1678390624106:115" o="true"/>
1111 <I id="1678390624106:117" o="true"/>
1112 <I id="1678390624106:119" o="true"/>
1113 <I id="1678390624106:250" o="true"/>
1114 <I id="1678390624106:251" o="true"/>
1115 <I id="1678390624106:120" o="true"/>
1116 <I id="1678390624106:252" o="true"/>
1117 <I id="1678390624106:253" o="true"/>
1118 <I id="1678390624106:121" o="true"/>
1119 <I id="1678390624106:122" o="true"/>
1120 <I id="1678390624106:123" o="true"/>
1121 <I id="1678390624106:254" o="true"/>
1122 <I id="1678390624106:255" o="true"/>
1123 <I id="1678390624106:127" o="true"/>
1124 <I id="1678390624106:256" o="true"/>
1125 <I id="1678390624106:257" o="true"/>
1126 <I id="1678390624106:129" o="true"/>
1127 <I id="1678390624106:131" o="true"/>
1128 <I id="1678390624106:132" o="true"/>
1129 <I id="1678390624106:258" o="true"/>
1130 <I id="1678390624106:259" o="true"/>
1131 <I id="1678390624106:133" o="true"/>
1132 <I id="1678390624106:260" o="true"/>
1133 <I id="1678390624106:261" o="true"/>
1134 <I id="1678390624106:134" o="true"/>
1135 <I id="1678390624106:135" o="true"/>
1136 <I id="1678390624106:136" o="true"/>
1137 <I id="1678390624106:262" o="true"/>
1138 <I id="1678390624106:263" o="true"/>
1139 <I id="1678390624106:137" o="true"/>
1140 <I id="1678390624106:264" o="true"/>
1141 <I id="1678390624106:265" o="true"/>
1142 <I id="1678390624106:138" o="true"/>
1143 <I id="1678390624106:139" o="true"/>
1144 <I id="1678390624106:140" o="true"/>
1145 <I id="1678390624106:266" o="true"/>
1146 <I id="1678390624106:267" o="true"/>
1147 <I id="1678390624106:146" o="true"/>
```

```

1148 <I id="1678390624106:268" o="true"/>
1149 <I id="1678390624106:269" o="true"/>
1150 <I id="1678390624106:147" o="true"/>
1151 <I id="1678390624106:148" o="true"/>
1152 <I id="1678390624106:149" o="true"/>
1153 <I id="1678390624106:270" o="true"/>
1154 <I id="1678390624106:271" o="true"/>
1155 <I id="1678390624106:151" o="true"/>
1156 <I id="1678390624106:272" o="true"/>
1157 <I id="1678390624106:273" o="true"/>
1158 <I id="1678390624106:152" o="true"/>
1159 <I id="1678390624106:153" o="true"/>
1160 <I id="1678390624106:157" o="true"/>
1161 <I id="1678390624106:6" o="true"/>
1162 </P>
1163 </C>
1164 <C id="1678390624106:198" n="Obj_List Continue" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1165 <AV n="bold" v="false"/>
1166 <AV n="italic" v="true"/>
1167 <AV n="size" v="10"/>
1168 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
1169 </C>
1170 <C id="1678390624106:199" n="Obj_List ContinueConceptRepresentation" p="MM.xml#Core
    :ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1171 <C id="1678390624106:200" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1172 <R>
1173 <L a="1678390624106:198" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1174 <L a="1678390624106:199" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1175 </R>
1176 </C>
1177 <C id="1678390624106:201" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1178 <R>
1179 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1180 <L a="1678390624106:199" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1181 </R>
1182 </C>
1183 <C id="1678390624106:202" n="default" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1184 <AV n="size" v="12"/>
1185 <AV n="font" v="Dialog"/>
1186 </C>
1187 <C id="1678390624106:203" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>

```

```
1188 <C id="1678390624106:204" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1189 <R>
1190 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1191 <L a="1678390624106:203" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1192 </R>
1193 </C>
1194 <C id="1678390624106:205" n="Obj_List Continue 2" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1195 <AV n="bold" v="false"/>
1196 <AV n="italic" v="true"/>
1197 <AV n="size" v="10"/>
1198 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
1199 </C>
1200 <C id="1678390624106:206" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1201 <R>
1202 <L a="1678390624106:202" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1203 <L a="1678390624106:203" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1204 </R>
1205 </C>
1206 <C id="1678390624106:207" n="Obj_List Continue 2ConceptRepresentation" p="MM.xml#
      Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1207 <C id="1678390624106:208" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1208 <R>
1209 <L a="1678390624106:205" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1210 <L a="1678390624106:207" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1211 </R>
1212 </C>
1213 <C id="1678390624106:209" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1214 <R>
1215 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1216 <L a="1678390624106:207" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1217 </R>
1218 </C>
1219 <C id="1678390624106:210" n="reference" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1220 <AV n="bold" v="true"/>
1221 <AV n="underline" v="true"/>
1222 <AV n="size" v="12"/>
1223 <AV n="font" v="Dialog"/>
1224 </C>
1225 <C id="1678390624106:211" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
```

```

    ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1226 <C id="1678390624106:212" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1227 <R>
1228 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1229 <L a="1678390624106:211" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1230 </R>
1231 </C>
1232 <C id="1678390624106:213" n="Obj_List Continue 3" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1233 <AV n="bold" v="false"/>
1234 <AV n="italic" v="true"/>
1235 <AV n="size" v="10"/>
1236 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
1237 </C>
1238 <C id="1678390624106:214" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1239 <R>
1240 <L a="1678390624106:210" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1241 <L a="1678390624106:211" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1242 </R>
1243 </C>
1244 <C id="1678390624106:215" n="Obj_List Continue 3ConceptRepresentation" p="MM.xml#
    Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1245 <C id="1678390624106:216" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1246 <R>
1247 <L a="1678390624106:213" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1248 <L a="1678390624106:215" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1249 </R>
1250 </C>
1251 <C id="1678390624106:217" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1252 <R>
1253 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1254 <L a="1678390624106:215" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1255 </R>
1256 </C>
1257 <C id="1678390624106:218" n="broken reference" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1258 <AV n="bold" v="true"/>
1259 <AV n="underline" v="true"/>
1260 <AV n="color" v="255,0,0"/>
1261 <AV n="size" v="12"/>
1262 <AV n="font" v="Dialog"/>

```

```
1263 </C>
1264 <C id="1678390624106:43" n="tes" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:Diagram" t="E">
1265 <AV n="Name" v="tes"/>
1266 <AV n="elements">
1267 <E a="1678390624106:274"/>
1268 <E a="1678390624106:275"/>
1269 <E a="1678390624106:276"/>
1270 <E a="1678390624106:277"/>
1271 <E a="1678390624106:278"/>
1272 <E a="1678390624106:279"/>
1273 <E a="1678390624106:2"/>
1274 <E a="1678390624106:17"/>
1275 <E a="1678390624106:30"/>
1276 <E a="1678390624106:68"/>
1277 <E a="1678390624106:84"/>
1278 <E a="1678390624106:96"/>
1279 <E a="1678390624106:111"/>
1280 <E a="1678390624106:124"/>
1281 <E a="1678390624106:141"/>
1282 <E a="1678390624106:154"/>
1283 <E a="1678390624106:167"/>
1284 </AV>
1285 <AV n="lockedType" v="true"/>
1286 <AV n="canAddToDoc" v="true"/>
1287 <AV n="canRemoveFromDoc" v="true"/>
1288 <AV n="canModifyDocView" v="true"/>
1289 <AV n="width" v="1200"/>
1290 <AV n="height" v="1600"/>
1291 <AV n="gridColor" v="-16777216"/>
1292 <AV n="bgColor" v="-13400915"/>
1293 <AV n="scale" v="160"/>
1294 <AV n="ScrollXPos" v="0"/>
1295 <AV n="ScrollYPos" v="0"/>
1296 </C>
1297 <C id="1678390624106:44" n="33127" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1298 <P>
1299 <I id="1678390624106:158" o="true"/>
1300 <I id="1678390624106:159" o="true"/>
1301 <I id="1678390624106:0" o="true"/>
1302 <I id="1678390624106:4" o="true"/>
1303 <I id="1678390624106:96" o="true"/>
1304 <I id="1678390624106:155" o="true"/>
1305 <I id="1678390624106:156" o="true"/>
1306 <I id="1678390624106:101" o="true"/>
1307 <I id="1678390624106:102" o="true"/>
1308 <I id="1678390624106:275" o="true"/>
```



1309 <I id="1678390624106:97" o="true"/>  
1310 <I id="1678390624106:98" o="true"/>  
1311 <I id="1678390624106:280" o="true"/>  
1312 <I id="1678390624106:281" o="true"/>  
1313 <I id="1678390624106:167" o="true"/>  
1314 <I id="1678390624106:17" o="true"/>  
1315 <I id="1678390624106:171" o="true"/>  
1316 <I id="1678390624106:172" o="true"/>  
1317 <I id="1678390624106:21" o="true"/>  
1318 <I id="1678390624106:23" o="true"/>  
1319 <I id="1678390624106:168" o="true"/>  
1320 <I id="1678390624106:18" o="true"/>  
1321 <I id="1678390624106:169" o="true"/>  
1322 <I id="1678390624106:19" o="true"/>  
1323 <I id="1678390624106:276" o="true"/>  
1324 <I id="1678390624106:111" o="true"/>  
1325 <I id="1678390624106:282" o="true"/>  
1326 <I id="1678390624106:283" o="true"/>  
1327 <I id="1678390624106:116" o="true"/>  
1328 <I id="1678390624106:118" o="true"/>  
1329 <I id="1678390624106:30" o="true"/>  
1330 <I id="1678390624106:112" o="true"/>  
1331 <I id="1678390624106:113" o="true"/>  
1332 <I id="1678390624106:34" o="true"/>  
1333 <I id="1678390624106:35" o="true"/>  
1334 <I id="1678390624106:31" o="true"/>  
1335 <I id="1678390624106:277" o="true"/>  
1336 <I id="1678390624106:32" o="true"/>  
1337 <I id="1678390624106:284" o="true"/>  
1338 <I id="1678390624106:124" o="true"/>  
1339 <I id="1678390624106:285" o="true"/>  
1340 <I id="1678390624106:128" o="true"/>  
1341 <I id="1678390624106:130" o="true"/>  
1342 <I id="1678390624106:68" o="true"/>  
1343 <I id="1678390624106:125" o="true"/>  
1344 <I id="1678390624106:126" o="true"/>  
1345 <I id="1678390624106:72" o="true"/>  
1346 <I id="1678390624106:73" o="true"/>  
1347 <I id="1678390624106:278" o="true"/>  
1348 <I id="1678390624106:69" o="true"/>  
1349 <I id="1678390624106:286" o="true"/>  
1350 <I id="1678390624106:287" o="true"/>  
1351 <I id="1678390624106:70" o="true"/>  
1352 <I id="1678390624106:141" o="true"/>  
1353 <I id="1678390624106:279" o="true"/>  
1354 <I id="1678390624106:144" o="true"/>  
1355 <I id="1678390624106:288" o="true"/>

```

1356 <I id="1678390624106:145" o="true"/>
1357 <I id="1678390624106:289" o="true"/>
1358 <I id="1678390624106:290" o="true"/>
1359 <I id="1678390624106:291" o="true"/>
1360 <I id="1678390624106:84" o="true"/>
1361 <I id="1678390624106:142" o="true"/>
1362 <I id="1678390624106:292" o="true"/>
1363 <I id="1678390624106:143" o="true"/>
1364 <I id="1678390624106:88" o="true"/>
1365 <I id="1678390624106:89" o="true"/>
1366 <I id="1678390624106:85" o="true"/>
1367 <I id="1678390624106:274" o="true"/>
1368 <I id="1678390624106:86" o="true"/>
1369 <I id="1678390624106:154" o="true"/>
1370 <I id="1678390624106:2" o="true"/>
1371 <I id="1678390624106:293" o="true"/>
1372 <I id="1678390624106:294" o="true"/>
1373 </P>
1374 </C>
1375 <C id="1678390624106:288" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      DocumentToDocumentInstancesPackage" t="R" v="1">
1376 <R>
1377 <L a="1678390624106:43" mn="-1" mx="-1" r="Document"/>
1378 <L a="1678390624106:44" mn="-1" mx="-1" r="DocumentInstancesPackage"/>
1379 </R>
1380 </C>
1381 <C id="1678390624106:289" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToDocuments" t="R" v="1">
1382 <R>
1383 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:DefaultKaosDiagramView"
      mn="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1384 <L a="1678390624106:43" mn="-1" mx="-1" r="Document"/>
1385 </R>
1386 </C>
1387 <C id="1678390624106:219" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1388 <C id="1678390624106:290" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      DocumentToActivity" t="R" v="1">
1389 <R>
1390 <L a="1678390624106:43" mn="-1" mx="-1" r="Document"/>
1391 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:1. Goal Elicitation" mn="-1" mx="-1" r="
      Activity"/>
1392 </R>
1393 </C>
1394 <C id="1678390624106:220" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1395 <R>

```

```

1396 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1397 <L a="1678390624106:219" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1398 </R>
1399 </C>
1400 <C id="1678390624106:221" n="Obj_List Continue 4" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1401 <AV n="bold" v="false"/>
1402 <AV n="italic" v="true"/>
1403 <AV n="size" v="10"/>
1404 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
1405 </C>
1406 <C id="1678390624106:222" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1407 <R>
1408 <L a="1678390624106:218" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1409 <L a="1678390624106:219" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1410 </R>
1411 </C>
1412 <C id="1678390624106:223" n="Obj_List Continue 4ConceptRepresentation" p="MM.xml#
      Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1413 <C id="1678390624106:224" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1414 <R>
1415 <L a="1678390624106:221" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1416 <L a="1678390624106:223" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1417 </R>
1418 </C>
1419 <C id="1678390624106:225" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1420 <R>
1421 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1422 <L a="1678390624106:223" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1423 </R>
1424 </C>
1425 <C id="1678390624106:9" n="Goal" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:Goal" t="E"
      >
1426 <AV n="Name" v="Goal"/>
1427 </C>
1428 <C id="1678390624106:226" n="hypertext link" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1429 <AV n="underline" v="true"/>
1430 <AV n="color" v="0,0,255"/>
1431 <AV n="size" v="12"/>
1432 <AV n="font" v="Dialog"/>
1433 </C>

```

```

1434 <C id="1678390624106:227" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1435 <C id="1678390624106:228" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1436 <R>
1437 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1438 <L a="1678390624106:227" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1439 </R>
1440 </C>
1441 <C id="1678390624106:229" n="Obj_List Continue 5" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1442 <AV n="bold" v="false"/>
1443 <AV n="italic" v="true"/>
1444 <AV n="size" v="10"/>
1445 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
1446 </C>
1447 <C id="1678390624106:230" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1448 <R>
1449 <L a="1678390624106:226" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1450 <L a="1678390624106:227" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1451 </R>
1452 </C>
1453 <C id="1678390624106:274" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:DiagramEntityReference" t
      ="E" v="1">
1454 <AV n="x" v="306"/>
1455 <AV n="y" v="47"/>
1456 <AV n="width" v="51"/>
1457 <AV n="height" v="21"/>
1458 <AV n="isVisible" v="true"/>
1459 </C>
1460 <C id="1678390624106:231" n="Obj_List Continue 5ConceptRepresentation" p="MM.xml#
      Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1461 <C id="1678390624106:232" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1462 <C id="1678390624106:233" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1463 <R>
1464 <L a="1678390624106:229" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1465 <L a="1678390624106:231" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1466 </R>
1467 </C>
1468 <C id="1678390624106:234" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1469 <R>
1470 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn

```

```

    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1471 <L a="1678390624106:232" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1472 </R>
1473 </C>
1474 <C id="1678390624106:235" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1475 <R>
1476 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1477 <L a="1678390624106:231" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1478 </R>
1479 </C>
1480 <C id="1678390624106:64" n="SWriter" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1481 <P>
1482 <I id="1678390624106:295" o="true"/>
1483 </P>
1484 </C>
1485 <C id="1678390624106:293" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
1486 <AV n="anchor" v="false"/>
1487 <AV n="display" v="Default"/>
1488 <R>
1489 <L a="1678390624106:9" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
1490 <L a="1678390624106:274" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1491 </R>
1492 </C>
1493 <C id="1678390624106:236" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1494 <R>
1495 <L a="1678390624106:226" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1496 <L a="1678390624106:232" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1497 </R>
1498 </C>
1499 <C id="1678390624106:295" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1500 <P/>
1501 </C>
1502 <C id="1678390624106:294" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
1503 <R>
1504 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    GoalConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1505 <L a="1678390624106:274" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1506 </R>
1507 </C>
1508 <C id="1678390624106:237" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:

```

```

    ConceptToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1509 <R>
1510 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:HyperTextLink" mn="-1" mx="-1" r=
    "Concept"/>
1511 <L a="1678390624106:232" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1512 </R>
1513 </C>
1514 <C id="1678390624106:184" n="SWriter" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
    BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1515 <P/>
1516 </C>
1517 <C id="1678390624106:238" n="picture link" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1518 <AV n="underline" v="true"/>
1519 <AV n="color" v="0,0,255"/>
1520 <AV n="size" v="12"/>
1521 <AV n="font" v="Dialog"/>
1522 </C>
1523 <C id="1678390624106:12" n="SoftGoal" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:
    SoftGoal" t="E">
1524 <AV n="Name" v="SoftGoal"/>
1525 </C>
1526 <C id="1678390624106:239" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1527 <C id="1678390624106:240" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1528 <R>
1529 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1530 <L a="1678390624106:239" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1531 </R>
1532 </C>
1533 <C id="1678390624106:241" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1534 <R>
1535 <L a="1678390624106:238" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1536 <L a="1678390624106:239" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1537 </R>
1538 </C>
1539 <C id="1678390624106:275" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:DiagramEntityReference" t
    ="E" v="1">
1540 <AV n="x" v="209"/>
1541 <AV n="y" v="102"/>
1542 <AV n="width" v="76"/>
1543 <AV n="height" v="21"/>
1544 <AV n="isVisible" v="true"/>
1545 </C>

```

```

1546 <C id="1678390624106:242" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1547 <C id="1678390624106:243" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1548 <R>
1549 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1550 <L a="1678390624106:242" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1551 </R>
1552 </C>
1553 <C id="1678390624106:244" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1554 <R>
1555 <L a="1678390624106:238" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1556 <L a="1678390624106:242" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1557 </R>
1558 </C>
1559 <C id="1678390624106:245" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1560 <R>
1561 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:PictureLink" mn="-1" mx="-1" r="
      Concept"/>
1562 <L a="1678390624106:242" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1563 </R>
1564 </C>
1565 <C id="1678390624106:58" n="Explanations" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1566 <P>
1567 <I id="1678390624106:296" o="true"/>
1568 </P>
1569 </C>
1570 <C id="1678390624106:280" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
1571 <AV n="anchor" v="false"/>
1572 <AV n="display" v="Default"/>
1573 <R>
1574 <L a="1678390624106:12" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
1575 <L a="1678390624106:275" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1576 </R>
1577 </C>
1578 <C id="1678390624106:296" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1579 <P/>
1580 </C>
1581 <C id="1678390624106:281" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
1582 <R>

```

```

1583 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      SoftGoalConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1584 <L a="1678390624106:275" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1585 </R>
1586 </C>
1587 <C id="1678390624106:187" n="ExplanationEditor" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1588 <P/>
1589 </C>
1590 <C id="1678390624106:59" n="Queries" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1591 <P>
1592 <I id="1678390624106:297" o="true"/>
1593 </P>
1594 </C>
1595 <C id="1678390624106:297" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1596 <P/>
1597 </C>
1598 <C id="1678390624106:188" n="Inspector" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1599 <P/>
1600 </C>
1601 <C id="1678390624106:62" n="DiagramPath" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1602 <P>
1603 <I id="1678390624106:298" o="true"/>
1604 </P>
1605 </C>
1606 <C id="1678390624106:298" n="Instances" p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1607 <P/>
1608 </C>
1609 <C id="1678390624106:190" n="Req Doc Generator " p="MM.xml#Core:BuiltInMetaModel:
      BuiltInERASubModel" t="P" v="1">
1610 <P/>
1611 </C>
1612 <C id="1678390624106:53" n="SoftGoal1" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:
      SoftGoal" t="E">
1613 <AV n="Name" v="SoftGoal1"/>
1614 </C>
1615 <C id="1678390624106:246" n="Obj_InfoBlue" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1616 <AV n="bold" v="false"/>
1617 <AV n="italic" v="true"/>
1618 <AV n="size" v="10"/>
1619 <AV n="font" v="Times New Roman"/>

```



```

1620 </C>
1621 <C id="1678390624106:276" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:DiagramEntityReference" t
    ="E" v="1">
1622 <AV n="x" v="364"/>
1623 <AV n="y" v="106"/>
1624 <AV n="width" v="82"/>
1625 <AV n="height" v="21"/>
1626 <AV n="isVisible" v="true"/>
1627 </C>
1628 <C id="1678390624106:247" n="Obj_InfoBlueConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1629 <C id="1678390624106:248" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1630 <R>
1631 <L a="1678390624106:246" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1632 <L a="1678390624106:247" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1633 </R>
1634 </C>
1635 <C id="1678390624106:249" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1636 <R>
1637 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1638 <L a="1678390624106:247" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1639 </R>
1640 </C>
1641 <C id="1678390624106:282" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
1642 <AV n="anchor" v="false"/>
1643 <AV n="display" v="Default"/>
1644 <R>
1645 <L a="1678390624106:53" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
1646 <L a="1678390624106:276" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1647 </R>
1648 </C>
1649 <C id="1678390624106:283" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
1650 <R>
1651 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    SoftGoalConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1652 <L a="1678390624106:276" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1653 </R>
1654 </C>
1655 <C id="1678390624106:250" n="Obj_Normal" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1656 <AV n="bold" v="false"/>
1657 <AV n="italic" v="false"/>

```

```

1658 <AV n="size" v="10"/>
1659 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
1660 </C>
1661 <C id="1678390624106:48" n="Requirement1" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:
      Requirement" t="E">
1662 <AV n="Name" v="Requirement1"/>
1663 </C>
1664 <C id="1678390624106:251" n="Obj_NormalConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
      ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1665 <C id="1678390624106:252" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1666 <R>
1667 <L a="1678390624106:250" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1668 <L a="1678390624106:251" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1669 </R>
1670 </C>
1671 <C id="1678390624106:253" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1672 <R>
1673 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1674 <L a="1678390624106:251" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1675 </R>
1676 </C>
1677 <C id="1678390624106:277" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:DiagramEntityReference" t
      ="E" v="1">
1678 <AV n="x" v="90"/>
1679 <AV n="y" v="166"/>
1680 <AV n="width" v="105"/>
1681 <AV n="height" v="21"/>
1682 <AV n="isVisible" v="true"/>
1683 </C>
1684 <C id="1678390624106:254" n="Obj_Title" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1685 <AV n="bold" v="true"/>
1686 <AV n="italic" v="false"/>
1687 <AV n="size" v="20"/>
1688 <AV n="font" v="Arial"/>
1689 </C>
1690 <C id="1678390624106:284" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
1691 <AV n="anchor" v="false"/>
1692 <AV n="display" v="Default"/>
1693 <R>
1694 <L a="1678390624106:48" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
1695 <L a="1678390624106:277" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1696 </R>

```

```

1697 </C>
1698 <C id="1678390624106:285" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
1699 <R>
1700 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      RequirementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1701 <L a="1678390624106:277" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1702 </R>
1703 </C>
1704 <C id="1678390624106:255" n="Obj_TitleConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
      ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1705 <C id="1678390624106:256" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1706 <R>
1707 <L a="1678390624106:254" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1708 <L a="1678390624106:255" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1709 </R>
1710 </C>
1711 <C id="1678390624106:257" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1712 <R>
1713 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1714 <L a="1678390624106:255" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1715 </R>
1716 </C>
1717 <C id="1678390624106:45" n="Requirement2" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:
      Requirement" t="E">
1718 <AV n="Name" v="Requirement2"/>
1719 </C>
1720 <C id="1678390624106:258" n="Obj_Title 1" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1721 <AV n="bold" v="true"/>
1722 <AV n="italic" v="false"/>
1723 <AV n="size" v="18"/>
1724 <AV n="font" v="Arial"/>
1725 </C>
1726 <C id="1678390624106:259" n="Obj_Title 1ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
      ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1727 <C id="1678390624106:260" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1728 <R>
1729 <L a="1678390624106:258" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1730 <L a="1678390624106:259" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1731 </R>
1732 </C>
1733 <C id="1678390624106:261" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:

```

```

        ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1734 <R>
1735 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
    ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1736 <L a="1678390624106:259" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1737 </R>
1738 </C>
1739 <C id="1678390624106:278" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:DiagramEntityReference" t
    ="E" v="1">
1740 <AV n="x" v="209"/>
1741 <AV n="y" v="167"/>
1742 <AV n="width" v="107"/>
1743 <AV n="height" v="21"/>
1744 <AV n="isVisible" v="true"/>
1745 </C>
1746 <C id="1678390624106:286" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">
1747 <AV n="anchor" v="false"/>
1748 <AV n="display" v="Default"/>
1749 <R>
1750 <L a="1678390624106:45" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
1751 <L a="1678390624106:278" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1752 </R>
1753 </C>
1754 <C id="1678390624106:287" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
1755 <R>
1756 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
    RequirementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1757 <L a="1678390624106:278" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1758 </R>
1759 </C>
1760 <C id="1678390624106:262" n="Obj_Title 2" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
    DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1761 <AV n="bold" v="false"/>
1762 <AV n="italic" v="false"/>
1763 <AV n="size" v="16"/>
1764 <AV n="font" v="Arial"/>
1765 </C>
1766 <C id="1678390624106:263" n="Obj_Title 2ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
    ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1767 <C id="1678390624106:264" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
    RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1768 <R>
1769 <L a="1678390624106:262" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1770 <L a="1678390624106:263" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1771 </R>

```

```

1772 </C>
1773 <C id="1678390624106:265" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1774 <R>
1775 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1776 <L a="1678390624106:263" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1777 </R>
1778 </C>
1779 <C id="1678390624106:42" n="Requirement3" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:
      Requirement" t="E">
1780 <AV n="Name" v="Requirement3"/>
1781 </C>
1782 <C id="1678390624106:266" n="Obj_Title 3" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1783 <AV n="bold" v="false"/>
1784 <AV n="italic" v="true"/>
1785 <AV n="size" v="14"/>
1786 <AV n="font" v="Arial"/>
1787 </C>
1788 <C id="1678390624106:279" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:DiagramEntityReference" t
      ="E" v="1">
1789 <AV n="x" v="331"/>
1790 <AV n="y" v="164"/>
1791 <AV n="width" v="107"/>
1792 <AV n="height" v="21"/>
1793 <AV n="isVisible" v="true"/>
1794 </C>
1795 <C id="1678390624106:267" n="Obj_Title 3ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
      ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1796 <C id="1678390624106:268" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1797 <R>
1798 <L a="1678390624106:266" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1799 <L a="1678390624106:267" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1800 </R>
1801 </C>
1802 <C id="1678390624106:269" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1803 <R>
1804 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1805 <L a="1678390624106:267" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1806 </R>
1807 </C>
1808 <C id="1678390624106:291" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptToDocumentElements" t="R" v="1">

```

```

1809 <AV n="anchor" v="false"/>
1810 <AV n="display" v="Default"/>
1811 <R>
1812 <L a="1678390624106:42" mn="-1" mx="-1" r="Concept"/>
1813 <L a="1678390624106:279" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1814 </R>
1815 </C>
1816 <C id="1678390624106:292" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ConceptRepresentationToDocumentElements" t="R" v="1">
1817 <R>
1818 <L a="MM.xml#Method:NewKaos2003:NewKaos2003DiagramMetaModel:
      RequirementConceptRepresentation" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1819 <L a="1678390624106:279" mn="-1" mx="-1" r="DocumentElement"/>
1820 </R>
1821 </C>
1822 <C id="1678390624106:270" n="Obj_Title 4" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1823 <AV n="bold" v="true"/>
1824 <AV n="italic" v="false"/>
1825 <AV n="size" v="12"/>
1826 <AV n="font" v="Arial"/>
1827 </C>
1828 <C id="1678390624106:271" n="Obj_Title 4ConceptRepresentation" p="MM.xml#Core:
      ToolMetaModel:DocumentMetaModel:ConceptRepresentation" t="E" v="1"/>
1829 <C id="1678390624106:1" n="Requirement4" p="MM.xml#Method:NewKaos2003:MetaModel:
      Requirement" t="E">
1830 <AV n="Name" v="Requirement4"/>
1831 </C>
1832 <C id="1678390624106:272" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      RepresentationToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1833 <R>
1834 <L a="1678390624106:270" mn="-1" mx="-1" r="Representation"/>
1835 <L a="1678390624106:271" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1836 </R>
1837 </C>
1838 <C id="1678390624106:273" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:
      ViewTypeToConceptRepresentations" t="R" v="1">
1839 <R>
1840 <L a="MM.xml#Core:ToolMetaModel:DocumentMetaModel:TextMetaModel:DefaultTextView" mn
      ="-1" mx="-1" r="ViewType"/>
1841 <L a="1678390624106:271" mn="-1" mx="-1" r="ConceptRepresentation"/>
1842 </R>
1843 </C>
1844 <C id="1678390624106:2" p="MM.xml#Core:DiagramMetaModel:DiagramEntityReference" t="
      E" v="1">
1845 <AV n="x" v="474"/>
1846 <AV n="y" v="124"/>

```

```
1847 <AV n="width" v="107"/>
1848 <AV n="height" v="21"/>
1849 <AV n="isVisible" v="true"/>
1850 </C>
1851 <C id="1678390624106:6" n="Obj_Title 5" p="MM.xml#Core:ToolMetaModel:
      DocumentMetaModel:TextMetaModel:Style" t="E">
1852 <AV n="bold" v="false"/>
1853 <AV n="italic" v="false"/>
1854 <AV n="size" v="11"/>
1855 <AV n="font" v="Times New Roman"/>
1856 </C>
1857 </ERAModel>
```

## B Formato XMI gerado pelo *ObjectivER 3.0*

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ASCII"?>
2 <objectiver.model:KModel xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
3 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:objectiver.model="http://
   kaos">
4 <rootPackage id="1678390624106:41">
5 <relationships xsi:type="objectiver.model:GRefinement" id="1678390624106:8"
6 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.7"
7 refines="//@rootPackage/@entities.0" subGoals="//@rootPackage/@entities.2
8 //@rootPackage/@entities.1" complete="false"/>
9 <relationships xsi:type="objectiver.model:GRefinement" id="1678390624106:47"
10 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.10"
11 refines="//@rootPackage/@entities.1" subGoals="//@rootPackage/@entities.3
12 //@rootPackage/@entities.6" complete="false"/>
13 <relationships xsi:type="objectiver.model:GRefinement" id="1678390624106:50"
14 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.9"
15 refines="//@rootPackage/@entities.2" subGoals="//@rootPackage/@entities.4"
16 complete="false"/>
17 <relationships xsi:type="objectiver.model:GRefinement" id="1678390624106:52"
18 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.8"
19 refines="//@rootPackage/@entities.2" subGoals="//@rootPackage/@entities.5"
20 complete="false"/>
21 <entities xsi:type="objectiver.model:Goal" id="1678390624106:9"
22 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.0" name="Goal"
23 refinements="//@rootPackage/@relationships.0"/>
24 <entities xsi:type="objectiver.model:SoftGoal" id="1678390624106:53"
25 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.2" name="SoftGoal1"
26 refinedIn="//@rootPackage/@relationships.0" refinements="//@rootPackage/
   @relationships.1"/>
27 <entities xsi:type="objectiver.model:SoftGoal" id="1678390624106:12"
28 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.1"
29 name="SoftGoal" refinedIn="//@rootPackage/@relationships.0"
30 refinements="//@rootPackage/@relationships.2 //@rootPackage/@relationships.3"/>
31 <entities xsi:type="objectiver.model:Requirement" id="1678390624106:42"
32 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.5" name="Requirement3"
33 refinedIn="//@rootPackage/@relationships.1"/>
34 <entities xsi:type="objectiver.model:Requirement" id="1678390624106:45"
35 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.4" name="Requirement2"
36 refinedIn="//@rootPackage/@relationships.2"/>
37 <entities xsi:type="objectiver.model:Requirement" id="1678390624106:48"
38 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.3" name="Requirement1"
39 refinedIn="//@rootPackage/@relationships.3"/>
40 <entities xsi:type="objectiver.model:Requirement" id="1678390624106:1"
41 graphicalConcept="//@rootPackage/@diagrams.0/@graphConcepts.6" name="Requirement4"
42 refinedIn="//@rootPackage/@relationships.1"/>

```



```

43 <diagrams id="1678390624106:43" name="tes" width="1200" height="1600" scale="160">
44   <graphConcepts id="1678390624106:274" modelConcept="//@rootPackage/@entities.0"
45     width="51" height="21" x="306" y="47"/>
46   <graphConcepts id="1678390624106:275" modelConcept="//@rootPackage/@entities.2"
47     width="76" height="21" x="209" y="102"/>
48   <graphConcepts id="1678390624106:276" modelConcept="//@rootPackage/@entities.1"
49     width="82" height="21" x="364" y="106"/>
50   <graphConcepts id="1678390624106:277" modelConcept="//@rootPackage/@entities.5"
51     width="105" height="21" x="90" y="166"/>
52   <graphConcepts id="1678390624106:278" modelConcept="//@rootPackage/@entities.4"
53     width="107" height="21" x="209" y="167"/>
54   <graphConcepts id="1678390624106:279" modelConcept="//@rootPackage/@entities.3"
55     width="107" height="21" x="331" y="164"/>
56   <graphConcepts id="1678390624106:2" modelConcept="//@rootPackage/@entities.6"
57     width="107" height="21" x="474" y="124"/>
58   <graphConcepts id="1678390624106:17" modelConcept="//@rootPackage/@relationships
59     .0"
60     width="15" height="15" hasLabel="false" andNodeX="321" andNodeY="87"/>
61   <graphConcepts id="1678390624106:84" modelConcept="//@rootPackage/@relationships
62     .3"
63     width="15" height="15" hasLabel="false" andNodeX="185" andNodeY="138"/>
64   <graphConcepts id="1678390624106:111" modelConcept="//@rootPackage/@relationships
65     .2"
66     width="15" height="15" hasLabel="false" andNodeX="249" andNodeY="146"/>
67   <graphConcepts id="1678390624106:141" modelConcept="//@rootPackage/@relationships
68     .1"
69     width="15" height="15" hasLabel="false" andNodeX="432" andNodeY="135"/>
70 </diagrams>
71 </rootPackage>
72 </objectiver.model:KModel>

```

## C Formato *XML* gerado pelo *KML2PNML*

```

1 <?kml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <kml>
3   <Element>
4     <Model>Goal</Model>
5     <Id>2</Id>
6     <Name>Goal</Name>
7     <Type>Goal</Type>
8     <Refinements>
9       <ToRefineAnd>3;4</ToRefineAnd>
10    </Refinements>
11    <Graphics>
12      <Height>40</Height>
13      <Widtht>179</Widtht>
14      <Position>
15        <x>717.0</x>
16        <y>28.0</y>
17      </Position>
18    </Graphics>
19  </Element>
20  <Element>
21    <Model>Goal</Model>
22    <Id>3</Id>
23    <Name>SubGoal</Name>
24    <Type>SubGoal</Type>
25    <Refinements>
26      <InRefineAnd>2</InRefineAnd>
27      <ToRefineOr>5;6</ToRefineOr>
28    </Refinements>
29    <Graphics>
30      <Height>40</Height>
31      <Widtht>179</Widtht>
32      <Position>
33        <x>590.0</x>
34        <y>130.0</y>
35      </Position>
36    </Graphics>
37  </Element>
38  <Element>
39    <Model>Goal</Model>
40    <Id>4</Id>
41    <Name>SubGoal1</Name>
42    <Type>SubGoal</Type>
43    <Refinements>
44      <ToRefineAnd>7;8</ToRefineAnd>

```

```

45     <InRefineAnd>2</InRefineAnd>
46 </Refinements>
47 <Graphics>
48     <Height>40</Height>
49     <Widtht>180</Widtht>
50     <Position>
51         <x>868.0</x>
52         <y>129.0</y>
53     </Position>
54 </Graphics>
55 </Element>
56 <Element>
57     <Model>Goal</Model>
58     <Id>5</Id>
59     <Name>Requirement</Name>
60     <Type>Requirement</Type>
61     <Pattern>Maintain</Pattern>
62     <Class>Functional</Class>
63     <Refinements>
64         <InRefineOr>3</InRefineOr>
65     </Refinements>
66     <Graphics>
67         <Height>40</Height>
68         <Widtht>179</Widtht>
69         <Position>
70             <x>411.0</x>
71             <y>224.0</y>
72         </Position>
73     </Graphics>
74 </Element>
75 <Element>
76     <Model>Goal</Model>
77     <Id>6</Id>
78     <Name>Requirement1</Name>
79     <Type>Requirement</Type>
80     <Pattern>Maintain</Pattern>
81     <Class>Functional</Class>
82     <Refinements>
83         <InRefineOr>3</InRefineOr>
84     </Refinements>
85     <Graphics>
86         <Height>40</Height>
87         <Widtht>179</Widtht>
88         <Position>
89             <x>613.0</x>
90             <y>225.0</y>
91         </Position>

```

```

92     </Graphics>
93 </Element>
94 <Element>
95     <Model>Goal</Model>
96     <Id>7</Id>
97     <Name>Requirement2</Name>
98     <Type>Requirement</Type>
99     <Pattern>Maintain</Pattern>
100    <Class>Functional</Class>
101    <Refinements>
102        <InRefineAnd>4</InRefineAnd>
103    </Refinements>
104    <Graphics>
105        <Height>40</Height>
106        <Widtht>179</Widtht>
107        <Position>
108            <x>838.0</x>
109            <y>226.0</y>
110        </Position>
111    </Graphics>
112 </Element>
113 <Element>
114     <Model>Goal</Model>
115     <Id>8</Id>
116     <Name>Requirement3</Name>
117     <Type>Requirement</Type>
118     <Pattern>Maintain</Pattern>
119     <Class>Functional</Class>
120     <Refinements>
121         <InRefineAnd>4</InRefineAnd>
122     </Refinements>
123     <Graphics>
124         <Height>40</Height>
125         <Widtht>180</Widtht>
126         <Position>
127             <x>1081.0</x>
128             <y>226.0</y>
129         </Position>
130     </Graphics>
131 </Element>
132 </kml>

```

## D Formato do código *XML* correspondente à *PNML*

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?><pnml>
2   <net id="Net-One" type="P/T net">
3     <token id="Default" enabled="true" red="0" green="0" blue="0"/>
4     <place id="Lugar">
5       <graphics>
6         <position x="75.0" y="240.0"/>
7       </graphics>
8       <name>
9         <value>Lugar</value>
10      <graphics>
11        <offset x="1.0" y="0.0"/>
12      </graphics>
13    </name>
14    <initialMarking>
15      <value>Default,5</value>
16      <graphics>
17        <offset x="0.0" y="0.0"/>
18      </graphics>
19    </initialMarking>
20    <capacity>
21      <value>0</value>
22    </capacity>
23  </place>
24  <place id="Lugar B">
25    <graphics>
26      <position x="240.0" y="240.0"/>
27    </graphics>
28    <name>
29      <value>Lugar B</value>
30      <graphics>
31        <offset x="0.0" y="0.0"/>
32      </graphics>
33    </name>
34    <initialMarking>
35      <value>Default,0</value>
36      <graphics>
37        <offset x="0.0" y="0.0"/>
38      </graphics>
39    </initialMarking>
40    <capacity>
41      <value>0</value>
42    </capacity>
43  </place>
44  <transition id="Transicao">

```

```

45     <graphics>
46         <position x="150.0" y="240.0"/>
47     </graphics>
48     <name>
49         <value>Transicao</value>
50     <graphics>
51         <offset x="-5.0" y="35.0"/>
52     </graphics>
53 </name>
54 <orientation>
55     <value>0</value>
56 </orientation>
57 <rate>
58     <value>1.0</value>
59 </rate>
60 <timed>
61     <value>>false</value>
62 </timed>
63 <infiniteServer>
64     <value>>false</value>
65 </infiniteServer>
66 <priority>
67     <value>1</value>
68 </priority>
69 </transition>
70 <arc id="Lugar to Transicao" source="Lugar"
71 target="Transicao">
72     <graphics/>
73     <inscription>
74         <value>Default,1</value>
75     <graphics/>
76 </inscription>
77 <tagged>
78     <value>>false</value>
79 </tagged>
80 <arcpath id="000" x="101" y="252" curvePoint="false"/>
81 <arcpath id="001" x="156" y="252" curvePoint="false"/>
82 <type value="normal"/>
83 </arc>
84 <arc id="Transicao to Lugar B" source="Transicao"
85 target="Lugar B">
86     <graphics/>
87     <inscription>
88         <value>Default,1</value>
89     <graphics/>
90 </inscription>
91 <tagged>

```

```
92         <value>>false</value>
93     </tagged>
94     <arcpath id="000" x="166" y="252" curvePoint="false"/>
95     <arcpath id="001" x="237" y="252" curvePoint="false"/>
96     <type value="normal"/>
97 </arc>
98 </net>
99 </pnml>
```

## E Formato *PNML* canônico para transição *KML2PNML*

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?><pnml>
2   <net id="Net-One" type="P/T net">
3     <token id="Default" enabled="true" red="0" green="0" blue="0" />
4     <place id="8">
5       <graphics>
6         <position x="1081.0" y="226.0" />
7       </graphics>
8       <name>
9         <value>8</value>
10      <graphics>
11        <offset x="0.0" y="0.0" />
12      </graphics>
13    </name>
14    <initialMarking>
15      <value>Default,0</value>
16      <graphics>
17        <offset x="0.0" y="0.0" />
18      </graphics>
19    </initialMarking>
20    <capacity>
21      <value>0</value>
22    </capacity>
23  </place>
24  <place id="7">
25    <graphics>
26      <position x="838.0" y="226.0" />
27    </graphics>
28    <name>
29      <value>7</value>
30      <graphics>
31        <offset x="0.0" y="0.0" />
32      </graphics>
33    </name>
34    <initialMarking>
35      <value>Default,0</value>
36      <graphics>
37        <offset x="0.0" y="0.0" />
38      </graphics>
39    </initialMarking>
40    <capacity>
41      <value>0</value>
42    </capacity>
43  </place>
44

```



```

45 <transition id="T0">
46   <graphics>
47     <position x="653.5" y="79.0" />
48   </graphics>
49   <name>
50     <value>T0</value>
51   <graphics>
52     <offset x="11.0" y="43.0" />
53   </graphics>
54 </name>
55 <orientation>
56   <value>0</value>
57 </orientation>
58 <rate>
59   <value>1.0</value>
60 </rate>
61 <timed>
62   <value>>false</value>
63 </timed>
64 <infiniteServer>
65   <value>>false</value>
66 </infiniteServer>
67 <priority>
68   <value>1</value>
69 </priority>
70 </transition>
71
72 <arc id="7 to T3" source="7" target="T3">
73   <graphics />
74   <inscription>
75     <value>Default,1</value>
76   <graphics />
77 </inscription>
78   <tagged>
79     <value>>false</value>
80   </tagged>
81   <arcpath id="000" x="0" y="0" curvePoint="false" />
82   <arcpath id="001" x="0" y="0" curvePoint="false" />
83   <type value="normal" />
84 </arc>
85 <arc id="8 to T3" source="8" target="T3">
86   <graphics />
87   <inscription>
88     <value>Default,1</value>
89   <graphics />
90 </inscription>
91   <tagged>

```

```
92         <value>>false</value>
93     </tagged>
94     <arcpath id="000" x="0" y="0" curvePoint="false" />
95     <arcpath id="001" x="0" y="0" curvePoint="false" />
96     <type value="normal" />
97 </arc>
98 </net>
99 </pnml>
```