



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO



Monitoramento de Cadeias de Valor de Bebidas
Orgânicas - Um Estudo de Caso

MESTRANDO

HUGO DIONIZIO SANTOS

ORIENTADOR

PROF. DR. PATRÍCIO DE ALENCAR SILVA

COORIENTADOR

PROF. DR. MARCOS EVANDRO CINTRA

Mossoró-RN

2022

HUGO DIONIZIO SANTOS

**Monitoramento de Cadeias de Valor de Bebidas
Orgânicas - Um Estudo de Caso**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - Associação ampla entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Patrício de Alencar Silva
Coorientador: Prof. Dr. Marcos Evandro Cintra

Mossoró-RN

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S237m Santos, Hugo Dionizio.
Monitoramento de Cadeias de Valor de Bebidas
Orgânicas - Um Estudo de Caso / Hugo Dionizio
Santos. - 2022.
95 f. : il.

Orientador: PATRICIO DE ALENCAR SILVA.
Coorientador: MARCOS EVANDRO CINTRA.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência da Computação, 2022.

1. Análise de rentabilidade. 2. Monitoramento
Preventivo. 3. Cadeia de Suprimento de Alimentos.
4. Tecnologia blockchain. 5. Redes de Valor. I.
SILVA, PATRICIO DE ALENCAR, orient. II. CINTRA,
MARCOS EVANDRO, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

HUGO DIONIZIO SANTOS

Monitoramento de Cadeias de Valor de Bebidas Orgânicas - Um Estudo de Caso

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

APROVADO EM: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

PATRICIO DE ALENCAR
SILVA:01032302461

Assinado de forma digital por
PATRICIO DE ALENCAR
SILVA:01032302461
Dados: 2022.09.12 13:18:54 +02'00'

Prof. Dr. Patrício de Alencar Silva
Orientador e Presidente da Banca

Documento assinado digitalmente



MARCOS EVANDRO CINTRA
Data: 12/09/2022 09:12:32-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Marcos Evandro Cintra
Coorientador

**Prof. Dr. Leonardo César Teonácio
Bezerra**

Examinador externo - UFRN

FRANCISCO MILTON MENDES
NETO:67304133449

Assinado de forma digital por FRANCISCO
MILTON MENDES NETO:67304133449
Dados: 2022.09.09 19:14:34 -03'00'

**Prof. Dr. Francisco Milton Mendes
Neto**

Examinador interno - UFERSA

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha família, meus pais Lourdes e Manoel, que ainda puderam me dar apoio e amparo até agora, e a minha irmã Sofia, que nestes últimos momentos deste trabalho me ajudou tanto.

Agradeço a meu orientador Professor Dr. Patrício, pela sua escolha para eu ser seu orientando, pelas ideias do trabalho e pela extrema paciência e confiança por eu conseguir chegar até o final.

Agradeço a meu coorientador Professor Dr. Marcos Cintra, por aceitar fazer parte da orientação, e ter contribuído bastante nestes tempos críticos de pandemia.

Agradeço à minha psicopedagoga Dra. Claudia, pela rede de apoio construída e ter possibilitado a finalização deste trabalho.

Agradeço aos Professores Milton e Leonardo, por aceitar fazerem parte da Banca e se disporem a avaliarem meu trabalho.

Agradeço aos meus colegas pela amizade na época de laboratório, principalmente Rayana e Daniel nos tempos da Qualificação deste trabalho.

Agradeço à Professora Fernanda pela disponibilidade e ter participado da pesquisa deste trabalho.

Agradeço também ao colegiado pelas novas oportunidades e confiança para eu finalizar este trabalho.

Resumo

Esta pesquisa abordou problemas de visibilidade em cadeias de suprimentos de alimentos. No contexto do escoamento dos produtos orgânicos manufaturados em um negócio, é necessário detectar e prevenir danos às mercadorias. Neste estudo, tratou-se do problema da especificação de modelos de redes de valor com serviços de *blockchain* para monitoramento de transações internas. O objetivo geral foi prover modelos estratégicos para monitoramento da cadeia de suprimentos de bebidas orgânicas. A concepção do projeto de modelagem desta rede baseou-se no ciclo de projeto de *Design Science*, incluindo o processo de investigação para compreensão do problema, a proposição de um projeto de artefato que pudesse solucioná-lo e a validação do artefato construído. Realizou-se uma revisão sistemática de literatura e propôs-se a construção de modelos estratégicos para o monitoramento de redes com *blockchain*, prevendo, também, um estágio inicial de validação destes modelos por meio da verificação e avaliação junto a uma empresa selecionada para um estudo de caso único. Para a construção dos modelos foram utilizadas as informações da literatura obtidas na revisão sistemática e as informações obtidas junto à empresa participante, por meio de reuniões e aplicação de questionários. A modelagem foi feita com base em uma ontologia focada em negócios, já existente, a do *framework e³value*, utilizando a ferramenta *e³value* editor. Foram produzidos três modelos de negócios, baseados em três cenários de atuação para a empresa: o modelo regional, o modelo nacional e o modelo internacional. Os modelos foram apresentados à empresa participante, que respondeu um questionário para avaliar a adequação da proposta às necessidades da empresa e a viabilidade da implantação da tecnologia do *blockchain*. Teve-se como resultados respostas positivas aos questionamentos apresentados. O *framework e³value* foi utilizado para criar modelos de redes de valor que, posteriormente, foram avaliados em sua utilidade como artefatos que viabilizam a representação de estratégias de monitoramento com *blockchain*.

Palavras-chave: Análise de rentabilidade, Monitoramento Preventivo, Cadeia de Suprimento de Alimentos, Tecnologia *blockchain*, Redes de Valor.

Abstract

This research addressed visibility issues in food supply chains. In the context of the flow of organic products manufactured in a business, it is necessary to detect and prevent damage to the goods. This study dealt with the problem of specifying value webs models with blockchain services for monitoring internal transactions. The overall aim was to provide strategic models for monitoring the organic beverage supply chain. The design of the modelling project for this value web was based on the Design Science project cycle, including the investigation process to understand the problem, the proposition of an artifact project that could solve it and the validation of the built artifact. A systematic literature review was carried out and the construction of strategic models for monitoring value webs with blockchain was proposed, also providing an initial stage of validation of these models through verification and evaluation with a company selected for the single case study. For the construction of the models, information from the literature obtained in the systematic review and information obtained from the participating company, through meetings and application of questionnaires, were used. The modelling was based on an existing business-focused ontology, that of the e³value framework, using the e³value editor tool. Three business models were produced, based on three business scenarios for the company: the regional model, the national model and the international model. The models were presented to the participating company, which answered a questionnaire to assess the suitability of the proposal to the company's needs and the feasibility of implementing blockchain technology. The results were positive responses to the questions presented. The e³value framework was used to create value web models that were later evaluated for their usefulness as artifacts that enable the representation of monitoring strategies with blockchain.

Keywords: Profitability Analysis, Preventive Monitoring, Supply Chain Food Industry, Blockchain Technology, Value Networks.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Configuração da metodologia de pesquisa de acordo com a <i>Design Science</i>	19
Figura 2 – Exemplo de uma Rede de Valor modelada no <i>e³value</i>	28
Figura 3 – Conceitos e relações em hierarquia de valor do <i>e³value</i>	33
Figura 4 – Segmento de Mercado	34
Figura 5 – Hierarquia de Classes da Ontologia do <i>Framework e³value</i>	36
Figura 6 – Hierarquia das Propriedades de Objetos da Ontologia do <i>Framework e³value</i>	37
Figura 7 – Hierarquia das Propriedades de Tipos de Dados da Ontologia do <i>Framework e³value</i>	38
Figura 8 – Modelo da ontologia do <i>framework</i> do <i>e³value</i>	39
Figura 9 – Esboço de Negócio com <i>blockchain</i>	42
Figura 10 – Distribuição dos artigos, por base	51
Figura 11 – Protocolo da Pesquisa-Ação Técnica	59
Figura 12 – Modelo atual da rede de valor de manufatura de produtos orgânicos	64
Figura 13 – Modelo Regional de uma rede valor do estudo de caso	67
Figura 14 – Modelo Nacional de uma rede valor para a Meltech	69
Figura 15 – Modelo Internacional de uma rede valor para a Meltech	71
Figura 16 – Exemplo de modelo <i>e³value</i> de uma companhia ferroviária	93
Figura 17 – Gráfico de modelo <i>e³value</i> de uma prestadora de serviços ou vendas	95

Lista de tabelas

Tabela 1	–	Palavras-chave e seus sinônimos, em inglês	46
Tabela 2	–	<i>String</i> de busca, por biblioteca digital	48
Tabela 3	–	Resultados obtidos nas bases de pesquisa	51
Tabela 4	–	Tabela para cálculo de rentabilidade do Suporte de TI do Modelo Regional	73
Tabela 5	–	Exemplo de folha de rentabilidade de uma prestadora de serviços ou vendas	94

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Motivação	16
1.3	Metodologia da pesquisa	17
1.3.1	Questões de pesquisa	17
1.3.2	Métodos de pesquisa	19
1.4	Objetivos	20
1.4.1	Objetivos das Partes Interessadas	20
1.4.2	Objetivos de Pesquisa	21
1.5	Organização do Documento	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	<i>Design Science</i>	23
2.2	Cadeias de Suprimento e Redes de Valor	24
2.3	Ontologias	25
2.3.1	Modelagem de Processo de Negócios utilizando Ontologias	25
2.3.2	Modelagem Estratégica de Negócios usando Ontologias	26
2.4	Modelagem de Redes de Valor com <i>e³value</i>	27
2.4.1	<i>Framework e³value</i>	27
2.4.1.1	Conceitos de <i>e³value</i>	28
2.4.2	Tipos de Ontologia com <i>e³value</i>	30
2.4.3	Evolução das Ontologias da Família <i>e³value</i>	31
2.4.4	Descrição da Ontologia do <i>e³value</i>	32
2.4.4.1	Hierarquia de Classes	34
2.4.4.2	Hierarquia das Propriedades de Objetos	36
2.4.4.3	Hierarquia de Propriedades de Tipos de Dados	37
2.4.4.4	Axiomas	38
2.4.4.5	Visualização da Ontologia do <i>Framework e³value</i>	38
2.5	Tecnologia <i>blockchain</i>	40
2.5.1	Definição	40
2.5.2	Evolução	40
2.5.3	Ontologia de um <i>blockchain</i>	40
2.5.4	Esboço de Negócio com <i>blockchain</i>	41
2.6	Discussão	43

3	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	44
3.1	Protocolo	44
3.2	Objetivos e escopo	44
3.3	Questões de pesquisa	45
3.4	Estratégia de busca	45
3.4.1	CrITÉRIOS de Seleção das Fontes	45
3.4.2	Bases de Dados	46
3.4.3	Estratégia de Pesquisa	46
3.4.4	<i>String</i> de busca	47
3.5	Estratégia de seleção dos estudos	48
3.6	Procedimento para seleção dos estudos	49
3.7	Extração, sumarização e condução da RSL	50
3.8	Resultados da Revisão	50
3.9	Discussão sobre os resultados da revisão sistemática de literatura	52
4	MODELAGEM DE REDES DE VALOR COM SERVIÇOS DE <i>BLOCKCHAIN</i>	55
4.1	Introdução	55
4.2	Método de construção de um modelo em <i>e³value</i>	56
4.2.1	Ferramentas do <i>framework e³value</i>	56
4.2.2	Método de construção	56
4.3	Pesquisa-Ação Técnica e Avaliação	58
4.3.1	Pesquisa-Ação Técnica	58
4.3.2	Apresentação dos Modelos de Negócio	60
4.3.3	Modelos de redes de valor com serviços de <i>blockchain</i>	65
4.3.4	Avaliação	72
4.4	Discussão	73
5	CONCLUSÃO	75
5.1	Sumário da Pesquisa	75
5.2	Contribuições	79
5.3	Limitações	79
5.4	Trabalhos Futuros	80
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICE A – TUTORIAL PARA CONSTRUÇÃO DE MO- DELOS DE NEGÓCIO COM O <i>E³VALUE</i> <i>EDITOR</i>	88

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	90
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA-AÇÃO TÉCNICA	91
APÊNDICE D – TUTORIAL PARA CÁLCULO DE FOLHA DE RENTABILIDADE COM O <i>E³VALUE EDITOR</i>	93

1 Introdução

Nesta introdução, apresentam-se a contextualização, a motivação, a metodologia e os objetivos que fundamentaram este trabalho de pesquisa. Estas seções permitem situar o leitor em relação à temática do trabalho exposto e às questões que ele busca abordar.

A fundamentação teórica será mais detalhada em um capítulo próprio, no qual são explicados os conceitos necessários para compreensão deste trabalho. Os conceitos discutidos serão: *Design Science*, Cadeias de Suprimentos e Redes de Valor, Ontologias, Modelagem de Redes de Valor com *e³value* e a tecnologia *Blockchain*.

1.1 Contextualização

As Cadeias de Suprimentos (CS), do acrônimo inglês *Supply Chain (SC)*, caracterizam-se como uma sequência de atividades relacionadas ao deslocamento de bens e serviços, realizadas desde os fornecedores até os clientes de um negócio (RONAGHI, 2021). As CS possuem atividades que envolvem processos de projeto, engenharia, produção e distribuição de bens, como por exemplo em uma empresa de alimentos e produtos orgânicos. Os processos são executados por meio de transações comerciais entre as organizações envolvidas, na forma de trocas de recursos financeiros e de bens ou serviços. As CS incluem a etapa de manufatura, para a qual o trabalho de engenharia é indispensável, e a etapa de distribuição, que envolve processos intermediários de armazenagem e transporte (Silva, 2019a; Silva, 2019b).

A etapa de distribuição é aquela em que as organizações procuram escoar os seus produtos. Analisando o processo de transporte necessário para executar a distribuição, observa-se que existem casos em que há pouco ou nenhum controle e acompanhamento durante o percurso para a entrega das mercadorias. Análises como essas foram vistas nos trabalhos de (Kumar, 2020a; Kumar, 2020b), Tse et al. (2017), e Kayikci et al. (2022), que se debruçaram sobre os processos da produção e distribuição de alimentos. Estes trabalhos dão sustentação à presente proposta, que está voltada para a investigação dos processos relacionados à distribuição de produtos em uma cadeia de suprimentos, especificamente de alimentos orgânicos. A proposta desta pesquisa foi aplicada e avaliada junto à empresa Meltech, que foi escolhida por sua maior acessibilidade em disponibilizar os dados cujos levantamentos seriam necessários e por sua relevância do ponto de vista da análise de sustentabilidade de pequenas empresas.

A Meltech é uma empresa com sede em Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, e que atua no ramo de manufatura de alimentos, estabelecida em 2017. Esta empresa é uma organização inserida na cadeia do agronegócio. Por ser uma empresa jovem e trabalhar na área de biotecnologia, é considerada uma *startup* de alimentos, ou *food tech*.

Como parte da cadeia de suprimentos da Meltech, evidenciam-se como principais fornecedores os produtores orgânicos e empresas fornecedoras de embalagens, e como principais clientes indivíduos em busca de uma dieta saudável e supermercados e distribuidoras que revendam para este público-alvo. Entre seus produtos destacam-se bebidas orgânicas de valor agregado, como probiótico - o *kombucha*, que tem sua fermentação baseada em mel, e o hidromel, uma bebida alcoólica produzida também pela fermentação do mel. A Meltech produz em torno de quatro mil litros destas bebidas mensalmente.

Um dos desafios enfrentados pela empresa é garantir que as garrafas dos produtos não cheguem avariadas ou completamente destruídas, e o produto impróprio para o consumo, no destino final, ao mesmo tempo que transportadoras não tem condições ou responsabilidade sobre os custos da avariação dos produtos causados por qualquer dano que o produto venha a sofrer durante seu transporte. Considerando que a Meltech trabalha com alimentos, especificamente de bebidas orgânicas, são necessários cuidados especiais para preservação da mercadoria em suas melhores condições. Tais cuidados envolvem o controle da temperatura durante todo o transporte, entre outros.

Com o objetivo de determinar as possíveis causas de danos aos produtos durante o transporte, este trabalho apresenta uma estratégia de negócio para monitoramento de uma rede de valor com base em serviços de *blockchain*. Este monitoramento é um processo de acompanhamento e avaliação (FERREIRA, 1999), com a obtenção contínua ou periódica de dados, durante uma atividade comercial. Utilizando os dados obtidos, foram realizadas análises e diagnósticos que permitiram a criação de modelos que viabilizam a sobrevivência de *startups* no mercado.

O monitoramento do escoamento realiza-se, inicialmente, por meio do acompanhamento da CS do negócio. Tal cadeia tem relevância para essa pesquisa, visto que, quando interconectada com outras cadeias, compõe as redes de valor. As redes de valor caracterizam-se por conjuntos amplos de compartilhamento e troca de recursos entre seus membros (AVELINO; SILVA, 2019), sendo fundamental para o mapeamento do negócio e desenvolvimento de uma estratégia de monitoramento adequada.

O acompanhamento de uma CS é realizado por meio de tecnologias como a

de sensoriamento por *Wireless* (HEREDIA et al., 2019), gerenciamento de processos de negócios - BPM (CRUZ; Oliveira Filho, 2011), auditoria inteligente (BUKSHSH et al.; WICKRAMAGE et al., 2019), certificações ISO e tecnologia de *blockchain*. A tecnologia de monitoramento abordada neste trabalho é a tecnologia de *blockchain*, que é um mecanismo que consiste no registro de dados executado por integrantes de uma cadeia que não se conhecem ou entre os quais não há confiança. No caso da empresa selecionada para estudo de caso, há conhecimento entre os integrantes da cadeia, porém pode não haver confiança. O *blockchain* consiste na criação de registros de transações de negócios em blocos de informação criptografados (KRUIJFF; WEIGAND, 2017). A tecnologia *blockchain* cria os registros de forma criptografada, com garantia de que a informação armazenada neles seja inalterável por qualquer uma das partes envolvidas. Assim, os registros podem armazenar qualquer tipo de informação de forma segura, como por exemplo, contratos digitais e dados da leitura de sensores. Um contrato digital, denominado contrato inteligente pelo mecanismo de segurança da criptografia, é o tipo de informação mais utilizado em *blockchain*, como em transações comerciais ou certificações. Outro tipo de informação importante são os dados obtidos a partir da leitura de sensores, durante processos de transporte de mercadorias, como nas CS de produtos orgânicos.

Nesta pesquisa, o monitoramento com *blockchain* é representado por meio de modelos de negócio em uma rede de valor de uma organização, no caso selecionado, da Meltech. Estes modelos de negócio são criados a partir de ontologias, que são vocabulários utilizados na representação de uma ideia ou protótipo. Estes vocabulários são compostos por classes, por propriedades de objetos ou de dados e por indivíduos. A representação destes vocabulários é feita por meio de modelos e diagramas de seus elementos (HORROCKS et al., 2004).

Para a seleção da ontologia utilizada na criação dos modelos propostos, foram analisadas as transações realizadas pela empresa. Essa análise embasou a estratégia de garantia de uma experiência com contratos inteligentes na tecnologia de *blockchain*, otimizando, assim, a sobrevivência de *startups*. Este tipo de sobrevivência com contratos inteligentes é explicado por Stocker et al. (2019). O *blockchain* auxilia no registro de novos contratos em cada transação da CS, pois, sem essa tecnologia, muitas vezes os contratos convencionais são feitos de forma limitada e sem resguardar os direitos das novas organizações. Um trabalho de monitoramento, também contemplado nos modelos estratégicos propostos, é representado pela previsão de registro dos dados da leitura de sensores pelo *blockchain*, permitindo a verificação das condições da mercadoria.

Os modelos de negócio para o monitoramento da cadeia de suprimento, propostos neste trabalho, foram criados e verificados inicialmente, utilizando ferramentas

de modelagem do *framework e³value*, que permite representar e analisar modelos de negócio e suas transações. Neste *framework* representam-se as transações estabelecidas por comércios, negócios e governos realizadas por meio de canais eletrônicos. Esses modelos identificam o custo e benefício, e as necessidades para viabilizar o objetivo do negócio.

O *framework e³value* apresenta meios para modelar representações de redes de valor compostas pelas organizações e suas diversas transações. As transações caracterizam-se pelas trocas de valores executadas de acordo com as regras do negócio, conforme afirmam Gordijn e Akkermans (2001) *apud* Reis et al. (2018).

Na *Design Science* o desenvolvimento de projetos científicos é realizado em um ciclo de etapas e organizado por meio de *objetivos* e *questões de pesquisa*, que são detalhados nas seguintes seções.

1.2 Motivação

A alimentação é um dos principais recursos para a sobrevivência da humanidade, o que torna necessário que sejam discutidas perdas e desperdício dos alimentos, como uma questão de relevância sócio-ambiental. O Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP, 2021) estima que, no Brasil, o desperdício de alimentos chegue a 60 kg/pessoa/ano. No mundo cerca de 40% dos alimentos produzidos são desperdiçados (Warker, 2018 *apud* KAYIKCI, entre outros, 2022). Estes dados deixam evidente a relevância do desenvolvimento de ferramentas para diminuir o risco de perdas no transporte de alimentos, evitando que os mesmos sejam descartados e preservando as condições adequadas ao consumo dos alimentos.

Outro tema de relevância, é a questão da qualidade dos alimentos consumidos. Pesquisas indicam que, anualmente, cerca de 420 mil pessoas morrem no mundo por problemas de saúde relacionados ao consumo de comida adulterada (CROSSEY, 2018). Sendo assim, verifica-se a relevância, para a área da saúde, de apoiar os processos executados nas cadeias de suprimentos que garantam a transparência da procedência dos produtos e seus insumos. O desenvolvimento de tecnologias para monitoramento do transporte de alimentos orgânicos é motivado, nesta pesquisa, por ser uma estratégia importante para a conservação de produtos, em suas melhores condições, até chegar aos locais de comercialização. Na empresa selecionada para este estudo de caso, a Meltech, os representantes informam que a perda de bebidas orgânicas pode chegar a comprometer todo um lote, no caso de alguns destinos mais distantes, como São Paulo.

A pesquisa desenvolvida também tem relevância econômica e administrativa

ao discutir condições favoráveis à atuação de *startups*, incluindo relações entre o investidor, o especialista e o empreendedor de um negócio, que são necessárias para a sobrevivência de *startups* (STOCKER et al., 2019). Considerar estas relações e utilizar ferramentas tecnológicas contribui para dar apoio às decisões e intervenções dos administradores de *startups* que operam na cadeia de suprimento de alimentos. Um exemplo de abordagem é a adoção de *blockchain*, uma tecnologia relativamente nova e com potencial para inovação na área de inspeção da produção e transporte.

Este trabalho insere-se em um conjunto amplo de ações que podem contribuir para atacar as questões expostas. Propõe-se a criação de um conjunto de modelos estratégicos de negócio que apresentam a utilização da tecnologia de *blockchain* em redes de valor para a conservação de bebidas orgânicas durante o transporte, ajudando a empresa a escolher a melhor estratégia de transporte para seus produtos. Esta seria uma alternativa para otimização do negócio, auxiliando na sobrevivência da *startup* no mercado como uma empresa pequena produtora de bebidas orgânicas.

1.3 Metodologia da pesquisa

Esta pesquisa adotou a metodologia de *Design Science*, também denominada como “Ciência do Projeto” ou “Ciência do Artificial” (SIMON, 2019), que enfatiza como um artefato de computação é construído para modificar a realidade de um determinado contexto social. Portanto, a *Design Science* é uma metodologia para a condução de pesquisas de cunho tecnológico e relevância social. Estas pesquisas são realizadas em um ciclo de etapas e organizado por meio de *objetivos* e *questões de pesquisa*. Neste sentido, os objetivos de um projeto devem ser refinados em questões de conhecimento cujas soluções são buscadas por meio de revisão de literatura, estudo de caso, prototipação de software, análise de dados, prova formal, dentre outros.

1.3.1 Questões de pesquisa

Com base na estrutura proposta por Wieringa (2014), delineou-se um problema de pesquisa a ser solucionado. Este problema pode ser decomposto em três subconjuntos:

1. Questões conceitual (QC);
2. Questões tecnológica (QT);
3. Questões prática (QP).

As QC buscam conhecimentos necessários para a compreensão do problema discutido. As QT dizem respeito a recursos pertinentes à tecnologia e de otimização

de tarefas em processos de negócios. As QP, que são estabelecidas a partir das necessidades dos *stakeholders*, geralmente estão relacionados ao uso de um artefato e são respondidas por meio de indicadores de aceitação, utilidade, satisfação e usabilidade do artefato de Tecnologia da Informação - TI.

O conjunto de questões deste trabalho foi definido com base no seguinte problema de pesquisa:

Formular modelos de rede de valor que definam estratégias de monitoramento de uma cadeia de suprimento de bebidas orgânicas.

A seguir, apresenta-se a decomposição do problema de pesquisa nas questões conceituais, questões tecnológicas e questões práticas:

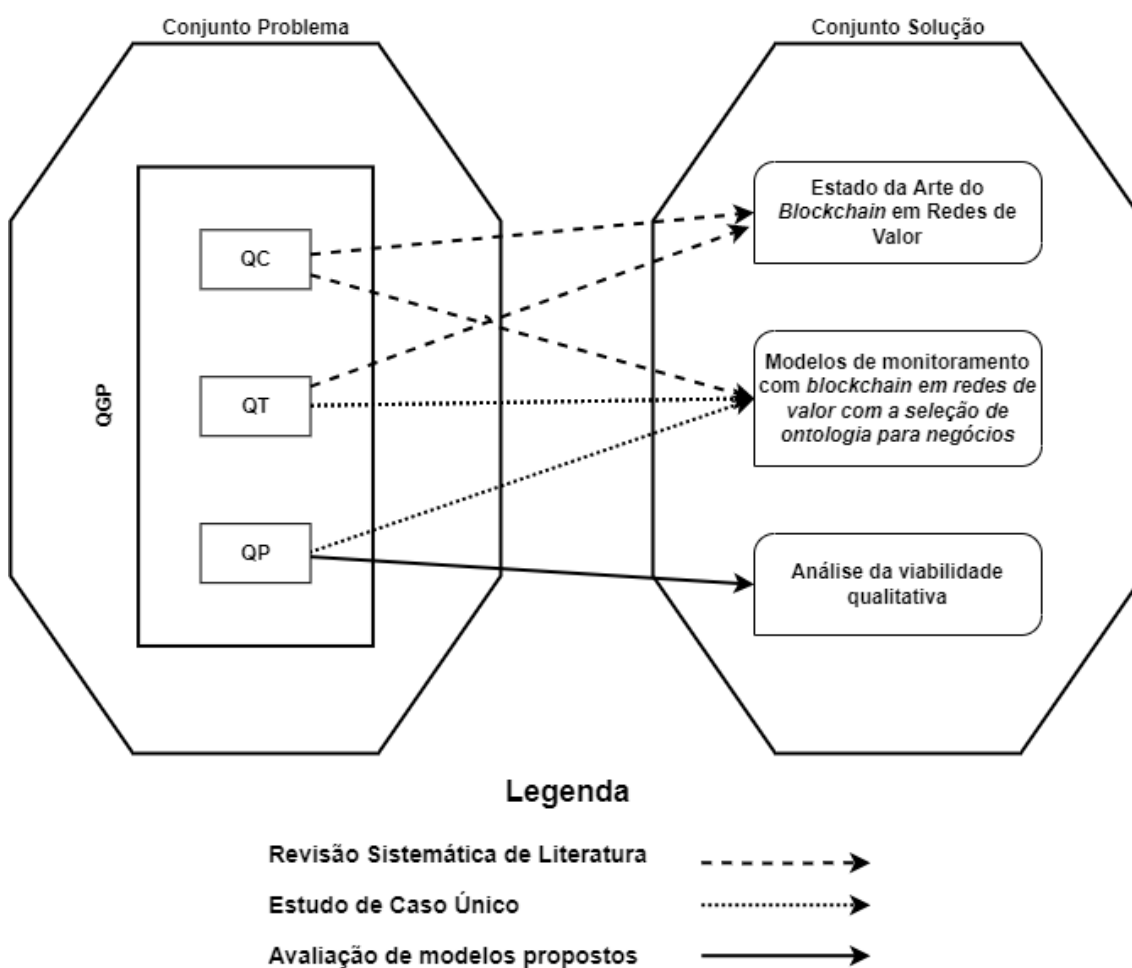
- **QC - Quais métodos de modelagem existem para monitoramento, com *blockchain*, de transações em rede de valor?**
 - QC1 - Quais os princípios da modelagem de monitoramento em rede de valor?
 - QC2 - Quais as experiências, relatadas na literatura sobre a adoção da tecnologia *blockchain* no monitoramento em um negócio?
 - QC3 - Quais as organizações elementares envolvidas na manufatura de alimentos orgânicos, desde os fornecedores até chegar ao consumidor final?
 - QC4 - Quais são os processos ou atividades realizadas nas transações elementares em uma rede de valor de um negócio de manufatura de bebidas orgânicas?
 - QC5 - Quais os processos e atividades representados pelos modelos para adoção do *blockchain* no negócio?
- **QT - Quais as tecnologias necessárias para desenvolver modelos com *blockchain* em uma rede de valor?**
 - QT1 - Quais princípios devem ser levados em consideração para o desenvolvimento desses modelos?
 - QT2 - Que tecnologias permitem a representação dos modelos desenvolvidos?
 - * QT2.1 - A partir das tecnologias de modelagem identificadas, alguma está focada na representação de negócios de pequenas empresas? Qual?
- **QP - Como os modelos obtidos poderiam ajudar uma empresa em decidir pela adoção de *blockchain* para monitorar uma cadeia de suprimento de bebidas orgânicas?**

- QP1 - Que mudanças uma empresa deveria enfrentar ao adotar o *blockchain* para monitorar transações em uma cadeia de bebidas orgânicas?
- QP2 - Qual a análise qualitativa do impacto dos modelos desenvolvidos?

1.3.2 Métodos de pesquisa

A resolução do problema de pesquisa depende da aplicação de um conjunto de métodos adequados para conectar um conjunto problema a um conjunto solução. Esta dinâmica está representada na **Figura 1**, na qual o conjunto problema é composto por uma QGP, que é decomposta em três subconjuntos de questões: 1 - Questões Conceituais, 2 - Questões Tecnológicas, 3 - Questões Práticas. A **Figura 1** também permite visualizar o conjunto de métodos adotados nesta pesquisa para efetivar o conjunto solução.

Figura 1 – Configuração da metodologia de pesquisa de acordo com a *Design Science*



Fonte: “Autoria Própria (2022)”

Os subconjuntos de questões estão relacionados aos subconjuntos de soluções

por meio de métodos. Estes métodos, definidos pela configuração da metodologia, são a revisão sistemática de literatura (RSL), estudo de caso único, e avaliação dos modelos propostos. Os métodos utilizados são descritos a seguir.

- **Revisão Sistemática de Literatura:** Neste trabalho, a revisão sistemática teve como finalidade determinar o estado da arte sobre a adoção da tecnologia do *blockchain* em redes e gestão de cadeias de valor, e obter informações que pudessem auxiliar na análise da viabilidade econômica do *blockchain* em redes de valor;
- **Estudo de Caso Único:** Analisar ontologias de outros trabalhos que sirvam de referência para a construção de modelos estratégicos de monitoramento com *blockchain* em redes de valor propostos. A modelagem deste projeto é um conjunto de modelos estratégicos de negócio de monitoramento com *blockchain* em redes de valor por meio da ontologia do *framework e³value*, para auxiliar uma empresa a decidir sobre adotar ou não a tecnologia proposta;
- **Avaliação dos modelos propostos:** A validação, realizada em conjunto com as partes interessadas, dos modelos do projeto auxilia a tomada de decisões da área de negócios, em que dados representam os diferentes atores e processos ou atividades da rede de valor da Meltech. O conjunto de modelos foi avaliado por um representante da parte interessada por meio da apresentação do modelo desenvolvido e da confirmação, pela parte interessada, de que os modelos atendiam às necessidades da empresa. Esta avaliação foi analisada de forma qualitativa para responder à questão da viabilidade da proposta.

1.4 Objetivos

A seguir são apresentados os objetivos deste trabalho. Estes objetivos foram definidos de acordo com o *Design Science*, seguindo a categorização proposta por Wieringa (2014), que diferencia objetivos das partes interessadas e objetivos de pesquisa.

1.4.1 Objetivos das Partes Interessadas

Os objetivos das partes interessadas, os representantes da empresa Meltech, foram delineados após pesquisas do estado da arte em redes de valor e após consultas aos sócios desta empresa da cadeia de suprimentos de alimentos. Com base nas informações obtidas, foram definidos o modelo atual e um conjunto de modelos propostos de operação da rede de valor do negócio e a visão dos objetivos da empresa.

Uma visão geral dos objetivos da empresa indica que os sócios proprietários pretendem tornar mais seguras as operações de transporte e diminuir a burocracia em suas transações. Para garantir a segurança das operações é necessário um monitoramento e verificação dos dados de cada transação comercial entre os integrantes da rede de valor em que a empresa está inserida, o que está relacionado ao custo-benefício da adoção da tecnologia de *blockchain*.

1.4.2 Objetivos de Pesquisa

Além dos objetivos das partes interessadas, a pesquisa tem objetivos científicos, delimitados, como *objetivo geral* e *objetivos específicos*. O Objetivo Geral é prover modelos estratégicos para monitoramento da cadeia de suprimentos de bebidas orgânicas. Os Objetivos Específicos são:

1. Realizar uma revisão sistemática da literatura em busca de modelos já existentes na área de redes de valor e *blockchain*;
2. Coletar os requisitos práticos, junto às partes interessadas para construção de modelos próprios;
3. Formular os modelos de acordo com um metamodelo.

A seguir, são descritos os objetivos desta pesquisa, conforme a metodologia própria da *Design Science*, e de acordo com as questões de pesquisa apresentadas. Não foram definidos objetivos de *instrumentação* e de *previsão*, pois a pesquisa não vai construir ferramentas além das já existentes para o desenvolvimento do artefato e não há objetivos de previsão sobre o seu uso.

Objetivo de Conhecimento: Descrever os princípios para modelagem do monitoramento em redes de valor com *blockchain* com base na literatura e em consulta às partes interessadas.

Objetivo de Artefato: Formular um conjunto de modelos de negócios relacionados ao monitoramento com *blockchain* em redes de valor, de acordo com um metamodelo escolhido.

1.5 Organização do Documento

Este trabalho está organizado da seguinte forma: O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica usada nesse trabalho de pesquisa; O Capítulo 3 investiga e apresenta os resultados da revisão sistemática de literatura; O Capítulo 4 apresenta

a ferramenta utilizada para modelagem de monitoramento com *blockchain* em redes de valor e descreve a Pesquisa-Ação Técnica, com a avaliação dos modelos por meio do Estudo de Caso, seguido pelas considerações finais no Capítulo 5.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta os conceitos necessários para compreensão deste trabalho em relação a: *Design Science*, Cadeias de Suprimentos e Redes de Valor, Ontologias, Modelagem de negócios usando ontologias, Modelagem de rede de valor, *Framework e³value*, a ontologia do *framework e³value*, utilizada para representação de modelos de redes de valor, e a tecnologia *Blockchain*.

Em complementação aos conceitos abordados neste capítulo, foi realizada uma *revisão sistemática de literatura*, exposta no próximo capítulo, com o objetivo de identificar trabalhos que abordem temas relacionados à pesquisa. Estes trabalhos permitem encontrar novos elementos e conceitos complementares à fundamentação.

2.1 *Design Science*

A *Design Science* é uma metodologia de pesquisa que permite integrar processos estruturados de investigação científica e de desenvolvimento de artefatos tecnológicos. Esta integração é efetivada por um processo contínuo e cíclico, geralmente composto por quatro etapas:

1. Investigação do problema ou avaliação da implementação;
2. Projeto de tratamento;
3. Validação de tratamento;
4. Implementação do tratamento.

A formulação do projeto de pesquisa inicia-se pela definição de objetivos e questões de pesquisa, que servem para orientar as etapas seguintes de desenvolvimento do estudo. Com base em Wieringa (2009), os objetivos de pesquisa dividem-se em quatro tipos: *objetivo do projeto do artefato*, *objetivo de previsão*, *objetivo de conhecimento* e *objetivo de instrumentação*.

Um objetivo de projeto de artefato consiste em projetar um artefato que atende as necessidades diagnosticadas. Um objetivo de previsão é uma crença sobre o que acontecerá no futuro, que se verificará verdadeira ou falsa. Os objetivos de conhecimento do projeto referem-se à compreensão dos fenômenos, podendo incluir, por exemplo, descrições e explicações (WIERINGA, 2014). Por fim, o objetivo de instrumentação consiste em projetar um instrumento que ajude a construir um

artefato. No caso desta pesquisa, conforme explicitado na Introdução, apenas foram indicados objetivos de conhecimento e de projeto de artefato.

Além dos objetivos de pesquisa, a *Design Science* propõe que seja estabelecida um problema de pesquisa, que se desdobra em alguns subconjuntos de questões: as questões conceituais, as questões tecnológicas e as questões práticas. O conjunto de questões deste trabalho foi apresentado na Introdução.

A metodologia utilizada para esta pesquisa, buscando alcançar os objetivos delineados e responder às questões formuladas, seguiu um conjunto de fases, conforme proposto pela metodologia de *Design Science*. Neste sentido, incluiu-se uma fase de investigação sobre a questão abordada, uma fase de construção do projeto de tratamento da questão e uma fase de avaliação do tratamento desenvolvido.

2.2 Cadeias de Suprimento e Redes de Valor

A produção e distribuição de bens e serviços é um processo que se fundamenta na existência de papéis a serem cumpridos pelas organizações responsáveis. Neste sentido, forma-se o que se denomina **cadeia de suprimentos**, que envolve, também, o relacionamento entre as organizações por meio de transações comerciais.

São exemplos de transações comerciais entre as organizações: a obtenção de insumos de fornecedores; o armazenamento de estoque de insumos; a produção e a revenda de produtos, sejam eles bens ou serviços. Em geral, estas transações são estabelecidas após a emissão de documentos, como as certificações devidas para comercialização (Silva, 2019a; Silva, 2019b).

Além da preocupação com as documentações pertinentes, as transações também exigem cuidado quando envolvem transporte de produtos. Este cuidado é realizado por meio de monitoramento dos processos que ocorrem nesta etapa de distribuição.

As cadeias de suprimento apresentam um conjunto de transações entre todos os seus parceiros. Este conjunto de transações interconecta diferentes organizações em diferentes cadeias de suprimento, o que representa uma **rede de valor** (AVELINO; SILVA, 2019). Assim, as redes de valor são formadas por um conjunto de organizações que permutam objetos de valor econômico a fim de satisfazer a necessidade de um determinado segmento de mercado consumidor.

As redes de valor são tipos de modelos que representam os negócios estabelecidos entre organizações, gerando valor para os consumidores, por meio de relacionamentos em rede (PIJPERS; GORDIJN, 2008). O termo proveniente do inglês, *Value Webs*, é adotado por Gordijn e outros que trabalham em conjunto.

Desse modo, as redes de valor são estratégicas para a tomada de decisões pelas organizações, auxiliando na realização de negócios e, portanto, criando valor para atender às necessidades dos consumidores.

As redes de valor podem ser representadas de diversas formas, como por exemplo, por meio de ontologias construídas por metodologias específicas. Também estão disponíveis ferramentas como o *framework e³value* e tecnologias como a UML - *Unified Modeling Language*. Estas formas de representação são descritas nas seções a seguir.

2.3 Ontologias

A ontologia, na perspectiva computacional, formaliza conceitos de uma determinada área do conhecimento, expressando a hierarquia e as relações entre esses conceitos (GRUBER, 2018; GUARINO, 1998). De maneira similar, Beira et al. (2017) definem que a ontologia é um artefato de representação do conhecimento por meio de conjuntos de especificações formais que recuperam semânticas a partir de um signo ou símbolo.

A formalização dos conceitos, na ontologia, é a representação de um ser, ideia ou protótipo por meio de modelos e diagramas de seus elementos. Estes elementos correspondem às características daquilo que é representado, sejam elas suas classes, suas propriedades de objetos ou de dados e, até mesmo, os próprios indivíduos. As classes categorizam os conceitos, as propriedades de objetos de dados que especificam as relações entre os conceitos desta ontologia e os indivíduos são exemplos destas categorias e propriedades (HORROCKS et al., 2004).

Uma ontologia abrange, portanto, um domínio de conhecimento, um conjunto de partes interessadas que concordam com a expressão de seu vocabulário, e sua metodologia de construção ou modelagem. Estas definições da ontologia, nesta abordagem, contribuem para a representação do conhecimento e para a classificação de dados a partir de determinadas especificações. A classificação de dados proporciona a construção de modelos estratégicos, como os de negócios, e as tomadas de decisões. Uma modelagem de negócios pode ser realizada por vários tipos de ontologia, desde que especificada para aquele fim. Esse processo de modelagem é discutido a seguir.

2.3.1 Modelagem de Processo de Negócios utilizando Ontologias

A modelagem de processo de negócios é realizada utilizando ontologias específicas. Uma ontologia de modelagem de negócios define-se pela representação das características e relações das organizações. Estas características são os processos ou

atividades das organizações e suas relações são as transações comerciais ou trocas de valores realizadas. Estas ontologias abordam, de forma integrada, processos de negócios, terceirização, sistemas de informação, controle de gestão, entre outros (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2009). As transações comerciais foram aumentando a complexidade das organizações no decorrer dos anos, passando a ser consideradas como sistemas sócio-técnicos (ROPOHL, 1999).

Estes sistemas sócio-técnicos podem ser representados por uma ontologia que controle a construção de modelos e que otimize as suas transações e seu funcionamento, como por exemplo, a *Enterprise Ontology* (EO) (DIETZ; HOOGERVORST, 2008). Outras ontologias utilizadas para modelagem de negócios podem ser a do *Business Modeling Ontology* (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010), e as metodologias do *Resource-Event-Agent* (REA) e do *framework e³value*.

Algumas transações comerciais são estabelecidas durante os processos de monitoramento nas cadeias de suprimentos das organizações. Desta forma, os processos de monitoramento podem ser representados por meio da EO. Este tipo de representação permite o registro de restrições internas das transações comerciais apresentadas, de maneira que seja considerada e expressa a complexidade das relações dos atores produtivos envolvidos. As restrições internas incluem, por exemplo, processos como o controle da integridade de dados por meio de *blockchain* (KRUIJFF; WEIGAND, 2017).

A EO utiliza métodos específicos para representar as restrições internas adotadas pelas organizações. Estes métodos utilizam ferramentas de tecnologia da comunicação e da informação para produção de bens de consumo e serviços, definidas por DEMO (*Design and Engineering Methodology for Organizations*), conforme afirma Dietz e Hoogervorst (2008).

A EO permite a representação de modelos de artefatos utilizados em organizações, por isso, dá suporte a tomadas de decisões relacionadas aos seus negócios. Este recurso é especialmente útil para pequenas empresas, porque otimiza a visualização das transações comerciais de forma que favoreça a sobrevivência da organização.

2.3.2 Modelagem Estratégica de Negócios usando Ontologias

As ontologias, como a *Enterprise Ontology*, fundamentam metodologias de construção e a análise de outras ontologias. Seus princípios abrangem a compreensão de um sistema de atores de negócio de uma forma ontológica, ou seja, entendendo seus constituintes, relações e restrições internas, conforme discutido antes.

A modelagem de negócios feita por meio de ontologias pode ser utilizada, por exemplo, na área administrativa ou corporativa. Neste caso, o recurso de modelagem

é estruturado com base nas redes de valor da organização representada, segundo Gordijn e Akkermans (2001) e Lourenço, Ramalho e Penteado (2015).

Alguns exemplos da construção de ontologias para modelagem e representação de redes de valor de negócios são os trabalhos de Reis et al. (2018), Avelino (2019) e Silva et al. (2019). Nestes trabalhos as metodologias utilizadas foram a de Engenharia de Ontologia (SURE; STAAB; STUDER, 2009), utilizado por Reis, que consiste em seis etapas sequencialmente dependentes, utilizada para a construção de um *framework* de ontologia de rede de valor semântica; a fundamentada pelo *Enterprise Ontology*, de Uschold e King (1995), utilizada por Avelino e Silva (2019), que consiste em uma sequência de quatro etapas dependentes e foi utilizada na construção da ontologia de redes de valor verde; e o conjunto de metodologias Gómez-Perez, utilizada por Silva et al. (2019).

No caso deste trabalho, foi adotada uma ontologia construída e validada por Gordijn e Akkermans (2003) para utilização no contexto das cadeias de suprimentos de bebidas orgânicas. A modelagem de negócio desenvolvida viabilizou uma representação desta rede de valor com processos de monitoramento por meio de *blockchain*. A ferramenta de modelagem utilizada foi a do *framework e³value*, detalhada a seguir.

2.4 Modelagem de Redes de Valor com *e³value*

As redes de valor tem suas ontologias modeladas por metodologias de construção de ontologias. Considerando a existência de ontologias já validadas por outros autores, decidiu-se escolher aquela que contemplasse os critérios de robustez, possibilidade de abstração modelos de processos de negócio e tivesse quantidade de documentação que atendesse a todos os requisitos que os modelos exigissem. A ontologia utilizada que atende aos critérios acima citados é a que compõe o *framework e³value*. Este *framework* foi derivado em uma família de ontologias distintas e que geraram diferentes evoluções, como discutido a seguir.

2.4.1 *Framework e³value*

O *framework e³value* é um conjunto de técnicas compostas por uma metodologia, uma ontologia e ferramentas de modelagem. A ontologia deste *framework* é uma representação de redes de valor composta por atores de negócio e transações comerciais. As transações são compostas por trocas de valores executadas de acordo com as regras do negócio (Gordijn e Akkermans (2001) *apud* Reis et al. (2018)).

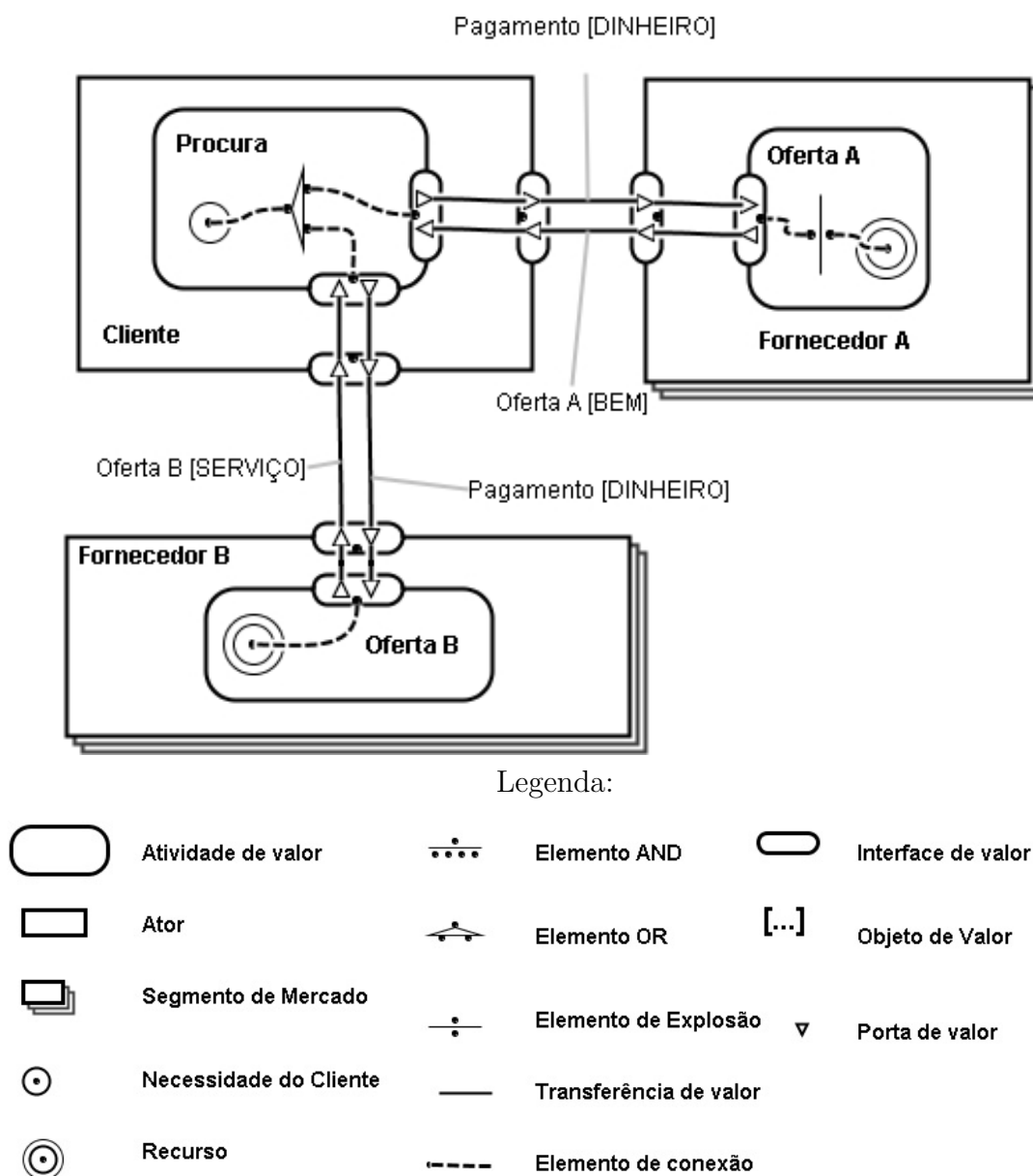
O *framework e³value* dá sustentação a uma coleção, ou família de modelos, denominada *e³family*, que contém os modelos *e³value*, *e³control*, *e³strategy*, *e³boardroom*,

$e^3service$ e $e^3alignment$, apresentados na Seção 2.4.3.

2.4.1.1 Conceitos de e^3value

Os conceitos de e^3value estão apresentados na **Figura 2** a seguir:

Figura 2 – Exemplo de uma Rede de Valor modelada no e^3value



Fonte: "Autoria Própria (2021)"

A **Figura 2** apresenta um exemplo de modelo de negócio em e^3value . Este modelo é utilizado para introduzir os conceitos da ontologia do e^3value de um negócio composto por um cliente e dois fornecedores. Os elementos *atividade*, *segmento de mercado*, *necessidade do cliente*, *recurso*, *elemento de conexão*, *interface de valor*,

objeto de valor, *ator*, elementos *AND*, *OR* e *de explosão*, *transferência de valor* e *porta de valor* são definidos, conforme Gordijn e Akkermans (2018), a seguir:

- **Atividade de valor** é um elemento simbolizado por uma caixa retangular arredondada. Representa quais atores realizam atividades rentáveis que também podem ser realizadas por outros atores. É também uma tarefa executada por um ator que potencialmente resulta em um fluxo monetário de rede positivo, ou que potencialmente contribui para um incremento de utilidade econômica em seu próprio direito. Uma atividade de valor deve produzir rendimento por motivo que os atores executam atividades de valor, contribuindo no aumento de sua utilidade econômica. No exemplo da **Figura 2** as atividades de valor são a de *procura*, pelo *cliente*, e *oferta A* e *oferta B* pelos fornecedores A e B, respectivamente.
- **Ator** é uma entidade que tem independência econômica, em um projeto de uma rede de valor elementar, por ter uma atividade lucrativa após um período de tempo razoável, ou por ter habilidade de aumentar o seu próprio valor. Quando dois atores são partes de uma parceria, os objetos dos atores podem ser oferecidos conjuntamente.
- **Segmento de mercado** é um conjunto de atores que operam no mesmo ramo de negócio.
- **Necessidade do Cliente** é um dos conceitos elementares do *e³value*, caracterizado como um estado de desejar ou demandar algum objeto de valor econômico ou pessoal.
- **Objeto de valor** é um bem físico, um resultado intangível de um serviço, um direito, ou até uma experiência. Ele pode ser classificado como monetário ou não-monetário.
- **Interface de valor** é um mecanismo de reciprocidade econômica, com relação a ações racionais. A interface de valor agrupa transferências, como entradas e saídas, de objetos de valor economicamente recíprocos.
- **Oferta de valor** é o ato de solicitar ou demandar objetos de valor econômico do ambiente do negócio que é a própria rede de valor.
- **Elemento de fronteira**, em redes de valor, é um elemento lógico de comunicação econômica entre os atores da rede.
- **Portas de valor** são agrupadas em interfaces de valor para que um conjunto de portas de valor, direcionadas de forma correspondente, troquem objetos

de valor. Os atores também podem decidir comunicar apenas objetos com combinações ao ambiente.

- **Elementos** ou **conectores lógicos** são elementos que auxiliam na criação de caminhos alternativos no modelo da rede de valor. Estes conectores são da dependência OU, e dependência E. Na dependência OU, o ator escolhe transações de valor alternativas, enquanto na dependência E o ator continua até chegar em outro serviço e outro conector levar a um terceiro serviço.
- **Traço** ou **Transferência de valor** em e^3value é a representação do caminho que se inicia na necessidade do cliente e acompanha a transferência de valores até chegar em um elemento de fronteira.

2.4.2 Tipos de Ontologia com e^3value

Alguns tipos de ontologia utilizam o *framework* e^3value , ou nele se referenciam, para desenvolver sua modelagem, introduzindo elementos que originaram novas ontologias. A seguir são apresentadas algumas destas ontologias:

- **Ontologia de Monitoramento de Valor:** A ontologia de monitoramento de valor é definida como a elaboração de monitoramento preemptivo de comportamentos fraudulentos, em redes de valor, de acordo com Silva, Weigand e Bukhsh (2013).
- **Ontologia e^3fraud :** É uma ontologia que auxilia na criação de modelos mais precisos, e que, portanto, previne as fraudes de promessas que não poderão ser cumpridas, como afirma Wieringa, Gordijn e Ionita (2018).
- **Ontologia de Redes de Valor Semânticas:** A ontologia de redes de valor semânticas é um *framework* para dar suporte computacional para a gestão estratégica de apoio à decisão, conforme Reis et al. (2018).
- **Ontologias de Redes de Valor Verdes:** A ontologia de redes de valor verdes é um *framework* para dar suporte computacional para a gestão estratégica de apoio à decisão, com sustentabilidade em relação ao meio ambiente, conforme Avelino e Silva (2019).

Estes tipos de ontologia, por sua vez, foram referências para o desenvolvimento deste trabalho, pois todas têm redes de valor em e^3value como abordagem em comum. Estes trabalhos avançaram em relação a seus respectivos domínios de aplicação, mas não tinham como objetivo desenhar uma estratégia de negócios baseados em serviços de *blockchain* para monitorar transações em uma rede de valor, justificando a

contribuição pretendida por este trabalho. A família de ontologias *e³value* e correlatas vem evoluindo no decorrer do tempo, como visto a seguir.

2.4.3 Evolução das Ontologias da Família *e³value*

A família *e³value* foi criada para atender as necessidades de distintos aspectos de um negócio, como o de controle, estratégia, serviço e alinhamento. Estas linhas de desenvolvimento da família são apresentadas no *workshop* executivo de lançamentos denominado de *e³boardroom*. O desenvolvimento das ontologias da família se deu por meio da implementação de extensões dos modelos *e³value*, *e³control*, *e³strategy*, *e³service* e *e³alignment*.

- O modelo *e³value*, na sua forma principal, começou a ser desenvolvido por meio do projeto integral de sistemas de comércio eletrônico de Gordijn, Bruin e Akkermans (1999), em que se buscava o alinhamento do negócio com a arquitetura de software por meio de cenários. Atualmente, a ontologia principal, *e³value* tem tratado, segundo Gordijn et al. (2019), de trabalhos sobre a utilização da tecnologia de *blockchain*.
- *e³control* A ontologia de controle começou a ser desenvolvida para modelagem de redes de valor com estratégias para mitigar alguns tipos de comportamento oportunístico de atores de negócios. Após algum tempo do desenvolvimento desta ontologia, teve-se uma necessidade, segundo Gordijn (2003), de desenvolver uma ontologia com uma metodologia de projeto para trocas de valor com confiança nos modelos de negócios. Esta ontologia é utilizada para a análise de risco de controles inter-organizacionais, conforme Hulstijn e Gordijn (2010).
- *e³strategy* É um *framework* de estratégia que teve seu desenvolvimento iniciado, conforme Gordijn, Petit e Wieringa (2006), para compreender estratégias de negócios em constelações de valor modeladas utilizando engenharia de requisitos orientado a metas (GORE). O último estágio consiste em usar modelos conceituais para explorar o alinhamento de negócios de tecnologia de comunicação e informação em estudos de rede com constelações de valor, como as indústrias de aviação e de telecomunicações holandesa, e setor de eletricidade da Espanha, segundo afirma Pijpers et al. (2012).
- *e³service* A ontologia de serviço se originou da necessidade de um modelo para o alinhamento de negócios de tecnologia de informação baseados em valor em constelações de empresas em rede, conforme Baida, Akkermans e Gordijn (2003). Os estudos mais recentes desta camada têm tratado da análise de risco

quantitativa e orientada para o valor de serviços eletrônicos, segundo afirma Ionita et al. (2019).

- ***e³alignment*** A ontologia de alinhamento, conforme Wieringa, Gordijn e Eck (2005), surgiu da necessidade de um modelo de negócios de tecnologia da informação baseados em valor sem redes de constelações de empresas. Esta ontologia pode ser utilizada para tratar da consonância entre serviços econômicos e de tecnologia da informação, para encontrar o equilíbrio entre as exigências conflitantes, segundo afirma Razavian e Gordijn (2015).

Os modelos da família *e³value*, como mencionado, são úteis para auxiliar no gerenciamento de diversos aspectos de um negócio. No que se refere à questão que origina este trabalho, apenas à ontologia principal, *e³value*, foi utilizada, por considerar-se que contempla os objetivos de desenvolvimento de modelos para monitoramento com *blockchain*.

A estrutura da ontologia *e³value* será descrita nas seções a seguir, detalhando sua constituição e suas principais funcionalidades.

2.4.4 Descrição da Ontologia do *e³value*

A apresentação desta ontologia foi realizada para uma explanação sobre a estrutura e funcionamento da ontologia do *framework e³value*, selecionado como base para a produção dos modelos propostos neste trabalho. A ontologia deste *framework* fundamenta-se em conceitos tais como: necessidade do cliente e objetos de valor segundo Gordijn e Akkermans (2001), e inovação e outros metamodelos - em apêndice, em 2018. Sua representação é feita por meio de diagramas em UML e ela é disponibilizada em um arquivo no formato *Resource Description Framework* (RDF) mantido pelos seus desenvolvedores, assim como a documentação sobre o uso de suas ferramentas (E3VALUE, 2022). O modelo da ontologia, acessível pelo arquivo disponibilizado pelos desenvolvedores pode ser visualizado por meio da ferramenta *Protégé*.

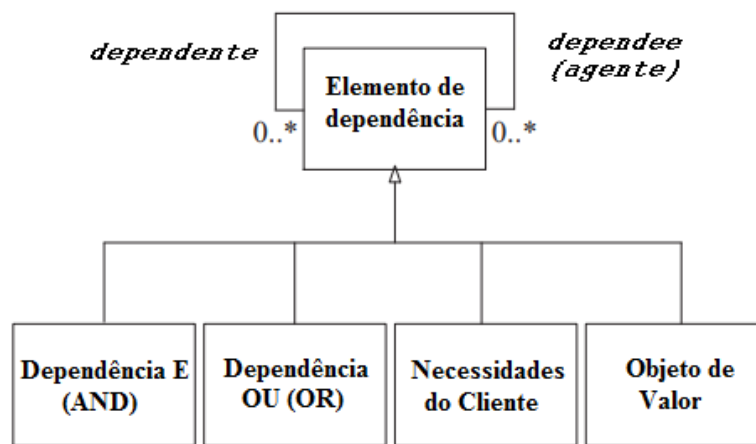
O *framework e³value* tem um conjunto de ferramentas próprias, codificadas na linguagem Java, e que permitem o desenho de modelos em notação gráfica. Estas ferramentas são apresentadas nas próximas seções.

A representação de uma ontologia é construída por meio de modelos com a hierarquização dos seus elementos em classes, em propriedades de objetos, em propriedades de tipos de dados. Esta hierarquização é esquematizada com base em metamodelos e axiomas propostos para a ontologia.

O conjunto de metamodelos que compõem a ontologia e^3value permitem a visualização e compreensão do seu funcionamento (GORDIJN; AKKERMANS, 2018). Estes metamodelos são constituídos por classes, propriedades, indivíduos, e a visualização é feita, inicialmente, por meio da linguagem UML. Os metamodelos, que apresentam hierarquias e atividades de valor, dependências, segmentos de mercado, parcerias e período de tempo sequencial, são discutidos a seguir:

- **Conceitos e relações em hierarquia de valor do e^3value** Organiza os conceitos e relações em uma hierarquia de valor do e^3value ;

Figura 3 – Conceitos e relações em hierarquia de valor do e^3value



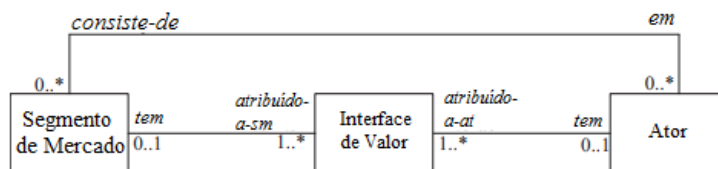
Fonte: Gordijn e Akkermans (2018)

A **Figura 3** apresenta um metamodelo com conceitos e relações de forma hierarquizada, como um organograma dos conceitos relacionados às características de dependência de elementos da ontologia. São exemplos dos elementos da ontologia: conectores lógicos, necessidade do consumidor e objeto de valor. A primeira modelagem da ontologia e^3value foi realizada por Gordijn e Akkermans (2001). A discussão sobre hierarquia de valor e seu metamodelo foram apresentadas em Gordijn e Akkermans (2018). As hierarquias de valor, em conjunto com redes de valor, formam a base dos negócios em rede, explanadas no capítulo 3 de Gordijn e Akkermans (2018).

- **Atividades de valor:** apresenta as competências de uma organização, que podem ser, exemplo, a produção de mercadorias, a distribuição de produtos, a agregação de dados, o transporte de mercadorias, entre outros.
- **Dependências do e^3value :** apresenta os elementos que mantém relação de dependência com outros elementos em modelos e^3value . São exemplos: conectores lógicos, necessidade do consumidor, elementos de fronteira e interface de valor;

- **Segmentos de mercado:** apresenta estruturas com dois ou mais atores do mesmo ramo de negócio, representado pela **Figura 4**.

Figura 4 – Segmento de Mercado



Fonte: Gordijn e Akkermans (2018)

- **Parcerias** ou *Partnership*: metamodelo avançado, que apresenta estruturas que contém um ou mais atores e/ou segmentos de mercado, que oferecem diferentes tipos de produtos do mesmo ramo;
- **Período de tempo sequencial**: metamodelo avançado, pertencente ao *e³value modelling*, refere-se à análise temporal de modelos, que é quando se faz uma coleção de modelos *e³value* com variações no tempo, podendo ser utilizada na tradução de um modelo *e³value* para um modelo de processo de negócios como a notação BPMN.

Este conjunto de metamodelos dá sustentação à organização da ontologia do *e³value*. O processo de construção de uma ontologia baseada no *e³value* obedece à ordenação de classes primitivas e derivadas. Neste processo, as classes primitivas seriam o ator, atividade de valor e objeto de valor, segundo Gordijn e Akkermans (2018). A ontologia pode ter diversas classes derivadas, dependendo do propósito da rede de valor que a utiliza. Na seção a seguir são apresentadas hierarquias de classificação da ontologia.

2.4.4.1 Hierarquia de Classes

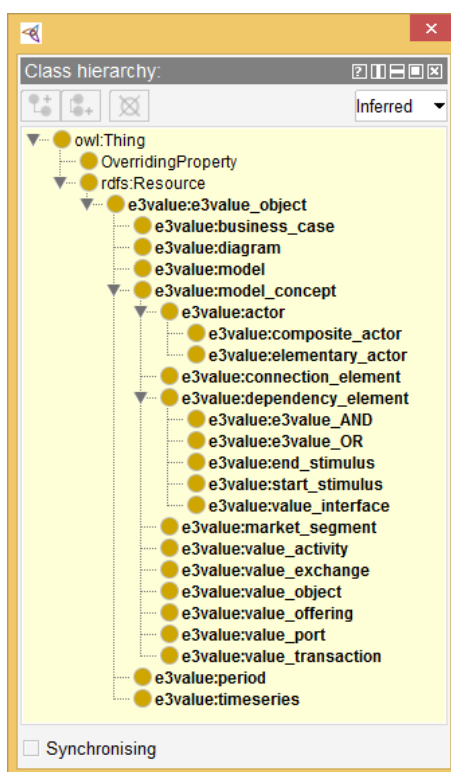
Uma Hierarquia de Classes de uma ontologia organiza seus elementos por meio de conceitos de representação do domínio, que é a classe principal, e de taxonomias, que são mecanismos de herança. O mecanismo de herança proporciona a construção de subclasses, como afirma Gomez (2004) apud Avelino e Silva (2019).

Os elementos conceituais Ator-Atividade-Objeto dão suporte à hierarquia de classes e à ontologia do *e³value*. Estes elementos também auxiliam no desenvolvimento de modelos da ontologia de uma rede de valor. Estes padrões permitem que seja visualizado o processo de uma transação comercial e os objetos de valor necessários para sua efetivação.

O formato dos arquivos da hierarquia de classes é do tipo RDF, e sua classe inicial é a *e³value object*. Esta classe compõe-se pelos objetos da ontologia do *e³value*. Estes objetos são definidos pelas seguintes subclasses:

- *Business case* necessidade de negócio do ator principal da rede;
- *Diagram* diagrama em que o modelo está formatado;
- *Model* modelo com os elementos utilizados a partir da ontologia;
- *Model concept* modelo conceitual com os elementos essenciais da ontologia do *e³value*
- *Period* período que um modelo pode ser acessado
- *Timeseries* séries temporais de um elemento ou cenário criado a partir do negócio

As figuras das hierarquias do *e³value* são importantes para se ter uma ideia das relações entre os elementos da ontologia selecionada, dando auxílio no momento da concepção de modelos de negócios com as ferramentas do *framework*. Sua estrutura pode ser acessada pela ferramenta *e³value editor* disponibilizada pelos desenvolvedores, como mencionado anteriormente. A Hierarquia de Classes da Ontologia do *e³value* pode ser visualizada na **Figura 5**.

Figura 5 – Hierarquia de Classes da Ontologia do *Framework e³value*

Fonte: Gordijn (2003)

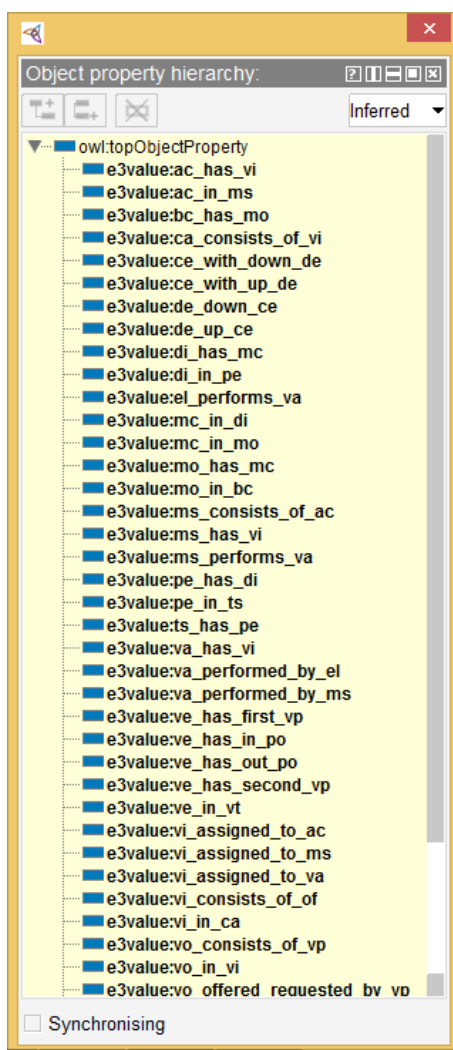
Na **Figura 5** a subclasse Modelo conceitual é derivada nas subclasses *Actor*, *Connection element*, *Dependency element*, *Market segment*, *Value activity*, *Value exchange*, *Value object*, *Value offering*, *Value port*, *Value transaction*.

2.4.4.2 Hierarquia das Propriedades de Objetos

A Hierarquia das Propriedades de Objetos organiza seus elementos por meio da representação da relação entre pares de indivíduos, de acordo com Horridge et al. (2004).

A relação entre os pares de indivíduos apresentam propriedades de objetos descritas por meio de domínios e imagens próprias, super-propriedade e propriedade inversa correspondente. A estrutura das propriedades e sub-propriedades de objetos, definidas na ontologia do *e³value*, é vista na **Figura 6** a seguir.

Figura 6 – Hierarquia das Propriedades de Objetos da Ontologia do *Framework e³value*

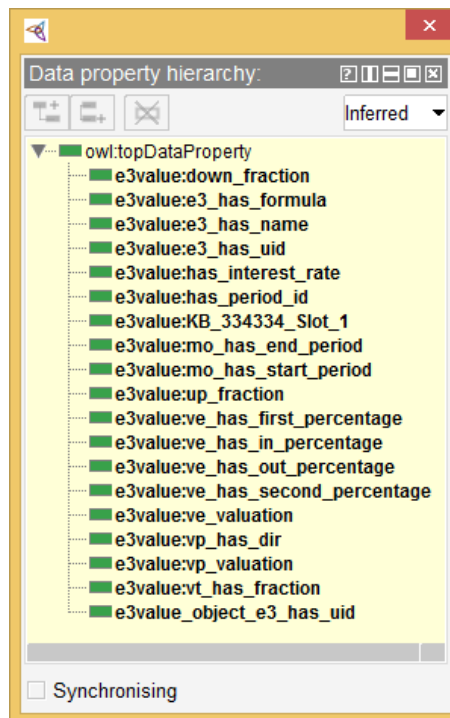


Fonte: Gordijn (2003)

2.4.4.3 Hierarquia de Propriedades de Tipos de Dados

A Hierarquia das Propriedades de Tipos de Dados organiza seus elementos por meio da representação dos atributos de classes, associação de uma característica de um indivíduo a um tipo de dado. As propriedades de objetos utilizam domínio e imagem, as propriedades dos tipos de dados utilizam uma variável para representação do domínio abordado, conforme Avelino e Silva (2019). As propriedades dos tipos de dados definem o domínio a qual pertencem, e o tipo (*string*, *boolean*, *int*, entre outros), como visto na **Figura 7**.

Figura 7 – Hierarquia das Propriedades de Tipos de Dados da Ontologia do *Framework e³value*



Fonte: Adaptação de Gordijn (2003)

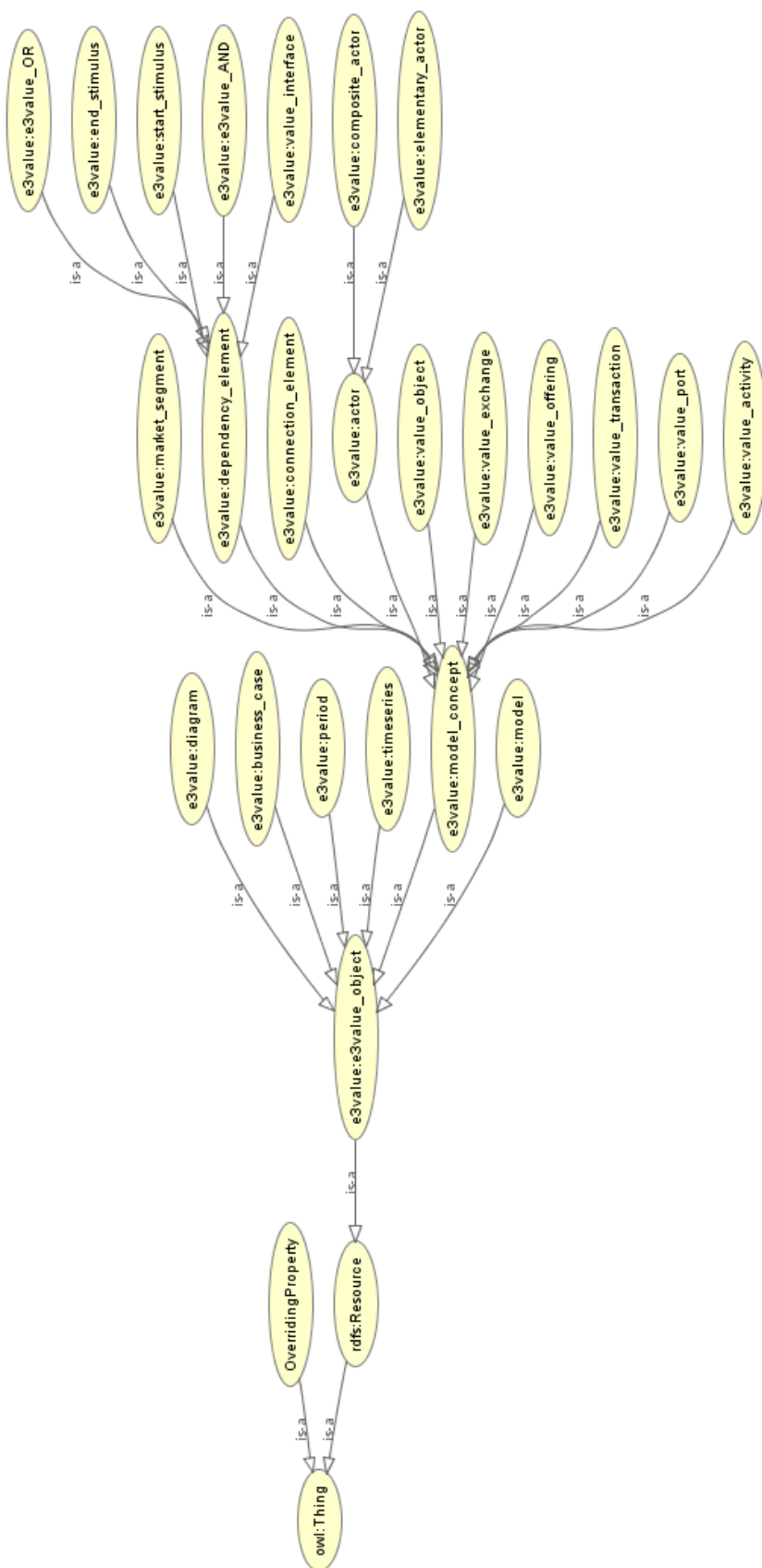
2.4.4.4 Axiomas

Os Axiomas são expressões que representam restrições e que especificam termos que caracterizam conceitos de uma ontologia, segundo Morais (2007) apud Reis et al. (2018). São exemplos destas expressões a quantificação universal (para todos), a quantificação existencial (pelo menos um/uma), subclasse derivada (uma classe herda características de outra), entre outros. Alguns axiomas são nativos da linguagem OWL, podendo ser inseridos outros específicos de acordo ontologista.

2.4.4.5 Visualização da Ontologia do *Framework e³value*

Nesta seção é apresentado o modelo da ontologia do *framework e³value*, por meio da ferramenta OWLViz. Esta ferramenta é um componente do software *Protégé* que permite a visualização a estrutura das classes do modelo da ontologia, podendo ser visto em sua totalidade ou em partes. A **Figura 8**, a seguir, apresenta a ontologia em sua totalidade.

Figura 8 – Modelo da ontologia do framework do e^3 value



Fonte: Gordijn (2003)

2.5 Tecnologia *blockchain*

A tecnologia *blockchain* é um registro de blocos criptografados realizado em transações de negócios. Este tipo de registro foi desenvolvido a partir de processos independentes para a segurança de informação e atualmente está começando a ser representado por ontologias.

2.5.1 Definição

O *blockchain* é uma tecnologia que está baseada no registro de blocos em transações em um negócio comercial ou governamental por meio de técnicas de armazenamento criptografado de informações para cada transação. As técnicas de armazenamento reduzem ambiguidades e evitam que o dado da informação seja alterado, podendo, por exemplo, ser transmitida via Internet das Coisas, do acrônimo inglês *Internet of Things* - IoT conforme Kruijff e Weigand (2017). Neste sentido, é uma tecnologia útil para aumentar a segurança e integrar informações durante o processo de transporte em uma cadeia de suprimentos.

2.5.2 Evolução

Inicialmente, existiam sistemas de computador que, em geral, eram considerados confiáveis pelos grupos que os utilizavam, pois havia proteção contra o acesso físico e danos às máquinas e proteção digital por meio de criptografia, ainda que limitada à máquina. Com essa proteção os sistemas viabilizavam a utilização por grupos, ainda que houvesse desconfiança mútua, pois nenhum deles teria controle da estrutura do sistema. Neste sistema, para resguardar a confiabilidade dos dados, os grupos poderiam utilizar um protocolo de segurança que se assemelhava com um *blockchain*, conforme Chaum (1979). Mais tarde, o protocolo do *blockchain* começou a ser desenvolvido para auxiliar na marcação da hora de criação de um documento digital, conforme Haber e Stornetta (1990). Este processo permite que um documento seja auditável, evitando fraudes e ampliando a segurança do mecanismo. Atualmente a tecnologia tem sido empregada em setores como soluções escaláveis e a indústria 4.0, conforme Zhou et al. (2020) e Bodkhe et al. (2020). Esta tecnologia vem sendo tema de pesquisas sobre segurança com sistemas de *blockchain*, segundo Li et al. (2020).

2.5.3 Ontologia de um *blockchain*

Os custos de uma implantação da tecnologia de *blockchain* podem variar, e, em alguns casos, a implantação pode ser desnecessária ou inviável. Para isso tem-se feito levantamentos e questionários para otimizar a decisão de implantá-la

como afirma Voronchenko (2017). Embora esta pesquisa não seja sobre estes custos, considera-se relevante apresentar algumas diretrizes sobre a construção de ontologias de *blockchain*, necessárias para a implantação desta tecnologia.

O *blockchain* vem sendo modelado em diversos tipos de ontologias, como Kruijff e Weigand (2017), Hector e Boris (2020) e Hardini et al. (2020). A ontologia de Weigand é um trabalho de referência para a abordagem do *blockchain* e, por ser genérico, pode ser adaptado em qualquer nova ontologia.

A ontologia do *blockchain* pode ser construída de duas formas: a Recurso-Evento-Agente, do acrônimo inglês, *Resource-Event-Agent* - REA e a Metodologia de Projeto e Engenharia para Organizações, do acrônimo inglês, *Design & Engineering Methodology for Organizations* - DEMO, de acordo com Kruijff e Weigand (2017). A metodologia DEMO é utilizada como parâmetro por Weigand. Nesta representação há a divisão da ontologia nas camadas datalógica, infológica e essencial Dietz, 2008 apud Kruijff e Weigand (2017). As camadas da ontologia são apresentadas a seguir.

- **Camada Datalógica** Nesta camada as transações são criptograficamente verificadas e armazenadas. Consiste no armazenamento, transmissão, cópia, destruição, etc., dos dados de um registro de *blockchain*. Esta camada descreve as transações de *blockchain* no nível técnico em termos de blocos e códigos. Refere-se ao formato dos dados.
- **Camada Infológica** Nesta camada as transações se referem às entradas e saídas entre contas e que são armazenadas em um livro-razão. Estas transações reproduzem, deduzem, racionalizam, computam, entre outras operações relacionadas à informação, abstraindo do aspecto do formato em que está armazenado. Refere-se a informação dos dados.
- **Camada Essencial** Nesta camada as transações são definidas como compromissos e eventos financeiros/econômicos por recursos. Estas transações evocam ou avaliam os recursos. Este é o nível de especificação preferencial para uma aplicação de *blockchain*, pois ele abstrai as opções de implementação.

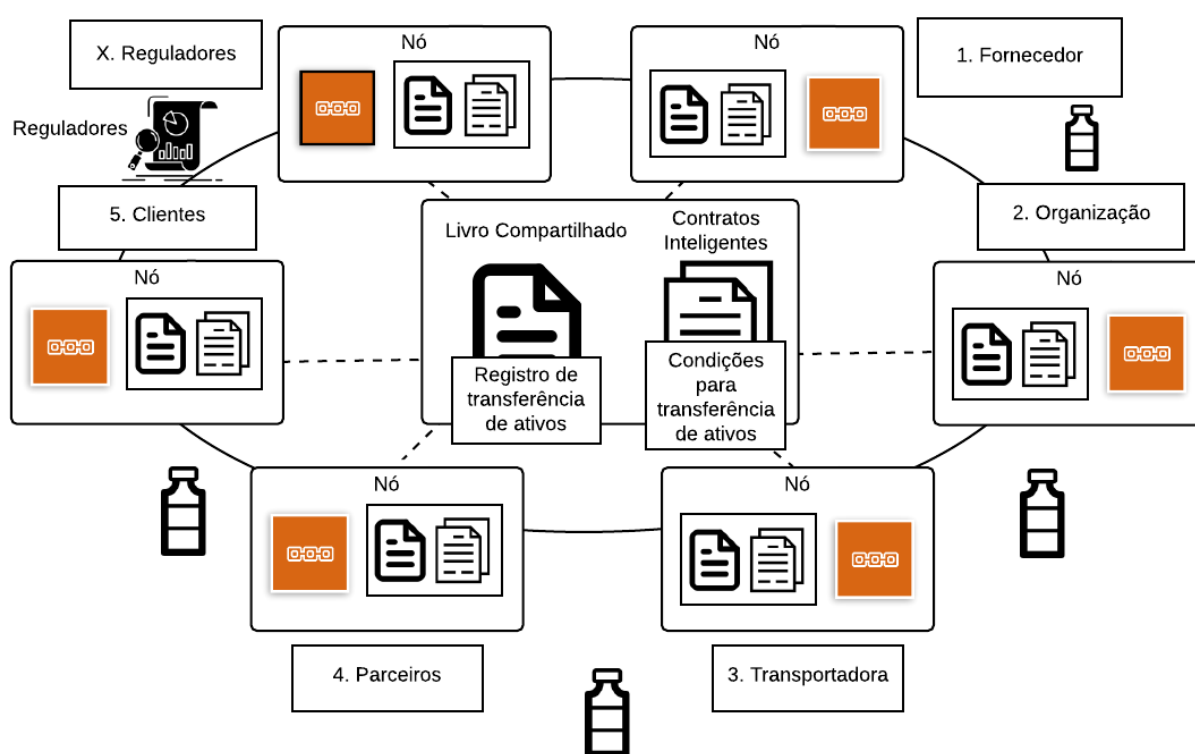
2.5.4 Esboço de Negócio com *blockchain*

Um negócio com a utilização de um *blockchain* pode ser representado por meio de um esboço de modelo. Nesta seção apresenta-se um esboço desta tecnologia, em um ciclo de dados e informações que são compartilhados pelos atores de uma rede de valor. Estes atores são representados por organizações e os compartilhamentos são realizados durante as transações comerciais. Estas transações comerciais são sinalizadas com a presença da tecnologia *blockchain*, conforme a **Figura 9**. Neste

modelo hipotético de negócio, cada transação comercial é submetida a um processo de encadeamento de novos contratos inteligentes por meio do registro no *blockchain* (GUPTA, 2020).

O compartilhamento de contratos inteligentes é um processo do *blockchain* em que cada ator pertencente ao processo é responsável pela concatenação de um contrato inteligente que indique seu papel na estrutura e o compartilhamento de objetos dentro da rede de valor. O modelo de negócio com *blockchain* apresenta a ideia da estrutura de uma rede, no qual os nós representam os atores da rede de valor do negócio, visto a seguir.

Figura 9 – Esboço de Negócio com *blockchain*



Fonte: “Adaptação de Gupta (2020)”

A **Figura 9** apresenta um esboço de negócio, contendo atores, transações comerciais do negócio e compartilhamentos de contratos inteligentes. Os atores desse esboço são os Reguladores, o Fornecedor, a Organização, a Transportadora e os Parceiros Comerciais, que é um agrupamento de Pontos de Venda e Revendedores Autônomos.

A representação do modelo de negócio tem seus atores definidamente separados indicando que tem papéis distintos. Na representação gráfica a separação é representada por uma aresta.

A concatenação do bloco com o contrato inteligente é representada no lado direito do bloco, que indica a gravação de dados. Já quando a concatenação aparece do lado esquerdo indica que é um processo de leitura de dados para investigar e confirmar informações do processo.

2.6 Discussão

Este capítulo apresentou a metodologia de *Design Science*, descrevendo como foi utilizada para a elaboração desta pesquisa. Foram apresentados os conceitos, conforme definido na literatura, de cadeias de suprimentos e redes de valor, que são o núcleo do trabalho.

Verificou-se a importância de abordar ontologias e suas metodologias de construção como recurso para a representação de redes de valor e o atendimento às necessidades das organizações que integram estas redes. Foi realizada a revisão de algumas ontologias da família do *framework e³value* e de ontologias derivadas desta.

A ontologia do *framework e³value* foi utilizada como suporte para a resolução do problema de modelagem de redes de valor, sendo detalhada a sua representação e sua fundamentação nos conceitos do *framework e³value* de Gordijn e Akkermans (2018). Esta ontologia forneceu uma base adequada para a construção de modelos estratégicos de monitoramento com *blockchain* concebidas neste projeto.

A tecnologia *blockchain* foi apresentada por meio de um esboço de modelo de negócio, representando seus possíveis atores e trocas no contexto de uma rede de valor hipotética.

3 Revisão Sistemática de Literatura

Este capítulo apresenta a *revisão sistemática de literatura*, utilizada para selecionar trabalhos relacionados com a proposta da pesquisa. Sua metodologia está fundamentada em um protocolo de coleta e filtro de trabalhos definidos em um escopo. Estes trabalhos são encontrados em bases de dados, e utilizados para atender objetivos.

Os objetivos desta revisão foram alcançados com as respostas às questões de pesquisa propostas. Os elementos e conceitos encontrados na literatura foram utilizados, em conjunto com as ferramentas do *framework e³value*, apresentadas no próximo capítulo, para a formulação dos modelos estratégicos de negócio com *e³value*.

3.1 Protocolo

A revisão sistemática, ou revisão sistemática de literatura, adota um protocolo, sendo um método de pesquisa, que visa reunir importantes trabalhos sobre um determinado tópico, pois segue uma sequência bem definida de passos previamente especificados (BIOLCHINI et al., 2007).

Este trabalho de revisão foi executado com a finalidade de identificar aspectos relevantes sobre a utilização da tecnologia do *blockchain* em redes de valor e o custo benefício da adoção dessa tecnologia. Inicialmente, foi definido o protocolo da RSL, que contém os objetivos e escopo, questões de pesquisa, critérios de seleção de estudos e definição de *strings* de busca, conforme apresentados a seguir.

É importante observar que a revisão sistemática de literatura descrita a seguir foi feita no início do segundo semestre de 2020, cumprindo o cronograma inicial.

3.2 Objetivos e escopo

A revisão sistemática deste trabalho tem como principal objetivo conhecer o estado da arte sobre a viabilidade da adoção da tecnologia *blockchain* em redes de valor, com base em exemplos de modelos de negócios observados na literatura.

Para alcançar o objetivo principal, parte-se dos seguintes objetivos:

- **Objetivo 1:** Identificar sistemas que utilizem cálculo de rentabilidade em modelos de negócio.

- **Objetivo 2:** Identificar elementos (atores e transações) em modelos para inclusão da tecnologia *blockchain*.

Especificidades do Escopo:

- **Intervenção:** projetos com adoção do *blockchain* aos quais estejam associados modelos de negócio em rede;
- **População:** trabalhos que abordem redes de valor do ramo alimentício que adotem a tecnologia de *blockchain*;
- **Resultados:** tipo de tratamento utilizado para analisar a viabilidade da tecnologia *blockchain* em redes de valor por meio de cálculos de rentabilidade.

3.3 Questões de pesquisa

O propósito desta revisão sistemática é conhecer modelos de negócio em rede para a análise da viabilidade do *blockchain* com vistas à implantação em empresas. Assim, a questão de pesquisa pode ser dividida conforme o que está representado a seguir:

- **Questão Primária (QP):** Qual o estado da arte sobre a viabilidade da adoção da tecnologia *blockchain* em redes de valor, com base em exemplos de modelos de negócios observados na literatura?
- **Questão Secundária (QS1):** Quais sistemas utilizam cálculo de rentabilidade?
- **Questão Secundária (QS2):** Quais elementos (atores e transações) existem em modelos para inclusão da tecnologia *blockchain*?

3.4 Estratégia de busca

A busca foi efetuada selecionando as fontes de dados, e definindo as palavras-chave e a estratégia de pesquisa conforme as delimitações conceituais do escopo e os objetivos delineados.

3.4.1 Critérios de Seleção das Fontes

Os critérios de seleção das fontes se fazem a partir das bases de dados indexadas mais conhecidas da área da Ciência de Computação, Sistemas de Informação e Administração.

3.4.2 Bases de Dados

A partir dos critérios definidos para a seleção de fontes, as bases de dados digitais selecionadas foram:

- ACM¹;
- IEEE Xplore Digital Library²;
- Science Direct³;
- Scopus⁴.

Palavras-chave

As palavras-chave e seus sinônimos utilizadas estão descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Palavras-chave e seus sinônimos, em inglês

Termo	Sinônimos
Blockchain	Micropayment, Cryptocurrency
Food	Foodstuff, Drink
Monitoring	Control, Check
Profitability	Profitableness, Economy
Value Networks	Supply chain, Networks and organizations, Strategic networks, Smart business networks, Value webs

Fonte: “Autoria Própria (2020)”

3.4.3 Estratégia de Pesquisa

A estratégia de pesquisa para cada biblioteca consistiu em identificar a opção de busca avançada e submeter uma *string* criada especificamente para cada base, podendo ser:

- IEEE Digital Library: Na base IEEE Xplore utilizou-se a opção de busca "*Advanced Search*", em seguida, após selecionar a aba "*Command Search*", submete-se a string de busca, considerando os anos de 2000 a 2020.
- Science Direct: utilizou-se a opção de busca "*Advanced Search*", em seguida, após submeter a *string* de busca, selecionou-se os anos de 2000 a 2020.

¹ Disponível em: <https://dl.acm.org/>

² Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

³ Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>

⁴ Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri>

- Scopus: utilizou-se a opção de busca "*Advanced Search*", em seguida, após submeter a *string* de busca, selecionando-se os anos de 2000 a 2020.
- ACM: utilizou-se o a opção de busca "*Advanced Search*", em seguida, após submeter a *string* de busca, escolhendo-se os anos escolhidos de 2000 a 2020.

O intervalo de tempo se restringiu até o ano 2020, mas nos anos seguintes foram coletados novos trabalhos de forma não sistemática para atender questões do desenvolvimento da proposta do trabalho.

3.4.4 *String* de busca

Com base nas palavras-chave e nos sinônimos definidos anteriormente, a *string* de busca foi definida, para cada base de dados. O motor de busca da base IEEE não interpreta as aspas como indicativo de expressão literal. No caso da base de dados *Science Direct*, o motor de busca tem o campo da *string* menor que os demais, então a *string* precisou ser reduzida para adaptação a este mecanismo. As *strings* de busca são apresentadas na **Tabela 2** a seguir:

Tabela 2 – *String* de busca, por biblioteca digital

Biblioteca Digital	String de Busca
ACM	("Profitableness"OR "Economy"OR "Profitability") AND ("Foodstuff"OR "Drink"OR "Food") AND ("Control"OR "Check"OR "Monitoring") AND ("Micropayment"OR "Cryptocurrency"OR "Blockchain") AND ("Supply chain"OR "Networks and organizations"OR "Strategic networks"OR "Smart business networks"OR "Value webs"OR "Value Networks")
IEEE	((("Profitableness" OR "Economy" OR "Profitability") AND ("Foodstuff" OR "Drink" OR "Food") AND ("Control" OR "Check" OR "Monitoring") AND ("Micropayment" OR "Cryptocurrency" OR "Blockchain") AND ("Supply chain" OR "Networks and organizations" OR "Strategic networks" OR "Smart business networks" OR "Value webs" OR "Value Networks")))
Science Direct	("Profitability") AND ("Drink"OR "Food") AND ("Monitoring") AND ("Micropayment"OR "Blockchain") AND ("Supply chain"OR "Value webs"OR "Value Networks")
Scopus	("Profitableness"OR "Economy"OR "Profitability") AND ("Foodstuff"OR "Drink"OR "Food") AND ("Control"OR "Check"OR "Monitoring") AND ("Micropayment"OR "Cryptocurrency"OR "Blockchain") AND ("Supply chain"OR "Networks and organizations"OR "Strategic networks"OR "Smart business networks"OR "Value webs"OR "Value Networks")

Fonte: "Autoria Própria (2020)"

3.5 Estratégia de seleção dos estudos

A seleção dos trabalhos/estudos se baseou em critérios de inclusão e critérios de exclusão. Os critérios de inclusão tiveram como objetivo selecionar trabalhos diretamente relacionados com as questões de pesquisa, ao tempo em que os critérios de exclusão tiveram como objetivo excluir trabalhos não relacionados com o tema pesquisado, bem como trabalhos duplicados. Enquanto isso, os critérios de qualidade objetivaram selecionar os melhores trabalhos para esta revisão. A seguir podem ser observados os três conjuntos de critérios:

Os critérios de inclusão são:

- Estudos que abordam rentabilidade de negócios;
- Estudos que abordam alimentos;
- Estudos que abordam monitoramento;
- Estudos que abordam *blockchain*;
- Estudos que abordam redes de valor.

Os critérios de exclusão são:

- Estudos que não correspondam aos critérios de inclusão;
- Estudos incompletos ou duplicados;
- Estudos que são versões resumidas de obras completas já encontradas.

Os critérios de qualidade são:

- Artigos publicados em jornais, revistas ou conferências com Qualis acima de B5;
- Artigos completos com mais de 4 páginas;
- Trabalhos científicos publicados no período de 2000 a 2020.

3.6 Procedimento para seleção dos estudos

O processo de filtragem foi organizado em quatro fases distintas, descritas a seguir.

- **Fase 1:** Processo de coleta de trabalhos. Nesta fase, a *string* de busca foi informada nos motores de busca listados na base de dados e coleta. Quando o processo de buscas foi finalizado, os artigos incompletos ou duplicados foram descartados seguindo os critérios de exclusão.
- **Fase 2:** A leitura dos títulos foi realizada, seguidamente de uma leitura dos resumos e palavras-chave dos trabalhos. Aqueles que responderam às questões de pesquisa, foram submetidos aos critérios de inclusão e exclusão.

- **Fase 3:** A cada estudo relevante da segunda fase, revisou-se o artigo completo e cuidadosamente, determinando se este tratava-se de um estudo elegível de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.
- **Fase 4:** Os estudos selecionados foram avaliados de acordo com a adequação aos objetivos da pesquisa, podendo ainda ser incluídos ou excluídos.

3.7 Extração, sumarização e condução da RSL

A extração e a sumarização tiveram como objetivo coletar os dados de estudos primários selecionados. Para avaliar a extração, elaborou-se um formulário para extrair e sintetizar os dados relevantes dos estudos, a fim de responder as questões de pesquisa definidas no protocolo desta revisão sistemática.

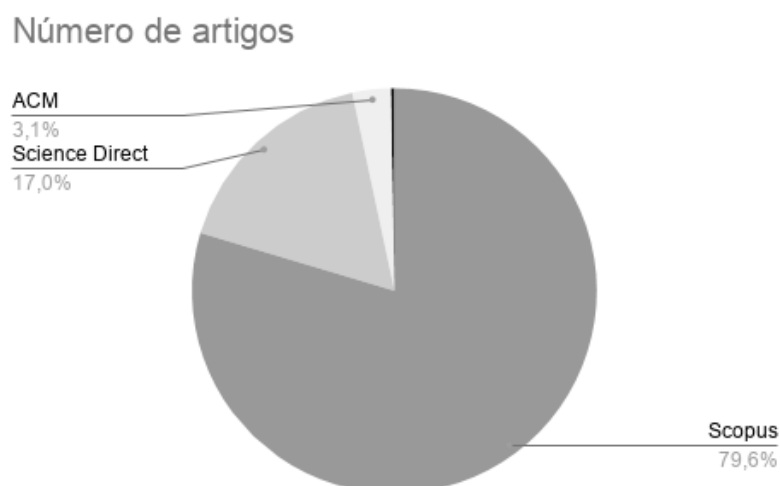
A extração de dados dos artigos selecionados foi feita a partir da leitura completa, recolhendo dados sobre os modelos apresentados nos artigos e sobre a viabilidade de adoção do *blockchain*.

A condução da revisão sistemática de literatura gerou como resultado a obtenção de 716 artigos na fase 1 do procedimento de seleção de estudos. Os resultados das outras fases são apresentados nas seções a seguir.

3.8 Resultados da Revisão

Nesta seção, apresentam-se os resultados da revisão sistemática feita neste trabalho.

Na pesquisa realizada com a *string* de busca nas bases selecionadas, obteve-se um total de 716 artigos. Desse total, foram obtidos 570 trabalhos na *Scopus*, na *Science Direct*, 122, na ACM 22 e na IEEE, dois. Na **Figura 10**, ilustra-se a distribuição dos artigos selecionados por base.

Figura 10 – Distribuição dos artigos, por base

Fonte: “Autoria Própria (2020)”

O gráfico da **Figura 10** apresenta a fase 1, com o percentual de artigos de cada base escolhida. Em seguida, iniciou-se o processo da fase 2, em que foram realizadas as leituras dos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos, incluindo-se aqueles que respondiam às questões de pesquisa e atendiam aos critérios de inclusão. Os artigos que passaram da fase 2 foram lidos integralmente, como processo necessário para a fase 3. O andamento das quatro fases encontra-se descrito na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Resultados obtidos nas bases de pesquisa

Fonte	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
ACM	22	10	0	0
IEEE	2	2	1	1
Science Direct	122	20	1	1
Scopus	570	239	7	6
Total	716	217	9	8

Após a fase 3, o resultado geral obtido foi a seleção de 9 artigos. Um artigo foi excluído durante a realização da fase 4. Finalmente, 8 artigos foram incluídos nesta revisão e 708 foram excluídos. Nenhum artigo da base ACM foi aceito, um foi aceito da base IEEE, um da base *Science Direct* e seis foram da base *Scopus*.

3.9 Discussão sobre os resultados da revisão sistemática de literatura

Aqui apresenta-se a classificação dos resultados obtidos a partir dos aspectos mais relevantes dos artigos selecionados durante a extração e responde-se às questões da pesquisa. Com a revisão sistemática, pode-se encontrar a base para a análise da viabilidade da implantação de tecnologia *blockchain* no monitoramento de redes de valor das cadeias agro-alimentares.

A viabilidade da tecnologia de *blockchain* está condicionada à existência de projetos, nas empresas, que já trabalhem com a metodologia de planejamento *Enterprise resource planning* (ERP), na era da Indústria 4.0, tipo de indústria que utiliza sensores e outros dispositivos conectados à *Internet* para um controle remoto e em tempo dos equipamentos de uma empresa (KAYIKCI et al., 2020). O sistema ERP, portanto, seria pré-requisito para a implantação de um *blockchain*. Kayikci et al. (2020) aponta vantagens em relação à adoção do *blockchain* na indústria alimentícia, visto que trará redução dos custos trabalhistas e operacionais. Caso uma empresa ainda não utilize o sistema ERP, é necessário que adquira recursos para tal implantação, devido aos elevados custos deste sistema para organizações sem o capital necessário, como pequenas empresas.

O *framework* de Stranieri et al. (2020) é um exemplo de aplicação de tecnologia de *blockchain* em casos em que há disponibilidade de recursos, como em empresas líderes no ramo de varejo. Bechtsis et al. (2019) apresentam um *framework* de *blockchain*, o *Hyperledger Fabric*, utilizado para dar suporte à gestão do armazenamento de comida em contêineres e cujos trabalhos futuros seriam dedicados à análise de viabilidade por meio do cálculo de custos dos equipamentos e de rentabilidade comercial. Musah, Medeni e Soylu (2019) indicam que a associação de produtores de cacau de Gana conseguiu uma otimização na rastreabilidade e na transparência nas cadeias de abastecimento do grão do cacau e inibição de atividades antiéticas, com a adoção de *blockchain*. Apesar dessas experiências de sucesso, Borrero (2019) afirma que a viabilidade da adoção do *blockchain* depende do tamanho da cadeia de produção, no caso de cooperativas de frutas frescas e vegetais como *AgriLedger*, *FarmShare*, *OliviaCoin* ou *Grass Roots Farmers*.

A adoção da tecnologia *blockchain* também pode ser vantajosa para organizações governamentais, dando suporte em cenários referentes a diversas políticas públicas. Para Kamble, Gunasekaran e Sharma (2020) a tecnologia *blockchain* pode ser utilizada em modelos que envolvem indicadores voltados para políticas públicas da Índia, sendo neste caso, o Estado o investidor. Estes modelos serviriam para auxiliar as organizações no monitoramento de cadeias de alimento. Tse et al. (2017)

e Kumar e Kumar (2020) propõem um modelo para monitorar a cadeia de alimentos e que poderia ser adotado pelos governos, respectivamente da China e da Índia, de acordo com cada um dos estudos. Esta estratégia permitiria a análise de viabilidade da adoção do *blockchain* para apoio às políticas públicas do Estado.

Os autores dos artigos selecionados apresentaram a questão de custos de implantação, mas o que se referiu especificamente à rentabilidade foi o *framework* de Stranieri et al. (2020), desenvolvido para grandes empresas de varejo. Esta rentabilidade é observada no campo da eficiência do *framework* conceitual, em que a adoção do *blockchain* traz um resultado positivo durante a análise da produção, custos de distribuição, transação, lucro e medição do retorno de investimentos com o consumidor.

No que se refere aos elementos que existem nos modelos dos trabalhos selecionados, foram registrados os seguintes:

- **Atores:** mão de obra qualificada, consórcio confiável e acessível e suporte a agentes financeiros (KAYIKCI et al., 2020); produtores ou processadores, varejistas e consumidores finais (STRANIERI et al., 2020); representados por camadas de reguladores, produtores, transportadores e distribuidores, de monitoramento, supermercados e consumidores (BORRERO, 2019); produtores, companhias baseadas em agricultura, atacado, distribuidores, varejo, instituições financeiras, assessoria, bancos, agências governamentais, de seguro e de certificação, e agrimensores (KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2020); fornecedores, processadores e manufaturas, vendedores, clientes, administração e reguladores (TSE et al., 2017); fazendas, processamento, distribuição e varejo (BECHTSIS et al., 2019); fazendeiros, processadores, distribuidores e varejistas (KUMAR; KUMAR, 2020);
- **Transação:** aplicativo de portal com transparência, aplicativo do consumidor com acesso por meio de *QrCode* (STRANIERI et al., 2020); gerar contratos inteligentes no escoamento dos produtores e cooperativas e monitoramento dos transportes (BORRERO, 2019); abastecimento e compras, conversão e gerenciamento de logística (KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2020); transação e autenticação, busca por registro, busca e monitoramento e alocação (TSE et al., 2017); suporte de IoT para fazendas, manufatura de produtos, e carregamento e descarregamento da embarcação do pátio de armazenamento de pré-anúncio (KUMAR; KUMAR, 2020); registro, verificação e certificação, distribuição e venda de itens (BECHTSIS et al., 2019).

Os estudos selecionados nesta revisão indicam vantagens e desafios para a

adoção da tecnologia de *blockchain*. Kayikci et al. (2020), por exemplo, discutem que houve redução de perdas, melhoria na segurança alimentar, otimização da confiança das partes interessadas, otimização da transparência da cadeia de suprimentos, por meio de processos padronizados e em condições operacionais a frio. Trabalhos como o de Kayikci et al. (2020) e os demais citados nesta discussão indicam a necessidade de estruturação para a implementação de um sistema de *blockchain*. Também discute-se o custo-benefício e a viabilidade desta tecnologia, sugerindo *frameworks* e ferramentas relacionadas ao tema da pesquisa.

4 Modelagem de Redes de Valor com Serviços de *Blockchain*

Este capítulo apresenta as ferramentas do *framework e³value* que foram utilizadas na construção de modelos criados para visualizar os possíveis efeitos da tecnologia de *blockchain* em um monitoramento de uma rede de valor do setor de comércio de bebidas orgânicas. Este monitoramento é uma tecnologia que pode ser adotada pela empresa escolhida como estudo de caso desta pesquisa.

O capítulo também explica a realização do estudo de caso por meio de uma Pesquisa-Ação Técnica (PAT), conforme mencionado por Wieringa (2014). A empresa colaborou com o processo, permitindo analisar a viabilidade qualitativa do projeto. Com a análise da viabilidade qualitativa do projeto, pode-se seguir para a conclusão no próximo capítulo.

4.1 Introdução

Conforme discutido no capítulo 2, a ontologia *e³value* surge como uma resposta às demandas da modelagem de negócios, sendo aprimorada e diversificada com ferramentas para representar as redes de valor que estes negócios integram. Considerando a definição de ontologia, já apresentada, um modelo de negócio é representado, ontologicamente, por atores, atividades, objetos de valor econômico, uma necessidade de negócio de um segmento de mercado consumidor, e um arranjo de transações econômicas envolvendo a permuta desses objetos.

O *framework e³value* foi utilizado em uma modelagem de estratégia de negócio para monitoramento com *blockchain* em redes de valor. Este monitoramento foi projetado para a implantação em empresas de manufatura ou semimanufatura e do comércio de produtos orgânicos, podendo ser otimizado com a tecnologia proposta para minimizar problemas do negócio. O principal objetivo da implantação de *blockchain* em redes de valor é o monitoramento do transporte de insumos e as garantias de transparência e da integridade dos lotes de empresas de manufatura na cadeia de suprimentos de produtos orgânicos.

A metodologia e as ferramentas escolhidas são relativamente intuitivas, facilitando sua utilização, e contêm recursos funcionais necessários para a modelagem da rede de valor, que permitem a realização de processos robustos.

4.2 Método de construção de um modelo em *e³value*

Nesta seção é discutido o processo de construção de modelos de negócio com a ontologia do *framework e³value*. Este processo foi feito por meio de ferramentas de modelagem deste *framework*. Os modelos criados também podem ser visualizados pelo *Protégé* exportando o modelo para o formato de arquivo RDF, mas sem uma estrutura padronizado, como também não há um *plugin* para o caminho inverso. As ferramentas para modelar do *framework* são apresentadas a seguir.

4.2.1 Ferramentas do *framework e³value*

As ferramentas disponíveis do *framework e³value* são *e³value editor*, *e³value tools* e *e³value times series*. Selecionou-se a ferramenta que tivesse as funções necessárias para apresentar todas as características básicas do modelo de negócio. Além das características básicas necessárias, deve-se ter uma visualização legível e com compatibilidade com a maior parte de outros programas que processem este tipo de informação. A ferramenta que mais atendeu a esses requisitos foi a *e³value editor*. As outras ferramentas tem abordagens diferentes ou com outros propósitos, apresentados a seguir:

- ***e³value tools***: apresenta funções, além das básicas do *e³value*, voltadas para criar modelo *e³ fraud*. Além de criar, verifica o modelo criado, gera planilhas e gráficos.
- ***e³value times series***: apresenta função de gerenciamento de modelos criados pelo *e³value editor*. Pode-se verificar a consistência e o desconto de fluxo de valor dos modelos selecionados;
- ***e³value editor***: é a ferramenta oficial da equipe de desenvolvimento do *framework* para criação de modelos de negócio. Sua interface utiliza elementos com mais renderização e o formato de arquivos é o XSVG. Este formato pode ser visualizado em aplicativos compatíveis com gráficos SVG, como navegadores web. Além disto, a ferramenta apresenta uma miniatura que otimiza a navegação em grandes modelos. Estes modelos criados podem ser verificados, identificando a consistência das transações e de todo o modelo, este último durante a exportação para uma planilha em XLS.

4.2.2 Método de construção

Considerando-se os elementos e as funções disponibilizados pelo *e³value editor*, selecionaram-se aqueles mais adequados para a modelagem do negócio. Os elementos

da ontologia do *e³value*, necessários para a modelagem do negócio, foram: ator - configurado como elementar ou composto, segmento de mercado, atividade de valor, estímulos inicial e final, interface de valor, portas de valor, conectores lógicos *AND* e *OR*, elemento de transferência, caminhos de valor e tipos de objetos de valor.

A função de geração de modelos foi utilizada por meio da seleção dos ícones correspondentes aos elementos necessários para a modelagem do negócio. Os elementos destes modelos foram conectados para representar as relações entre eles. A função de verificação das transações comerciais também foi aplicada. Finalmente, a função de conversão dos modelos em planilhas foi utilizada com o intuito de verificação de sua consistência em nível elementar.

Sendo assim, as planilhas de rentabilidade indicam um potencial ganho que os atores poderiam ter, caso os cenários dos modelos de rede de valor realmente se concretizem. Elas são usadas geralmente para motivar os atores a entrar em uma rede de negócios.

O processo, detalhado em passos, para a criação dos modelos de negócio com o *e³value editor* está disponível no tutorial de modelagem em *e³value* (**apêndice A**). Também pode-se fazer a organização dos modelos por meio da ferramenta mencionada anteriormente, a *e³value times series*, e refazer o teste de verificação com maior precisão.

Com o auxílio do *e³value editor* é viável a modelagem de negócio, permitindo que sejam criados diferentes cenários apresentando diversas condições de operação. Os modelos criados são apresentados a seguir, e serão descritos detalhadamente nas próximas seções:

- Modelo Regional: Inserção de um provedor de *blockchain*, através de um suporte de Tecnologia da Informação.
- Modelo Nacional: Modelo de negócio como a tecnologia *blockchain* em nível nacional, com adição de reguladores e transportadoras nacionais.
- Modelo Internacional: Modelo de negócio como a tecnologia *blockchain* em nível internacional, com adição de reguladores e transportadoras internacionais.

Embora o foco deste trabalho esteja na análise qualitativa da viabilidade dos modelos propostos, tanto a ferramenta *e³value editor* como a *e³value tools* podem auxiliar na análise quantitativa por meio da geração de planilhas necessárias. A ferramenta *e³value editor* possibilita este cálculo de rentabilidade por meio de um processo de análise quantitativa e econômica de um modelo, conforme descrito no tutorial de rentabilidade (**apêndice D**).

4.3 Pesquisa-Ação Técnica e Avaliação

A construção e avaliação dos modelos de negócio para a empresa Meltech foram feitas por meio de uma Pesquisa-Ação Técnica (WIERINGA, 2014). Os modelos propostos foram planejados a partir de consultas e reuniões com as partes interessadas, coletando informações detalhadas sobre o negócio a ser criado, e foram verificados, em sua consistência, por meio de uma das ferramentas do *framework e³value*, o *e³value editor*.

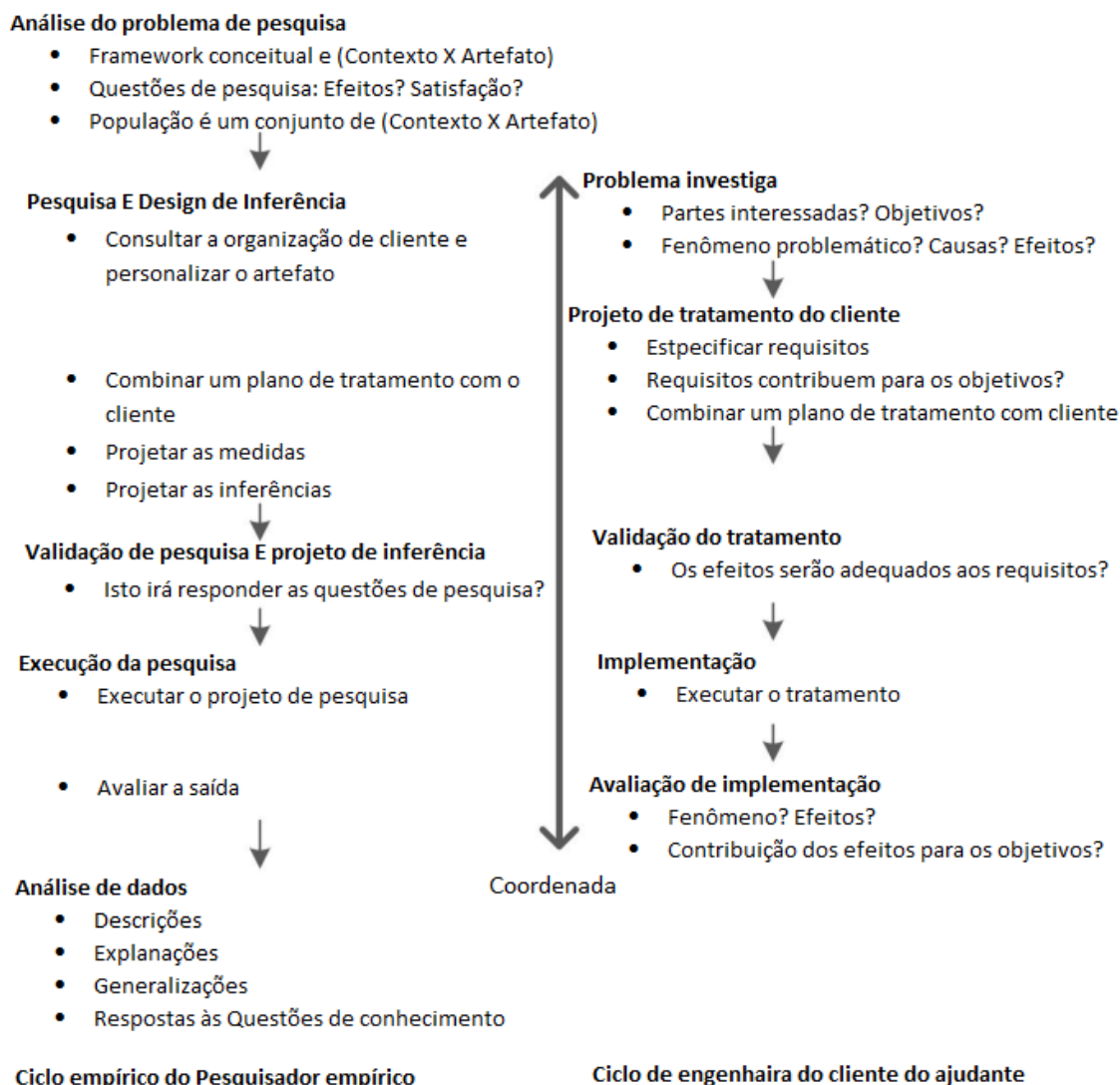
Com base na discussão apresentada nas seções anteriores deste capítulo, a ferramenta *e³value editor* permitiu a criação de modelos de rede de valor para propor uma estratégia de negócio para uma empresa que avalia adotar a tecnologia *blockchain* para monitorar a cadeia de suprimentos em que opera. Utilizando informações obtidas na literatura e em contatos com a empresa, três modelos foram propostos e verificados, cada um contemplando um cenário de interesse. Com o objetivo de avaliar a adequação dos modelos criados às necessidades da empresa participante do estudo de caso, realizou-se uma avaliação por meio da análise dos resultados de um seminário e de um questionário enviados à empresa. O detalhamento das etapas e ações da Pesquisa-Ação Técnica é apresentado na seção a seguir. As demais seções do capítulo expõem os modelos e processos de verificação e avaliação.

4.3.1 Pesquisa-Ação Técnica

A Pesquisa-Ação Técnica é mencionada por Wieringa (2014) como uma alternativa metodológica para a realização de pesquisas baseadas em *Design Science*. Este método consiste na experimentação da utilização de um artefato para a solução de um problema real. Sistematizando os processos da Pesquisa-Ação Técnica, Wieringa propõe um protocolo de execução para desenvolvimento deste método, que foi adotado neste estudo.

Nesta pesquisa foram utilizados, como referência, requisitos para modelos, coletados na literatura de redes de valor por meio da revisão sistemática. Além dessas referências, foram utilizadas as informações coletadas junto à empresa por meio de reuniões e questionários.

A realização da Pesquisa-Ação Técnica seguiu o protocolo proposto por Wieringa (2014), em que são indicadas as etapas de pesquisa e de experimentação para os ciclos de pesquisa empírica e de engenharia do cliente, conforme visto na Figura 11 a seguir.

Figura 11 – Protocolo da Pesquisa-Ação Técnica

Fonte: (WIERINGA, 2014)

Na **Figura 11** percebe-se a articulação integrada dos papéis do pesquisador como alguém que será responsável, simultaneamente, por tarefas de investigação e de desenvolvimento de tecnologia para a solução de um problema de um cliente. No estudo de caso proposto, o problema do cliente, que é a Meltech, é a necessidade de um monitoramento da cadeia de transporte de bebidas orgânicas, que seria feito propondo-se a adoção da tecnologia *blockchain*.

Uma solução para a empresa seria ter a própria transportadora, porém a empresa não é especializada no setor de transportes, e precisaria investir um capital elevado. Além disso a empresa não poderia administrar a transportadora, já que é um setor que transcende o ramo do negócio, sendo de biotecnologia, ou seja, desenvolvimento apenas de probióticos e a melhora da qualidade e do sabor do produto. Desta forma, o serviço de transporte sempre vai ser algo feito com uma

empresa terceirizada. Este ator pode investir na tecnologia de *blockchain* por meio de recursos próprios ou com financiamento sendo privado, coletivo ou parceria. Os serviços de transporte a serem monitorados por um novo prestador de serviço - o de *blockchain*, são:

- Insumos dos fornecedores de matéria-prima para a empresa;
- Amostras de lotes manufaturados aos órgãos reguladores;
- Escoar o produto final para os parceiros;

Cumprindo as tarefas indicadas no protocolo, foram utilizadas estratégias para coleta de informações e avaliação dos modelos criados. Realizaram-se reuniões com representantes da empresa e foi enviado um Questionário de Levantamento de Requisitos (**apêndice B**) para definir os elementos fundamentais da rede de valor da organização. Este questionário específico foi desenvolvido pra identificar e analisar atores e funções da rede de valores desta empresa.

Os elementos que foram identificados durante o levantamento de requisitos realizado junto às partes interessadas do negócio fundamentaram a criação dos modelos. Para este estudo de caso, utilizou-se a configuração de três cenários para a construção de cada modelo do negócio. Em cada cenário um modelo foi criado a partir da especificação das organizações, elementos e objetos presentes no modelo de negócio em análise.

Na última etapa da Pesquisa-Ação Técnica foi preparado um seminário e enviado para a análise da parte interessada, juntamente com um Questionário para Validação de Modelos (**apêndice C**) a respeito dos modelos apresentados no seminário. Com base nas respostas deste questionário realizou-se uma análise da viabilidade qualitativa da adoção e das restrições da tecnologia *blockchain* para a empresa do estudo de caso. Esta discussão é apresentada na seção 4.3.4 deste capítulo.

4.3.2 Apresentação dos Modelos de Negócio

Nesta seção descreve-se a utilização dos elementos da ferramenta do *framework e³value* na modelagem do negócio. Inicialmente, apresenta-se um modelo criado em *e³value*, que representa, atualmente, a rede de valor de manufatura de bebidas orgânicas para o negócio da Meltech. Este modelo apresenta componentes relacionados à cadeia de suprimentos para o transporte do produto, e identifica os serviços que o estudo de caso está utilizando, com exemplos reais para cada ator incluído.

Antes de apresentar o modelo atual, serão elencados os elementos que compõem a rede de valor referente ao estudo de caso, conforme indicado a seguir:

- **Organização ou empresa produtora:** recebe insumos e matéria-prima orgânica, produz os produtos orgânicos, submete amostras para os órgãos reguladores e, com as devidas certificações, vende os lotes para seus parceiros comerciais. Em todas estas transações há a utilização de transportadoras. Neste estudo de caso, este ator representa a empresa de manufatura de produtos orgânicos, a Meltech. Os produtos manufaturados pela empresa são: kombucha, hidromel, baixa caloria, tônico e mel de caju.
- **Fornecedores do agronegócio:** são um segmento de mercado dividido entre agricultores, organizações de adubo e fertilizantes. Os agricultores cultivam produtos orgânicos e representam o principal segmento de mercado da cadeia alimentícia. Recebem adubos e/ou fertilizantes, cultivam a matéria-prima orgânica, apresenta amostras aos órgãos reguladores de produtos orgânicos e vendem para seus parceiros comerciais por meio de transportadoras. As Organizações de Adubos e Fertilizantes tem papel de fornecer adubos e fertilizantes aos agricultores, submetendo também seus produtos aos órgãos reguladores e utilizando transportadoras. Este ator é apresentado por produtores orgânicos, como de grãos, ervas, frutas e mel, e também de insumos para a distribuição dos lotes manufaturados. Exemplos dos produtores orgânicos são a Amarg, San Valle, Potiguar, Barão de Cotengipe, União, Apiário Girassol, Catafesta, Natural One e Vinícola Aurora. Seus registros legais são controlados por órgãos públicos como a ANVISA e recebe certificados de produção orgânica dos devidos certificadores orgânicos. Já os outros insumos são o de embalagens Zeta Embalagens, Inovapet, Distribuidora de máquinas e embalagens. De divulgação e marketing, Grafix, Xismac e Gráfica Rio Grande. Existem ainda os insumos de adubos e fertilizantes para os fornecedores. Porém os fornecedores não apresentam transparência sobre a procedência dos adubos e fertilizantes. O transporte das amostras para os reguladores ou envio de lotes para os clientes é feito por transportadoras de curta distância.
- **Órgãos Reguladores:** são classificados como de natureza pública ou privada e de nível nacional ou internacional. Prestam serviços de auditoria e, após recebimento das amostras fornecidas pelas organizações para a análise, emitem alvarás e certificados de produtos dentro dos padrões. Este ator representa órgãos públicos de controle de qualidade e segurança da produção de alimentos e certificadores do tipo de processo. Os órgãos públicos do estudo de caso são a ANVISA e as agências certificadoras, de produtos orgânicos, como a Idema Ambiental, para questões de impacto ambiental e a MAPA e Orgânico Participativa, para a qualidade de produtos orgânicos.
- **Parceiros Comerciais:** são pontos de venda, como supermercados, lojas

de suplemento e revendedores autônomos. Eles recebem os produtos finais e armazenam ou revendem para clientes potenciais. Este ator, no estudo de caso, pode representar atacadistas, como um distribuidor ou um representante comercial, ou representar varejistas, como as lojas esportivas, supermercados, academias de ginástica e musculação e alguns revendedores autônomos. O processo de venda de um parceiro comercial consiste no recebimento dos lotes requisitados, seu devido armazenamento e então alocação para vendas.

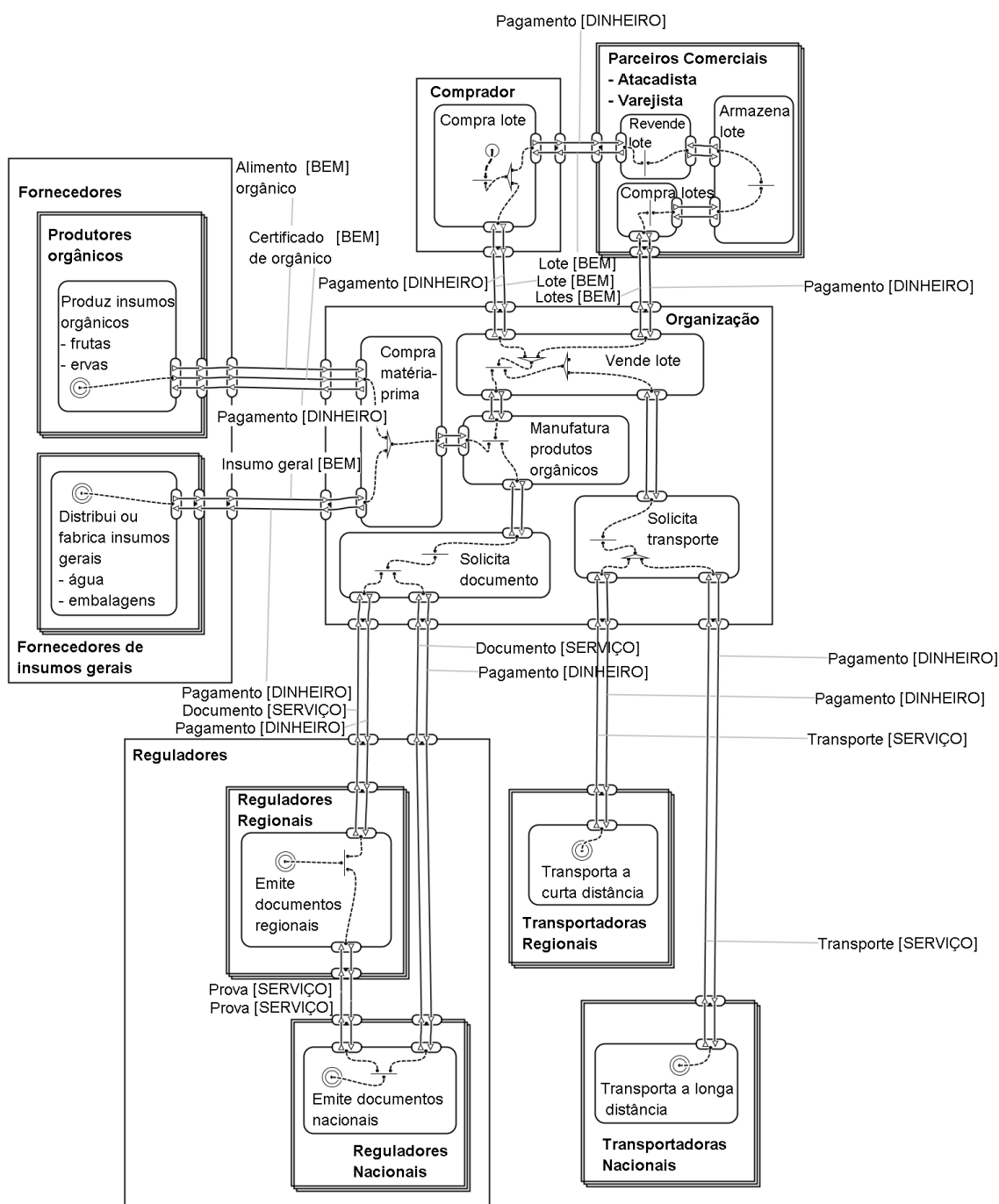
- **Transporte:** são entidades que transportam matéria-prima, lotes ou amostras de lotes e fazem pequenas entregas, de produtos manufaturados. Trabalham com modalidades de curta e longa distância. No estudo de caso há três tipos principais de transportes utilizados que interagem diretamente com a empresa: aquele entre prestadores de serviço e a empresa, aquele entre a empresa e os fornecedores e aquele entre a empresa e os clientes. Cada transportadora pode ter dois tipos de modalidades: a local, ou de curta distância, e a de longa distância. A de curta pode necessitar de menos recursos para conservar a integridade do produto do que a modalidade de longa distância, que está mais sujeita a situações adversas durante o deslocamento. A Entrega é um serviço terceirizado e opcional para o conforto e praticidade alguns clientes, tendo também a modalidade *Drive-thru* ou recebimento no veículo. Este ator é representado por transportadoras utilizadas para transportar insumos dos fornecedores, levar produtos para inspeção e escoar os lotes manufaturados. Um exemplo, neste estudo de caso, é a transportadora da rede de supermercados Rebouças. O transporte para escoamento e distribuição do produto final é uma transportadora de longa distância do Rebouças, que presta o serviço levando os lotes manufaturados pela Meltech até os parceiros, como pontos de venda mais distantes. Neste ponto é possível monitorar o transporte de produtos orgânicos da empresa até o cliente.
- **Consumidor ou Cliente:** são as pessoas com o único papel de ator simples que é o de pagar e adquirir o produto orgânico final, em que geralmente recebem notas fiscais e acesso a comprovantes da qualidade e procedência de bens de consumo e serviços. Este ator em geral representa pessoas que procuram ter uma alimentação mais saudável, tanto em família como individualmente como alunos de academia de ginástica e musculação (*fitness*). Existem, também, casos de pessoas que estão se reabilitando após tratamentos como quimioterapia e utilizam produtos como o kombucha.

Além destes atores, outros atores compostos denominam-se como Prestadores de Serviços, oferecem serviços diretamente a todos atores presentes na rede de valor.

A partir destes atores deriva-se um outro ator composto, Serviços para Público Geral, são representados pelas companhias de energia elétrica, abastecimento de água e coleta de esgoto, telecomunicações e financiamento geralmente oferece serviços a qualquer ator de qualquer rede de valor. Alguns atores também podem ser propostos, como os de sustentabilidade, como os de manutenção e reciclagem. Este trabalho procurou analisar o monitoramento do transporte, mas atores de outras cadeias de suprimento da rede poderiam ser incluídos. Estes atores provêm os chamados "serviços de suporte" e podem ser incluídos na rede e analisados em futuras pesquisas. São exemplos destes atores:

- **Financiamento:** ator representado por instituições de financiamento de projetos, que podem ser de origem privada, coletiva ou parceria. Os exemplos apresentados pelo estudo de caso são duas instituições particulares, a *Biotech-Town*, uma aceleradora de empresas, e o segundo é o Banco Nordeste do Brasil - BNB.
- **Manutenção:** atua no processo de conservação das máquinas e equipamentos de atores que utilizam estes tipos de meios para produção ou análise. Este processo é importante tanto para a economia de recursos pelo negócio e também para a preservação do meio ambiente ao se reduzir o consumo de insumos e recursos na natureza. O exemplo utilizado pelo estudo de caso é o serviço terceirizado da *Mark Tech*. Os serviços prestados à empresa são da manutenção de equipamentos de refrigeração, como geladeira, ar condicionado e fogão, assim como outros equipamentos eletrônicos. Já exemplos de serviços das transportadoras são oficinas, borracharias e as concessionárias dos veículos.
- **Reciclagem:** atua nos centros de reciclagem encarregados de dar um destino sustentável para materiais descartáveis durante a produção, transporte, armazenamento, venda e consumo. Alguns pontos e centros de reciclagem fornecem selos de qualidade aos parceiros que tem acesso ao serviço de coleta e/ou recebimento de resíduos recicláveis. Um exemplo utilizado pelo estudo de caso é a Associação Nacional de Catadores e Catadoras e Materiais Recicláveis - ANCAT. O centro de reciclagem é contactado indiretamente por meio de cooperativas que emitem o certificado ou selo "Eu Reciclo". Estes descartes são feitos por mês junto à associação nacional. Após o recebimento do material reciclável a associação inicia a reciclagem do material para entregar a pontos de utilização da matéria-prima e emite o selo verde para os parceiros comerciais.

O conjunto de elementos elencados acima deu origem ao modelo atual da rede de valor da empresa Meltech, que é apresentado na **Figura 12**.

Figura 12 – Modelo atual da rede de valor de manufatura de produtos orgânicos

Fonte: Autoria Própria (2022)

A **Figura 12** apresenta os principais atores e transações estabelecidas pela Meltech. Alguns comentários são necessários para compreender as relações representadas.

- **Atores:** Os serviços apresentados são oferecidos por atores e segmentos de mercado. Os atores principais da rede de valor são a Organização, os Consumidores ou Clientes, e os Fornecedores. Os Fornecedores estão representados por

atores compostos, que são os Produtores de alimentos orgânicos e fornecedores de insumos gerais, como observado na figura.

- **Cadeias:** A rede de valor representada na **Figura 12** é composta por um conjunto de cadeias. A cadeia de suprimentos inclui os seguintes atores: Fornecedor, Empresa e Cliente. A cadeia de transporte inclui: Empresa, Transportadora e Cliente. A cadeia de Regulamentação inclui: Empresa e Governo ou Certificador. A cadeia de Parceria inclui: Empresa, e Parceiros Comerciais.
- **Transações:** Nas transações comerciais com os Fornecedores há três fluxos: o pagamento do capital, o processo de envio do certificado de orgânico e os insumos pedidos. O transporte dos insumos e matéria-prima é feito por transportadoras locais que trazem os ingredientes dos fornecedores, sendo agricultores de ervas, mel e frutas orgânicos e água, que podem precisar de um monitoramento de sua conservação até chegarem à empresa para serem processados e manufaturados. Após a aquisição dos insumos é realizada a produção dos lotes da empresa e encaminhado para o setor de vendas. Na transação comercial entre a Empresa e a Transportadora há dois fluxos: a do pagamento do capital e o transporte dos produtos. Esses processos definem o ciclo da produção na empresa de manufatura. Nas transações comerciais entre os órgãos reguladores e a Empresa há dois fluxos: o pagamento do tributo e a emissão de documentos de autorização. O cliente pode fazer transação comercial diretamente com a empresa de manufatura ou visitando um parceiro comercial. Há uma troca de provas de certificação entre os reguladores. Cada transação comercial é feita por meio de dois fluxos: a de pagamento pelo produto e o recebimento do produto com o certificado de produto orgânico. Na transação comercial entre os Parceiros Comerciais e os consumidores há dois fluxos: o pagamento do item do lote e envio da mercadoria. Após o recebimento do pagamento do Cliente os parceiros efetuam a venda e entrega direta. Na transação comercial de escoamento de lotes entre Transportadora e a Empresa há dois fluxos: o pagamento do frete e o processo de embalagem dos lotes. Após o pagamento da Empresa à Transportadora, a equipe recebe o lote, faz o embalagem e acondicionamento para despachar a mercadoria.

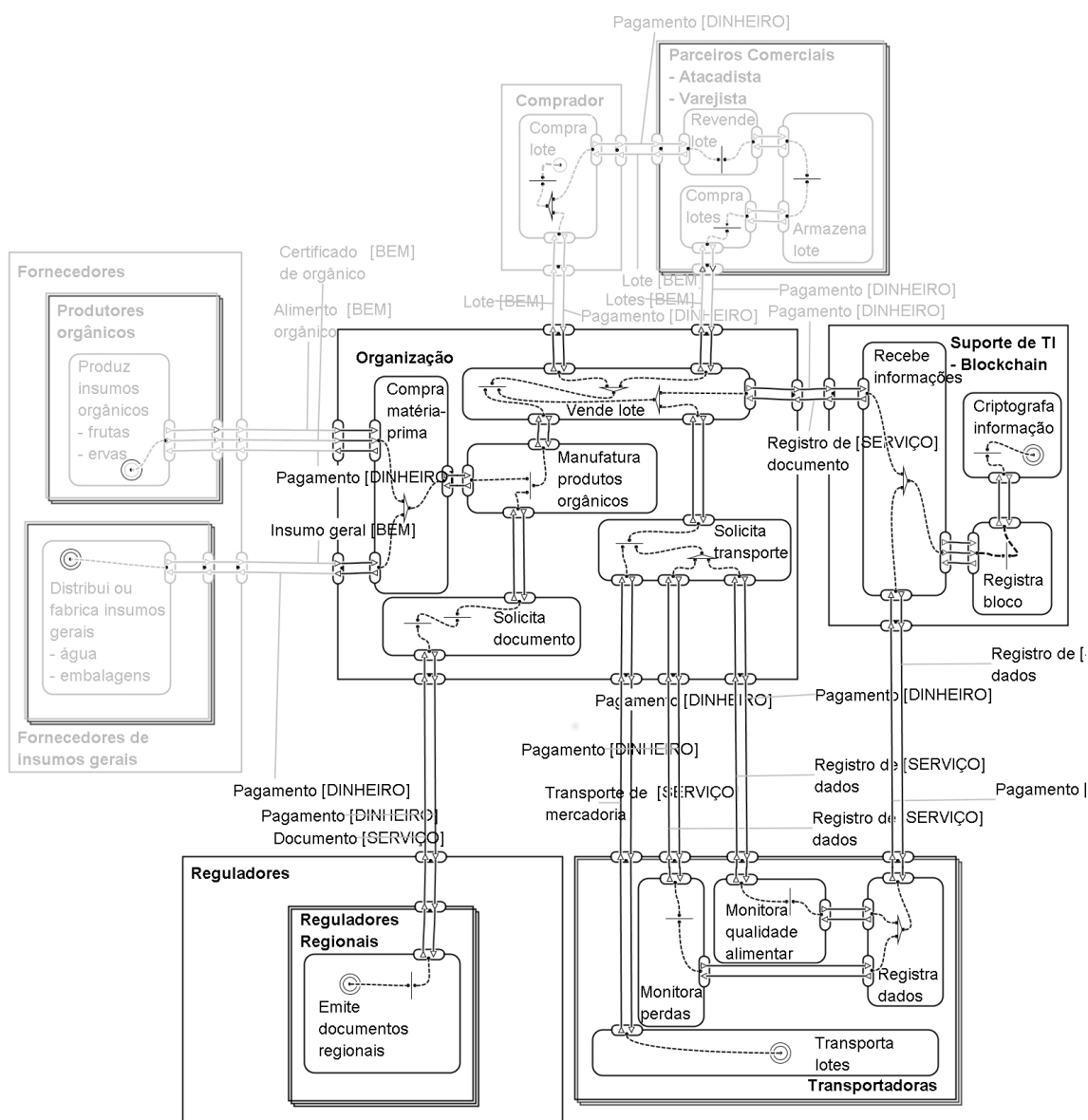
4.3.3 Modelos de redes de valor com serviços de *blockchain*

A partir do modelo atual e da necessidade de monitoramento manifestada pela empresa, foram propostos novos modelos. A empresa Meltech solicita saber quais possíveis cenários a serem implementados no futuro caso ela deseje adotar o *blockchain*. Estes modelos foram criados para atender aos requisitos do estudo,

estruturados com base em cenários para a atuação da empresa em nível regional, nacional ou internacional. Em cada modelo o foco da utilização da tecnologia está no transporte devido ser o trecho da rede que mais demanda de um tratamento. Neste tratamento as transações da rede de valor contemplam a inserção do ator de Suporte de Tecnologia da Informação que oferece o *blockchain*.

O **Suporte de Tecnologia da Informação** atua no ramo de serviços de tecnologia, com capacidade de oferecer serviço do *blockchain*. Este ator fornece um processo dividido em atividades de recepção de informações de documentos ou dados de sensores, que por sua vez são criptografados e registrados em blocos de um Livro-Razão. Estas atividades estão contempladas nos modelos de negócio propostos, em que há um tratamento dos dados de acordo com as demandas dos atores que solicitam o serviço de *blockchain*. Outras atividades de monitoramento com *blockchain* podem ser feitas de acordo com o interesse de outros atores em ter um negócio mais seguro. No caso da Meltech, procurou-se fazer o monitoramento do transporte dos lotes, uma vez que é um problema mais crítico nesta rede de valor para este ator.

A seguir é apresentada a **Figura 13** com as especificações de um cenário regional para a empresa Meltech, representada pelo ator Organização.

Figura 13 – Modelo Regional de uma rede valor do estudo de caso

Fonte: “Autoria Própria (2022)”

Na **Figura 13** estão as especificações dos atores e transações já presentes no modelo atual com a inclusão de atores e transações necessárias para uma implantação do *blockchain* em nível regional. Com a utilização desta tecnologia, algumas transações se modificam.

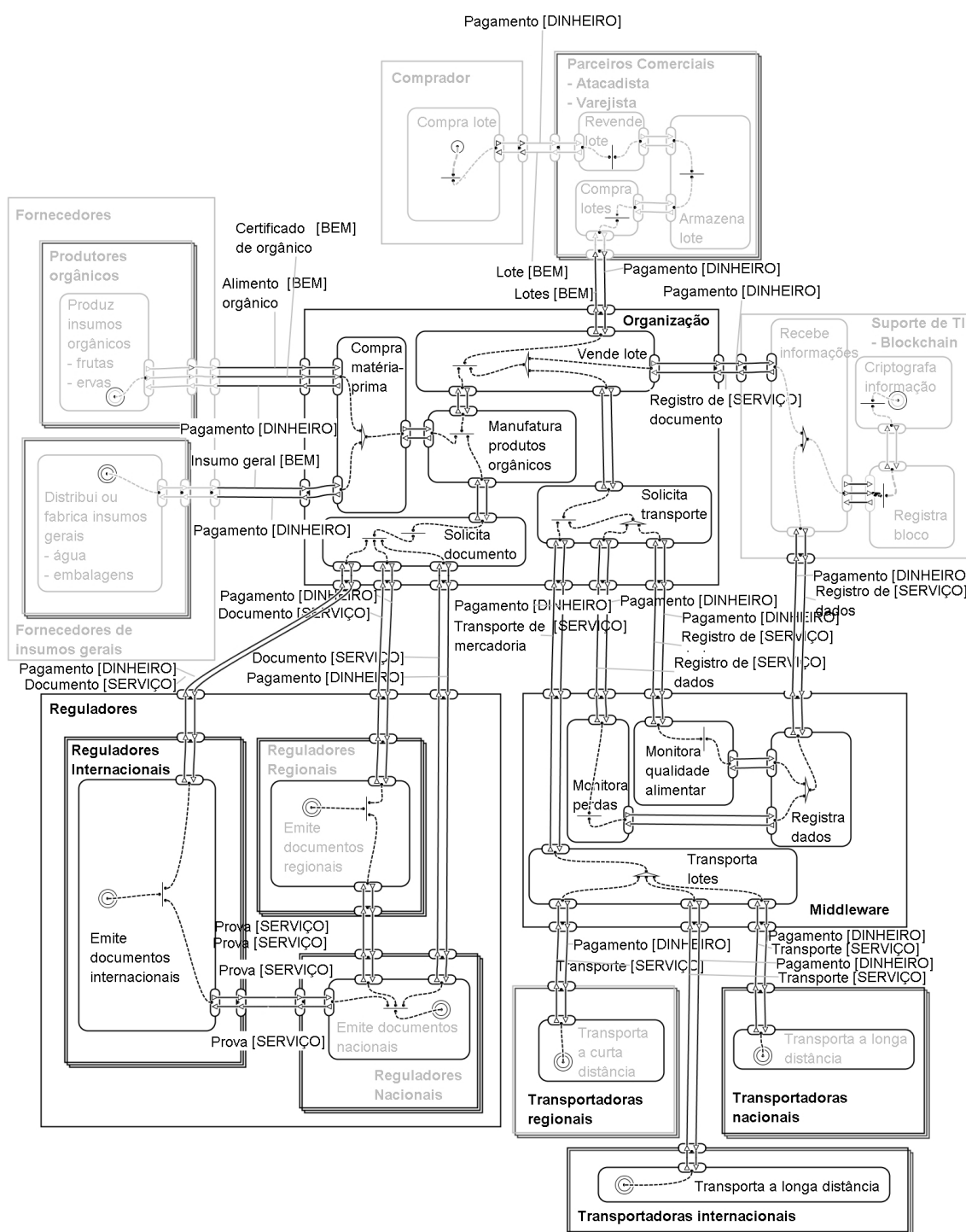
As transações de venda, sejam diretas com os clientes ou com os parceiros comerciais, são registradas no contrato inteligente com *blockchain* e encaminhados para a transportadora selecionada. Na transação comercial de escoamento de lotes entre Transportadora e a Empresa acrescenta-se o fluxo de inspeção da mercadoria e preparação para fazer o registro de *blockchain* antes de fazer o despacho. Considerando que as bebidas da empresa são compostas por frutas, na etapa de transporte uma

equipe terceirizada embalaria a kombucha com proteção reforçada, e registraria na cadeia do *blockchain* as informações sobre o estado do produto. Com o investimento no monitoramento são visualizadas em tempo real as perdas que ocorrem, sua frequência e causas. O monitoramento também permite visualizar a qualidade alimentar dos produtos orgânicos que não se perderam.

A empresa de Suporte de Tecnologia da Informação (STI) é do tipo provedora, ou seja, um ator com papel definido no serviço do *blockchain*. Na transação comercial entre Transportadora e o STI há dois fluxos: o pagamento do serviço e o processo de registro em *blockchain*. Após pagamento, os profissionais de Tecnologia da Informação recebem os dados dos produtos a serem transportados e registram em contratos inteligentes por meio de *blockchain*. No modelo Nacional a diferença é que o negócio tem a obrigação de regulamentar os certificados e documentações exigidos em nível nacional. Além dos reguladores nacionais, o negócio também precisa ter acordos com transportadoras com capacidade para atividade em nível nacional. O cliente adquire os produtos por meio das parcerias que estiverem envolvidas. A **Figura 14**, a seguir, representa o modelo nacional disponibilizado.

Além disto, o fluxo de vendas diretas com o cliente deixa de existir devido à longa distância, dificultando o acesso do cliente à empresa.

No modelo Internacional a diferença é que o negócio tem a obrigação de regulamentar os certificados internacionais e transportadoras com capacidade e permissão de trânsito no exterior. O cliente adquire os produtos por meio das parcerias que estiverem envolvidas. A **Figura 15**, a seguir, representa o modelo internacional disponibilizado.

Figura 15 – Modelo Internacional de uma rede valor para a Meltech

Fonte: “Autoria Própria (2022)”

Na **Figura 15** estão as especificações dos atores e transações já presentes no modelo atual com a inclusão de atores e transações necessárias para uma implantação do *blockchain* em nível internacional. Existem poucas diferenças destacadas, apresentadas no modelo internacional, com relação ao modelo nacional, destacando-se um novo fluxo para regulação internacional e outro fluxo para o transporte internacional.

Este modelo também pode apresentar uma troca diferente de informações, pois as reguladoras trocam informações entre si e também realizam transações diferentes com os atores da rede. Assim como no modelo nacional, o fluxo de venda ocorre apenas mediado pelos parceiros comerciais.

4.3.4 Avaliação

O processo de avaliação dos modelos apresentados, foi antecedido por uma verificação indireta destes modelos. Conforme descrito no tutorial de rentabilidade em *e³value* (**apêndice D**), foram utilizadas as funções de verificação de transações comerciais e de geração de planilhas, disponibilizadas pela ferramenta *e³value editor*. Pois o *e³value editor* gera as folhas de rentabilidade para os modelos. Essa processo pode indicar sobre a lógica deles, mas não detecta algumas inconsistências estruturais da notação gráfica, o que é uma limitação da ferramenta em si. O resultado da verificação foi satisfatório, as folhas de rentabilidade foram criadas corretamente indicando que não havia erros na lógica estrutural dos modelos produzidos.

A avaliação dos modelos foi realizada por meio da elaboração de uma apresentação de slides, em que foram expostos os objetivos, a ferramenta *e³value editor*, a função de exportação para planilha, a Planilha resultante gerada, o Modelo Atual, o Modelo Regional, o Modelo Nacional, e o Modelo Internacional. Estes slides foram apresentados por meio de um seminário gravado em vídeo, com duração de aproximadamente 20 minutos, que foi disponibilizado para a empresa assistir no momento que fosse mais oportuno. Após o envio da gravação o pesquisador colocou-se à disposição da empresa para tirar dúvidas ou prestar outros esclarecimentos. Esta forma de disponibilização do material foi pensada de acordo com a conveniência e escolha da empresa.

Simultaneamente ao envio do seminário, foi encaminhado um Questionário para Validação de Modelos (**apêndice C**). O questionário continha perguntas sobre: a adequação da representação de atores e transações referentes à rede de valor em que a Meltech está inserida, inclusive nos modelos; a contribuição dos modelos para visualização da rede de valor; a contribuição dos modelos para a decisão de investir em *blockchain* para monitorar a rede de valor. Seis perguntas tinham resposta no formato de escala linear e duas com resposta de múltipla escolha (sim ou não). Todas as perguntas tinham espaço próprio para comentários.

O resultado do questionário foi que todos modelos estavam adequados para a visualização da rede de valor, todos contemplavam as trocas realizadas. A decisão da empresa sobre a adoção do monitoramento com *blockchain* foi abordada na questão número 5 do questionário, que perguntava: "Os modelos ajudam a tomar

uma decisão sobre a adoção do *blockchain* para monitoramento do transporte de seus produtos?". A respondente registrou que "Sim", os modelos ajudavam a tomar esta decisão. Entretanto, esta resposta não foi detalhada nem justificada no campo específico para comentários disponibilizado abaixo da questão. Os modelos regional, nacional e internacional foram considerados adequados para representar a empresa e as organizações que com ela se relacionam. A produção de modelos representando cenários de expansão da atuação da empresa é uma forma de guiar processos de transformação, indicando possíveis movimentos futuros da empresa.

Apesar das questões sobre os modelos terem sido respondidas positivamente, não é possível afirmar se a empresa se sente motivada a explorar estes mercados como resultado da análise dos modelos. Após o recebimento do questionário com as respostas, não havia tempo hábil para estruturar e aplicar outros instrumentos de coleta de informações. Com estes dados é possível supor que os modelos foram considerados válidos em suas características de utilidade, mas são necessárias outras ferramentas e uma melhor organização de tempo e horários para colher informações complementares relacionadas aos processos de decisão da empresa.

A recepção positiva da empresa aos modelos apresentados indica a existência de uma viabilidade qualitativa para a implementação do *blockchain*. Como discutido neste capítulo, também é possível utilizar as funções do *e³value editor* como suporte para uma futura análise da viabilidade econômica desta implementação. A seguir é apresentada a **Tabela 4**, originada a partir de uma planilha do Modelo Regional criado para o negócio, em que é possível realizar cálculos de rentabilidade específicos para esta configuração da rede de valor, o que pode ser útil para futuros trabalhos.

Tabela 4 – Tabela para cálculo de rentabilidade do Suporte de TI do Modelo Regional

Value Interface	Value Port	Value Transfer	Occurrences	Valuation	Economic Value	Total
vi315:{DINHEIRO,SERVIÇO}	vp314: in: DINHEIRO vp315: out: SERVIÇO	(all transfers)	0,5	0	0	
		(all transfers)	0,5	0	0	
		(all transfers)	0,5	0	0	
vi283:{SERVIÇO,DINHEIRO}	vp283: out: SERVIÇO vp282: in: DINHEIRO	(all transfers)	0,5	0	0	
		(all transfers)	0,5	0	0	
		(all transfers)	0,5	0	0	
INVESTMENT					0	
EXPENSES					0	
total for actor						0

4.4 Discussão

Neste capítulo foram apresentadas as ferramentas de construção de modelos de negócio do *framework* selecionado. A partir destes modelos foi possível construir cenários de redes de valor da organização. Este monitoramento é o mecanismo que

interfaceia o estado do produto entre o produtor e o cliente, voltando a atenção para a qualidade do produto e a satisfação final do negócio.

Foram apresentados três diferentes modelos para níveis específicos de alcance, os modelos regional, nacional e internacional. Cada um destes modelos foi construído com base no modelo atual de negócio, acompanhado de conceitos e definições encontrados nos trabalhos relacionados obtidos na revisão sistemática de literatura, e também nas reuniões e aplicação de instrumentos de coleta com a empresa.

Estes modelos fizeram parte de uma Pesquisa-Ação Técnica, realizada conforme Wieringa (2014), que incluiu também, a criação de um questionário para avaliação dos modelos propostos. As respostas ao questionário geraram dados que permitiram avaliar os modelos e saber que é possível seguir para uma futura etapa de implementação, apesar de não ser possível concluir que esta é a decisão da empresa.

5 Conclusão

Este capítulo de conclusão apresenta uma retrospectiva dos objetivos e questões da pesquisa deste trabalho que são respondidas durante o processo da pesquisa. Este processo permitiu visualizar contribuições úteis à sociedade e à Ciência da Computação, encontrando limitações e propondo trabalhos a serem realizados no futuro.

5.1 Sumário da Pesquisa

Com o objetivo de prover modelos estratégicos para monitoramento da cadeia de suprimentos de bebidas orgânicas, realizou-se uma pesquisa com a metodologia de *Design Science*. Adotaram-se procedimentos de revisão sistemática de literatura, estudo de uma ontologia do *framework e³value*, modelagem de negócios e estudo de caso por meio de uma Pesquisa-Ação Técnica. Como conclusão, apresenta-se aqui uma exposição do que foi realizado desta pesquisa e seus resultados.

Foram formulados objetivos e questões da pesquisa que orientaram a coleta de informações sobre o estado da arte referente à temática de uso da tecnologia de *blockchain* em rede de valor no ramo de alimentos. Com base em leituras da revisão sistemática e da fundamentação teórica, foram discutidos conceitos e estudos relacionados à modelagem de cadeias de suprimento e de cadeias e redes de valor com utilização de *blockchain*.

A ontologia do *framework e³value* foi utilizada como suporte para o processo de modelagem. Com a ferramenta *e³value editor* foram construídos modelos de negócio para representar cenários de monitoramento de transporte de bebidas orgânicas, adotando *blockchain*. A Pesquisa-Ação Técnica permitiu a análise da viabilidade qualitativa do monitoramento com *blockchain* nestas redes de valor, a partir do estudo de caso com a Meltech.

O problema de pesquisa proposto foi: "**Formular modelos de rede de valor que definam estratégias de monitoramento de uma cadeia de suprimento de bebidas orgânicas**". Como resultado, utilizou-se o *framework e³value* para criar os modelos de redes de valor que, posteriormente, foram avaliados em sua utilidade como artefatos que viabilizam a representação de estratégias de monitoramento.

Retomando as questões de pesquisa propostas na introdução deste trabalho apresentam-se as seguintes reflexões:

Respostas às Questões de Pesquisa

- **QC - Quais métodos de modelagem existem para monitoramento, com *blockchain*, de transações em rede de valor?**

Os métodos existentes de modelagem com *blockchain* incluem ontologias e *frameworks*, como aqueles apresentados na revisão sistemática deste trabalho: o *framework* de Stranieri et al. (2020), e o *framework Hyperledger Fabric* de Bechtsis et al. (2019). No caso deste trabalho foi adotado o *framework e³value*.

- *QC1 - Quais os princípios da modelagem de monitoramento em rede de valor?*

Os princípios do monitoramento em uma modelagem são a inserção de atores que realizem o acompanhamento e verificação das condições do produto ao longo de seu fluxo até o consumidor, como no exemplo proposto neste trabalho da inclusão *blockchain* com o suporte de TI.

- *QC2 - Quais as experiências, relatadas na literatura, sobre a adoção da tecnologia blockchain no monitoramento em um negócio?*

Algumas eram protótipos de *frameworks*, que buscavam otimizar o funcionamento das organizações por meio de redução dos gastos com a adoção da tecnologia *blockchain* como em grandes empresas. Outras eram auxiliares no controle das negociações ou qualidade dos alimentos em organizações como associações e cooperativas, e governos.

- *QC3 - Quais as organizações elementares envolvidas na manufatura de alimentos orgânicos, desde os fornecedores até chegar ao consumidor final?*

Os fornecedores, organização de manufatura, reguladores, consumidores ou clientes, transportadoras e parceiros comerciais. Em caso de adoção do *blockchain* há a inclusão do Suporte de Tecnologia da Informação para apoio à logística no processo de transporte, apoio fundamental, por exemplo, em situações em que a distância a ser percorrida seja expressiva.

- *QC4 - Quais são os processos ou atividades realizadas nas transações elementares em uma rede de valor de um negócio de manufatura de bebidas orgânicas?*

Os processos e transações elementares são, a partir dos modelos propostos: pagamento pelo cliente para a empresa, e envio de certificados, como o orgânico, e do produto pela empresa para o cliente. Caso outros atores sejam incluídos na rede, estas transações se tornam muito mais complexas do que já são e variadas, tornando-se sub-redes de valor. Este aprofundamento não foi realizado na pesquisa porque fugiria da ênfase da questão da adoção de *blockchain* para monitoramento.

- *QC5 - Quais os processos e atividades representados pelos modelos para adoção do blockchain no negócio?*

Além dos processos e atividades já previstos no modelo atual do negócio, ao adotar o *blockchain* surgem novas transações. No momento de criação da documentação existe a recepção de informação, criptografia de dados e registro do bloco digital no Livro-Razão. No momento de monitoramento há as atividades de coleta de dados de integridade e qualidade dos produtos que são registrados no *blockchain*.

- **QT - Quais as tecnologias necessárias para desenvolver modelos com *blockchain* em uma rede de valor?**

As tecnologias necessárias para o desenvolvimento dos modelos foram encontradas em ontologias que tratam de monitoramento de redes, como a ontologia do *framework e³value*, que atendeu às necessidades levantadas. Outras ontologias que podem servir de referência são, por exemplo, as de Silva et al. (2019), (AVELINO; SILVA, 2019) e (REIS et al., 2018), que são também derivadas do *framework e³value* e abordam problemas de monitoramento, embora não sejam específicas para o uso de *blockchain*.

- *QT1 - Quais princípios devem ser levados em consideração para o desenvolvimento desses modelos?*

Devem ser levados em conta a existência de diversas ontologias que dão suporte à representação de redes de valor e conseqüentemente ao desenvolvimento de modelos. Deve ser escolhida uma ontologia que corresponda às necessidades do negócio, o que, no caso escolhido exigiu a modelagem com o *framework e³value*.

- *QT2 - Que tecnologias permitem a representação dos modelos desenvolvidos?*

As tecnologias estudadas na fundamentação teórica permitiram representar graficamente os modelos propostos com o *framework e³value*, por meio de suas ferramentas, que tratam arquivos em formato XSGV, como o *e³value editor*, ou baseados em formato RDF, que quando exportado pode ser reconhecido pelo *Protégé*. Outra ferramenta que pode ser explorada para a visualização de arquivos RDF é o WebVOWL. Os modelos gerados pelo *e³value editor* podem ser exportados para formato de visualização gráfica, com qualquer leitor de imagens JPG ou SVG. Além de serem exportados como imagens, os modelos também podem ser exportados no formato de planilha em XLS e serem lidos por qualquer processador de planilha

eletrônica compatível com este formato, salvo quando o modelo estiver consistente.

- * QT2.1 - *A partir das tecnologias de modelagem identificadas, alguma está focada na representação de negócios de pequenas empresas? Qual?*
As tecnologias identificadas permitiram a escolha de uma que atendessem os critérios para a modelagem do negócio. Esta tecnologia escolhida foi o *framework e³value*, pois permite a análise de negócios das cadeias de suprimentos de alimentos em redes de valor e é fácil de entender por pessoas da área de negócios, como administradores e economistas, pois este *framework* é baseado em conceitos da Economia.

- **QP - Como os modelos obtidos poderiam ajudar uma empresa em decidir pela adoção de *blockchain* para monitorar uma cadeia de suprimento de bebidas orgânicas?**

Os modelos obtidos podem ajudar a empresa a tomar uma decisão ao apresentar os processos e atores envolvidos durante a concepção, modelagem e construção de um sistema com tecnologia em *blockchain* para monitorar sua cadeia de suprimentos de bebidas orgânicas.

- QP1 - *Que mudanças uma empresa deveria enfrentar ao adotar o *blockchain* para monitorar transações em uma cadeia de bebidas orgânicas?*

As mudanças são inclusão de novos atores, como um suporte de tecnologia da informação com capacidade de construção de protótipos eletrônicos e novas transações comerciais, com arranjos diferentes em correspondência aos novos atores. Estas mudanças demandam um investimento de capital que é a principal dificuldade para implementar a tecnologia. Além desta dificuldade, o gerenciamento das novas transações e arranjos também é desafiador.

- QP2 - *Qual a análise qualitativa do impacto dos modelos desenvolvidos?*

Há um elevado número de atores envolvidos, e quanto maior o número de atores mais complexo é o sistema. Um maior nível de complexidade envolve maiores custos, pela infra-estrutura e complexidade dos recursos tecnológicos necessários. Apesar disto a resposta da empresa participante do estudo de caso foi positiva, quanto a utilidade dos modelos desenvolvidos, indicando o reconhecimento do potencial da adoção do *blockchain*. Este reconhecimento se entende quando a empresa, qualitativamente, assinalou positivamente todas as perguntas do questionário, não preenchendo nenhum dos campos para comentário.

5.2 Contribuições

A contribuição que esta pesquisa oferece à Ciência da Computação é a de investigar possibilidades para inserção da tecnologia de *blockchain* em uma rede de valor, buscando fundamentações teóricas e empíricas para compreender esta rede e para propor o uso de tecnologias que permitam sua representação. Como principal contribuição, o trabalho procurou criar modelos estratégicos de negócios, e estes modelos podem ser base para implementar sistemas computacionais.

O trabalho propôs modelos de rede de valor na área de suprimento de bebidas orgânicas, com inclusão de provedores de serviços de *blockchain* para monitoramento de transações, especialmente as que envolvem as transportadoras. Estes modelos podem ser reaplicáveis em novas pesquisas que utilizem outras tecnologias no lugar do *blockchain*, desde que sejam analisadas e ajustadas as transações que conectam os atores do modelo com as tecnologias alternativas.

O estudo de caso realizado, no contexto da produção de bebidas orgânicas, mostra aspectos ainda inexplorados pela comunidade de modelagem de redes de valor, mais especificamente pela comunidade de pesquisa em *e³value*, que já é bem considerável em âmbito europeu.

Finalmente, o trabalho também apresenta uma contribuição a uma empresa de pequeno porte do ramo de biotecnologia e interessada em explorar um mercado internacional cheio de regulações e pontos cegos. Os modelos, embora ainda embrionários, permitem que a empresa faça uma análise de viabilidade econômica para averiguar se está apta atuar em outros mercados que não sejam o regional, onde ela opera.

5.3 Limitações

As limitações deste trabalho podem ser classificadas como de tipo conceitual, tecnológico e prático, detalhadas a seguir:

1. A limitação conceitual foi a ausência de proposta de uma ontologias específica que descrevesse papéis de negócio dentro do mundo de *blockchain*, que tem seus próprios tipos de atores, atividades e objetos. Uma ontologia de domínio que estendesse o *e³value* com um modelo organizacional para modelar negócios com *blockchain* poderia revelar outros arranjos que não foram explorados na dissertação.
2. A limitação de cunho tecnológico foi a existência de diversas ontologias que contribuem para a representação de redes de valor, entretanto, suas respec-

tivas ferramentas não necessariamente tem uma comunicação completa com tecnologias fora dos seus próprios *frameworks*. Neste sentido, a escolha do *framework e³value* garantiu que estivesse disponível um conjunto de ferramentas bem integradas, mas não garante que os modelos construídos sejam facilmente integrados, por exemplo, a uma ontologia de *blockchain* que viesse a ser desenvolvida, com outras tecnologias, para atender às necessidades de uma empresa. Percebeu-se, portanto, uma dificuldade na comunicação entre ferramentas estudadas pra viabilizar a utilização de outras ontologias. Esta limitação conduziu a pesquisa a se delimitar a modelagem utilizando uma única tecnologia.

3. A limitação de cunho prático está na avaliação dos modelos por apenas uma empresa, e não por representantes dos outros grupos das partes interessadas que fazem parte do modelo. Um modelo *e³value* é uma ferramenta que serve como prelúdio à formação de contratos. É um modelo que expressa acordos ou promessas de criação de valor conjunto. Um modelo como esse só é dito economicamente viável se for avaliado por todos os atores envolvidos. Além disto foi uma abordagem superficial da Experiência do Usuário na validação, pois numa abordagem mais profunda se teria várias rodadas de discussões até se responder todas as perguntas que ficaram abertas.

5.4 Trabalhos Futuros

Com base nas contribuições e limitações percebidas é possível propor trabalhos futuros que se dediquem a:

1. Estender o *e³value* com uma ontologia de domínio que descreva papéis organizacionais de atores de *blockchain*. Uma ontologia como essa pode ajudar a modelar outras estratégias de monitoramento;
2. Desenvolvimento de um *plugin e³value/Protégé*, que facilite a visualização de extensões da ontologia *e³value* em um modelo gráfico da rede;
3. Ampliar a Pesquisa-Ação Técnica para elucidar requisitos e restrições de representantes dos outros grupos da rede contemplando a perspectiva de outros atores da rede por meio de grupos de discussão focal que envolvam múltiplos grupos de interesse.
4. Instanciação dos modelos com dados reais, a depender do interesse das organizações em fornecer esses dados. Combinar a modelagem *e³value* com Ciência de Dados poderia revelar mais detalhes sobre a viabilidade econômica dos

modelos, em complementação à análise de viabilidade qualitativa discutida neste trabalho.

Referências

- AVELINO, J. G. *Redes de Valor Verdes*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rural do Sêmi Árido, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 69.
- AVELINO, J. G.; SILVA, P. de A. Ontologia de redes de valor verdes title: Ontology of green value networks. 2019. Citado 7 vezes nas páginas 14, 24, 27, 30, 34, 37 e 77.
- BAIDA, Z.; AKKERMANS, H.; GORDIJN, J. Serviguration: Towards online configurability of real-world services. In: *Proceedings of the 5th international conference on Electronic commerce*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 111–118. Citado na página 31.
- BECHTSIS, D.; TSOLAKIS, N.; BIZAKIS, A.; VLACHOS, D. A blockchain framework for containerized food supply chains. In: *Computer Aided Chemical Engineering*. [S.l.]: Elsevier, 2019. v. 46, p. 1369–1374. Citado 3 vezes nas páginas 52, 53 e 76.
- BEIRA, S. d. C. P.; SIQUEIRA, A. H. de; FERNEDA, E.; PRADO, H. A. do. Ontologia como um artefato da arquitetura da informação para a representação do conhecimento organizacional. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, v. 7, n. 2, p. 122–159, 2017. Citado na página 25.
- BIOLCHINI, J. C. de A.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Adv. Eng. Inform.*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 21, n. 2, p. 133–151, abr. 2007. ISSN 1474-0346. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2006.11.006>>. Citado na página 44.
- BODKHE, U.; TANWAR, S.; PAREKH, K.; KHANPARA, P.; TYAGI, S.; KUMAR, N.; ALAZAB, M. Blockchain for industry 4.0: a comprehensive review. *IEEE Access*, IEEE, v. 8, p. 79764–79800, 2020. Citado na página 40.
- BORRERO, J. Agri-food supply chain traceability for fruit and vegetable cooperatives using blockchain technology. *CIRIEC-Espana Rev. Econ. Publica, Soc. y Coop.(95)*, p. 71–94, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 52 e 53.
- BUKSH, F. A.; De Alencar Silva, P.; Allah Buksh, B.; SYED, S. From traditional to technologically influenced audit: A compliance perspective. *Proceedings - 2018 International Conference on Frontiers of Information Technology, FIT 2018*, IEEE, p. 164–169, 2019. Citado na página 15.
- CHAUM, D. L. *Computer Systems established, maintained and trusted by mutually suspicious groups*. [S.l.]: Electronics Research Laboratory, University of California, 1979. Citado na página 40.
- CROSSEY, S. How the blockchain can save our food. *New Food Magazine*, 2018. Citado na página 16.

- CRUZ, C. A. A.; Oliveira Filho, L. S. Gerenciamento de processos de negócio (bpm): considerações acerca da moderna administração. 2011. Disponível em: <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-cc-adm/pdf/n6/GERENCIAMENTO-DE-PROCESSOS-DE-NEGOCIO.pdf>>. Citado na página 15.
- DIETZ, J. L.; HOOGERVORST, J. A. Enterprise ontology in enterprise engineering. In: *Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 572–579. Citado na página 26.
- E3VALUE. *The e³ editor for Windows*. 2022. Disponível em: <<https://research.e3value.com/tools/windows/>>. Acesso em: 6 jul. 2022. Citado na página 32.
- FERREIRA, A. B. d. H. Aurélio século xxi: o dicionário da língua portuguesa. In: *Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa*. [S.l.: s.n.], 1999. p. 2128–2128. Citado na página 14.
- GORDIJN, J. A design methodology for trust and value exchanges in business models. *BLD 2003 Proceedings*, p. 2, 2003. Citado 5 vezes nas páginas 31, 36, 37, 38 e 39.
- GORDIJN, J.; AKKERMANS, H. Designing and evaluating e-business models. *IEEE intelligent Systems*, IEEE, n. 4, p. 11–17, 2001. Citado 4 vezes nas páginas 16, 27, 32 e 33.
- GORDIJN, J.; AKKERMANS, J. Value-based requirements engineering: exploring innovative e-commerce ideas. *Requirements engineering*, Springer, v. 8, n. 2, p. 114–134, 2003. Citado na página 27.
- GORDIJN, J.; AKKERMANS, J. M. *Value Webs: Understanding E-business Innovation*. [S.l.: s.n.], 2018. Citado 7 vezes nas páginas 29, 32, 33, 34, 43, 93 e 95.
- GORDIJN, J.; BRUIN, H. de; AKKERMANS, J. Integral design of e-commerce systems: Aligning the business with software architecture through scenarios. *ICT-Architecture in the BeNeLux*, 1999. Citado na página 31.
- GORDIJN, J.; PETIT, M.; WIERINGA, R. Understanding business strategies of networked value constellations using goal-and value modeling. In: IEEE. *14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06)*. [S.l.], 2006. p. 129–138. Citado na página 31.
- GORDIJN, J.; WIERINGA, R.; IONITA²³, D.; KAYA⁴⁵, F. Towards a sustainable blockchain use case. 2019. Citado na página 31.
- GRUBER, T. *Ontology*. 2018. Citado na página 25.
- GUARINO, N. *Formal ontology in information systems: Proceedings of the first international conference (FOIS'98), June 6-8, Trento, Italy*. [S.l.]: IOS press, 1998. v. 46. Citado na página 25.
- GUPTA, M. *Blockchain for dummies*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2020. Citado na página 42.

- HABER, S.; STORNETTA, W. S. How to time-stamp a digital document. In: SPRINGER. *Conference on the Theory and Application of Cryptography*. [S.l.], 1990. p. 437–455. Citado na página 40.
- HARDINI, M.; AINI, Q.; RAHARDJA, U.; IZZATY, R. D.; FATURAHMAN, A. Ontology of education using blockchain: Time based protocol. In: IEEE. *2020 2nd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*. [S.l.], 2020. p. 1–5. Citado na página 41.
- HECTOR, U.-R.; BORIS, C.-L. Blondie: Blockchain ontology with dynamic extensibility. *arXiv preprint arXiv:2008.09518*, 2020. Citado na página 41.
- HEREDIA, X. C.; BARRIGA, C. H.; PIEDRA, D. I.; OLEAS, G. D.; FLOR, A. C. Monitoring System for Intelligent Transportation System Based in ZigBee. *Proceedings - 2019 UNSA International Symposium on Communications, UNSA ISCOMM 2019*, 2019. Citado na página 15.
- HORRIDGE, M.; KNUBLAUCH, H.; RECTOR, A.; STEVENS, R.; WROE, C. A practical guide to building owl ontologies using the protégé-owl plugin and co-ode tools edition 1.0. *University of Manchester*, 2004. Citado na página 36.
- HORROCKS, I.; PATEL-SCHNEIDER, P. F.; BOLEY, H.; TABET, S.; GROSOFF, B.; DEAN, M. et al. Swrl: A semantic web rule language combining owl and ruleml. *W3C Member submission*, v. 21, n. 79, p. 1–31, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 25.
- HULSTIJN, J.; GORDIJN, J. Risk analysis for inter-organizational controls. In: *ICEIS (3)*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 314–320. Citado na página 31.
- IONITA, D.; WIERINGA, R.; GORDIJN, J.; YESUF, A. S. Quantitative, value-driven risk analysis of e-services. *Journal of Information Systems*, American Accounting Association, v. 33, n. 3, p. 45–60, 2019. Citado na página 32.
- KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, Elsevier, v. 52, p. 101967, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 52 e 53.
- KAYIKCI, Y.; SUBRAMANIAN, N.; DORA, M.; BHATIA, M. S. Food supply chain in the era of industry 4.0: Blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance and technology. *Production Planning and Control*, Taylor & Francis, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 52, 53 e 54.
- KAYIKCI, Y.; SUBRAMANIAN, N.; DORA, M.; BHATIA, M. S. Food supply chain in the era of Industry 4.0: blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production Planning and Control*, Taylor & Francis, v. 33, n. 2-3, p. 301–321, 2022. ISSN 13665871. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810757>>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 16.
- KRUIJFF, J. D.; WEIGAND, H. Towards a blockchain ontology. *The Netherlands, pdfs.semanticscholar.org/0782/c5badb4f407ee0964d07eda9f74a92de3298.pdf [dostęp 22.07. 2018]*, 2017. Citado 4 vezes nas páginas 15, 26, 40 e 41.

- KUMAR, D.; KUMAR, M. Blockchain technology in food supply chain security. In: . [S.l.: s.n.], 2020. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 53.
- LI, X.; JIANG, P.; CHEN, T.; LUO, X.; WEN, Q. A survey on the security of blockchain systems. *Future Generation Computer Systems*, Elsevier, v. 107, p. 841–853, 2020. Citado na página 40.
- LOURENÇO, A.; RAMALHO, J. C.; PENTEADO, P. Uma ontologia para os processos de negócio da administração. In: *Actas do Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas*. [S.l.: s.n.], 2015. Citado na página 27.
- MUSAH, S.; MEDENI, T. D.; SOYLU, D. Assessment of role of innovative technology through blockchain technology in ghana's cocoa beans food supply chains. In: IEEE. *2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*. [S.l.], 2019. p. 1–12. Citado na página 52.
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2010. Citado na página 26.
- PIJPERS, V.; GORDIJN, J. Consistency checking between value models and process models: A best-of-breed approach. *Proceedings of BUSITAL*, v. 8, p. 59, 2008. Citado na página 24.
- PIJPERS, V.; LEENHEER, P. D.; GORDIJN, J.; AKKERMANS, H. Using conceptual models to explore business-ict alignment in networked value constellations. *Requirements Engineering*, Springer, v. 17, n. 3, p. 203–226, 2012. Citado na página 31.
- RAZAVIAN, M.; GORDIJN, J. Consonance between economic and it services: finding the balance between conflicting requirements. In: SPRINGER. *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*. [S.l.], 2015. p. 148–163. Citado na página 32.
- REIS, J. d. S. et al. Redes de valor semânticas. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018. Citado 4 vezes nas páginas 16, 27, 30 e 77.
- RONAGHI, M. H. A blockchain maturity model in agricultural supply chain. *Information Processing in Agriculture*, China Agricultural University, v. 8, n. 3, p. 398–408, 2021. ISSN 22143173. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.10.004>>. Citado na página 13.
- ROPOHL, G. Philosophy of socio-technical systems. *Society for Philosophy and Technology Quarterly Electronic Journal*, v. 4, n. 3, p. 186–194, 1999. Citado na página 26.
- SILVA, G. R. da; SILVA, A. C. R. da. Comércio eletrônico a luz do código de defesa do consumidor e-commerce the light of the consumer protection code. *Direito & Realidade*, v. 7, n. 10, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 24.
- SILVA, P. de A.; WEIGAND, H.; BUKHSH, F. A. Value activity monitoring. In: *VaSCo@ WebSci*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 19–33. Citado na página 30.

SILVA, T. H.; VIANA, A. C.; BENEVENUTO, F.; VILLAS, L.; SALLES, J.; LOUREIRO, A.; QUERCIA, D. Urban computing leveraging location-based social network data: A survey. *ACM Computing Surveys*, v. 52, n. 1, 2019. ISSN 15577341. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 77.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. *Cadeia de Suprimentos Projeto e Gestão: Conceitos, Estratégias e Estudos de Caso*. Bookman, 2009. ISBN 9788577806638. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=haBqqsKjzTkC>>. Citado na página 26.

SIMON, H. A. *The sciences of the artificial*. [S.l.]: MIT press, 2019. Citado na página 17.

STOCKER, F.; SILVA, N. M. D. S.; SOUZA, J. C. D. J.; SILVA, T. M.; SANTOS, F. de A.; SERGIO, R. D. Desenvolvimento e investimento de startups brasileiras: a percepção de múltiplos stakeholders/development and investment of brazilian startups: the perception of multiple stakeholders. *Brazilian Applied Science Review*, v. 3, n. 6, p. 2626–2642, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 17.

STRANIERI, S.; RICCARDI, F.; MEUWISSEN, M. P.; SOREGAROLI, C. Exploring the impact of blockchain on the performance of agri-food supply chains. *Food Control*, Elsevier, v. 119, p. 107495, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 52, 53 e 76.

SURE, Y.; STAAB, S.; STUDER, R. Ontology engineering methodology. In: *Handbook on ontologies*. [S.l.]: Springer, 2009. p. 135–152. Citado na página 27.

TSE, D.; ZHANG, B.; YANG, Y.; CHENG, C.; MU, H. Blockchain application in food supply information security. In: IEEE. *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. [S.l.], 2017. p. 1357–1361. Citado 3 vezes nas páginas 13, 52 e 53.

UNEP, U. N. E. P. Food waste index report 2021. *Nairobi*, 2021. Citado na página 16.

USCHOLD, M.; KING, M. Towards a methodology for building ontologies. In: *In Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, held in conjunction with IJCAI-95*. [S.l.: s.n.], 1995. Citado na página 27.

VORONCHENKO, K. Do you need a blockchain? *Supervised by Ivo Kubjas*, v. 22, 2017. Citado na página 41.

WICKRAMAGE, C.; FIDGE, C.; OUYANG, C.; SAHAMA, T. Generating Log Requirements for Checking Conformance against Healthcare Standards using Workflow Modelling. *ACM International Conference Proceeding Series*, 2019. Citado na página 15.

WIERINGA, R. Design science as nested problem solving. In: ACM. *Proceedings of the 4th international conference on design science research in information systems and technology*. [S.l.], 2009. p. 8. Citado na página 23.

WIERINGA, R.; GORDIJN, J.; ECK, P. van. Value-based business-it alignment in networked constellations of enterprises. In: *Proceedings of 1st International Workshop on Requirements Engineering for Business Need and IT Alignment*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 38–43. Citado na página 32.

WIERINGA, R. J. What is design science? In: *Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering*. [S.l.]: Springer, 2014. p. 3–11. Citado 7 vezes nas páginas 17, 20, 23, 55, 58, 59 e 74.

WIERINGA, R. J.; GORDIJN, J.; IONITA, D. Tool support for value modeling and risk analysis of e-services. In: *REFSQ Workshops*. [S.l.: s.n.], 2018. Citado na página 30.

ZHOU, Q.; HUANG, H.; ZHENG, Z.; BIAN, J. Solutions to scalability of blockchain: A survey. *IEEE Access*, IEEE, v. 8, p. 16440–16455, 2020. Citado na página 40.

APÊNDICE A – Tutorial para construção de modelos de negócio com o *e³value editor*

Este tutorial apresenta a construção de um modelo de negócio com a ferramenta *e³value editor* conforme os passos a seguir:

1. Abre o aplicativo e3editor; seleciona três atores elementares, em que para cada um existe um conjunto de papéis distinto, dependendo de sua classe e papel. representando o cliente, a organização do estudo de caso e a nova tecnologia a ser analisada
2. Seleciona o ator como ator composto para adicionar distintos fornecedores
3. Seleciona quatro segmentos de mercado representando os reguladores, fornecedores, parceiros comerciais, e meios de transporte
4. Seleciona as atividades em análise para cada ator e segmento de mercado
5. Seleciona o elemento de estímulo inicial no ator de cliente
6. Seleciona o elemento de fim de estímulo nas atividades sem dependências de entregas, ou seja, que não precisam solicitar outras atividades
7. do mesmo ator e/ou segmento de mercado
8. Seleciona os elementos de interface para acoplar aos elementos de fronteira de cada ator
9. Cria-se as portas de valor para atender às trocas de valor necessárias para cada atividade
10. Seleciona os conectores lógicos para o controle de dependências
11. Seleciona o o traço ou elemento de transferência para levar os objetos de valor de uma interface de valor para outra de modo interno em cada atividade, seja no início ou fim de cada estímulo, conectores lógicos ou elementos de explosão, abstraindo lógicas do negócio que não influenciam na análise do estudo
12. Selecionar os caminhos de valor que levam objetos de valor da porta de valor em uma interface de valor de uma atividade para outra

13. Atribui-se os nomes de cada elemento, e o nome do objeto de valor a ser trocado
14. Cria-se tipos de objeto de valor a serem utilizados me cada porta de valor
15. Faz-se o teste da consistência entre as transferências de valor
16. Faz-se o teste da consistência do modelo, seguido da conversão de uma planilha com os valores selecionados pelo usuário

APÊNDICE B – Questionário de Levantamento de Requisitos

1. Carimbo de data/hora
2. Endereço de e-mail
3. Nome completo
4. Quais destas entidades participam do seu negócio?
5. Quais destas etapas o cliente participa na cadeia de vendas?
6. Quais destas etapas devem participar na cadeia de vendas da empresa?
7. Quais destas etapas devem participar na cadeia de transporte da empresa?
8. Quais destas etapas devem participar na cadeia de certificação da empresa?
9. Quais destas etapas devem participar na cadeia de regulamentação da empresa?
10. Se existirem outras cadeias de valor não mencionadas acima, você poderia informar quais são as trocas existentes nelas?
11. Um sistema de rastreamento de vendas da empresa poderia auxiliar a gerência das informações citadas anteriormente?

APÊNDICE C – Questionário da Pesquisa-Ação Técnica

Questionário para validação de modelos

1 - Os modelos apresentados são adequados para visualizar a rede de valores em que está inserida a Meltech, indicando as organizações e as transações a serem incluídas com a adoção da tecnologia de *blockchain*? Escala linear de 1 a 5 para "Inadequados" ou "Adequados"

Caso existam transações comerciais com *blockchain* não contemplados, ou inadequados, quais seriam?

2 - As transações comerciais de venda de lotes da empresa a um comprador, ou parceiro comercial, com registro em *blockchain*, contemplam todos os tipos de trocas (bens e serviços, por exemplo) estabelecidos durante a venda? Escala linear de 1 a 5 para "Não contemplam" ou "Contemplam"

Caso existam outros tipos de trocas não contemplados, ou inadequados, quais seriam?

3 - As transações comerciais para solicitação de transporte e para a atividade de monitoramento do transporte, com registro em *blockchain*, contemplam todos os tipos de trocas (bens e serviços, por exemplo), estabelecidos durante o transporte? Escala linear de 1 a 5 para "Não contemplam" ou "Contemplam"

Caso existam outros tipos de troca não contemplados, ou inadequados, quais seriam?

4 - Os modelos ajudam a visualizar as trocas de informações necessárias entre as organizações relacionadas que se relacionam com a empresa através de *blockchain*? "Sim" ou "Não"

Comentários

5 - Os modelos ajudam a tomar uma decisão sobre a adoção do *blockchain* para monitoramento do transporte de seus produtos? "Sim" ou "Não"

Comentários

6 - O Modelo Regional representa adequadamente as organizações com as quais a empresa se relaciona e as transações por ela estabelecidas na sua cadeia de produção e distribuição, neste nível de abstração destas operações? Escala linear de

1 a 5 para "Inadequado" ou "Adequado"

Caso existam outras transações comerciais não representadas, ou inadequadas, quais seriam?

7 - O Modelo Nacional representa adequadamente a Meltech, as organizações com as quais a empresa se relaciona e transações por ela estabelecidas na sua cadeia de produção e distribuição, neste nível de abstração destas operações? Escala linear de 1 a 5 para "Inadequado" ou "Adequado"

Caso existam outras transações comerciais não contempladas, ou inadequadas, quais seriam?

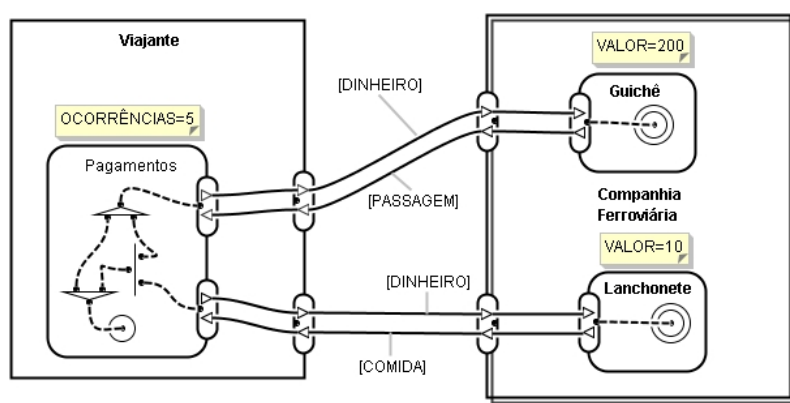
8 - O Modelo Internacional representa adequadamente a Meltech, as organizações com as quais a empresa se relaciona e transações estabelecidas pela empresa na sua cadeia de produção e distribuição, neste nível de abstração destas operações? Escala linear de 1 a 5 para "Inadequado" ou "Adequado"

Caso existam outras transações não contempladas, ou inadequadas, quais seriam?

APÊNDICE D – Tutorial para Cálculo de folha de rentabilidade com o *e³value editor*

A partir de um modelo de negócio construído com o *framework e³value* e apresentado na **Figura 16** a seguir, pode-se calcular a folha de fluxos da rede de valor.

Figura 16 – Exemplo de modelo *e³value* de uma companhia ferroviária



Fonte: Adaptação de Gordijn e Akkermans (2018)

Na **Figura 16** o modelo de negócio apresenta atores com papel elementar e de segmento de mercado, que se relacionam por transferências de valor. O ator elementar representa um cliente, e tem como atividades o pagamento por bens e serviços. Estes bens e serviços são atividades ofertadas ou prestadas por determinado ator, configurado como segmento de mercado.

O segmento de mercado pode ofertar atividades, sendo representado por um único ator ou por meio de uma configuração de parceria. Esta parceria pode ser composta por atores com atividades distintas, como a venda de bens ou prestação de serviços, em seus respectivos setores. A venda de bens e prestação de serviços de um negócio são calculados por meio de uma folha de rentabilidade construída pelo três passos seguintes, conforme Gordijn e Akkermans (2018):

1. Contar o número de vezes de transferências de valor que são alocadas, por considerar dependências e transferências de valor;
2. Atribuir valor econômico aos objetos de valor obtidos e pedidos por cada ator;

3. Calcular a folha de fluxo de rede de valor, ao subtrair o valor de todos os objetos de valor. Esta subtração é realizada a partir da diferença entre todos os objetos de valor que partem e que entram para cada ator.

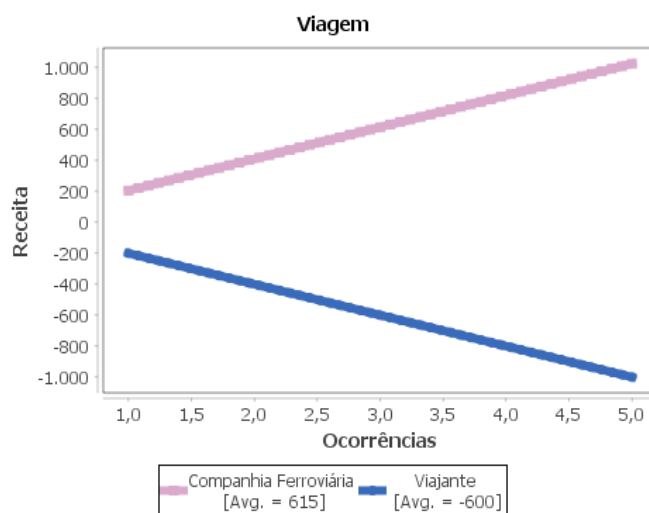
Os elementos utilizados na projeção do cálculo da folha de rentabilidade estão apresentados na **Tabela 5** a seguir.

Tabela 5 – Exemplo de folha de rentabilidade de uma prestadora de serviços ou vendas

Interface	Porta	Transferência	Ocorrências	Preço	Custo	Total
bem, DINHEIRO			5		50	
	saída: bem	(todas transferências)	5	0	0	
	entrada: DINHEIRO	DINHEIRO	5	10	50	
DINHEIRO, serviço			5		1 K	
	entrada: DINHEIRO	DINHEIRO	5	200	1 K	
	saída: serviço	(todas transferências)	5	0	0	
total por ator						1.05 K

A **Tabela 5** apresenta elementos como número de interfaces, portas, transferências, número de ocorrências, preço, custo e total. O primeiro elemento representa a **interface** de uma transação comercial, em que é definido o sentido da função. Este sentido indica a ordem das etapas de cada processo e o resultado final. As etapas são indicadas pela transação comercial realizada pela troca de dinheiro e um bem ou prestação de serviço, ou seja da troca de objetos de valor.

Estes objetos de valor tem o sentido indicado por meio das **portas** de uma transação, podendo ser sentido de entrada ou saída. Esta entrada ou saída permite que **transferências** sejam realizadas de forma integral ou parcial. Este processo pode ser um determinado número de **ocorrências**. Estas ocorrências multiplicam o valor do **preço** da transação, resultando em um **custo** proporcional. A somatória de todas essas transações está no limite da coluna de custo **Total**. O custo total desta tabela permite a geração de um gráfico visualizado da **Figura 17**.

Figura 17 – Gráfico de modelo *e³value* de uma prestadora de serviços ou vendas

Fonte: Gordijn e Akkermans (2018)

Na **Figura 17** é visualizada a projeção das receitas e despesas. Observando a curva do gráfico, em um período de tempo, pode-se analisar sobre a viabilidade econômica desse negócio, e as partes interessadas tomarem uma decisão para descobrir onde é possível elevar as receitas e/ou reduzir os custos.