

# Ontologia de Redes de Valor Verdes

## Title: Ontology of Green Value Networks

Juscimara Gomes Avelino, Patrício de Alencar Silva

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Universidade Federal  
Rural do Semi-Árido (UFERSA)  
Mossoró- RN

{juscimara.avelino, patricio.alencar}@ufersa.edu.br

**Abstract.** *The main purpose of a Value Network model is to make the businesses configured from this modeling technique potentially sustainable. However, in this type of conceptual modeling, sustainability is not always treated in its three dimensions (economic, social and environmental). To cope with this issue, this work proposes an ontology to leverage Value Network Modeling with concepts of environmental sustainability. The ontology supports semi-automatic configuration of value network models to help business analysts deciding upon alternative value paths to provide products or services the value of which depend on environmental accreditations or certifications.*

**Keywords.** *Ontology, Environmental Sustainability, Value Network Modeling.*

**Resumo.** *O principal objetivo de um modelo de rede de valor é que os negócios configurados a partir desta técnica de modelagem sejam potencialmente sustentáveis. Entretanto, nem sempre a sustentabilidade é contemplada em suas três dimensões (econômica, social e ambiental) nesse tipo de modelagem conceitual. Sendo assim, esta pesquisa propõe uma ontologia que estende o estado da arte em modelagem de redes de valor com conceitos de sustentabilidade ambiental. A ontologia proposta permite a configuração semiautomática de modelos de redes de valor que podem auxiliar empresas a decidir sobre caminhos alternativos de provisão de produtos ou serviços cujo valor agregado depende de creditações ou certificações ambientais.*

**Palavras-Chave.** *Ontologia, Sustentabilidade Ambiental, Modelagem de Redes de Valor.*

## 1. Introdução

As redes de valor são geralmente referenciadas como “sistemas de atores de negócio que permutam objetos de valor econômico mutuamente para satisfazer uma necessidade de um segmento de mercado consumidor” [Normann & Ramirez, 1993]. O principal objetivo de uma rede de valor é permitir a análise da sustentabilidade de um modelo cooperativo de negócio. Para tal modelagem, Gordijn e Akkermans (2014) propuseram o framework *e<sup>3</sup>value*. Entretanto, a forma com que tratam a sustentabilidade de negócios é puramente econômica. Num escopo mais amplo, a sustentabilidade de negócios tem dimensões

Cite as: Avelino, J. G. & Silva, P. A. (2020). *Ontology of Green Value Networks (Ontologia de Redes de Valor Verdes)*. *iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação (Brazilian Journal of Information Systems)*, 13(2), 168-197.

econômicas, sociais e ambientais. A dimensão econômica compreende a capacidade de usar recursos para atender às “necessidades” humanas. A dimensão ambiental restringe os objetivos econômicos de acordo com os recursos naturais disponíveis e respectivas certificações de extração e comércio. Já a dimensão social cobre a responsabilidade corporativa em retornar valor à sociedade na qual a empresa está inserida [Clift, 1998].

A necessidade de reversão do processo de degradação ambiental é urgente, o que demanda a adoção de práticas de negócios sustentáveis. A preocupação ambiental é hoje necessária à sobrevivência de uma empresa no mercado, considerando que é um valor que o consumidor pode utilizar como diferencial na escolha por determinados produtos ou serviços. Sendo assim, o que difere uma rede de valor verde é a preocupação com a sustentabilidade ambiental, facilitando a configuração dos arranjos organizacionais necessários para prover certificações verdes ao consumidor do modelo da rede.

A tomada de decisão por parte do consumidor pode ser prevista com modelos estratégicos de negócios. Por exemplo, o framework *e<sup>3</sup>value*, proposto por Gordijn e Akkermans (2014) permite prever como uma rede de atores de negócio poderão ser organizados de forma explorar um segmento de mercado. Tais modelos podem ser traduzidos para modelos de processos de negócio executáveis em plataformas de BPM (*Business Process Management*), cujas tarefas serão operacionalizadas por força humana ou recursos de Tecnologia da informação tais como agentes inteligentes ou *Web services*. Entretanto, para este modelo em camadas funcione de forma sustentável, é válido inserir requisitos de sustentabilidade de negócios em nível estratégico, com mapeamento progressivo de implementação nas camadas de Sistemas de Informação Empresariais.

Hevner e Chatterjee (2010) referenciam a Computação Verde (*Green Computing*) como um conjunto de práticas de uso eficiente de recursos computacionais para atingir determinados objetivos organizacionais ou de negócio. No contexto de Sistemas de Informação, onde recursos humanos estão entrelaçados com hardware, software, dados e redes de comunicação, requisitos de Computação Verde se tornam ainda mais ramificados. Entre vários requisitos emergentes, os autores ressaltam a necessidade de satisfação do consumidor e conformidade a padrões e certificações ambientais a serem consideradas nas fases iniciais de projeto de Sistemas de Informação para suporte aos negócios. Sendo assim, Sistemas de Apoio Executivo, tais como o framework *e<sup>3</sup>value*, podem ser ampliados para dar suporte à especificação de modelos direcionados não somente à satisfação monetária de atores de negócio, mas também de conformidade a creditações e certificações ambientais necessárias ao fornecimento de produtos e serviços diferenciados junto ao consumidor que exige responsabilidade ambiental corporativa.

Adotando a perspectiva de *Design Science* aplicada ao projeto de Sistemas de Informação socialmente relevantes, conforme defendida por Wieringa (2014), a questão de pesquisa principal tratada neste artigo é *como redes de valor pode ser modelada em conformidade com padrões de creditações ou certificações ambientais*. Do ponto de vista organizacional [Cameron, 1980], essa questão pode ser decomposta em várias outras, incluindo questões de conhecimento tais como: *O que são modelos de redes de valor verdes? Como configurar esses modelos de forma semi-automática? Quais são os elementos conceituais que compõem esses modelos? Como organizar esses elementos em arranjos pré-contratuais de negócio?* Para tratar estas questões, propomos uma ontologia para representar arranjos alternativos para configuração de redes de valor verdes. Esses

arranjos são representados em modelos que especificam caminhos alternativos para fluxo de produtos ou serviços com respectivas creditações ou certificações ambientais de valor agregado para o consumidor.

A ontologia descrita neste artigo avança o estado da arte em Sistemas de Informação, mais especificamente em Sistemas de Apoio Executivo em pelo menos dois níveis: primeiro, conforme apresentado na **Seção 5** deste artigo, os trabalhos imediatamente relacionados propõem mecanismos de controle para prevenção de comportamento oportunístico em redes de valor mais baseados em critérios puramente monetários que ambientais. Em segundo, a maioria dos trabalhos traz contribuições na forma de modelos ou frameworks conceituais diversos, incluindo processos, padrões de modelagem ou fatores críticos de sucesso. Entretanto, ontologias para representação explícita de estratégias verdes para modelos de negócios cooperativos são necessárias, dada a ausência de trabalhos para tratar tal demanda. Neste sentido, a ontologia proposta neste trabalho tem o objetivo de especificar e modelar um problema socialmente relevante, e seu projeto de construção foi orientado pela visão de Design Science proposta por Wieringa (2015). Subordinado a este paradigma de pesquisa, foi ainda usado um processo formal de validação da ontologia, proposto por Vrandečić (2009), o qual inclui etapas de *verificação* (i.e., checagem de consistência, correte e completude da ontologia); *checagem de conformidade* prática, com estudo de caso real; e *avaliação* da aceitação e utilidade junto aos gerentes da empresa envolvida na Pesquisa-Ação Técnica.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na **Seção 2**, um breve referencial teórico descreve alguns dos conceitos fundamentais de modelagem de redes de valor e sustentabilidade ambiental. A **Seção 3** contém a especificação formal da ontologia de redes de valor verdes. O processo de validação da ontologia é descrito na **Seção 4**. Na **Seção 5** são apresentados os trabalhos correlatos desta pesquisa. Um sumário das principais contribuições deste trabalho é apresentado na **seção 7**, com indicações de direções imediatas de pesquisa.

## 2. Fundamentação Teórica

O mundo opera em redes: sociais, de informação, de valores. O conceito de cadeia de valor, mediante o qual empresas cooperam de forma linear, não é mais uma alternativa robusta para uma provisão confiável de produtos e serviços. O modo de operação em rede tem mudado a forma de fazer negócios, fazendo com que as cadeias de valor sejam entrelaçadas no que Normann e Ramirez (1993) denominaram *constelações de valor* (hoje mais referenciadas como *redes de valor*). Num modelo de rede de valor, múltiplos caminhos são determinados especificar os caminhos por onde produtos e serviços agregarão valor antes de chegar nos mercados de consumo. As empresas envolvidas nessas redes focam em atividades de negócio que as diferenciam no mercado, enquanto atividades secundárias são delegadas a parceiros de negócio competentes. Redes de valor são especialmente atrativas para empresas de pequeno e médio porte, pois permitem que tais organizações operem em mercados competitivos de forma resiliente, dado que o arranjo em rede favorece múltiplas opções de cooperação (mesmo em presença de transações que venham a falhar por oportunismo ou incapacidade de entregar serviço) [Gordijn & Akkermans, 2014].

De acordo com Peppard e Rylander (2006), as organizações não devem centralizar esforços ou recursos exclusivamente em cadeias de valor lineares. Daí surge o conceito

de *rede de valor*, que pode ser compreendido como um “sistema de co-criação de valor aberto”. Os autores ainda indicam que a concorrência entre pares de empresas tem dado lugar a disputas entre alianças, conglomerados ou redes corporativas. Para Lusch *et al.* (2010), o conceito de rede de valor é definido como “uma estrutura espacial e temporal, amplamente flexível, de detecção e resposta espontâneas a proposições de valores e composta por agentes econômicos e sociais que interagem através de instituições e tecnologia para coproduzir ofertas e serviços, ofertar serviços de troca e co-criar valor. Logo, essas redes podem ser analisadas como ecossistemas de serviços.

Para colocar uma rede de valor em operação, é importante prever proposições de valor monetário. Uma opção de análise é o framework *e<sup>3</sup>value*, composto de uma metodologia, uma ontologia e uma ferramenta com notação gráfica que servem para a comunicação de requisitos de negócio tanto para administradores de empresas quanto para analistas de sistemas [Gordijn & Akkermans, 2014]. O framework *e<sup>3</sup>value* é não somente uma ferramenta para análise de viabilidade econômica de redes de valor, mas também uma técnica de especificação de requisitos de Sistemas de Informação. A partir de um modelo *e<sup>3</sup>value* economicamente viável, é possível gerar um modelo correspondente de processo de negócio a ser implementado em uma plataforma de Gestão de Processos de Negócio (BPM – *Business Process Management*). Entretanto, o *e<sup>3</sup>value* trata apenas a perspectiva econômica da sustentabilidade, não considerando explicitamente a perspectiva ambiental. Há uma conscientização crescente em vários segmentos de mercado sobre a necessidade de produtos e serviços cujo valor agregado provém de creditações ou certificações ambientais de produção. Essas certificações frequentemente assumem a forma de selos de garantia em determinados produtos, os quais são usados como estratégia de marketing e diferenciação entre produtos de mesmo valor monetário [Alves, Jacovine & Nardelli, 2011].

Uma certificação ambiental resulta de um procedimento realizado por uma organização externa e independente, acreditada ou detentora de marca, que tenha a competência de emitir um documento que prove a conformidade ambiental de um produto, processo ou serviço. Logo, declara-se que o produto considera os requisitos estabelecidos pela instituição da certificação [Lopes, 2013]. O selo ambiental, por sua vez, é a consequência do processo de certificação ambiental, em que o produto ou serviço é submetido à avaliação dos órgãos competentes, a fim de garantir a concordância com os requisitos exigidos para obtenção da certificação [Medeiros, 2013]. Portanto, o uso de certificações é uma forma eficaz de mostrar a responsabilidade ambiental da empresa à sociedade. Entretanto, a obtenção e manutenção de certificações ambientais demanda não somente investimento individual da empresa, mas também a formação de alianças de negócio entre parceiros comerciais ou agências certificadoras (privadas ou estatais). Certificações ambientais são importantes para organizações que de alguma forma fazem uso de recursos naturais na comercialização de seus produtos ou serviços. A longo prazo, tais certificações podem impactar positivamente na reputação da empresa, e, consequentemente, na maximização de lucros pelo aumento de vendas. Nesse caso, objetivos econômicos da empresa passam a depender também de metas de conservação ambiental [Filho & Watzlawick, 2008].

Entretanto, num modelo de rede de valor, a perspectiva do consumidor e suas necessidades de consumo ocupam um papel dominante. De acordo com Lusch, Vargo e Tanniru (2010), essa perspectiva é denominada Lógica Dominante de Serviço (i.e. *Service Dominant Logic*). A partir dessa lógica, a necessidade de um mercado consumidor é

decomposta em produtos ou serviços de valor agregado que podem demandar a configuração de um arranjo de transações de valor econômico entre atores de negócio ou governamentais. Entretanto, no contexto da sustentabilidade ambiental, a necessidade do consumidor não mais se resume a obter um produto ou serviço pelo menor preço, mas sim, de valor agregado que provém de provas, creditações ou certificações que atestem que tal produto ou serviço foi produzido a partir de práticas de negócio ambientalmente sustentáveis. Arranjar ou combinar atores e respectivas atividades de negócio para satisfazer necessidades de mercado com restrições ambientais passa então a ser um problema organizacional. Considerando que um modelo de rede de valor é um prelúdio para um contrato de cooperação de negócios envolvendo múltiplas partes, é necessário um vocabulário de termos que possa representar uma visão unificada de termos e relações entre conceitos de sustentabilidade ambiental. A construção de um vocabulário como esse é o contexto principal da pesquisa descrita neste artigo.

### 3. Ontologia de Redes de Valor Verdes

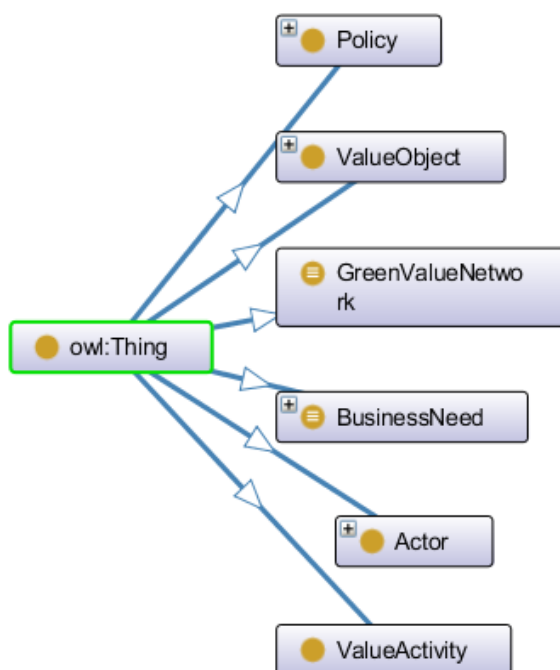
A ontologia proposta foi construída com o objetivo de fornecer uma especificação formal dos principais elementos que podem compor modelos de redes de valor verdes. A ontologia de Redes de Valor Verde (*Green Value Network Ontology* – GVNO) estende conceitos definidos na ontologia de Redes de Valor Semânticas (*Semantic Value Network Ontology* – SVNO) proposta por Reis (2018). Esta ontologia reconcilia conceitos especificados na *Value Monitoring Ontology* [Silva, 2013], na *Enterprise Ontology* [Dietz, 2006] e da ontologia do framework *e<sup>3</sup>value* [Gordijn & Akkermans, 2014]. Foram reutilizados os conceitos básicos da SVNO, i.e. atores, atividades e objetos. O ponto principal da GVNO são os modelos organizacionais, que podem viabilizar a especificação de modelos de redes de valor potencialmente sustentáveis do ponto de vista ambiental.

A ontologia proposta fornece a classificação de todos os elementos de uma rede de valor. Por meio de uma descrição formal define-se como os elementos podem ser combinados para uma configuração semi-automática de modelos de negócios em rede [Reis, 2018]. Os principais elementos de uma rede de valor são: *Actor*, *ValueActivity* e *Value Object*. Sendo assim, são as principais classes da ontologia, sendo cada um desses conceitos mutuamente definidos. O ponto final e inicial é a necessidade de negócio do ator principal da rede. Em uma rede de valor verde a necessidade de negócio é satisfeita não apenas obtendo o objeto desejado, mas também uma prova de que ele é ambientalmente correto.

Um dos principais pontos da rede de valor verde são as políticas organizacionais. Essas políticas especificam arranjos de cooperação entre atores desempenhando papéis de Agência distintos para produção, transferência e uso de certificações e provas ambientais na rede. Esse arranjo é definido por concatenações axiomáticas entre os conceitos da ontologia.

Como metodologia para construção da ontologia foi utilizada a de Uschold e King (1995). Essa metodologia inclui quatro etapas: (1) identificar o propósito e o escopo da ontologia; (2) construir a ontologia; (3) avaliar a ontologia; e (4) documentar os elementos da ontologia. Como linguagem de especificação foi usada a *Web Ontology Language* (OWL), com suporte da ferramenta *Protégé*. O código da ontologia está disponível online

para análise<sup>1</sup>. Na **Figura 1** são apresentadas as classes da ontologia. A classe *policy* contém os modelos organizacionais. A classe *value object* é composta pelos objetos de valor (i.e., *core object*, *counter object*, *CnA object*, *PoP object*). A classe *green value network* equivale à necessidade de negócio e modelos completos de rede. A classe *business need* representa uma necessidade de negócio do ator principal da rede. Os conceitos *actor* (e.g. *agent*, *principal*, *regulador* e *third party*) e *value activity* (i.e. *back-end activity*, *front-end activity*, *regulatory activity*, *resource activity*) definem papéis e operações de Agência, respectivamente. A especificação formal dessas classes é apresentada na seção seguinte. A escolha da metodologia e ferramenta é justificada pela simplicidade de uso e por conter as funcionalidades necessárias para o desenvolvimento da ontologia, além de apresentar robustez em seus processos, colaborando para o desenvolvimento de uma ontologia formalmente verificada.



**Figura 1: Representação da Hierarquia de Classes da Ontologia**

### 3.1. Definindo atores, atividades de valor e objetos de valor

Os principais elementos de uma rede de valor são: *actor*, *value activity* e *value object*. Um ator representa uma entidade ou organização com responsabilidade econômica [Gordijn & Akkermans, 2014]. Os atores são identificados através do papel que desempenham dentro da rede. Silva (2013) define quatro papéis de Agência que podem ser atribuídos aos atores: *principal*, *agent*, *regulator* e *third-party*. Cada ator se conecta a

<sup>1</sup> <https://www.dropbox.com/s/2cm9rln73ee0r8t/GVN.owl?dl=0>

uma atividade de valor por meio de relações (competência, responsabilidade e autoridade).

**Principal:** é o consumidor final do produto ou serviço [Eisenhardt, 1989]. Este ator demanda a necessidade de negócio e tem competência pela atividade do tipo *front-end-activity*. Em uma rede de valor verde, é imprescindível que além do objeto principal de negócio desejado por este ator, também chegue uma prova atestando que tal objeto foi produzido de maneira a não infringir requisitos ambientais.

**Agent:** i.e. *agente*, é um ator intermediário ou contratado que transforma o valor (Eisenhardt, 1989). Um agente é um ator que tem a competência de realizar uma *ResourceActivity*.

**Third Party:** i.e. *terceiro*, é um ator que fica na borda da rede. Normalmente, é um fornecedor ou produtor primário operando nos pontos de partida das cadeias de valor que compõem a rede [Gordijn, 2003]. A atividade de responsabilidade desse ator é a *back-end activity*.

**Regulator:** i.e. *regulador*, tem a autoridade de regulamentar ou autorizar demais atores a realizar atividades específicas [Silva, 2013]. Este ator tem a autoridade de realizar uma *regulatory activity*.

**Atividades de Valor:** são tarefas realizadas por um ator de uma forma economicamente rentável. Essas atividades de valor devem contribuir para o aumento da utilidade econômica do ator competente. Para que uma atividade seja verde, deve agregar ou transferir alguma certificação ambiental. Cada ator tem a competência de desempenhar algum tipo de atividade: *front-end activity*, *resource activity*, *back-end activity* e *regulatory activity*. Uma atividade de valor é definida pela relação com os objetos de valor via atos de produção (e.g. consumir, produzir, distribuir, conceder, agregar e transferir).

**Front-End Activity:** é de competência do *principal*. De acordo com os atos de produção, pode agregar *certification & accreditation objects* ou *proof-of-performance objects*, além de consumir *core objects*. Produz *counter-objects* como resultado.

**Resource Activity:** é de responsabilidade do ator *agent*. Segundo os atos de produção, pode agregar *certification and accreditation objects*, *proof-of-performance objects* ou *core objects*, além de consumir *counter objects*. Pode ainda distribuir *core objects* ou *counter objects*, concede *proof-of-performance objects* como contrapartida.

**Back-End Activity:** é de responsabilidade do ator *third party*. Segundo os atos de produção, pode agregar *certification and accreditation object* ou *core object*, além de consumir *counter object*. E como saída produz *core objects* ou *counter objects*, e concede *proof-of-performance objects*.

**Regulatory Activity:** é de autoridade do ator *regulator* e segundo os atos de produção, pode agregar *certification and accreditation objects*, *core objects* ou *proof-of-performance objects*, além de consumir *counter objects*. E como saída: concede *certification and accreditation objects* ou transfere *core objects* ou *proof-of-performance objects*.

**Objetos de Valor:** são produtos, serviços ou experiências que possuem valor econômico para pelo menos um dos atores envolvidos [Gordijn & Akkermans, 2003]. Na ontologia são definidas quatro subclasses distintas que representam quatro tipos de objetos: *counter object*, *cna object*, *pop object* e *core object*.

**CnA Object:** i.e., objeto de certificação e acreditação, desbloqueia o acesso a objetos privados ou certifica e autoriza atores da rede a realizar atividades específicas (p.ex. licenças ambientais). Um *cna object* é agregado por pelo menos uma *back-end activity*, *front-end activity* ou *resource activity*; e concedido por pelo menos uma *regulatory activity*.

**Core Object:** i.e., objeto principal do negócio, é o objeto central da rede e satisfaz a necessidade de negócio do consumidor [Silva et al., 2017]. Um *core object* é agregado por pelo menos uma *back-end activity* ou *resource activity*, ou consumido pela *front-end activity*, e distribuído pela *resource activity* ou produzido pela *back-end activity*.

**Counter Object:** i.e., objeto de contrapartida, é o preço pago por algum outro objeto, não se limitando a apenas dinheiro [Mankiw, 2014]. Um *counter object* é produzido por pelo menos uma *back-end activity* ou *front-end activity*, ou distribuído pela *resource activity*, e consumido por pelo menos uma *back-end activity*, *regulatory activity* ou *resource activity*.

**Proof-of-Performance Object:** i.e., objeto de prova de performance, é agregado por pelo menos uma *back-end activity*, *regulatory-activity* ou *resource-activity*; e concedido por pelo menos uma *front-end activity*, *regulatory activity* ou *resource activity*.

### 3.2 Definindo Necessidade de Negócio e Modelos Organizacionais

A necessidade de negócio é o ponto inicial e o final para configurar uma rede de valor, representando o objetivo da rede como um estado que precisa ser alcançado [Loucopoulos & Kavakli, 1999]. A necessidade de negócio aqui equivale a atender a necessidade do consumidor [Gordijn & Akkermans, 2003]. O papel de consumidor é desempenhado pelo ator *principal* da rede. Portanto, é este ator quem demanda uma necessidade de negócio. No *e3value*, a necessidade de negócio é satisfeita com um objeto de valor desejado pelo consumidor. Em Reis (2018), a noção de necessidade de negócio foi estendida: além do objeto de valor principal do negócio, é necessário analisar seu valor atribuído, o qual depende da percepção subjetiva do ator que atribui esse valor. Em uma rede de valor verde esse conceito também foi modificado. Como estamos abordando a sustentabilidade em seu eixo ambiental, a necessidade de negócio é satisfeita não apenas pelo objeto de valor desejado, mas também pela prova de que seu processo de produção seguiu requisitos ambientais. Logo, a necessidade de negócios em uma rede de valor verde é satisfeita por um *CoreObject* e um *PoPObject*<sup>2</sup>.

Uma *Policy* é um conceito abstrato que representa modelos. Em Silva et al. (2017) foram propostos cinco políticas de monitoramento de agência: *single*, *double-check*, *chokepoint*, *committee* e *gossip*. Mediante Pesquisa-Ação Técnica, Reis (2018) derivou mais um modelo denominado *twofold*. Estas políticas são utilizadas como blocos organizacionais a compor uma modelo de rede de valor. Cada bloco possui uma

<sup>2</sup> Por convenção de nomenclatura, os termos que dão nome aos conceitos da ontologia no código original aparecem no texto em fonte Courier New.



composição de atores, atividades e objetos. O objetivo desses blocos é especificar caminhos de fluxo de certificações e provas dentro da rede. Inicialmente, um regulador se conecta a uma atividade via comprometimento de autoridade, e a atividade é ligada aos objetos via atos de produção, seguido dos demais componentes que devem fazer parte do modelo. Na ontologia, os modelos são descritos através da concatenação de propriedades, definindo o fluxo que os objetos de valor devem seguir para se encaixar no modelo. Neste trabalho foram definidos cinco modelos de valor verdes: *SimplePadlock*, *KeyHolder*, *SingleKey*, *PadlockChain* e *KeyKnot*.

O modelo *SingleKey* (i.e., “chave única”) é o mais simples, no qual há apenas um regulador concedendo certificações para *ThirdParty* e *Agent*. De posse da certificação, *ThirdParty* concede uma prova para *Agent*. Da mesma forma, o agente concede uma prova para o principal da rede. O **Axioma 1** define a lógica deste modelo.

### Axioma 1: Lógica de Descrição da Classe *SingleKey*

```

Class: SingleKey
  EquivalentTo: Policy
    and (isComponencyBy some
      (Regulator
        and (hasAuthority some
          (RegulatoryActivity
            and ((grants some
              (CnAObject
                and (isBundledBy some
                  (BackEndActivity
                    and (isResponsabilityOf some
                      (ThirdParty
                        and (hasResponsability some
                          (BackEndActivity
                            and (grants some
                              (PoPObject
                                and (isBundledBy some
                                  (ResourceActivity
                                    and (isCompetenceOf some Agent)))))))))))))
            and (grants some
              (CnAObject
                and (isBundledBy some
                  (ResourceActivity
                    and (isCompetenceOf some
                      (Agent
                        and (hasCompetence some
                          (ResourceActivity
                            and (grants some
                              (PoPObject
                                and (isBundledBy some
                                  (FrontEndActivity
                                    and (isCompetenceOf some
                                      (Principal))))))))))))))))))

```

O modelo *PadlockChain* (i.e., “corrente de cadeados”) pode ser usado quando há a necessidade de dois reguladores concedendo certificações para *ThirdParty*. Os reguladores também trocam provas entre si a fim de atestar a certificação de *ThirdParty*. Os agentes da rede são certificados por um único regulador. As provas

percorrem toda a rede, até chegar ao Principal, atestando que se trata de um produto verde (sustentável na perspectiva ambiental). O **Axioma 2** formaliza esse modelo.

### Axioma 2: Lógica de Descrição da Classe PadlockChain

```

Class: PadlockChain
EquivalentTo: Policy
  and (isComponencyBy some
    (Regulator
      and (hasAuthority some
        (RegulatoryActivity
          and (((grants some
            (CnAObject
              and (isBundledBy some
                (BackEndActivity
                  and (isResponsabilityOf some
                    (ThirdParty
                      and (hasResponsability some
                        (BackEndActivity
                          and (grants some
                            (PoPObject
                              and (isBundledBy some
                                (ResourceActivity
                                  and (isCompetenceOf some
                                    Agent)))))))))))))
          and (grants some
            (CnAObject
              and (isBundledBy some
                (ResourceActivity
                  and (isCompetenceOf some
                    (Agent
                      and (hasCompetence some
                        (ResourceActivity
                          and (grants some
                            (PoPObject
                              and (isBundledBy some
                                (FrontEndActivity
                                  and (isCompetenceOf some
                                    Principal)))))))))))))
          and (grants some
            (CnAObject
              and (isBundledBy some
                (ResourceActivity
                  and (isCompetenceOf some
                    (Agent
                      and (hasCompetence some
                        (ResourceActivity
                          and (grants some
                            (PoPObject
                              and (isBundledBy some
                                (ResourceActivity
                                  and (isCompetenceOf
                                    some Agent)))))))))))))
          and (transfers some
            (PoPObject
              and (isBundledBy some
                (RegulatoryActivity

```

```

        and (isAuthorityOf some
            (Regulator
                and (hasAuthority
                    some RegulatoryActivity))))))
    and (grants some
        (CnObject
            and (isBundledBy some
                (BackEndActivity
                    and (isResponsabilityOf
                        some ThirdParty))))))

```

No modelo SimplePadlock (i.e., “cadeado simples”) temos dois reguladores, mas somente um agente intermediário. Da mesma forma dos demais modelos, provas são concedidas em toda a rede até chegar no principal. O **Axioma 3** descreve este modelo.

### Axioma 3: Lógica de Descrição da Classe SimplePadlock

**Class:** KeyKnotSingle

**EquivalentTo:** Policy

```

    and (isComponencyBy some
        (Regulator
            and (hasAuthority some
                (RegulatoryActivity
                    and (((grants some
                        (CnObject
                            and (isBundledBy some
                                (BackEndActivity
                                    and (isResponsabilityOf some
                                        (ThirdParty
                                            and (hasResponsability some
                                                (BackEndActivity
                                                    and (grants some
                                                        (PoPObject
                                                            and (isBundledBy some
                                                                (RegulatoryActivity
                                                                    and (isAuthorityOf some
                                                                        (Regulator
                                                                            and (hasAuthority some
                                                                                (RegulatoryActivity
                                                                                    and (grants some
                                                                                        (CnObject
                                                                                            and (isBundledBy
                                                                                                some
                                                                                                    (BackEndActivity
                                                                                                        and
                                                                                                            (isResponsabilityOf
                                                                                                                some
                                                                                                                    ThirdParty))))))))))))))))))
                    and (grants some
                        (CnObject
                            and (isBundledBy some
                                (ResourceActivity
                                    and (isCompetenceOf some
                                        (Agent
                                            and (hasCompetence some
                                                (ResourceActivity
                                                    and (grants some
                                                        (PoPObject
                                                            and (isBundledBy some
                                                                (FrontEndActivity
                                                                    and
                                                                        (isCompetenceOf
                                                                            some
                                                                                Principal))))))))))))))
                    and (transfers some
                        (PoPObject
                            and (isBundledBy some
                                (RegulatoryActivity
                                    and (isAuthorityOf some
                                        (Regulator
                                            and (hasAuthority some RegulatoryActivity))))))

```

```

and (grants some
  (CnAObject
    and (isBundledBy some
      (BackEndActivity
        and (isResponsabilityOf some ThirdParty)))))))))

```

O modelo KeyHolder (i.e., “chaveiro”) ocorre quando há apenas um segmento de reguladores concedendo certificações para agentes e ThirdParty. Neste caso há dois agentes intermediários. Como nos outros modelos, há uma concessão e agregação de provas repassadas a partir do ThirdParty, até o Principal da rede. O **Axioma 4** define este modelo.

#### Axioma 4: Lógica de Descrição da Classe KeyHolder

**Class:** KeyHolder

**EquivalentTo:** Policy

```

and (isComponencyBy some
  (Regulator
    and (hasAuthority some
      (RegulatoryActivity
        and ((grants some
          (CnAObject
            and (isBundledBy some
              (BackEndActivity
                and (isResponsabilityOf some
                  (ThirdParty
                    and (hasResponsability some
                      (BackEndActivity
                        and (grants some
                          (PoPObject
                            and (isBundledBy some
                              (ResourceActivity
                                and (isCompetenceOf some
                                  Agent)))))))))))))
          and (grants some
            (CnAObject
              and (isBundledBy some
                (ResourceActivity
                  and (isCompetenceOf some
                    (Agent
                      and (hasCompetence some
                        (ResourceActivity
                          and (grants some
                            (PoPObject
                              and (isBundledBy some
                                (FrontEndActivity
                                  and (isCompetenceOf some
                                    Principal)))))))))))))
            and (grants some
              (CnAObject
                and (isBundledBy some
                  (ResourceActivity
                    and (isCompetenceOf some
                      (Agent
                        and (hasCompetence some
                          (ResourceActivity
                            and (grants some
                              (PoPObject
                                and (isBundledBy some
                                  (ResourceActivity
                                    and (isCompetenceOf some
                                      Agent)))))))))))))

```

O modelo KeyKnot (i.e., “nó chave”) pode ser usado quando, além de dois segmentos de reguladores, os agentes também emitem certificações próprias. Dessa forma, neste tipo de modelo um ator pode executar dois papéis diferentes: Agent e Regulator. Provas continuam a ser concedidas e agregadas a fim de certificar os CoreObjects que serão trocados. O **Axioma 5** formaliza a descrição deste modelo.

### Axioma 5: Lógica de Descrição da Classe KeyKnot

```

Class: KeyKnot
  EquivalentTo: Policy
    and (isComponencyBy some
      (Regulator
        and (hasAuthority some
          (RegulatoryActivity
            and (((grants some
              (CnAObject
                and (isBundledBy some
                  (BackEndActivity
                    and (isResponsabilityOf some
                      (ThirdParty
                        and (hasResponsability some
                          (BackEndActivity
                            and (grants some
                              (PoPObject
                                and (isBundledBy some
                                  (RegulatoryActivity
                                    and (isAuthorityOf some
                                      (Regulator
                                        and (hasAuthority some
                                          (RegulatoryActivity
                                            and (grants some
                                              (CnAObject
                                                and (isBundledBy some
                                                  (BackEndActivity
                                                    and (isResponsabilityOf some ThirdParty))))))))))))))))))
            and (grants some
              (CnAObject
                and (isBundledBy some
                  (ResourceActivity
                    and (isCompetenceOf some
                      (Agent
                        and (hasCompetence some
                          (ResourceActivity
                            and (grants some
                              (PoPObject
                                and (isBundledBy some
                                  (FrontEndActivity
                                    and (isCompetenceOf some
                                      (isCompetenceOf some
                                        Principal))))))))))))))))
            and (grants some
              (CnAObject
                and (isBundledBy some
                  (ResourceActivity
                    and (isCompetenceOf some
                      (Agent
                        and (hasCompetence some
                          (ResourceActivity

```

```

and (grants some
(PoPObject
and (isBundledBy some
(RegulatoryActivity
and (isAuthorityOf some
(Regulator
and (hasAuthority some
(RegulatoryActivity
and (grants some
(CnAObject
and (isBundledBy
some(ResourceActivity
and (isCompetenceOf some Agent))))))))))))))
and (transfers some
(PoPObject
and (isBundledBy some
(RegulatoryActivity
and (isAuthorityOf some
(Regulator
and (hasAuthority
some RegulatoryActivity))))))
and (grants some
(CnAObject
and (isBundledBy some
(BackEndActivity
and (isResponsabilityOf some ThirdParty))))))

```

## 4. Validação da Ontologia

Para validação foi feito um estudo de caso com Pesquisa-Ação Técnica (*Technical Action Research* – TAR). A utilização de uma pesquisa de ação técnica é um método amplo e a escolha adequada do caso é essencial para o êxito da validação. Neste método de pesquisa, o pesquisador usa um caso real para extrair elementos de prática para refinar o projeto do artefato de TI, enquanto transfere conhecimento aos stakeholders sobre como o artefato afetaria o contexto da organização, se implementado na prática. É possível prever que problemas organizacionais poderiam ser tratados com a implementação efetiva do artefato.

### 4.1 Pesquisa-Ação Técnica

Na Pesquisa-Ação Técnica, o pesquisador valida a utilidade de um artefato de TI pela aplicação em um modelo de estudo de caso próximo da realidade operacional de uma organização [Wieringa, 2014]. Este método exige que o pesquisador trabalhe em cooperação direta com os stakeholders da organização, de forma a extrair elementos de prática que tornem a descrição do caso mais próxima possível da realidade operacional.

De acordo com Wieringa (2014), a Pesquisa-Ação Técnica é um tipo específico de Estudo de Caso Único. Este método difere de “Estudos de Caso Observacionais”. Enquanto este método define que o pesquisador apenas “observe” e extraia elementos de um caso documentado na literatura sem interferir em seu contexto real de implantação, a Pesquisa-Ação Técnica demanda envolvimento direto do pesquisador com o Sistema de Informação circunscrito no estudo de caso.

Wieringa (2014) propõe ainda um protocolo para condução de Pesquisa-Ação Técnica, o qual foi adotado nesta pesquisa (vide **Figura 2**). As asserções exclamativas indicam os pontos de ação intervencionista realizados pelo pesquisador, o qual deve

coordenar as atividades no ciclo do cliente até que a utilidade do artefato seja avaliada pela análise de informação do caso.

### **Análise do Problema de Pesquisa**

- Estrutura conceitual do (Contexto x Artefato)
- Questões de Pesquisa: Efeitos? Satisfação?
- População é definida do (Contexto x Artefato)



### **Pesquisa e Projeto de Inferência**

- Adquira o cliente e personalize o artefato!
- Concorde o plano de tratamento com o cliente!
- Projete as medições!
- Projete as inferências!



### **Validação da Pesquisa e Projeto de Inferência**

- Isto irá responder às questões de pesquisa?



### **Execução da Pesquisa**

- Execute o projeto de pesquisa!
- Avalie o resultado!



### **Análise de dados**

- Descrições
- Explicações
- Generalizações
- Respostas as perguntas de conhecimento

### **Investigação do Problema**

- Partes interessadas? Objetivos?
- Fenômenos problemáticos? Causas? Efeitos



### **Projeto de Tratamento do Cliente**

- Especifique os requisitos!
- Requisitos contribuem para os objetivos?
- Concorde o plano de tratamento com o cliente!



### **Validação de Tratamento**

- Os efeitos desejáveis satisfazem os requisitos?



### **Implementação**

- Execute o tratamento!



### **Avaliação de Implementação**

- Fenômenos? Efeitos?
- Contribuição dos efeitos para os objetivos?

↑  
Coordenar

**Ciclo empírico do pesquisador empírico**

**Ciclo de engenharia do cliente ajudante**

**Figura 2: Framework de Pesquisa-Ação Técnica (Adaptado de Wieringa, 2014)**

## 4.2 Análise do Problema de Pesquisa

Inicialmente, são definidos os conceitos que serão usados para responder às questões de conhecimento. O artefato de estudo é a ontologia de Redes de Valor Verdes (GVNO). O comportamento do artefato é caracterizado pelas entradas (i.e., informação do estudo de caso) e saídas (i.e. modelos de redes de valor verdes). A modelagem produz arranjos de redes de valor verdes para obtenção de certificações ambientais que podem agregar valor ao produto final desejado pelo mercado consumidor. Os modelos de redes de valor verdes podem ser mais ou menos complexos, dependendo do número de atores envolvidos e transações intermediárias. O objetivo de conhecimento desta pesquisa é avaliar a utilidade prática dos modelos produzidos para a organização cliente. As questões de conhecimento desta pesquisa são: *A ontologia produz modelos de redes de valor verdes economicamente viáveis? Os modelos facilitam o entendimento das estratégias de negócios em rede?* Tais questões estão diretamente ligadas à aceitação, utilidade e usabilidade da ontologia como um artefato de TI.

Após a etapa de definição das questões de pesquisa, um cliente foi identificado. Esse cliente pode ser qualquer organização que precise definir modelos de cooperação de negócios. Com base nas características do artefato e de seu contexto de aplicação, foi escolhido um caso proveniente de uma empresa do ramo do agronegócio.

## 4.3 Pesquisa e Projeto de Inferência

A etapa de Pesquisa e Projeto de Inferência tem como objetivo selecionar a empresa. A empresa participante foi a **Vita+**<sup>3</sup>, exportadora de frutas frescas *in natura* e parte do grupo Ecofertil de agronegócio, com sede na cidade de Mossoró (Estado do Rio Grande do Norte), na região semi-árida do nordeste brasileiro. Seus principais produtos são o melão (amarelo, gália e pele de sapo) e melancia (personal, com e sem semente). A empresa atua no mercado nacional, principalmente na região sudeste e centro-oeste, e no mercado internacional (e.g. Holanda, Inglaterra, Itália, Espanha e Portugal).

A Vita+ forneceu suporte de informações necessárias à modelagem da sua rede de negócios. Para isso, foram realizadas reuniões presenciais para formulação dos requisitos necessários para a modelagem e validação dos modelos de valor verdes. Um questionário estruturado foi aplicado com o objetivo de obter informações mais precisas sobre os stakeholders envolvidos da rede e respectivas certificações ambientais, para população da ontologia. Nesta fase investigativa, o objetivo é entender como está organizada a relação atual da empresa com seus clientes.

## 4.4 Validação da Pesquisa e Projeto de Inferência

A inferência a partir de um estudo de Pesquisa-Ação Técnica deve ser planejada cuidadosamente. Há três tipos de inferências prescritos pela Pesquisa-Ação Técnica: descritiva, abdutiva e analógica. Neste trabalho, o projeto de inferência utilizado foi a abdutiva. Este tipo de inferência parte da expectativa que o artefato seja o mecanismo mediante o qual o pesquisador produzirá um efeito desejado no contexto do cliente [Wieringa, 2014].

---

<sup>3</sup> <http://ecofertil.com.br/>



Previamente a Pesquisa-Ação Técnica pondera quais são os efeitos. Esses efeitos são classificados em: efeito esperado (i.e., diferença entre o modelo atual e modelos previstos), valor esperado (i.e., efetividade e eficiência econômica) e *trade-off* (i.e., diferenças estruturais entre os modelos produzidos para o mesmo contexto do caso). Sendo assim, os efeitos esperados são de que o artefato apresente como saída o modelo de negócio da Vita+, considerando o arranjo de certificações e provas que são concedidas e agregadas pelos atores da rede. O valor esperado é que os padrões organizacionais sejam capazes de simplificar os modelos da rede. E finalmente, a sensibilidade do artefato está atrelada ao contexto do problema de modelagem, no entanto, ainda é possível realizar análises de viabilidade e análises da necessidade da certificação para realizar transações e satisfazer a necessidade de negócio do consumidor final.

#### 4.5 Execução da Pesquisa

Na execução da pesquisa, foi necessário estudar o cliente e obter informações relevantes sobre a empresa. Sabendo que este estudo pretende responder às questões de conhecimento supracitadas, foram analisadas as informações coletadas diretamente na **Vita+**. A execução da pesquisa seguiu a análise das informações coletadas e identificação das informações que seriam utilizadas para compor a rede. Em seguida estes dados foram instanciados na ontologia.

A **Figura 3** ilustra uma rede de valor que provê uma visão geral do modelo de distribuição de frutas para atacadistas e varejistas. Dependendo do mercado (nacional ou internacional), o produtor necessitará da certificação de um ou dois segmentos de reguladores. O produtor também tem a opção de mandar suas frutas direto para os varejistas ou por intermédio de um agente atacadista. Sendo assim, a necessidade do consumidor pode ser feita diretamente pelos varejistas, ou por um caminho mais longo (i.e., quando há o intermédio dos agentes atacadistas). Baseado nesse modelo geral, foram derivados cinco modelos alternativos definem caminhos de criação de valor adotados atualmente pela empresa ou caminhos alternativos para consideração futura.

**Modelo do mercado internacional:** para realizar a exportação das frutas para agentes atacadistas no mercado internacional, as frutas produzidas pela **Vita+** são vistoriadas pelo **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**<sup>4</sup>, o qual emite um documento fitossanitário por um engenheiro agrônomo certificado, liberando o produto para exportação. Conforme ilustrado na **Figura 4**, o regulador nacional (i.e., MAPA) se comunica com órgãos regulamentadores internacionais pela permuta de provas que certificam o produto e seu processo de produção de acordo com normas de conservação ambiental. A **Vita+** possui as certificações ambientais internacionais GLOBAL G.A.P, SEDEX, GRASP e CEAPP, que permitem a exportação das frutas para Holanda, Inglaterra, Itália, Espanha e Portugal. Os seus principais clientes atacadistas são Jaguar, QPI, Barbosa e VidaFresh. Estes agentes atacadistas distribuem as frutas para vários supermercados varejistas. É possível observar no modelo que, a partir do produtor, sempre é emitida uma prova, que constitui a garantia que seu produto foi produzido atendendo a requisitos ambientais exigidos pelos órgãos certificadores.

<sup>4</sup> <http://www.agricultura.gov.br/>

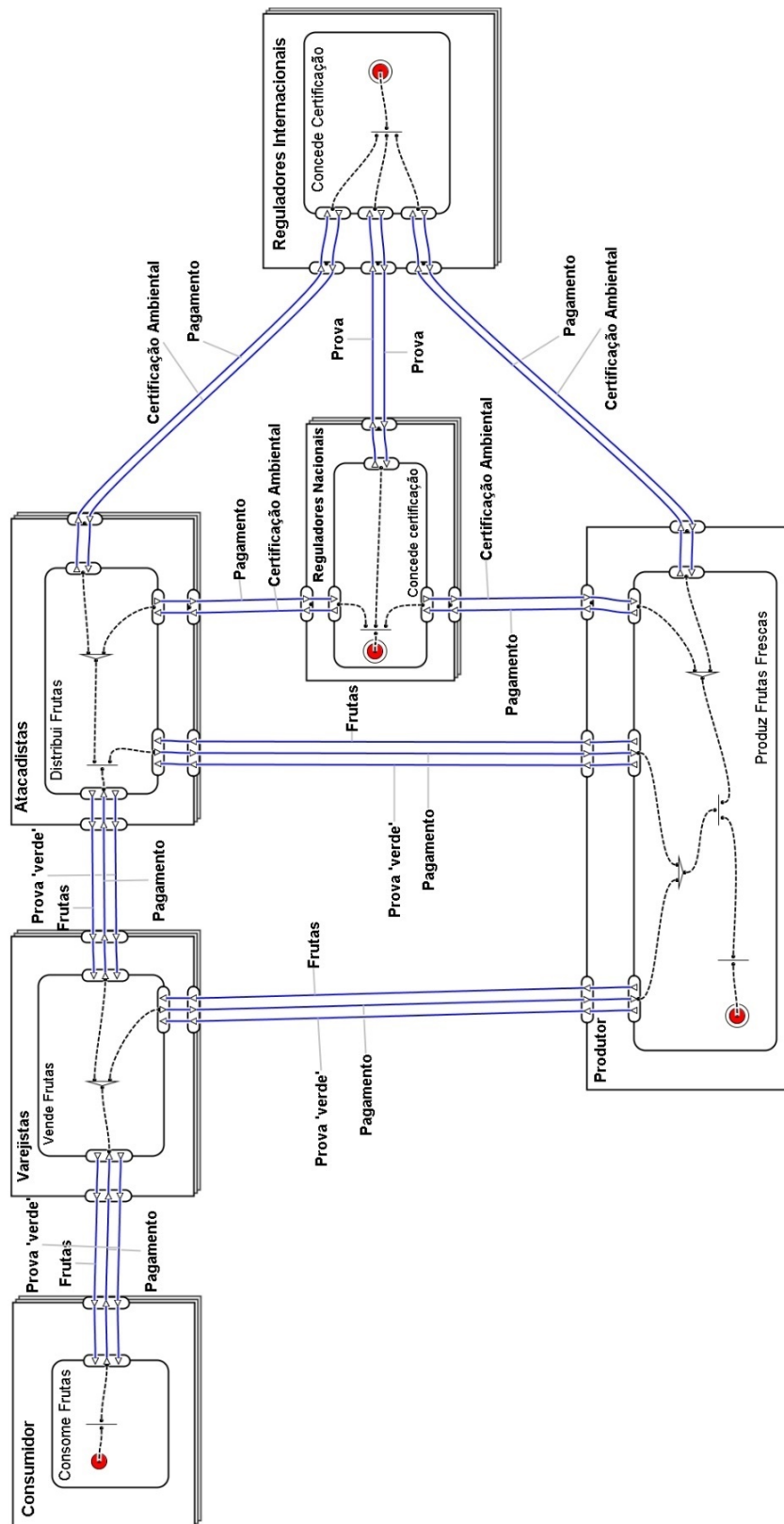
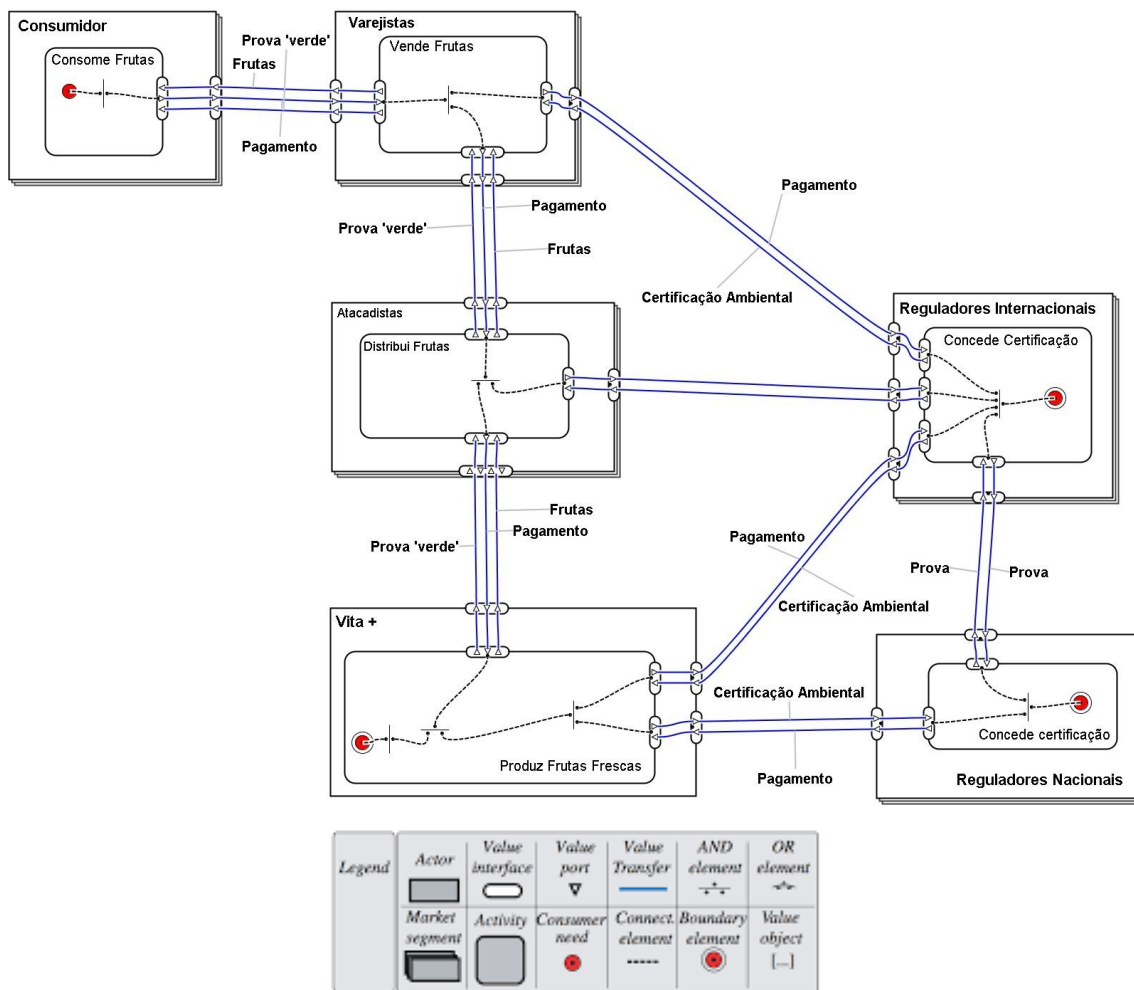


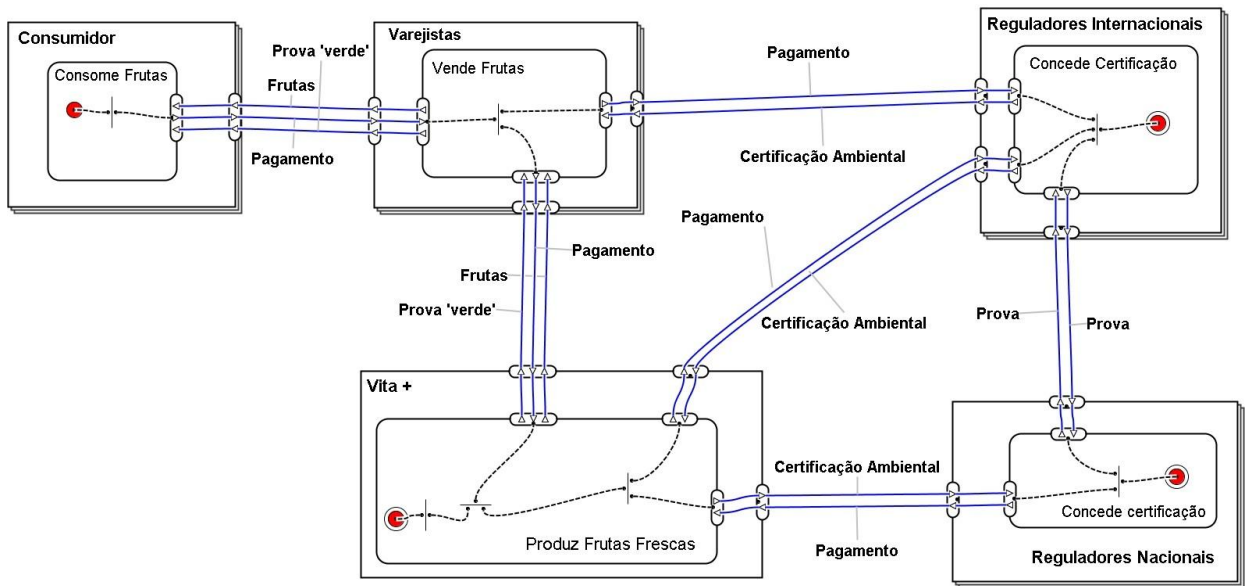
Figura 3: Modelo Genérico de uma Rede de Valor do Comércio de Frutas



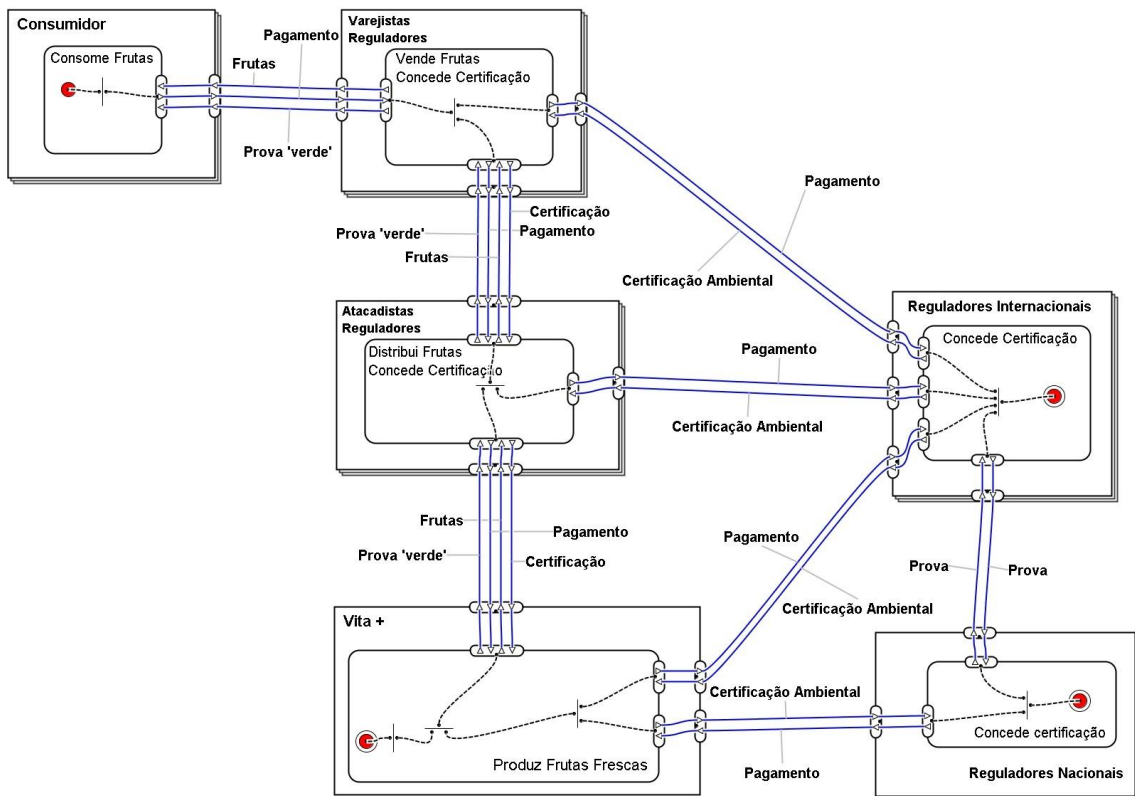
**Figura 4: Rede de Valor do Mercado Internacional**

**Modelo do mercado internacional direto:** uma simplificação do modelo apresentado anteriormente é o caso da comunicação direta entre o produtor e os supermercados varejistas, representado por um segmento de mercado, conforme ilustrado na **Figura 5**. A **Vita+** não opta por este caminho ainda, devido a algumas dificuldades, como, por exemplo, a necessidade de distribuição fracionada nestes casos. Porém, segundo um dos sócios majoritários da **Vita+**, este modelo é implementado por algumas empresas concorrentes.

**Modelo do mercado internacional com certificações próprias:** uma extensão do modelo do mercado internacional é um caso específico em que um agente atacadista ou varejista exige uma certificação própria, conforme ilustrado na **Figura 6**. O processo básico de certificação e troca de provas acontece conforme apresentado anteriormente, i.e., com dois reguladores, nacionais e internacionais representados por segmentos de mercado distintos. Complementando este modelo, há ainda as certificações emitidas pelos próprios agentes. Sendo assim, neste tipo de modelo um ator pode atuar tanto como agente quanto como regulador dentro da mesma rede.

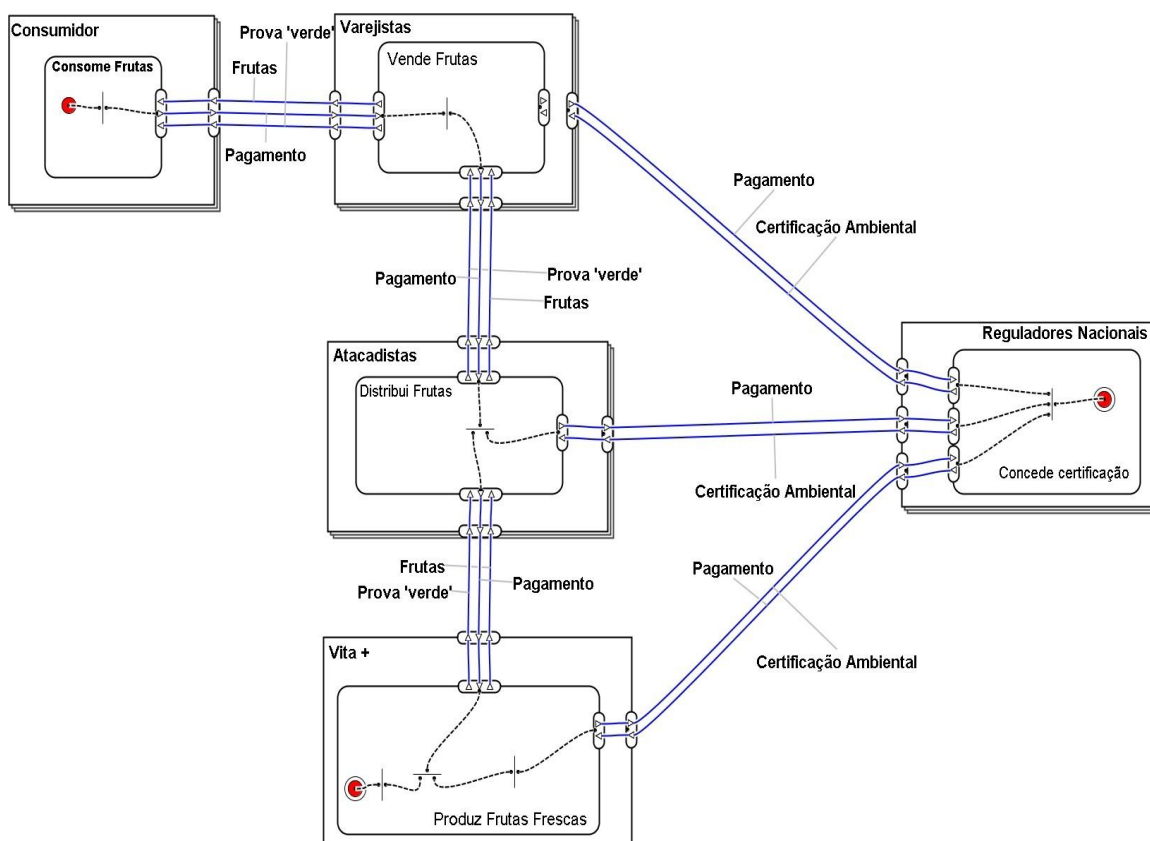


**Figura 5: Rede de Valor do Mercado Internacional Direto**



**Figura 6: Rede de Valor do Mercado Internacional Com Certificações Próprias**

**Modelo do mercado nacional:** para a venda no mercado nacional, a **Vita+** necessita apenas da certificação do MAPE, conforme ilustrado na **Figura 7**. De posse dessa certificação, o produtor pode vender seus produtos diretamente aos agentes atacadistas. A **Vita+** possui vários clientes atacadistas nacionais como Pilon, Casa da Uva, Benaci, Villalva e Canaã, os quais distribuem frutas para vários supermercados varejistas. Observando os objetos trocados entre os atores da rede, é possível notar que, a partir do produtor, sempre é emitida uma “prova verde” que garante que esses produtos são produzidos atendendo a requisitos ambientais exigidos pelos órgãos certificadores.



**Figura 7: Rede de Valor do Mercado Nacional**

**Modelo do mercado nacional direto:** uma simplificação do modelo apresentado anteriormente seria o caso de termos a comunicação direta entre o produtor e os supermercados varejistas nacionais, representados por um segmento de mercado, conforme ilustrado na **Figura 8**. A **Vita+** também não opta por este caminho. Porém, segundo um dos sócios majoritários da empresa, este modelo também é implementado por empresas concorrentes. Com isso, considera-se importante a apresentação deste modelo.

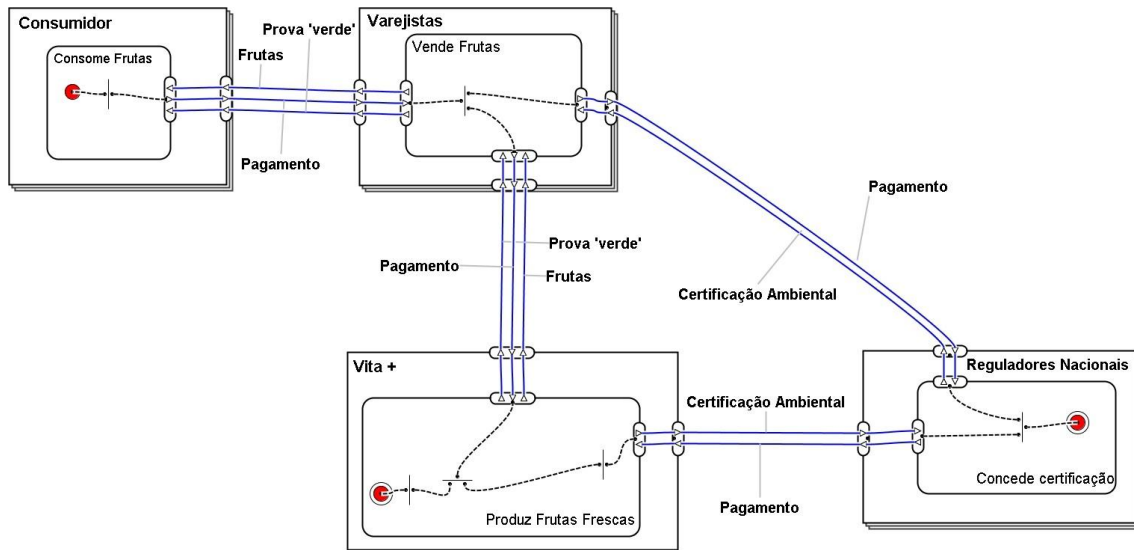


Figura 8: Rede de Valor do Mercado Nacional Direto

#### 4.7 Análise dos dados

Esta fase da pesquisa teve o objetivo de avaliar a utilidade prática do artefato proposto junto à empresa participante. Após a apresentação dos modelos para serem avaliados pelo cliente, foi constatado que estavam de acordo com a realidade da empresa. A notação gráfica do framework *e<sup>3</sup>value* foi usada para facilitar o entendimento dos modelos produzidos a partir da ontologia junto ao cliente. A partir das recomendações do método da Pesquisa-Ação Técnica segundo proposta por Wieringa (2014), um questionário foi aplicado junto ao cliente para avaliação da utilidade da ontologia e respectivos modelos de redes de valor. As questões são enumeradas a seguir.

1. Um modelo de rede de valor que aborde questões ambientais é importante?
2. Os elementos básicos do modelo, i.e., atores, atividades, objetos trocados (produtos, certificações e provas) são necessários para tomada de decisão sobre o negócio da empresa?
3. Os modelos de rede de valor verde apresentados seriam necessários como uma técnica de modelagem para a tomada de decisão nesta empresa?
4. Os arranjo de certificações e provas são suficientemente organizados no modelo?
5. A representação do problema de tomada de decisão (de tentar satisfazer um a necessidade do consumidor através de múltiplos caminhos) é suficientemente clara nos modelos fornecidos?
6. A visualização de diferentes caminhos de criação de valor (que consideram a necessidade de certificações ambientais dentro dos modelos descritos) seria necessária para a tomada de decisões na sua empresa?
7. Os modelos de valor gerados para este caso de negócio representam o estado atual da empresa em rede onde sua empresa opera atualmente?
8. As explicações e recomendações complementares aos modelos são necessárias para tomada de decisão?

As respostas foram coletadas de acordo com uma faixa de valores: *extremamente*, *muito*, *parcialmente*, *um pouco* e *nem um pouco*. As questões **1, 2, 4, 5, 6, 7 e 8** foram respondidas com “**muito**” e a **questão 3** com “**parcialmente**”, pois neste caso, foi apontado que há condições de prática ou nuances de negócios que não aparecem nos modelos por questões de vantagem competitiva da empresa.

Através destes questionamentos foi avaliado o nível de aceitação dos modelos propostos para o caso específico da empresa **Vita+**. A sustentabilidade ambiental é, na prática, um fator chave para tomadas de decisão na empresa. Com isso a representação dos modelos, utilizando elementos básicos (atores, atividades e objetos), transações de valor e permuta de certificações verdes não somente representam o estado atual de operação da empresa em redes de valor, mas tornou mais clara para os sócios da empresa a análise dos múltiplos caminhos de criação de valor que ainda podem ser explorados (especialmente os modelos que já são implementados por empresas concorrentes).

Os cinco modelos produzidos pela ontologia proposta neste trabalho representam estratégias para atingir o mesmo objetivo de satisfazer um segmento de mercado consciente de questões ambientais envolvidas na produção de frutas. Os modelos oferecem diferentes visões de atuação da empresa no contexto de cooperações comerciais em que opera. A representação gráfica dos modelos de redes de valor verde permitiu que os sócios da **Vita+** pudessem visualizar e analisar o fluxo de certificações verdes necessárias à empresa para atingir segmentos de mercado em expansão. Ao ser questionado, um dos sócios majoritários da empresa elencou alguns valores importantes que poderiam diferenciar e classificar os modelos apresentados, tais como: *confiabilidade dos parceiros*, *fidelização do cliente*, *custo transacional* e *disponibilidade dos fornecedores*. Esses valores são atribuídos às relações com parceiros e clientes. Estudos futuros podem vir a investigar esses valores de forma mais aprofundada. É também possível que futuros estudos de casos junto a empresas concorrentes possam validar os modelos propostos como padrões de projeto de redes de valor.

#### **4.8 Ameaças à Validade e Limitações da Pesquisa**

Uma questão fundamental está relacionada a validade dos resultados do estudo. Sendo assim, é importante considerar a validade desde o planejamento, para, dessa forma, garantir que os resultados sejam válidos para a população em análise. Têm-se diferentes tipos de validade a serem considerados.

**Validade de construção:** considerando que a validade de construção pode estar relacionada a fatores humanos, uma possível ameaça, seria os participantes basearem-se em hipóteses, para realizar os procedimentos para construção do artefato. Entretanto, este trabalho foi guiado por uma base teórica bem definida. Dessa forma, podemos considerar que as ameaças a validade de construção são mínimas.

**Validade interna:** a principal ameaça a validade interna dos estudos está relacionada ao grau de correspondência entre a realidade do objeto de estudo e os modelos gerados. Para minimizar esta ameaça, o estudo foi realizado pessoalmente pelos próprios pesquisadores, gerando e avaliando os modelos junto a empresa. Para evitar a fadiga e desinteresse foram realizadas reuniões curtas e objetivas.

**Validade externa:** a principal ameaça à validade externa é que os modelos de redes de valor verdes produzidos a partir da ontologia proposta são válidos a partir da



visão de uma única empresa do agronegócio. Consolidar os modelos propostos como padrões de projeto de redes de valor demanda análise da aplicabilidade destes modelos em estudos de caso observacionais ou em outros estudos de caso pontuais junto a empresas que operem em mercados correlatos.

**Validade de conclusão:** este tipo de ameaça está intimamente ligado com análise e interpretação estatística. Neste estudo não foram realizados testes estatísticos, portanto não se aplica.

Com relação as limitações da pesquisa, a principal delas concerne é que a transformação dos modelos inferidos com a ontologia em modelos gráficos na notação *e<sup>3</sup>value* é realizada manualmente, o que demanda habilidade e conhecimento em *Web Ontology Language (OWL)* e o framework *e<sup>3</sup>value* por parte do analista de projeto

## 5. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são descritos alguns trabalhos relacionados e a relação entre eles e o trabalho proposto nesta pesquisa. Os trabalhos correlatos que mais se aproximam dos objetivos desta pesquisa foram propostos por Gordijn (2002), Kartseva (2008), Silva (2013) e Reis (2018).

O framework *e<sup>3</sup>value* proposto por Gordijn (2002) é um trabalho seminal na combinação de modelos estratégicos de negócios e Engenharia de Requisitos. O framework *e<sup>3</sup>value* é baseado numa ontologia formal para definição de transações de valor em redes de negócios, um framework de análise, uma ferramenta gráfica para expressão e um mecanismo interno à ferramenta para cálculo e prospecção da rentabilidade a ser distribuída entre os atores da rede. O objetivo principal do framework é prover uma ferramenta para análise e prelúdio contratual entre parceiros comerciais interessados em explorar as necessidades de um segmento de mercado consumidor. Uma das principais vantagens do framework é a simplicidade da notação gráfica, avaliada como usável tanto por analistas de negócio quanto por analistas de sistemas mediante aplicação em múltiplos estudos de caso internacionais<sup>5</sup>. Contudo, em sua formulação original, o *e<sup>3</sup>value* não provê suporte à análise de comportamento oportunista em redes de valor, tais como fraudes ou inabilidade de entrega de serviço em tempo de execução do negócio. Esses pontos são tratados no *e<sup>3</sup>control*, proposto por Kartseva (2008) e na Ontologia de Monitoramento de Valor (Value Monitoring Ontology – VMO) proposta por Silva (2013).

O trabalho de Kartseva (2008) estende o *e<sup>3</sup>value* com uma ontologia, padrões de projeto e um framework de análise, denominado *e<sup>3</sup>control*. O framework propõe padrões de projetos que podem ser usados para mitigar problemas de controle e gestão preventiva de riscos de negócios. Em particular, o *e<sup>3</sup>control* permite especificar transferências de valor afetadas por uma violação, bem como os atores responsáveis pela violação. Dessa forma, representam uma violação do princípio de reciprocidade econômica. O trabalho avança o estado da arte em modelagem de redes de valor pela consolidação dos padrões de projeto validados com múltiplos estudos de caso reais. Entretanto, a principal limitação do trabalho é que a ontologia de base não é formalmente verificada, e a inferência de modelos é restrita aos arranjos definidos nos padrões expressos na notação *e<sup>3</sup>value*. Uma limitação de padrões desse tipo é que nem sempre são suficientemente flexíveis para

<sup>5</sup> <https://www.thevalueengineers.nl/>



representar requisitos de casos de negócios atípicos. Frequentemente, padrões de projeto precisam ser adaptados e combinados para expressar necessidades de clientes específicos.

O trabalho proposto por Silva (2013) avança no monitoramento preventivo de comportamento oportunista em redes de valor com a proposição da Ontologia de Monitoramento de Valor (*Value Monitoring Ontology* – VMO). A ontologia proposta estende o *e<sup>3</sup>value* original com conceitos da Teoria dos Atos de Fala propostos por Searle (1969), *Enterprise Ontology* [Dietz, 2006], Teoria de Agência [Eisenhardt, 1989] e Teoria de Contratos [Bolton, 2004]. Esta ontologia foi construída mediante um processo formal de Engenharia de Ontologias proposto por Gómez-Pérez, Fernandez-Lopez e Corcho (2004), e foi aplicada em casos de estudo reais em medição inteligente para mercados de energia renovável, controle aduaneiro Europeu e gestão da propriedade intelectual para o mercado de música digital na Holanda. Entretanto, uma limitação deste trabalho é que a configuração semi-automática de modelos de redes de valor com base nessa ontologia é limitada à configuração do esqueleto das redes de valor, não às instâncias de seus elementos componentes de cada caso em particular.

A Ontologia de Redes de Valor Semântica (*Semantic Value Network Ontology* – SVNO)<sup>6</sup> proposta por Reis (2018), foi também baseada no *e<sup>3</sup>value* e na VMO. Especificada em OWL-DL, a ontologia fornece uma lógica de modelagem de redes de valor, permitindo a análise de valores subjetivos no processo de configuração de uma rede de valor. A SVNO explora um pouco da sustentabilidade em seu âmbito social ao considerar os valores subjetivos tais como segurança, privacidade ou confidencialidade da informação provida pelos atores que compõem uma rede de valor.

Em geral, Gordijn (2002) menciona a importância da sustentabilidade econômica, social e ambiental na modelagem de redes de valor. Contudo, o autor aborda apenas a sustentabilidade econômica na configuração de seus modelos de negócios. Nos demais trabalhos discutidos nesta seção, o aspecto econômico monetário é tratado como principal valor na modelagem de redes de valor. Na pesquisa proposta neste artigo, o aspecto ambiental é considerado explicitamente de duas formas: (1) na formulação do objetivo do cliente, que demanda uma combinação de objetos econômicos e certificações ambientais correspondentes; e (2) na formulação de arranjos organizacionais que definem como esses objetos são comunicados dentro de um modelo de rede de valor, i.e. especificando os papéis dos atores na produção, transferência, agregação e entrega das certificações. Assim como Silva (2013) propõe uma reconfiguração dos papéis de Agência para fins de monitoramento preventivo de comportamento oportunista dos atores (e.g. declarar um produto ou serviço como ambientalmente sustentável sem prover evidência ou prova via certificação), neste trabalho foram propostos cinco modelos organizacionais “verdes” que podem ser usados para modelar situações comuns aos mercados de consumo diretamente ligados à exploração ambiental de recursos naturais.

## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Esta pesquisa constitui um esforço para tratar o problema de pesquisa de como configurar uma rede de valor para atender às necessidades de mercados de consumo com produtos ou serviços certificados por regulações ambientais.

---

<sup>6</sup> Disponível online em: <https://goo.gl/LjgSSJ>

A contribuição dada é uma ontologia que mescla conceitos de regulações ambientais com frameworks para especificação de modelos estratégicos de negócios, tais como o framework *e<sup>3</sup>value* (Gordijn, 2002), *Enterprise Ontology* (Dietz, 2006), *Value Monitoring Ontology* (Silva, 2013). Os conceitos da ontologia proposta são ligados por propriedades inspiradas na Teoria dos Atos de Fala, proposta por Searle (1969) – teoria amplamente usada na especificação de protocolos e linguagens para representação de conhecimento em Inteligência Artificial.

A ontologia foi construída de acordo com a metodologia proposta por Uschold e King (1995) e validada de acordo com diretrizes propostas por Gómez-Pérez, Fernandez-Lopez e Corcho (2004) e refinada por Vrandecic (2009). As metodologias de construção e validação da ontologia foram subordinadas ao framework de *Design Science* proposto por Wieringa (2014), o qual orienta a formulação do ciclo desta pesquisa. A etapa de checagem de conformidade prática foi realizada mediante aplicação da ontologia na modelagem de redes de valor para um estudo de caso real conduzido com Pesquisa-Ação Técnica junto à empresa **Vita+** do grupo Ecofertil de agronegócio. No geral, a avaliação dos sócios majoritários da empresa revelou que os modelos produzidos com o uso da ontologia são tecnicamente válidos, visto que todos os modelos são viáveis na prática, onde parte dos modelos são implementados atualmente pela empresa, e outros, por empresas concorrentes.

A questão principal de investigação desta pesquisa foi decomposta em questões menores, as quais são retomadas abaixo com resultados para discussão:

### 1. O que são modelos de redes de valor verdes?

Modelos de redes de valor verdes estendem os modelos de redes de valor tradicionais com conceitos de sustentabilidade ambiental. A agenda de pesquisa para Computação Verde proposta por Hevner & Chatterjee (2010) indica a necessidade de se construir sistemas de informação sob uma perspectiva de conservação ambiental. Tal perspectiva demanda a consideração de novos requisitos de projeto, tais como: satisfação do usuário consciente da conservação ambiental, reestruturação de gestão para conservação ambiental, conformidade a regulações, virtualização de servidores, otimização de uso de energia, retorno sobre investimento (ROI), etc. Cada um desses requisitos compreende um escopo de pesquisa distinto. Nesta pesquisa, tratamos o problema de como atores dentro de uma rede de valor podem obter certificações para satisfazer a necessidade de um segmento de mercado por produtos ou serviços cuja produção possa afetar diretamente o ambiente.

### 2. Como configurar esses modelos de forma semi-automática?

A ontologia proposta foi formalizada em OWL, o que permite verificação automática de corretude, consistência e completude de conceitos e propriedades. A ferramenta Protégé foi usada em conjunto com motores de inferência embutidos (e.g. Pellet<sup>7</sup>, FACT++<sup>8</sup> e Hermit<sup>9</sup>). Esses motores foram usados para verificar se

<sup>7</sup> <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Pellet>

<sup>8</sup> <http://owl.cs.manchester.ac.uk/tools/fact/>

<sup>9</sup> <http://www.hermit-reasoner.com/>

seria possível montar modelos alternativos de redes de valor verde com base nas informações sobre os elementos do estudo de caso. Nesse caso, foi realizada a inferência não somente em nível de reorganização de classes (primitivas ou definidas, segundo OWL), mas também em nível de classificação de instâncias (ou indivíduos, conforme a sintaxe de OWL).

### 3. Quais são os elementos conceituais que compõem esses modelos?

Os principais conceitos da ontologia são: *ator*, *atividade*, *objeto de valor* e *necessidade de negócio*. Esses conceitos são usados nos trabalhos antecedentes, i.e., Gordijn (2002), Kartseva (2008), Silva (2013) e Reis (2018). Entretanto, a necessidade de negócio é ampliada com a demanda por objetos de certificação e acreditação específicos do domínio de conservação ambiental. A partir dessa extensão, as relações de Agência dos tipos de atores são modificadas para comunicar objetos de uma forma específica entre as atividades operacionais da rede de valor. Os conceitos principais são relacionados com propriedades de Atos de Fala – teoria linguística proposta por Searle (1969), mas adaptada por Dietz (2006) para definir padrões de comunicação típicos de processos de negócio.

### 4. Como organizar esses elementos em arranjos pré-contratuais de negócio?

O conceito de *policy* define qual ator comunica qual objeto para quem. Esse arranjo organizacional elementar é traduzido em triplas RDF (*Resource Description Framework*), que caracterizam unicamente os tipos de ator, de atividades e de objetos que compõem uma rede de valor verde. Cada *policy* tem uma eficiência econômica diferente, pois quanto mais complexo é o arranjo para transferir determinada certificação ambiental ao consumidor, maior pode ser o custo do produto. O framework *e<sup>3</sup>value* provê suporte ao cálculo preditivo de rentabilidade de cada modelo, caso os elementos da rede sejam instanciados com dados reais. A empresa participante desta pesquisa não forneceu dados para análise da eficiência econômica de cada modelo, por questões de sigilo e vantagem competitiva. Portanto, a avaliação da eficiência econômica foi realizada de forma qualitativa pelos sócios majoritários da empresa.

### 5. A ontologia produz modelos de redes de valor verdes economicamente viáveis?

Segundo a avaliação da **Vita+**, os cinco modelos produzidos com a ontologia de redes de valor verdes são economicamente viáveis. A empresa não adota ainda as estratégias previstas nos modelos do *mercado internacional direto* (vide **Figura 5**) e do *mercado nacional* (**Figura 7**), mas reconhece que ambos são operacionalizados por empresas concorrentes. Os sócios da empresa destacaram ainda que há nuances nos modelos implementados pela empresa que não foram previstos nos modelos derivados desta pesquisa. Tais nuances foram apontadas como diferencial competitivo e são protegidas pelo sigilo administrativo da empresa.

### 6. Os modelos facilitam o entendimento das estratégias de negócios em rede?

As questões da entrevista semi-estruturada aplicada neste estudo de caso são apresentadas na **subseção 4.7**. As **questões 4 a 6** avaliam a *usabilidade* do modelo. As respostas fornecidas pelo sócio majoritário da Vita+ apontam que a estruturação das transações da rede de valor em modelos gráficos facilita o entendimento das estratégias de negócio inferidas com o uso da ontologia.

### **7. Os modelos provêm suporte à tomada de decisão estratégica por parte da gerência da empresa?**

As **questões 1, 2, 7 e 8** do questionário apresentado na **subseção 4.7** visam avaliar a *utilidade* dos modelos inferidos com a ontologia. As respostas fornecidas pelo sócio majoritário da empresa confirmam a utilidade dos modelos em facilitar a tomada de decisão. A **questão 3** do mesmo questionário visa avaliar a aceitação da ontologia. Para esta questão específica, o cliente aponta que há elementos de prática de negócio que não foram capturadas no modelo. Entretanto, a ausência de tais detalhes foi considerada como um ponto positivo para a empresa, por questões de competitividade de mercado.

A ontologia proposta neste trabalho não trata todos os requisitos previstos na agenda de pesquisa em Computação Verde proposta por Hevner e Chatterjee (2010), mas tal objetivo vai além do escopo desta pesquisa. Contudo, aqui é tratado o problema de formulação de estratégias de negócio cooperativo com base em regulações ambientais. A combinação da linguagem OWL com a notação gráfica do framework *e<sup>3</sup>value* foi avaliada como tendo um positivo na comunicação dos modelos para administradores (e não apenas para analistas de sistemas). A percepção de aceitação, utilidade e usabilidade da ontologia foi avaliada como positiva em ganho cognitivo. Além disso, é importante destacar que todos os modelos inferidos com a ontologia são tecnicamente válidos e economicamente viáveis. Embora dois modelos ainda não estejam em operação na empresa participante da pesquisa, a *utilidade preditiva* da ontologia foi validada sob o parecer de que tais modelos são implementados por empresas concorrentes – fato desconhecido pelos pesquisadores durante a especificação formal da ontologia.

Como trabalhos futuros, pelo menos três direções de pesquisa fazem parte da agenda imediata de investigação: (1) consolidação dos modelos verdes como padrões de projeto de redes de valor, i.e., os modelos podem ser aplicados em casos similares no agronegócio (análise de sensibilidade) ou em negócios diferentes (e.g. casos de certificação da produção de energia solar ou eólica); (2) especificação de uma notação em grafo para visualização detalhada de transações de redes de valor verdes, a qual permita visualização de possíveis entraves à comunicação de objetos nos canais de transações de valor; e (3) desenvolvimento de um Sistema de Gestão do Relacionamento com o Consumidor (i.e., um Sistema CRM – *Customer Relationship Management*) para monitoramento do retorno sobre investimento da adoção de práticas verdes nas estratégias de negócio.

### **Agradecimentos**

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências

- Alves, Ricardo Ribeiro; Jacovine, Laércio Antônio Gonçalves; Nardelli, Aurea Maria Brandi (2011). *Empresas verdes: estratégia e vantagem competitiva*. UFV.
- Bolton, P. (2004). *Contract Theory*. The MIT Press.
- Cameron, K. (1980). Critical questions in assessing organizational effectiveness. **Organizational dynamics**, 9(2):66–80.
- Clift, R. (1998). Engineering for the environment: the new model engineer and her role. **Process safety and environmental protection**, 76(2):151–160.
- Dietz, J. (2006). *Enterprise Ontology: Theory and Methodology*. Springer.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency theory: An assessment and review. **Academy of Management Review**, 14(1): 57-74.
- Filho, A. G. & Watzlawick, L. F. (2008). Importância da certificação de um SGA-ISO 14001 para empresas. **Revista Lato Sensu**, (6):1–15.
- Gómez-Pérez, A, Fernandez-Lopez, M., Corcho, O. (2004). *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. Springer.
- Gordijn, J. & Akkermans, H. (2014). *Value webs, understanding e-business innovation*. The Value Engineers, B.V.
- Gordijn, J. & Akkermans, J. M. (2003). Value-based Requirements Engineering: exploring innovative e-commerce ideas. **Requirements engineering**, 8(2):114–134.
- Hevner, A. & Chatterjee, S. (2010). *Design Research in Information Systems: Theory and Practice*. Springer.
- Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1): 75-105.
- Ionita D., Gordijn J., Yesuf A.S., Wieringa R. (2016). Value-Driven Risk Analysis of Coordination Models. In: Horkoff J., Jeusfeld M., Persson A. (eds) *The Practice of Enterprise Modeling. PoEM 2016. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 267, pp. 102-116. Springer, Cham.
- Kartseva, V. (2008). *Designing controls for network organizations* [S.l.]: Rozenberg Publishers.
- Lopes, A. A. (2013). Medidas Construtivas Sustentáveis que Buscam Aumentar a Eficiência no Uso dos Recursos e Minimizar os Impactos ao Meio Ambiente. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Loucopoulos, P. & Kavakli, V. (1999). Enterprise knowledge management and conceptual modelling. In: Goos G. et al. (eds) *Conceptual Modeling*. Lecture Notes in Computer Science, vol. 1565. Springer.
- Lusch, R. F., Vargo, S. L., & Tanniru, M. (2010). Service, value networks and learning. **Journal of the academy of marketing science**, 38(1):19–31.

- Mankiw, N. G. *Principles of macroeconomics*. Cengage Learning, 2014.
- Medeiros, Y. (2013). A Contribuição das Certificações como Instrumentos Voluntários para a Avaliação da Sustentabilidade de Projetos Urbanos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Normann, R. & Ramirez, R. (1993). From value chain to value constellation: Designing interactive strategy. **Harvard business review**, 71(4):65–77.
- Peppard, J. & Rylander, A. (2006). From value chain to value network: Insights for mobile operators. **European management journal**, 24(2-3): 128–141.
- Reis, J. S.; SILVA, P. A.; CASTRO, A. C. Ontologia para Configuração Semi-Automática de Redes de Valor. **iSys - Revista Brasileira de Sistemas de Informação**, [S.l.], june 2019. ISSN 1984-2902. Disponível em: <<http://www.seer.unirio.br/index.php/isys/article/view/8034>>. Acesso em: 03 July 2019.
- Searle, J. R. (1969). *Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language*. Cambridge University Press.
- Silva P. A.; Bukhsh F. A., Reis J. S.; Castro, A.F. (2017). Agency Monitoring Patterns for Value Networks. In: Pham C., Altmann J., Bañares J. (eds) *Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services*. GECON 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10537. Springer.
- Silva, P. A. (2013). Value activity monitoring. PhD Thesis, CentER Dissertation Series, Tilburg University. Disponível em: <[https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/1522768/PhD\\_Thesis\\_\\_Patr\\_cio\\_de\\_Alencar\\_Silva\\_.pdf](https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/1522768/PhD_Thesis__Patr_cio_de_Alencar_Silva_.pdf)>. Acesso em: 03 July 2019.
- Uschold, M. & King, M. (1995). Towards a methodology for building ontologies. In: *Proc. Of Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, held in conjunction with IJCAI-95, 13p.
- Vrandecic, D. (2009). Ontology evaluation. Tese de Doutorado. Karlsruhe Institute of Technology. Disponível online em: <<https://d-nb.info/100357503X/34>>
- Wieringa, R. J. (2014). *Design science methodology for information systems and software engineering*. Springer.