

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E  
SISTEMAS  
NÍVEL DOUTORADO

ADRIANA NEVES DOS REIS

**ONTOLOGIA DA INTERAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: a  
perspectiva da dinâmica entre atores para suporte à decisão**

São Leopoldo  
2018

ADRIANA NEVES DOS REIS

**ONTOLOGIA DA INTERAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: a  
perspectiva da dinâmica entre atores para suporte à decisão**

Tese de doutorado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção e Sistemas, pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

São Leopoldo

2018

R375o Reis, Adriana Neves dos  
Ontologia da interação de transferência de tecnologia : a perspectiva da dinâmica entre atores para suporte à decisão / por Adriana Neves dos Reis. – 2018.  
188 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2018.  
“Orientador: Dr. Miguel Afonso Sellitto”.

1. Transferência de tecnologia. 2. Interação. 3. Ontologia.  
4. Decisão. I. Título.

CDU: 658.012.65:025.4

Para minha amada filha, Amanda

## **AGRADECIMENTOS**

A construção de uma tese consiste, na sua maior parte, em momentos de trabalho solitário e autônomo. Contudo, ao nosso redor, diversas pessoas contribuem para o nosso avanço, muitas vezes, sem terem conhecimento da sua importância. Então, é hora de agradecer!

Primeiramente, aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, por acreditarem que alguém de formação na computação daria conta de se apropriar desse universo amplo e desafiador que é a Engenharia de Produção. Em especial ao Prof. Guilherme Vaccaro, que orientou o início deste trabalho com dedicação e entusiasmo, e ao Prof. Sellitto, que acompanhou a sua finalização.

Também é preciso agradecer aos colegas, que em tantas discussões contribuíram em ideias e companheirismo nas horas de dúvidas e de cansaço. Particularmente, ao Carlos Frederico Viero, que foi parceiro de debate firme, amplo e complexo, principalmente, no início da concepção da proposta de tese.

Além disso, fica o agradecimento especial a três instituições. À CAPES, pela bolsa parcial que viabilizou a realização do curso. E a duas instituições de ensino superior: a Universidade Feevale e o Centro Universitário Ritter dos Reis, nas quais os temas tratados nesta tese comumente respingaram em sala de aula e em projetos vinculados às minhas atividades de docência.

Por fim, ao Daniel Metz, que sempre acreditou, muitas vezes mais do que eu, que o dia de encerramento desta tese chegaria.

”Um cientista constrói para aprender; um engenheiro aprende para construir.”

Frederick P. Brooks Jr.

## RESUMO

Transferência de Tecnologia (TT) pode ser definida como o negócio resultante da interação entre atores que concordam em trocar posse, conhecimento e valor, beneficiando-se desta transação. Tais negócios sofrem influência de diferentes fatores, como o conhecimento disponível em uma tecnologia específica, a relação custo versus ganho esperado na operação, o tipo de mecanismo empregado, e a própria tecnologia negociada. A combinação desses fatores caracteriza um contexto de descrição e de previsão dinâmicas e multivariadas a ser considerado na decisão por estabelecer acordos de TT. Conseqüentemente, caracterizar e entender os atores, suas interações e os mecanismos envolvidos na dinâmica da tomada de decisão de negociar tecnologia pode contribuir para a análise dos possíveis resultados da TT em diferentes escalas. Entretanto, uma estruturação e caracterização do que vem a ser um processo de negociação de TT, capaz de permitir ao decisor delinear de forma generalizada diferentes exemplos desta dinâmica, ainda consta na literatura como um problema em aberto. Mesmo com mais de três décadas de pesquisas sobre modelos de TT, as tentativas de modelar o processo de transferir uma tecnologia nem sempre convergem, e pouco exploram a importância desta formalização do conhecimento sobre seus elementos e dinâmica de interação para compor cenários de tomada de decisão. Assim, esta pesquisa propõe a construção de um artefato, na forma de uma ontologia, ou seja, um vocabulário padronizado que consolida o conhecimento de TT, o qual abstrai a complexidade envolvida na dinâmica de interação entre atores nesta transação. Empregando a metodologia *Design Science Research* (DSR), a ontologia tem sua fundamentação na percepção de TT como um jogo e nos conceitos de sistemas adaptativos complexos e de alianças estratégicas. Desse modo, ela oferece os elementos de construção necessários para modelar a estrutura e o comportamento da interação entre atores em cenários de TT, inclusive, *in silico*, auxiliando na identificação de critérios de decisão e padrões emergentes resultantes das possíveis escolhas de um processo decisório que a envolve. Os resultados evidenciam que considerar uma representação que agregue conhecimento sobre TT, de forma organizada para abstrair a dinâmica envolta de uma interação entre atores para constituir essa aliança, oportuniza aos decisores condições mais propícias de compor e avaliar cenários, com maior potencial de aprendizagem e suporte à decisão em

contextos de incerteza.

**Palavras-chave:** Transferência de Tecnologia. Interação. Ontologia. Decisão.



## **ABSTRACT**

Technology Transfer (TT) can be defined as the business resulting from the interaction between actors who agree to exchange ownership, knowledge, and value, benefiting from this transaction. Such businesses are influenced by different factors, such as the knowledge available about a specific technology, the cost versus expected gain ratio in the operation, the type of mechanism employed, and the negotiated technology itself. The combination of these factors characterizes a dynamic and multivariate description and forecasting context to be considered in the decision to establish TT agreements. Consequently, characterizing and understanding the actors, their interactions, and the mechanisms involved in the decision-making dynamics of negotiating technology can contribute to the analysis of the possible results of TT at different scales. However, a structuring and characterization of what is a TT negotiation process, able of allowing the decision maker to delineate in a generalized way different examples of this dynamics, still appears in the literature as an open problem. Even with more than three decades of research on TT models, attempts to model the process of transferring a technology do not always converge, and do little to explore the importance of this formalization of knowledge about its elements and interaction dynamics to compose decision-making scenarios. Thus, this research proposes the construction of an artifact, in the form of an ontology, a formal vocabulary that consolidates the knowledge of TT, which abstracts the complexity involved in the interaction dynamics among actors in this transaction. Using the methodology of Design Science Research (DSR), the ontology has its foundation in the perception of TT as a game and in the concepts of complex adaptive systems and strategic alliances. In this way, it provides the necessary construction elements to model the structure and behavior of the interaction between actors in TT scenarios, including *in silico*, helping to identify decision criteria, and emerging patterns resulting from the possible choices of a decision-making process involves it. The results show that considering a representation that adds knowledge about TT, in an organized way to abstract the dynamic involved in an interaction between actors to constitute this alliance, provides more favorable conditions to compose and evaluate scenarios to decision makers, with high potential for learning and support decision in contexts of uncertainty.

**Keywords:** Technology Transfer. Interaction. Ontology. Decision.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da Interface entre Ator de TT e Ambiente de Negociação .....	19
Figura 2 – Esquema do Método de Trabalho utilizando <i>Design Science Research</i> ..	29
Figura 3 – Visão Detalhada do Método de Trabalho utilizando <i>Design Science Research</i> .....	31
Figura 4 – Relação do Método de Trabalho e Estrutura da Tese.....	32
Figura 5 – Mapa de Conceitos da Concepção de TT como um Sistema Adaptativo Complexo .....	43
Figura 6 – Contribuições de cada Concepção para Transferência de Tecnologia ....	47
Figura 7 – Processo de Revisão Sistemática.....	50
Figura 8 – Trabalhos Selecionados na Revisão Sistemática da Literatura .....	53
Figura 9 – Modelo Simplificado .....	54
Figura 10 – Relação dos Fatores nos Atores de TT .....	55
Figura 11 – Modelo Proposto por Bozeman (2000).....	56
Figura 12 – Modelo Proposto por Bozeman, Rimes e Youtie (2015) .....	58
Figura 13 – Modelo Proposto por Battistella, De Toni e Pillon (2015).....	60
Figura 14 – Modelo Consolidado de TT .....	69
Figura 15 – Processo de Decisão baseado em Resolução de Problemas.....	72
Figura 16 – Hierarquia dos Níveis do Modelo DIKW .....	74
Figura 17 – Representação Gráfica da Ontologia de TT .....	85
Figura 18 – Representação Gráfica da Ontologia Completa de TT.....	87
Figura 19 – Processo de Decisão utilizando a Ontologia de TT.....	89
Figura 20 – Mapa Estrutural da Interação de Atores de TT baseado na Ontologia...	91
Figura 21 – Interface da Ferramenta NetLogo 5.0.5 .....	92
Figura 22 – Variáveis do Modelo de Agentes de TT entre Universidade e Empresa	96
Figura 23 – Modelo Estrutural segundo a Ontologia de TT para o Exemplo entre Universidade e Empresa .....	100
Figura 24 – Interface do Modelo <i>In Silico</i> para TT Universidade e Empresa .....	103
Figura 25 – Resultados de Simulação para Cenários de Turbulência X Colaboração.....	107

Figura 26 – Efetivação de TT em Cenários de Turbulência X Colaboração em Superfície .....	108
Figura 27 – Efetivação de TT em Cenários de Turbulência X Colaboração em Contorno .....	109
Figura 28 – Modelo Estrutural segundo a Ontologia de TT para Empresa A .....	111
Figura 29 – Interface do Modelo <i>In Silico</i> para a Empresa A .....	113
Figura 30 – Efetivação de TT em Cenários de Retenção de Investimentos.....	114
Figura 31 – Percurso de Desenvolvimento da Pesquisa .....	115
Figura 32 – Mapa de Caracterização da Pesquisa com DSR .....	117
Figura 33 – Representação de Estágio I de Construção do Modelo Consolidado de TT .....	131
Figura 34 – Representação de Estágio II de Construção do Modelo Consolidado de TT .....	132
Figura 35 – Representação de Estágio III de Construção do Modelo Consolidado de TT .....	134
Figura 36 – Representação de Estágio IV de Construção do Modelo Consolidado de TT .....	135
Figura 37 – Modelo Consolidado de TT Baseado na Revisão da Literatura .....	136
Figura 38 – Legenda de Identificação de Fonte dos Termos .....	138
Figura 39 – Legenda de Identificação de Fonte do Termos Padronizados .....	150

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Algumas Definições de Transferência de Tecnologia.....	35
Quadro 2 – Percepções da Função de TT conforme Reisman (2005) .....	57
Quadro 3 – Caracterização das Principais Abstrações de TT .....	62
Quadro 4 – Identificação dos Elementos Conceituais de TT nos Modelos Seleccionados da Literatura .....	65
Quadro 5 – Relação dos Elementos da Ontologia de TT X Referência Bibliográfica X Percepção de TT .....	80
Quadro 6 – Atributos dos Atores do Modelo TT entre Universidade e Empresa.....	97
Quadro 7 – Atributos dos Atores: Ontologia de Interação de TT X Modelo TT entre Universidade e Empresa .....	99
Quadro 8 – Comportamentos dos Atores: Ontologia de Interação de TT X Modelo TT entre Universidade e Empresa .....	102
Quadro 9 – Listagem de Termos e Definições para a Ontologia.....	138
Quadro 10 – Mapeamento de Termos da Revisão da Literatura.....	145
Quadro 11 – Termos Padronizados para a Ontologia .....	150

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo Quantitativo da Revisão Sistemática da Literatura.....	51
Tabela 2 – Resumo Quantitativo da Revisão Sistemática da Literatura em Revistas Científicas com Temática em Transferência de Tecnologia.....	52
Tabela 3 – Resultados da Simulação para Comparação dos Efeitos de Turbulência X Colaboração.....	105

## LISTA DE SIGLAS

<b>AE</b>	Aliança Estratégica
<b>CH TeC</b>	Capital Humano Técnico e Científico
<b>DIKW</b>	<i>Data, Information, Knowledge, Wisdom</i>
<b>DS</b>	<i>Design Science</i>
<b>DSR</b>	<i>Design Science Research</i>
<b>EC</b>	Economia Complexa
<b>EI</b>	Economia da Inovação
<b>MSBA</b>	Modelagem e Simulação Baseada em Agentes
<b>P&amp;D</b>	Pesquisa e Desenvolvimento
<b>SAC</b>	Sistema Adaptativo Complexo
<b>SI</b>	Sistemas de Informação
<b>SNI</b>	Sistema Nacional de Inovação
<b>TC</b>	Transferência de Conhecimento
<b>TIT</b>	Transferência Internacional de Tecnologia
<b>TT</b>	Transferência de Tecnologia
<b>UML</b>	<i>Unified Modeling Language</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 PROBLEMA .....	18
1.2 PROPOSTA DE SOLUÇÃO .....	20
1.3 OBJETIVOS .....	23
1.4 DELIMITAÇÃO .....	23
1.5 JUSTIFICATIVA .....	24
1.6 METODOLOGIA.....	27
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	33
<b>2 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
2.1 A CONCEPÇÃO COMO UM JOGO .....	35
2.2 A CONCEPÇÃO COMO UM SISTEMA ADAPTATIVO COMPLEXO.....	39
2.3 A CONCEPÇÃO COMO UMA ALIANÇA ESTRATÉGICA .....	44
2.4 DECISÃO EM TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA .....	45
2.5 QUADRO TEÓRICO .....	46
<b>3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: MODELOS DE INTERAÇÃO ENTRE ATORES DE TT .....</b>	<b>49</b>
3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA .....	49
<b>3.1.1 Modelo Proposto por Robinson (1989).....</b>	<b>53</b>
<b>3.1.2 Modelo Proposto por Bozeman (2000).....</b>	<b>55</b>
<b>3.1.3 Modelo Proposto por Reisman (2005).....</b>	<b>57</b>
<b>3.1.4 Modelo Proposto por Bozeman, Rimes e Youtie (2015).....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.5 Modelo Proposto por Battistella, De Toni e Pillon (2015).....</b>	<b>59</b>
<b>3.1.6 Análise dos Resultados .....</b>	<b>60</b>
3.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS AO CAPÍTULO .....	70
<b>4 ONTOLOGIA DA INTERAÇÃO ENTRE ATORES DE TT .....</b>	<b>72</b>
4.1 ONTOLOGIAS.....	73
4.2 VISÃO ESTRUTURAL .....	77
4.3 VISÃO COMPORTAMENTAL .....	86
4.4 RECOMENDAÇÃO DE USO.....	88
<b>5 AVALIAÇÃO DA ONTOLOGIA DA INTERAÇÃO ENTRE ATORES DE TT.....</b>	<b>94</b>
5.1 VERIFICAÇÃO DO ARTEFATO.....	94



5.2 VALIDAÇÃO DO ARTEFATO .....	110
5.3 AVALIAÇÃO GERAL.....	115
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>118</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE A – ESTÁGIOS DA CONSTRUÇÃO DO MODELO CONSOLIDADO DE TT .....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE B – MAPEAMENTO DE TERMOS DE TT.....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE C – EQUIVALÊNCIA DE TERMOS DE TT.....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE D – VOCABULÁRIO PADRONIZADO .....</b>	<b>150</b>
<b>APÊNDICE E – CÓDIGO DO MODELO <i>IN SILICO</i> PARA TT UNIVERSIDADE e EMPRESA.....</b>	<b>155</b>
<b>APÊNDICE F – CÓDIGO DO MODELO <i>IN SILICO</i> PARA EMPRESA A .....</b>	<b>168</b>
<b>ANEXO A – TAXONOMIA PROPOSTA POR REISMAN (2005).....</b>	<b>182</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Transferência de Tecnologia (TT) é o processo pelo qual uma tecnologia migra de fontes externas para instâncias internas de uma organização (BESSANT; RUSH, 1995). Dessa forma, ela pode ser vista como um mecanismo de inovação, na medida em que é responsável por fazer a inovação gerar algum tipo de transformação na sociedade (TERRA, 2001). Para que uma transferência dessa natureza ocorra, as organizações envolvidas negociam o compartilhamento de uma tecnologia, usualmente em estágio recente, que resulta em uma transação firmada por meio de um acordo (SPESER, 2006). Além disso, deve-se considerar que esse tipo de relação envolve, de modo geral, diferentes tipos de atores, entre eles, empresa, universidade, institutos tecnológicos, e governos.

Os diferentes tipos de atores não possuem os mesmos objetivos em uma operação de TT. A empresa visa a resultados estratégicos, tais como margem de lucro, imagem corporativa e fatia de mercado. A universidade visa a resultados científicos, tais como publicações em revistas científicas e teses de doutorado. Os institutos tecnológicos visam a atuar diretamente na conexão entre o demandante e o receptor da tecnologia com objetivo de transmitir conhecimento que favoreça a colaboração entre as partes (PAGANI et al., 2016). O governo, por fim, anseia pela transparência nos procedimentos financeiros, a fim de assegurar o uso adequado do dinheiro dos contribuintes. (HILKEVICS, 2014).

No Brasil, particularmente, essa interconexão toma proporções relevantes do ponto de vista de planejamento de políticas e ações de desenvolvimento, uma vez que cerca de 60% dos investimentos e atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ocorrem no setor público (TORKOMIAN; PIEKARSKI, 2008), não sendo noticiadas mudanças significantes nesse percentual em anos recentes. Outro aspecto relevante é que, devido à diversidade de impactos que TT pode gerar (BOZEMAN, 2000), ela tem sido vista como uma área de pesquisa acadêmica importante (NECOECHEA-MONDRAGÓN; PINEDA-DOMÍNGUEZ; SOTO-FLORES, 2013). Acrescente-se que TT tem sido tratada como mecanismo atrativo para que países menos desenvolvidos tenham acesso a novas tecnologias. (PAGANI, 2016).

Além disso, as decisões nesse âmbito não são simples em função do conjunto de incertezas que as envolve. No contexto da inovação, é necessário perceber que geralmente há diversas oportunidades, mas recursos limitados, o que exige decisões sobre qual delas tem chance de trazer aos interessados maior valor estratégico. (TIDD e BESSANT, 2015).

O entendimento e a caracterização de uma TT, em específico, têm sido alvo de pesquisas há mais de trinta anos (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2015), das quais já se obteve resultados capazes de influenciar, mesmo que de forma inicial, a tomada de decisão de políticas neste contexto (BESSANT; RUSH, 1995). Na literatura, são encontrados diferentes trabalhos de revisão com o objetivo de consolidar o conhecimento em TT; entretanto, essas pesquisas possuem objetivos diversos e poucas fornecem um quadro de trabalho ou uma estruturação dos seus componentes para entender as relações interorganizacionais que ocorrem neste processo. (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2015).

A decisão pelo estabelecimento de uma relação de TT entre organizações ocorre em um contexto em que diferentes variáveis atuam, não se tratando de uma simples escolha entre alternativas bem definidas (TIDD e BESSANT, 2015). Assim, deve-se considerar que a complexidade do mundo moderno, mesmo não sendo um dos fatores explícitos na percepção do decisor, torna difícil a tomada de decisão sobre TT, uma vez que ela gera um elevado número de soluções possíveis para um dado problema (KAUFMANN, 1981; TIDD e BESSANT, 2015). Nestes casos, em que a tomada de decisão está acompanhada de alto grau de incerteza, a área de Análise de Decisão propõe que sejam adotadas uma estrutura e uma metodologia para apoio à decisão racional considerando resultados incertos. (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Dessa forma, a presente tese tem como tema a dinâmica de interação entre atores na transferência de uma tecnologia. A partir dessa visão, acredita-se que a percepção de ganho de cada ator nesta transação impacta na atração entre eles e pode ser entendida a partir da caracterização de quem está fazendo a transferência, como está ocorrendo o processo, o que está sendo transferido, e quem está recebendo a tecnologia (BOZEMAN; RIMES; YOUTIE, 2015). É, portanto, coerente tratar a construção de modelos da dinâmica envolvendo tais elementos como uma ferramenta para tomada de decisão bem fundamentada, uma vez que eles permitem uma abstração mais próxima da realidade. Assim, percebe-se a importância de

explorar e organizar de forma sistemática as características e os mecanismos que dão condições para que a decisão de uma relação de TT seja constituída e bem-sucedida.

### **1.1 Problema**

O Sistema Nacional de Inovação (SNI) é definido, de acordo com Tidd e Bessant (2015), como o contexto mais amplo em que ocorrem os processos de inovação das organizações, as formas como as mesmas estão conectadas, incluindo uma gama de participantes, tais como infraestruturas governamentais e científico-tecnológicas. Portanto, a dinâmica do processo de inovação, como base para transformação econômica, sofre influência não apenas dos recursos para investimento, mas também do processo de aprendizagem cumulativo, sistêmico e idiossincrático, e da difusão da tecnologia entre os atores que o compõe. (CAMPOS; COSTA, 1998).

No contexto de TT, mesmo sendo um tópico bastante discutido na literatura, os estudos em geral focam em aspectos particulares, sem descrever de forma consolidada quais são os parâmetros habilitadores e impulsionadores que devem ser levados em conta para seu projeto e sua implementação (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2015). De modo geral, percebe-se um esforço em descrever abstrações com base em revisão da literatura, com interesse em explicar de forma estática e descritiva quais são os atores que participam da TT e quais possíveis fatores que influenciam esse processo. Além disso, as pesquisas tendem a analisar estudos de casos e experiências de TT já concluídos, com pouca discussão a respeito de suporte a projeções.

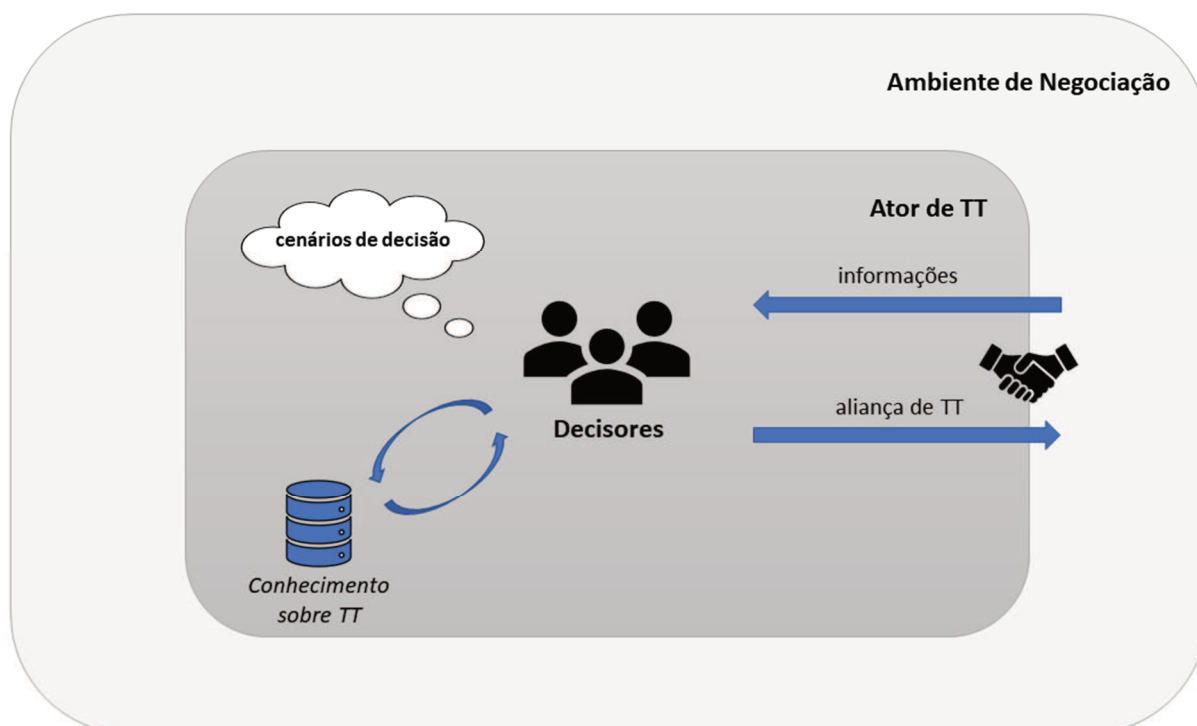
Das evidências existentes na literatura, percebe-se que não há modelos disponíveis para a concepção da TT como um fenômeno genuinamente dinâmico, que possa ser instanciado e simulado contribuindo para a avaliação de cenários mais realistas (FARMER; FOLEY, 2009). Assim, identifica-se uma lacuna na formalização do conhecimento sobre decisões de suporte a TT, considerando, inclusive, a racionalidade limitada que o decisor possui em relação ao próprio SNI.

Um processo de decisão requer um pensamento estratégico por parte do decisor em relação ao comportamento de seus pares, requerendo a concepção de modelos mentais da ação dos outros, bem como os mecanismos de raciocínio

apropriados envolvendo percepções de utilidade, objetivos e desejos (DASTANI; HULSTIJN; VAN DER TORRE, 2005). Conseqüentemente, o problema está centrado em sistematizar a dinâmica de interação entre atores de TT para que os decisores tenham condições de estruturar as três atividades fundamentais no seu processo decisório: a observação do ambiente de negociação, frequentemente sendo o seu referencial analítico o SNI, a interpretação e/ou aprendizagem decorrente das informações obtidas, e a tomada de decisão propriamente dita em relação a uma aliança de TT.

Sabe-se que o processo decisório sofre influência da cultura, do conjunto de crenças e das normas existentes na organização do ator de decisão. A Figura 1 propõe de forma esquemática os aspectos que envolvem a relação do ator de TT com o ambiente de negociação.

Figura 1 – Esquema da Interface entre Ator de TT e Ambiente de Negociação



Fonte: Elaborada pela autora.

Na observação do ambiente de negociação, é necessário que o decisor estruture perguntas, as quais servem como um filtro para a captura de informações externas. São possíveis questionamentos neste contexto: qual dos fornecedores de uma tecnologia pode oferecer maior benefícios em uma TT; qual o impacto nas

operações de TT se forem disponibilizados recursos financeiros por agentes governamentais; qual o efeito do estímulo por programas de interação entre universidade e empresa na transferência de conhecimento da universidade para o mercado.

De posse dessas, ele pode coletar dados e informações para interpretá-las com base em seu conhecimento, ou ainda, desenvolver um processo de aprendizagem, trazendo-lhe ganho de conhecimento. Por fim, a partir da análise comparativa entre o seu conhecimento e os seus objetivos, expressos em cenários possíveis dos efeitos de sua decisão, o ator decide qual atitude tomar em relação à TT, ou seja, se estabelece ou não uma aliança. Essa decisão, invariavelmente, gera efeito no ambiente, e vice-versa, assim como caracteriza uma relação de realimentação entre o ator que demanda pela tecnologia e o ator que a fornece.

Logo, a formalização do conhecimento a respeito de TT é um fator crítico para descrever e caracterizar os elementos que participam desta dinâmica, principalmente pelo caráter de racionalidade limitada que envolve os decisores nesta interação. E, por consequência, esse conhecimento pode oportunizar a abstração de cenários mais realistas e robustos para avaliar diferentes impactos de uma decisão pelos os atores diretamente envolvidos na transferência, bem como para entender os efeitos que a mesma gera em seu entorno e em contexto mais amplo.

## **1.2 Proposta de Solução**

Como tratado anteriormente, a ausência de uma maior estruturação sobre os elementos de TT, e suas relações do ponto de vista dinâmico, dificulta a concepção de modelos que permitam avaliar qual é o real impacto de uma tomada de decisão na prática. Ademais, é preciso considerar que TT não é uma operação isolada, sendo influenciada, inclusive, pela dinâmica do SNI e pelos processos internos da organização relacionadas à gestão da inovação.

Assim, o desenvolvimento de uma solução para apoio à decisão nesse sentido demanda por tratar de três aspectos centrais:

- A reunião das abstrações já existentes de TT para compor uma visão na percepção de estruturação do conhecimento já mapeado na literatura;

- A identificação dos comportamentos relacionados à decisão no processo de TT que compõem as interações entre atores;
- A percepção de dinâmica, além das relações de força de influência, e seus efeitos das interações entre os atores de TT.

Entre os artefatos aplicáveis à questão das abstrações, para descrição de conhecimento de um domínio, destaca-se o emprego de ontologia. Uma ontologia é definida como uma especificação formal e compartilhada de uma área de conhecimento (GAMPER, 2010). Complementarmente, Arp, Smith e Spear (2015) destacam que uma ontologia pode ser entendida como um vocabulário controlado para representar os tipos de entidades existentes em um determinado domínio.

Para a segunda questão, sobre os aspectos comportamentais, uma forma de percepção sobre como ocorrem as relações entre atores que se reúnem para transferir uma tecnologia é a abordagem de Aliança Estratégica (AE). Quando instituições estabelecem uma AE, elas cooperam para atender suas necessidades individuais e compartilhar riscos na busca por um determinado objetivo. (LEWIS, 1992).

Para fins de estudo das ações dos atores em uma TT, correspondente ao terceiro aspecto, uma possibilidade é compreender a dinâmica dessas interações e descrevê-la como uma instância inserida nos sistemas sociais adaptativos e complexos (WATTS; GILBERT, 2014). Em outras palavras, tratar TT como um problema pertencente à classe de Sistemas Adaptativos Complexos (SAC), ou seja, aqueles em que componentes interagem e conectam-se entre si de modo imprevisível (AJZENTAL, 2015). Um SAC, proposto por John H. Holland em 1929, caracteriza-se por ter muitos componentes que interagem e possuem capacidade de se adaptar e aprender. (AJZENTAL, 2015; WATTS; GILBERT, 2014).

De acordo com Furtado, Sokowski e Tóvolli (2015), um SAC possui geralmente três características: (i) a ideia forte de interação entre as partes, de modo que o sistema não é redutível às suas partes, isto é, ele não pode ser descrito somente pelos atributos das partes que o compõem; (ii) a interação entre as partes pode gerar auto-organização do sistema, sem influência de um controle central, ou seja, as interações locais podem resultar comportamentos emergentes de baixo (parte ou nível micro) para cima (todo ou nível macro), em uma dinâmica não-linear; e (iii) a possibilidade de experimentar realimentação, com influência positiva ou negativa ao sistema, uma

vez que as interações, apresentando efeitos no tempo, caracterizam esses sistemas como aptos à aprendizagem, à adaptação e à evolução.

Assim, a abordagem da complexidade caracteriza um objeto sistêmico e dinâmico, no qual o comportamento de cada ator em relação ao ambiente só pode ser entendido como resultado das interações entre atores e o meio, e, conseqüentemente, entre o nível micro e macro (ANTONELLI, 2011). Ao abstrair TT como um SAC, as instituições que o compõem e interagem no processo são concebidas como agentes, de acordo com a perspectiva da Modelagem e Simulação Baseada em Agentes (MSBA).

Nesta abordagem, a ênfase de estudo está na caracterização destes agentes, em suas inter-relações, e na interação dos mesmos com o ambiente (TAYLOR, 2014). Segundo Parsons e Wooldridge (2002) e Chwif e Medina (2015), um agente é uma entidade que possui a capacidade de decidir de forma autônoma, residindo em um ambiente, no qual é capaz de interagir com outros agentes. Na literatura, estudos adotam MSBA em contextos econômicos, a fim de compreender os comportamentos emergentes. (FARMER; FOLEY, 2009; PRADO, 2009).

O caráter dinâmico e complexo na constituição de alianças de TT, relacionado às ações dos atores de TT e suas conseqüentes influências no ambiente de inovação, ainda não foi considerado nas principais tentativas de modelagem ou caracterização encontradas na literatura, sendo elas: Robinson (1989); Bozeman (2000); Reisman (2005); Bozeman, Rimes e Youtie (2015); e Battistella, De Toni e Pillon (2015). Acredita-se que esse aspecto em conjunto com a formalização do conhecimento sobre TT constituem uma contribuição significativa, tanto para o desenvolvimento de modelos mais realistas e para a aplicação de simulação como um recurso para aprendizagem e apoio à decisão, quanto para o avanço de estudos científicos nesta temática.

Sendo assim, estabelece-se como base da solução proposta neste estudo, as seguintes abordagens: ontologias, Sistemas Adaptativos Complexos e Alianças Estratégicas.



### 1.3 Objetivos

Esta tese tem por objetivo construir uma ontologia para a formalização do conhecimento sobre a dinâmica de interação entre atores de Transferência de Tecnologia, de forma que a mesma oportunize a elaboração de modelos e cenários para apoio à decisão.

Para propiciar a realização desse objetivo principal, são elencados os seguintes objetivos específicos:

- Estabelecer um referencial de análise da interação entre atores de Transferência de Tecnologia, a partir das concepções de Sistemas Adaptativos Complexos e Alianças Estratégicas;
- Formalizar o conhecimento sobre Transferência de Tecnologia em uma ontologia, considerando aspectos estruturais e dinâmicos, que ofereça apoio à decisão;
- Avaliar a capacidade do artefato em abstrair os atores de Transferência de Tecnologia e o ambiente em que eles interagem para elaboração de cenários de experimentação *in silico* (computacional), os quais reproduzam dinâmicas deste processo no auxílio da tomada de decisão.

### 1.4 Delimitação

Transferência de Tecnologia é um processo que envolve diferentes decisões, tais como: selecionar a tecnologia a negociar, escolher um fornecedor nacional ou internacional, optar por um meio de formalização do acordo, entre outras. Assim, o presente estudo tem como delimitação do tema a dinâmica envolvida na interação entre diferentes atores ao decidir por estabelecer um acordo para transferir uma tecnologia. Entretanto, além dessa restrição ao escopo da pesquisa, há outras demarcações necessárias.

Primeiramente, a TT e a Transferência de Conhecimento (TC) não são tratadas como processos diferentes, entendendo-se que, do ponto de vista de ação, não se identificam diferenças relevantes, apesar dos objetos em negociação serem distintos (BOZEMAN, 2000; EDLER, FIER; GRIMPE, 2011). Tecnologia, neste sentido, é

entendida como conhecimento embarcado em um artefato, requerendo, portanto, um objeto que vai além do conhecimento em si. (ARP; SMITH; SPEAR, 2015; EDLER; FIER; GRIMPE, 2011).

Em contrapartida, ainda que ciente de eventuais questões de generalização e especialização a serem endereçadas, não é realizada distinção entre TT e Transferência Internacional de Tecnologia (TIT), pois se considera que, nestes casos, a decisão também envolve diretamente a negociação das mesmas classes de atores. Os participantes de uma TIT, porém, estão localizados geograficamente em países diferentes e sujeitos a um conjunto legal, político e econômico mais complexo.

Tal delimitação baseia-se na ideia de que a TIT pode ser definida como o aumento da capacidade de um país por meio de uso, adoção, replicação, modificação ou ainda expansão de habilidades e conhecimento associados ao uso de um produto, modo de manufatura, produção de produto ou serviço previamente desenvolvido em outro país (ROBINSON, 1989). Também é corroborado por Rosenberg (2006), que afirma ser provável que o fator isolado que determine o sucesso de uma transferência nestes casos seja a emergência de capacidades tecnológicas nativas do ambiente em que o receptor da tecnologia está situado.

## **1.5 Justificativa**

O tema TT tem mostrado amadurecimento como área de estudo e de debate de políticas públicas (WRIGHT, 2014). Entretanto, não há conhecimento sólido e formalizado que permita ir além da descrição explicativa ou exploratória de estudos de caso sobre processos de TT (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2015; CUNNINGHAM; MENTER; YOUNG, 2016). Essa lacuna dificulta a elaboração de estratégias de TT, ainda mais em uma realidade em que a organização não consegue mais tratar sozinha do processo de inovação como um todo, e a adoção de Inovação Aberta (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2006) é preferida. Reforçando essa visão, observa-se que TT é uma das formas de geração de valor que caracteriza a transformação de uma invenção em inovação tecnológica, estando, portanto, associada à geração de retornos que podem participar da perspectiva estratégica de uma organização ou de políticas governamentais de geração de riqueza. (TEECE, 1996).

O trabalho de Robinson (1989) propõe um modelo genérico de TT com a sistematização de fatores de influência na tomada de decisão dos atores envolvidos, mas não descreve como esses fatores impactam no resultado da negociação em transferir ou não. Bozeman (2005) e Bozeman, Rimes e Youtie (2015) apontam indicadores de eficácia, mas não detalham como a combinação de atores diferentes influenciam no alcance dos mesmos. Reisman (2005) descreve um esquema de classificação estático e com uso restrito à caracterização da TT. Battistella, De Toni e Pillon (2015), mesmo indicando a necessidade de um quadro de trabalho para este processo, fornecem um conjunto de fatores que devem ser considerados, sem formalizar os mecanismos que têm influência sobre os mesmos, nem os possíveis efeitos resultantes da combinação dos mesmos na interação entre os atores participantes da transferência.

Percebe-se, portanto, que mesmo que o tema TT seja abordado por diferentes estratégias de estudo, incluindo a proposição de modelos, ainda há brechas de entendimento em relação à dinâmica desse processo, aspecto de relevância crítica para modelos de apoio à decisão em TT. Em relação à tomada de decisão, essas lacunas comprometem a análise sistemática de possíveis cenários resultantes de uma negociação de TT entre organizações, ou até mesmo do impacto de possíveis políticas ou incentivos que sejam adotados no contexto em que as mesmas estão interagindo. Assim, este trabalho busca desenvolver uma abordagem “caixa aberta” para a decisão em TT, especificando internamente seus componentes caracterizados com seus atributos e seus comportamentos. Como afirmado por Freeman e Soete (2008), abordagens do tipo “caixa-preta” ou “varinha de condão”, ao tratar ciência e tecnologia, desencorajam as tentativas de entender o processo social da inovação. Por consequência, segundo os mesmos autores, essas abordagens colocam em risco a relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Para isso, considera-se que é propósito da engenharia se dedicar ao artificial, ou seja, preocupar-se em construir artefatos que possuam propriedades específicas e uma forma de aplicá-los para projetar (SIMON, 1981). Na Engenharia de Produção, em específico, é esperada a utilização de princípios e métodos de análise de engenharia de projeto, por meio da construção de modelos, para subsidiar o processo de tomada de decisão envolvendo problemas complexos. (FLEURY, 2008).

Entretanto, esse objetivo encontra barreiras quando se trata das decisões em TT, devido à gama de diferentes entendimentos a respeito do que deve ser levado em conta pelo decisor. Considerando as propostas de artefatos para organizar os elementos envolvidos em um processo de TT, observam-se dois aspectos de inconsistência. O primeiro é a não formalização das abstrações, o que é basilar para construção de modelos e concepções para tomada de decisão. O segundo é a não compatibilidade direta entre os diferentes modelos da literatura, o que evidencia que cada um deles considera em sua representação percepções distintas, nem sempre convergentes em abrangência significativa. (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2015).

Além disso, Cecere (2015) identificou um consenso sobre a noção de que inovação é mais resultante das ações individuais do que das características do sistema em que os atores estão inseridos. No âmbito da inovação, a dinâmica de relações e de interações exerce influência no ambiente, uma vez que é a partir dela que emerge um comportamento de grupo resultante das peculiaridades de cada ator. Portanto, compreender como a participação desses elementos contribui para a efetivação de um processo de TT entre esses atores é uma questão em aberto, visto que cada um deles possui atributos e objetivos diferentes, e sofrem influência da estrutura e da dinâmica do sistema onde estão inseridos (LIU; WHITE, 2001). A relação entre atores associada a uma diversidade de fatores externos pode explicar a dinâmica em uma negociação de tecnologia, por exemplo, entre universidade e empresa. (PORTO; TURCHI; REZENDE, 2013).

Assim, compreender a natureza dos atores e seu comportamento em uma relação de TT, a partir da combinação de seus critérios para tomada de decisão e da avaliação do ambiente de negociação, ainda consta como um tópico a ser investigado. Além disso, a formalização do conhecimento pode oportunizar um maior entendimento de TT, bem como acompanhar a dinâmica de sua evolução, considerando aspectos internos da organização e externos a ela. Na visão interna, pode-se mencionar aqueles relacionados à sua estratégia de inovação, enquanto na percepção externa, pode-se citar aspectos norteadores e reguladores, como o Manual de OSLO (DE OSLO, 2017) e a PINTEC (PINTEC, 2016).

Portanto, a necessidade de compreender a constituição das relações entre os atores, em nível micro e macro, formalizando uma representação apta a descrever a dinâmica emergente das interações em TT justifica esta tese.

## 1.6 Metodologia

Dado o objetivo de construir uma ontologia para a formalização do conhecimento sobre a dinâmica de Transferência de Tecnologia, de modo que a mesma possa ser utilizada como suporte para a elaboração de modelos para suporte à decisão, a pesquisa desenvolvida é classificada como aplicada. Neste caso, considerando sua natureza e a aplicabilidade prática de conhecimentos para a solução de um problema. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Quanto ao objetivo, esta investigação pode ser considerada exploratória, pois envolve um estudo sobre o tema como aporte teórico para a construção de uma proposta e posterior desenvolvimento da solução. Além disso, como a pesquisa está fortemente centrada na abstração da interação entre atores de TT e sua dinâmica, constata-se a relevância do artefato alvo como base para a contribuições à teoria e à prática.

Assim, o método de pesquisa adotado foi o *Design Science Research* (DSR), o qual operacionaliza a *Design Science* (DS), ou ciência do projeto, contemplando a construção e avaliação de artefatos em um processo científico (BAX, 2014). O termo *Design* está diretamente associado à criação de um produto, o qual pode demandar novos conhecimentos, tornando necessária a realização de uma pesquisa para obtê-los (VAISHNAVI e KUECHLER, 2015). *Science*, por sua vez, pode ser caracterizada pela busca de explicações, descobertas, novas possibilidades para resolver um problema através de métodos e técnicas adequadas. (REIS, 2008).

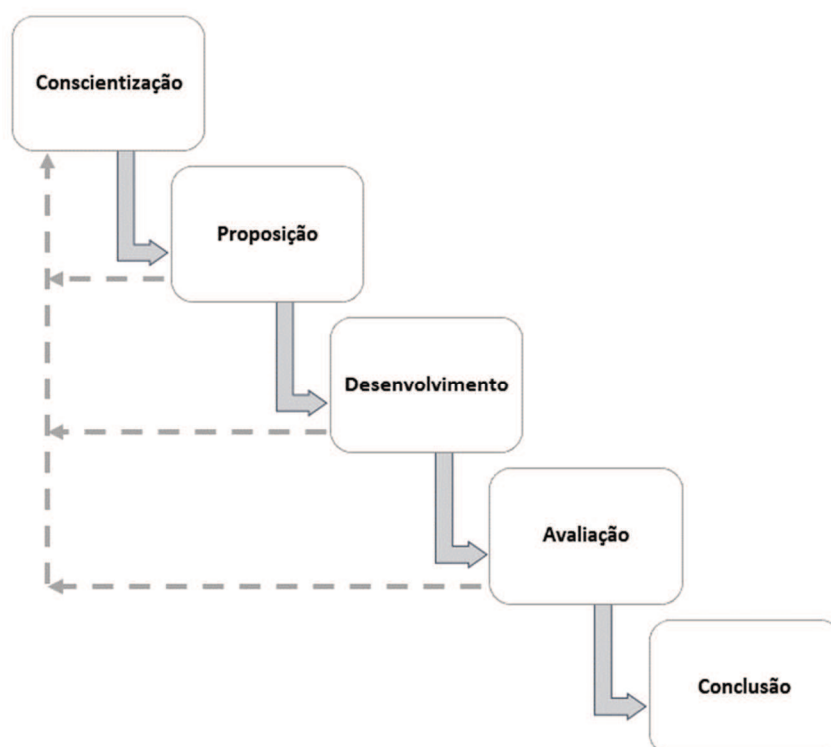
Logo, DS envolve tanto o *design* quanto a ciência, abordando a construção de artefatos e sua relação com os métodos, técnicas e o contexto (WIERINGA, 2014). A DS se estabeleceu como uma alternativa para pesquisas científicas que não são atendidas de forma satisfatória pelas ciências tradicionais, como as sociais ou naturais. Para Simon (1981), artificial é o resultado de uma invenção, produção ou intervenção do homem.

De acordo com Van Aken (2004), o objetivo do DSR é trabalhar com o desenvolvimento de novos conhecimentos para a construção de artefatos, solução de problemas ou melhorias. Segundo Bax (2014), este método de pesquisa envolve a construção, validação e avaliação dos artefatos gerados pela pesquisa. Esse artefato pode ser entendido como algo artificial, como um software ou um modelo.

Conforme Vaishnavi e Kuechler (2015), são exemplos de artefatos resultantes da adoção do DSR: conceitos (vocabulário de um problema), quadros de trabalho (proposição de guias), modelos (descrição das relações entre os conceitos), métodos (definição os procedimentos para realizar uma tarefa), instanciações (operacionalização dos três anteriores), teorias (contribuição a teorias já estabelecidas).

A abordagem do DSR pressupõe a ação do pesquisador na realidade, compreendendo o domínio do problema, construindo e testando uma possível solução para o mesmo (FREITAS JUNIOR et al., 2015). A literatura apresenta variações quanto à composição das etapas que formam o método DSR. Em consenso, porém, as propostas consideram o desenvolvimento e a avaliação do artefato como partes centrais do trabalho científico de acordo com essa abordagem. A Figura 2 é a representação esquemática comum do fluxo do DSR adotado nesta pesquisa.

Figura 2 – Esquema do Método de Trabalho utilizando *Design Science Research*



Fonte: Adaptada de Freitas Junior et al. (2015).

De acordo com Freitas Junior et al. (2015), a etapa de conscientização tem por objetivo a execução do processo de entendimento do problema e identificação de oportunidades. Enquanto o foco da proposição é elaborar uma tentativa de resolução do problema de maneira criativa e definir os critérios de aceitação do artefato, a partir do conhecimento adquirido sobre o problema na conscientização. Respectivamente nas duas fases seguintes, o artefato é construído propriamente dito, para, então, ter seu desempenho avaliado de acordo com os critérios estabelecidos na proposta. Por fim, na etapa de conclusão, os resultados são consolidados e registrados.

Na Figura 2, ainda é possível observar que foi estabelecida a possibilidade de retornar a etapas anteriores ao longo da condução da pesquisa. Isso se deve ao fato da necessidade de uma visão interdisciplinar para compor o artefato alvo, o que se mostrou necessário ao longo dos estudos preliminares a esta tese.

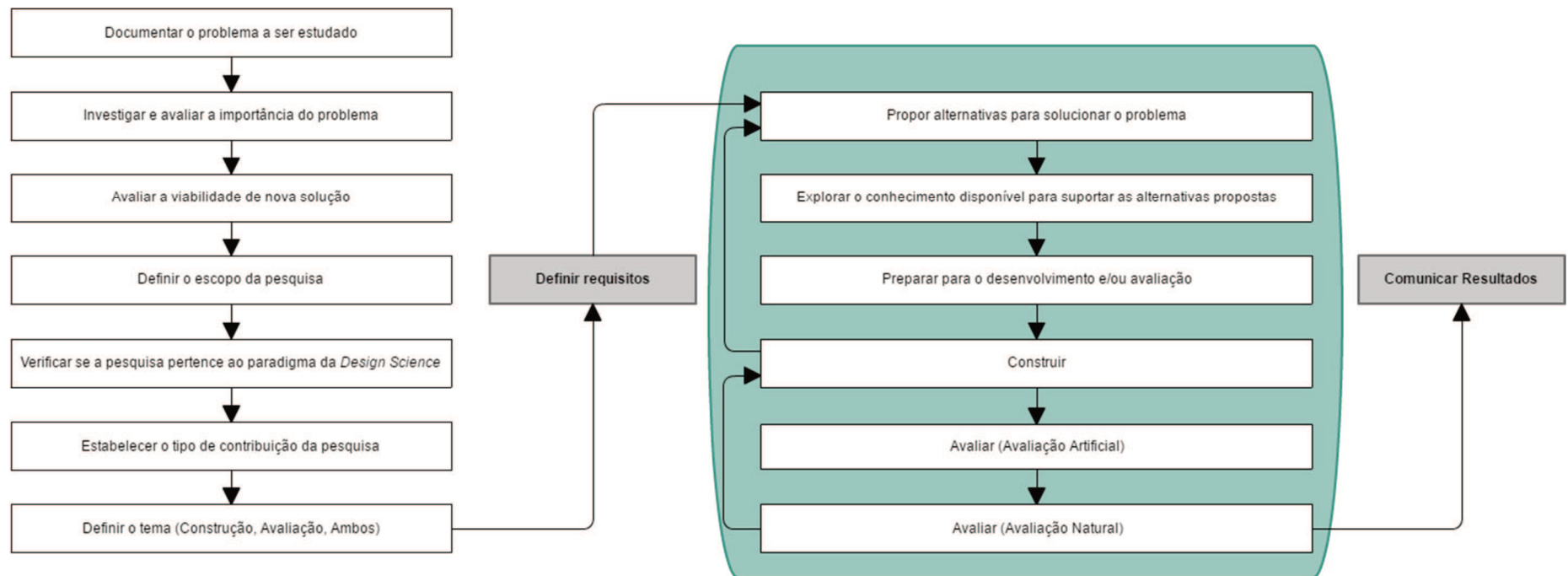
Uma vez que o artefato tem como alvo a caracterização da interação entre atores de TT, de modo que ela sirva de base para modelagem na perspectiva dinâmica de cenários deste processo para apoio à decisão, cada uma das etapas do DSR foi executada da seguinte maneira:

- **Conscientização:** optou-se pela realização de uma revisão da literatura a respeito da sistematização de como ocorre uma transferência de tecnologia, com foco em mapear os elementos envolvidos no entendimento de como se caracteriza um cenário de TT em que uma decisão de interação entre atores é firmada. Em relação especificamente à concepção de modelos de TT também neste contexto, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura sobre modelos de TT.
- **Proposição:** com base na etapa anterior, estabeleceu-se as bases teóricas que sustentam a proposta de melhorias para o contexto estudado, aliando os requisitos para construção de cenários de decisão em TT aos recursos disponíveis.
- **Desenvolvimento:** correspondeu à construção da ontologia propriamente dita, definindo sua estrutura e as formas de sua adoção para criar modelos que expressem a dinâmica de interação de TT.
- **Avaliação:** realizou-se o estudo do desempenho qualitativo do artefato proposto em resolver satisfatoriamente o problema, realizado em dois níveis: estrutural e comportamental. No primeiro, buscou-se verificar o “quão bem” o artefato desempenha suas funções em contextos descritivos a partir da modelagem e simulação de TT entre universidade e empresa, enquanto, no segundo, o propósito foi verificar o “quão bem” o artefato desempenha suas funções em contextos dinâmicos, também realizando a modelagem e simulação de um caso de decisão de TT de uma empresa real (ALTURKI; GABLE; BANDARA, 2011). Para tanto, o artefato proposto foi empregado tanto para a elaboração de modelos estruturais quanto de modelos simuláveis *in silico*, empregando avaliação descritiva e experimental (HEVNER et al., 2004) com viés qualitativo.
- **Conclusão:** por fim, foram descritos os aspectos que devem ser considerados para uso da ontologia da interação entre atores de TT no apoio à abstração de modelos para tomada de decisão e na condução da continuidade desta pesquisa e estudos científicos relacionados sobre o tema.



A partir da organização macro do fluxo do DSR descrita, foram definidos os procedimentos metodológicos da pesquisa. Na Figura 3 os mesmos são detalhados.

Figura 3 – Visão Detalhada do Método de Trabalho utilizando *Design Science Research*

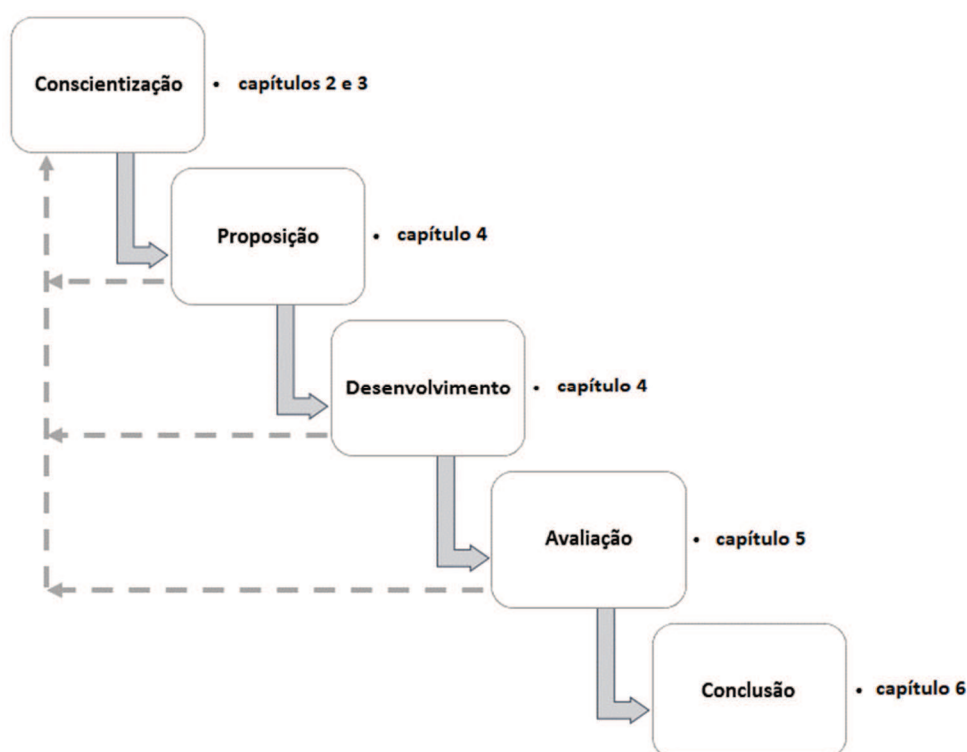


Fonte: Adaptada de Alturki et al. (2011).

Do ponto de vista do artefato construído, segundo o DSR, esta pesquisa oferece dois tipos de resultados: conceitos e modelo. O primeiro se justifica em razão da formalização de um conjunto de termos de TT e sua respectiva caracterização. O segundo é justificado, ainda que uma ontologia esteja em um nível mais elevado de abstração de um meta-modelo, em função de nela ser estabelecida uma forma de representação da relação entre os conceitos para estruturação do conhecimento de TT.

Na Figura 4, estão relacionadas as etapas do método de trabalho com os capítulos que são apresentados em seguida. Essa organização é importante, pois em parte é responsável por expressar a lógica de construção do artefato em questão.

Figura 4 – Relação do Método de Trabalho e Estrutura da Tese



Fonte: Elaborada pela autora.

Ainda que o método tenha sido aplicado de forma iterativa, com a ocorrência de situações de retomada a etapas anteriores, o texto que segue aborda o consolidado da produção de cada uma das etapas. Além disso, os procedimentos adotados em cada fase são detalhados nos respectivos capítulos em que são abordados.

## **1.7 Estrutura do Trabalho**

Esta tese está organizada em seis capítulos. A partir deste capítulo, os demais estão organizados conforme as etapas do método de trabalho. Os capítulos 2 e 3 descrevem os elementos que dão embasamento teórico à pesquisa. O capítulo 2 consiste da reunião dos conceitos relacionados à dinâmica de TT. Já o capítulo 3 traça o estado da arte especificamente relacionado a modelos de TT e sua utilidade para suporte à decisão. O capítulo 4 apresenta o desenvolvimento da ontologia propriamente dita. O capítulo 5 avalia a utilização da ontologia enquanto artefato guia para a concepção de modelos de decisão em TT. O capítulo 6 encerra a tese, analisando os resultados obtidos.

## **2 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA**

Speser (2006) propõe que o real significado de TT consiste em encontrar parceiros e fazer acordos. Em seu livro, a autora busca tornar pragmático o que precisa ser considerado para a realização de acordos de TT com maior efetividade. Neste contexto, é essencial considerar também que essa transação se dá em uma comunidade de atores que interage em um ambiente, sendo as interações entre eles influenciadas por fatores, tais como: a tecnologia em negociação, o número de fornecedores de uma dada tecnologia, o conhecimento disponível em uma tecnologia específica, a relação custo versus ganho esperado na operação, e a capacidade da organização que receberá a tecnologia em absorvê-la.

Speser (2006) considera que a motivação para compra de uma tecnologia está associada à percepção de utilidade que o receptor tem do uso da mesma na prática, descrita em termos de três critérios: desempenho, facilidade de uso e estética. Além disso, a autora relaciona utilidade ao valor em termos monetários, sendo que para esse se deve contabilizar, além do valor da compra, os custos de aquisição, implementação e uso da tecnologia.

Reisman (2005) ainda considera que cada ator pode representar uma disciplina científica, uma profissão, uma organização (empresa, instituição ou indústria), um setor econômico, uma região geográfica, uma sociedade, e até mesmo um país. Contudo, na literatura não é encontrada uma descrição detalhada das características e comportamentos destes atores.

Vista a importância de compreensão desse universo de elementos e ações para a decisão em TT, este capítulo busca estruturar as dimensões que compõem o entendimento de como se caracteriza a interação entre atores para a Transferência de Tecnologia, a partir da revisão da literatura. Nele, tem-se atenção não apenas aos conceitos, mas também às abordagens teóricas que podem sustentar sua caracterização na perspectiva da dinâmica apta a apoiar processos decisórios. Assim, três abordagens são consideradas: jogo, Sistemas Adaptativos Complexos e Aliança Estratégica.

## 2.1 A concepção como um Jogo

TT é um tópico de pesquisa tratado a partir diferentes abordagens e contextos, e conseqüentemente possui um conjunto amplo de definições. Conforme Speser (2006, p. 47), TT é um evento que “ocorre onde pessoas realizam acordos para obter melhores ferramentas, técnicas, materiais, etc. para realização de práticas”. Logo, pode ser tratada como o negócio resultante da interação entre atores que concordam em trocar posse, conhecimento e valor, beneficiando-se desta troca. A mesma autora ainda enfatiza a criticidade em identificar e caracterizar quem precisa da tecnologia, orientando as ações de transferência pelo mercado.

Adicionalmente, é possível encontrar na literatura diferentes definições para o termo TT. O Quadro 1 apresenta um conjunto de definições organizadas em ordem cronológica. Conforme pode ser observado, TT é essencialmente um processo dinâmico, o que é corroborado pelos termos: interação, processo, intercâmbio, transferência e processo ativo. Além disso, associam à TT a ideia de posse, acordo e contrato entre organizações.

Quadro 1 – Algumas Definições de Transferência de Tecnologia

(continua)

Fonte	Definição
Autio e Laamanen (1995)	Interação intencional e orientada a objetivo entre duas ou mais entidades sociais durante a qual o conjunto de conhecimentos tecnológicos permanece estável ou aumenta através da transferência de um ou mais componentes de tecnologia.
Bessant e Rush (1995)	Processo através do qual tecnologia move-se de fontes externas para a organização.
ANPROTEC (2002) apud Torkomian e Piekarski (2008)	Intercâmbio de conhecimento e habilidades tecnológicas entre instituições de ensino superior e/ou centros de pesquisa e empresas, formalizado na forma de contratos de pesquisa e desenvolvimento, serviços de consultoria, formação profissional (inicial e continuada), venda de patentes, marcas e processos industriais, publicação na mídia científica, entre outros.

(conclusão)

Speser (2006)	Transferência de uma tecnologia de uma pessoa para outra através de linhas organizacionais, envolvendo de mais comumente tecnologias em estágio recente que estão emergindo do P&D ou que oferecem substituição para tecnologia recentemente introduzida em um nicho de mercado. Em TT, a posse intelectual do pacote que constitui a tecnologia é literalmente passada de uma parte para outra, em uma transação denominada de acordo.
Battistela, De Toni e Pillon (2015)	Processo ativo no qual a tecnologia (e conhecimento relacionada a ela) é transferido entre duas entidades distintas.

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dessas definições, duas qualificações são extraídas para TT: interação e dinâmica. Interação pode ser caracterizada como um ato recíproco entre elementos, relacionado à mecanismos diversos de difusão (TIGRE, 2006; DICIONÁRIO MICHAELIS, 2018); ao passo que dinâmica designa alguma modificação interior, ocasionada por estímulo, que provoca evolução em alguma coisa; de modo que sua ausência inviabiliza mudanças. (WATTS e GILBERT, 2014; DICIONÁRIO MICHAELIS, 2018).

Na percepção de uma interação entre organizações, TT é um mecanismo empregado pela firma para obter recursos tecnológicos necessários para criar inovação a partir de recursos externos, em uma relação de negócio envolvendo dois perfis: o fornecedor e o receptor (SABATER, 2011). De acordo com Robinson (1989), essa transferência externa é uma transação de mercado, a qual envolve escolhas pelo demandante e pelo fornecedor da tecnologia, sendo firmada de forma efetiva por mecanismos legais e organizacionais.

Com interesse em caracterizar atores e interações, Speser (2006) propõe um quadro de trabalho para entender e fazer TT, centrado na metáfora de jogo, constituído por três tipos de elementos: peças, tabuleiro e estratégia. Na caracterização de TT como um jogo, à luz da Teoria dos Jogos, o seu objetivo pode ser resumido a mover a tecnologia das mãos de um jogador para as de outro jogador, sendo que, após a movimentação, os dois jogadores obtêm ganhos (SPESER, 2006). Além de ganho financeiro, é importante ressaltar que uma TT pode ter como resultado a agregação de valor social e público. (BOZEMAN; RIMES; YOUTIE, 2015).

Neste jogo é possível perceber que TT envolve tipicamente dois atores, um desempenhando o papel de fornecedor e outro o papel de receptor da tecnologia (FIGUEIREDO, 2015; REISMAN, 2005). Entretanto, apesar desse espectro mais estreito, sabe-se que as funções dos diferentes atores em um Ecossistema de Inovação, tais como o governo e institutos tecnológicos, também influenciam essa movimentação. Porém, as formas como esses atuam o jogo não são claras.

Para jogar, a observação prática evidencia que os jogadores ora possuem recursos limitados ora carecem de sistemas estruturados de gestão para investir na negociação de uma tecnologia. Em certos contextos, ainda se soma a esses fatores a compreensão de consumo e não de desenvolvimento da tecnologia. E, como em outros negócios, a expectativa ideal é a de realizar acordos com alto retorno sobre o investimento e riscos minimizados.

Nesse amplo processo de negociação, acredita-se que a reputação do jogador, independentemente de sua classificação (universidade, empresa, governo, entre outros), possa estimular ou retrainir aquelas interações que resultem em TT. Por exemplo, do ponto de vista governamental, caracterizar a relação entre esses atores entende-se como um fator crítico para a tomada de decisão em políticas públicas para estimular TT. Desse modo, as interações no nível micro podem ser consideradas o ponto de partida para tais acordos. Por exemplo, um dos aspectos determinantes para a interação entre universidade e empresa é a existência de políticas públicas pertinentes (PUFFAL; TREZ; SCHAEFFER, 2012). Logo, o contexto de TT caracteriza-se por uma alta complexidade decorrente dos diferentes tipos de atores que interagem de forma autônoma, sob a influência dos fatores ambientais e da governança regida por políticas de estímulo e retração de negociações.

Nesse todo, formam-se arenas, que abstraem um tabuleiro, ou seja, um conjunto de organizações usando, ou interessadas em usar, tecnologia, conectadas por canais de comunicação e distribuição (SPESER, 2006). Na ocorrência real dessas interações nessas arenas, as organizações operam de acordo com um ajuste na sua análise de custo versus benefício de realizar negociações e de firmar acordos. Assim, esses atores ainda precisam optar entre diferentes meios de acordo, tais como: licenciamento, compra e cessão, entre outros. Além disso, eles precisam avaliar a relação entre custo e benefício para firmar um acordo. Logo, os jogadores precisam estabelecer estratégias para jogar.

Conforme Speser (2006), o desenvolvimento de uma estratégia de jogo envolve três aspectos críticos: pelo menos uma aplicação da tecnologia é identificada; um modo de estabelecer um acordo favorável ao jogador é encontrado; e esse acordo serve de meio de coordenação entre os jogadores realizando uma transação de TT. Além disso, uma estratégia desse tipo também é influenciada por fatores derivados da dinâmica do SNI.

Assim, para a elaboração de estratégias, deve-se considerar que em uma economia global marcada por pressões de competição, a TT fornece meios, por exemplo, para transformar tecnologias desenvolvidas em instituições públicas em produtos para comercialização (AUDRETSCH; LEHMANN; WRIGHT, 2014). Ainda, neste contexto, instituições acadêmicas e científicas possuem papel estratégico para dar apoio às firmas em suas necessidades para inovar (AUDRETSCH; LEHMANN; WRIGHT, 2014). Porém, o conhecimento a respeito do processo usado pelos empreendedores acadêmicos para estrategicamente acumular recursos e habilidades para obter sucesso no mercado é limitado. (WRIGHT, 2014).

No caso de TT, em especial como estratégia para inovação, identificar e compreender as relações entre os atores deste processo dentro do contexto é um desafio para decidir por incentivos mais adequados, em outras palavras, para formular as regras do jogo. Para determinar políticas apropriadas para o desenvolvimento sustentado por práticas de inovação, os atores governamentais precisam entender como suas ações, neste sentido, podem influenciar a competitividade dos mercados internos, e, conseqüentemente, alavancar suas competências para competir em contextos mais amplos. Por exemplo, segundo Puffal, Trez e Schaeffer (2012), a decisão de participar de uma interação entre universidade e empresa não é simples, em decorrência da alta incerteza que envolve esse processo.

Em perspectiva ampla, TT está amadurecendo (WRIGHT, 2014), e sua literatura tem expandido em diferentes direções, sendo uma delas a investigação de mecanismos não lineares de negociação (BOZEMAN; RIMES; YOUTIE, 2015). Na descrição desses mecanismos, de acordo com Bradley, Hayter e Link (2013), destacam-se as relações recíprocas entre os atores universidade, indústria e governo (ETZKOWITZ, 2009) e a Inovação Aberta. (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2006).



Assim, a partir da visão de que, em TT, um ator não opera isoladamente, desenvolvendo dependência das ações de outros atores e do ambiente formado em seu entorno para tomar decisões, a concepção na proposta de um jogo parece limitada. Em um jogo, as regras não mudam, o que parece superficial para representar a complexidade envolvida em fazer acordos de TT. Desse modo, a próxima seção apresenta as possibilidades de entendê-la como um sistema aberto, como um exemplo de Sistema Adaptativo Complexo.

## **2.2 A concepção como um Sistema Adaptativo Complexo**

Complexidade, como área, é um conceito que tem sido associado a diferentes disciplinas com o propósito de entender fenômenos que emergem como resultado das interações entre as partes, no caso, agentes caracterizados por inteligência e autonomia (AJZENTAL, 2015). O adjetivo complexo, aplicado recentemente a diferentes fenômenos em contextos diversos, comumente associa ao modelo dinâmico de seus processos a percepção do mesmo como um Sistema Adaptativo Complexo. De modo geral, define-se que o termo complexidade ou SAC caracteriza um sistema em que suas partes constituintes interagem resultando propriedades globais que não são observadas no nível particular de interação (AJZENTAL, 2015). Em outras palavras, são observados efeitos emergentes, os quais não correspondem à simples soma das partes. (FURTADO; SAKOWSKI; TÓVOLLI, 2015).

SAC pode ser considerado uma abordagem para entender a realidade (FURTADO; SAKOWSKI; TÓVOLLI, 2015). Nela, duas características se destacam: a emergência, ou seja, a percepção de que as atitudes individuais das partes ao interagirem geram resultados emergentes, e a realimentação, como a constatação de que esses resultados retornam afetando as atitudes individuais. (WILENSKY; RAND, 2015).

Logo, do ponto de vista da dinâmica, um SAC pode abstrair qualquer sistema que tem agentes interagindo localmente com regras simples, sem um controle centralizado (FURTADO; SAKOWSKI; TÓVOLLI, 2015). Assim, ele é um tipo de sistema que evolui constantemente, revelando seu comportamento ao longo do tempo (AJZENTAL, 2015). A modelagem de um problema como um SAC, portanto,

contempla cinco componentes: agentes, interação, emergência, espaço e realimentação. (FURTADO; SAKOWSKI; TÓVOLI, 2015).

Essa caracterização mostra que SAC pode ser aplicado a diferentes áreas do conhecimento. Um exemplo que aproxima TT a esse tipo de sistema é a Economia Complexa (EC), área estabelecida a partir da proposição que a economia é um sistema não necessariamente em equilíbrio, pois agentes econômicos mudam constantemente suas ações, suas configurações e suas estratégias em resposta ao resultado que eles próprios criaram (ARTHUR, 2015). Neste processo de realimentação, suas partes se adaptam e evoluem.

A partir deste mecanismo, é possível considerar que a EC contribui para a abordagem da Economia Evolucionária, a qual compreende a organização econômica como um processo dinâmico, sem atingir um ponto de equilíbrio único, resultante de: interações, competições, escassez de recursos, entre outros (AJZENTAL, 2015). Nessa dinâmica, a complexidade agrega as propriedades de adaptação e evolução.

Cecere (2015), por sua vez, destaca a tentativa de considerar a abordagem da complexidade como suporte para compreensão da dinâmica envolvendo a firma e a inovação. Em consonância com essa ideia, a literatura recente em Economia da Inovação contempla a percepção de que a inovação é resultante tanto da ação individual do ator de inovação quanto das características do sistema em que o mesmo está inserido, sendo essas duas causas tratadas em mesmo grau de importância (CECERE, 2015). Segundo o mesmo autor, esse caráter de importância dado ao indivíduo também está presente na complexidade, o qual define que as firmas são heterogêneas em relação ao seu conhecimento e expectativas, sendo as mesmas caracterizadas por suas ações intencionais, sua política de busca de renda e racionalidade limitada. Contudo, de acordo com Antonelli (2011), muitas das tentativas de aplicar os conceitos de complexidade à economia não dão a devida importância a esses aspectos.

Inserido neste contexto, tem-se o Ecosistema da Inovação, que modela a economia, ou seja, o conjunto de relacionamentos complexos resultante da dinâmica de interações entre atores e entidades, com o objetivo de desenvolver inovação tecnológica (CRESTANA, 2014). Especificando o conceito para TT, pode-se dizer que o Ecosistema de TT abstrai o caráter econômico das interações entre atores e entidades na negociação para transferência de uma tecnologia.

O Ecosistema da TT é concebido como um ecossistema de negócios, sendo este último entendido como uma comunidade econômica que “foca no cliente potencial e nas redes fornecedoras para empresas de alta tecnologia” (WRIGHT, 2014, p. 327). Por exemplo: a função da universidade é criar conhecimento; mas, recentemente, tem sido discutido o aumento das contribuições por parte do empreendedorismo das universidades. (WRIGHT, 2014).

No caso da TT, como descrito anteriormente, as negociações entre os diferentes atores de TT sofrem influência de fatores como o número de fornecedores de uma dada tecnologia, o conhecimento disponível em uma tecnologia específica, e a relação custo versus ganho esperado na operação; e, conseqüentemente influenciam suas decisões. Na perspectiva da EC, a combinação desses fatores resulta em diferentes comportamentos, emergindo cenários competitivos e/ou cooperativos. (AJZENTAL, 2015; PRADO, 2009) .

Sob a perspectiva previamente apresentada, as interações no nível micro podem ser consideradas como ponto de partida para os acordos de TT, o que justifica o caráter promissor da abordagem da complexidade como abstração para TT. E modelar e simular o comportamento dos atores de TT na forma de agentes de um SAC, em diferentes cenários contextuais, pode contribuir de forma significativa para entender como ocorre a dinâmica de influência entre o nível micro e macro do Ecosistema da TT.

De acordo com Prado (2009), para abstrair o sistema econômico como um sistema composto por vários agentes, é necessário construir uma economia artificial dotada de dimensão espacial e temporal. Em outras palavras, é requerido formular um modelo dinâmico e computacional capaz de apreender elementos essenciais da complexidade social do sistema econômico. Uma abordagem para capturar e investigar esse tipo de fenômeno é a Modelagem e Simulação Baseada em Agentes (MSBA).

Segundo Chwif e Medina (2015), o paradigma de MSBA consiste na proposição de um modelo de sistema baseado em um conjunto de entidades com decisão autônomas, denominadas agentes, que residem em um ambiente, um mundo virtual discreto ou contínuo, e que são capazes de interagir tanto entre si quanto com o seu ambiente. Os autores ainda destacam que se trata de uma abordagem de baixo para cima, uma vez que é a partir do comportamento individual dos agentes que se obtém

o comportamento global do sistema. Assim, um modelo baseado em agentes tem como base a construção de agentes com funções simples. Quando estes indivíduos interagem, considerando suas funções, emergem certos comportamentos específicos. (BORDINI; HÜBNER; WOOLDRIDGE, 2007).

Considerando o suporte à decisão, associar simulação para investigar propriedades da dinâmica do processo estudado permite adicionar características dinâmicas e coerentes com a visão da EC e EI à proposta de modelagem do fenômeno de TT em um ecossistema. No caso de modelos para TT, essas características são interessantes para a construção de um mapa das conexões lógicas em nível micro e macro (NAN; ZMUD; YETGIN, 2014). Porém, na literatura, os elementos de abstração são pouco explorados em conjunto, desconsiderando os mecanismos de competição e cooperação associados ao ecossistema em que os atores interagem em uma dinâmica complexa.

Apesar de sua fundamentação teórica ter sido elaborada ainda na década de 1940, com o desenvolvimento da Teoria de Autômatos, e ter se consolidado na década de 1990, somente nos últimos 10 anos a MSBA gerou um maior número de estudos científicos (CHWIF; MEDINA, 2015). Na abstração de um SAC, “agentes representam as unidades básicas do processo da tomada de decisão” (NAN; ZMUD; YETGIN, 2014, p. 55). Em outras palavras, um agente é uma representação de um indivíduo com características específicas interagindo com outros indivíduos em um contexto compartilhado. De forma sistemática, Chwif e Medina (2015) caracterizam a MSBA como uma abordagem que tem como elemento de abstração um agente, representando uma entidade individual ou coletiva, a qual tem seu comportamento definido por meio de regras simples. Ainda segundo os mesmos autores, o agente interage com o ambiente, realizando ações, e com outros agentes, trocando mensagens ou observando o comportamento desses outros agentes ou os efeitos das suas ações.

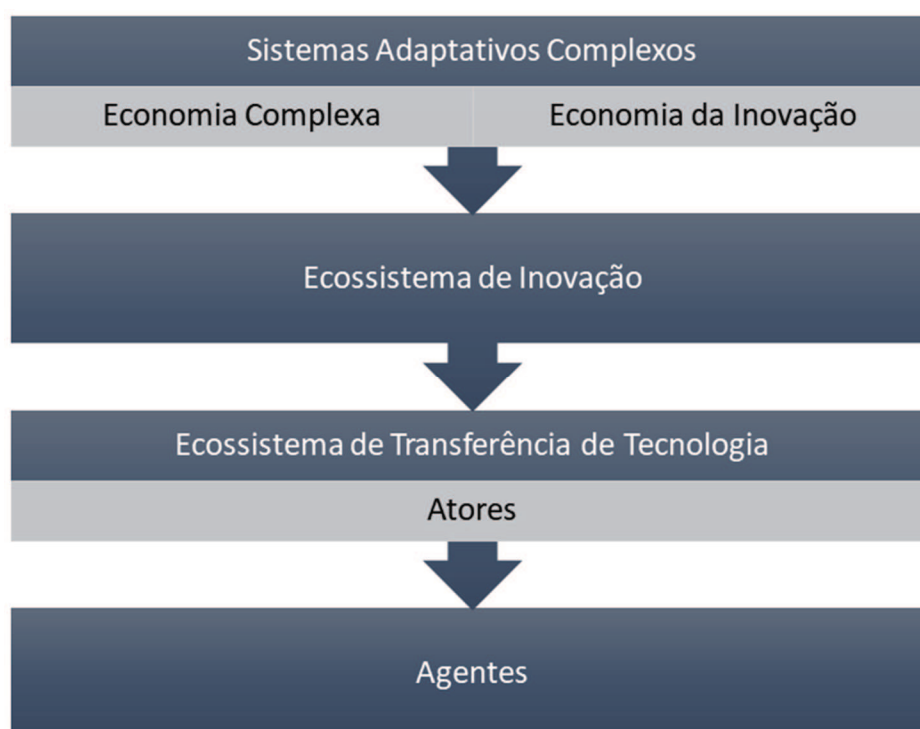
Assim, o modelo baseado nesta abstração caracteriza-se como um sistema reativo que exibe uma dada autonomia para determinar o “quão bem” ele é capaz de executar uma tarefa para ele delegada (BORDINI; HÜBNER; WOOLDRIDGE, 2007). Do ponto de vista econômico, esse enfoque também se mostra adequado para estudar TT segundo abordagem da Teoria da Agência. Isso porque, a partir da mesma, é possível modelar as características e os mecanismos dinâmicos envolvidos

na tomada de decisão, considerando a natureza da racionalidade assimétrica e limitada. (EISENHARDT, 1999).

A abordagem baseada em agentes tem sido adotada em estudos para permitir a definição de modelos, os quais analisados em cenários reais, conseqüentemente, servem de base para a proposição de recomendações de ação nestes contextos (KIESLING et al., 2012; WATTS; GILBERT, 2014; CALIARI; RUIZ, 2017). Kiesling et al. (2012) apresentam um levantamento da MSBA como estratégia em estudos de difusão de tecnologia. Nele, os autores destacam a relevância desta abordagem como uma ferramenta para promover suporte à decisão baseada em dados empíricos.

Considerando os conceitos abordados nesta seção, é possível mapear a relação entre os conceitos que configuram a concepção de TT como um SAC. As dimensões do mesmo são organizadas conforme a Figura 5.

Figura 5 – Mapa de Conceitos da Concepção de TT como um Sistema Adaptativo Complexo



Fonte: Elaborada pela autora.

A abstração do ambiente em que os atores interagem, designado como ecossistema de TT, consiste na adaptação do conceito de Ecosistema de Inovação para a situação específica deste tipo de negociação. Além disso, a abstração proposta

é complementar à visão de jogo defendida por Speser (2006), pois se deve estar atento ao fato de que o aspecto social é essencial para entender TT, visto que quem decide é um humano ativo, dinâmico e inteligente. Além disso, as regras do jogo de TT não são estáveis para compreendê-lo com um sistema fechado.

Porém, ainda que se perceba a possibilidade do uso de agentes para estudar o comportamento dos atores e o efeito da dinâmica de interação entre eles, persiste uma lacuna: descrições que permitam entender as relações entre os constructos que podem explicar as demandas de análise e os impactos da decisão tomada pelos agentes em firmar uma parceria desta natureza.

Entretanto, do ponto de vista específico de decisões por firmar parcerias, os SAC flexibilizam as funções pelas quais um agente irá se comportar dinamicamente, de modo que o grau de abstração é bastante elevado para ser sistematizado em um único modelo de decisão. Por isso, a próxima seção trata da possibilidade de compreender a interação entre atores TT sob a ótica de uma Aliança Estratégica.

### **2.3 A concepção como uma Aliança Estratégica**

O interesse em compreender como ocorre a dinâmica de colaboração em diferentes tipos de relações estruturais entre organizações tem impulsionado pesquisas que propõem teorias e modelos. Neste sentido, uma abordagem para traçar a estrutura e a dinâmica de colaboração entre organizações é a de Aliança Estratégica.

Uma AE pode ser entendida como uma relação em que organizações cooperam e compartilham riscos, mas se mantêm independentes para alcançar objetivos comuns (LEWIS, 1992). Assim, elas colaboram para alcançar objetivos, para os quais teriam dificuldade de obter individualmente (BALESTRIN e VERSCHOORE, 2016). Constituindo-se de uma relação de ganha-ganha, há diferentes definições e classificações de alianças descritas na literatura.

Gulati (1998) entende AE como arranjos de troca de recursos entre empresas para o desenvolvimento conjunto e fornecimento de tecnologias. Por consequência, associar os mecanismos envolvidos à dinâmica de uma AE no problema de interação entre atores para transferir uma tecnologia se mostra atrativo. Uma aliança deste tipo requer gestão e precisa ser guiada por vários estágios. O ciclo de interação

estabelecido entre os atores pode ser esquematizado nas seguintes fases (TJEMKES, VOS e BURGESS, 2017):

- **Análise:** definição dos objetivos de realizar a aliança bem como dos critérios para avaliação do desempenho ao longo do desenvolvimento da parceria;
- **Seleção:** busca por potenciais parceiros, avaliação dos mesmos, e escolha do parceiro;
- **Formação:** negociação e formalização da aliança;
- **Operação:** desenvolvimento das ações em conjunto;
- **Avaliação:** acompanhamento do desempenho da aliança;
- **Finalização:** encerramento da aliança.

É importante destacar que é premissa de uma AE a existência de cooperação entre as partes, de modo que os resultados obtidos são maiores do que se as mesmas agissem isoladamente (LEWIS, 1992; NOLETO, 2004; DACIN; REID; RING, 2014), assim como previsto em um SAC. Além disso, identificar fatores críticos para o sucesso de uma aliança ao longo do seu ciclo de vida, especificamente, podem contribuir significativamente para decisões de aproximação entre atores de TT.

Também é importante ressaltar que a bibliografia sobre outros aspectos de AE e a constituição de redes de cooperação é extensa. Entretanto, esses aspectos foram desconsiderados por explicitarem propriedades externas aos atores, as quais não foram incluídas no escopo de construção do artefato a que se propõe esta tese.

## 2.4 Decisão em Transferência de Tecnologia

Um processo de tomada de decisão envolve a seleção da melhor opção entre um conjunto de muitas alternativas (BULLING, 2014). Em TT, essa escolha implica não apenas decidir como e/ou com quem negociar, mas também optar por não fazer uma transferência (SPESER, 2006). Além disso, em função das diferentes alçadas em que seus impactos são observados (BOZEMAN, 2000), TT tem sido interesse tanto do meio acadêmico e científico, quanto das organizações empresariais e decisores políticos. (PAGANI, 2016).

De acordo com a Teoria da Decisão, é necessário caracterizar o que o decisor entende como a melhor alternativa, pois o adjetivo melhor pode assumir diferentes

significados. (PARSONS e WOOLDRIDGE, 2002). Do ponto de vista prático, um decisor tem informação incompleta, o que torna as consequências resultantes de sua decisão repletas de incertezas (BULLING, 2014). Do mesmo modo, os atores decidem no contexto de TT com racionalidade limitada. Neste sentido, a área de Teoria da Decisão preocupa-se em reunir técnicas que permitam o decisor analisar cenários em um ambiente imprevisível (PARSONS e WOOLDRIDGE, 2002). Esses cenários estão geralmente inseridos em problemas de alta complexidade, representando diferentes ações que podem ser tomadas (RAGSDALE, 2011), tendo como suporte técnico diferentes propostas de modelagem.

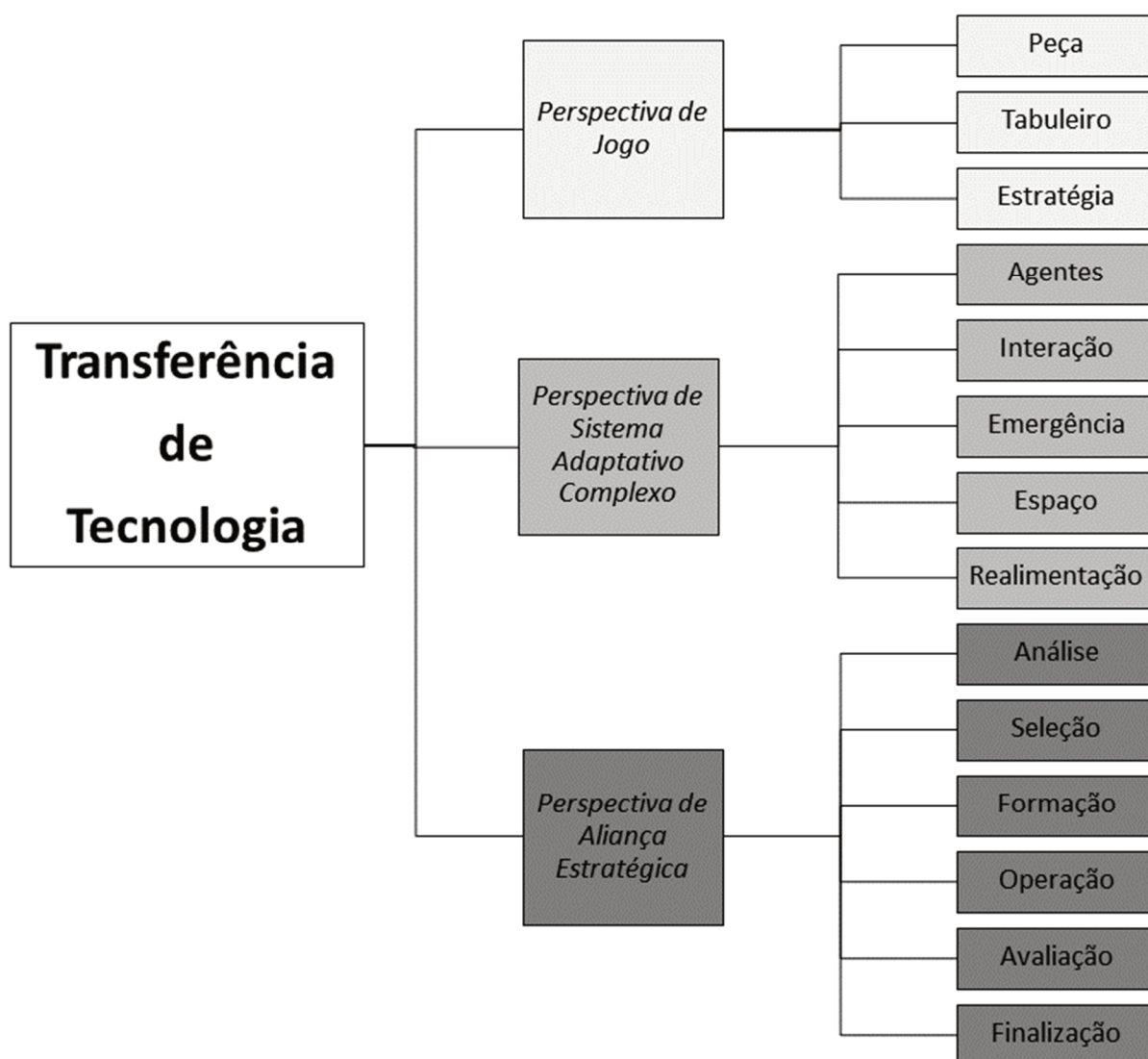
Krogerus e Tschäppeler (2017) definem que os modelos não ditam o quê e como o decisor deve pensar, mas eles oferecem uma forma de reduzir a complexidade de uma situação, concentrando a atenção no que realmente é importante. Os mesmos autores propõem uma série de critérios para que um modelo seja útil para decisão, dos quais se destaca: ser visual, fornecer uma estrutura e ter utilidade como método, podendo ser preenchido e utilizado.

## **2.5 Quadro Teórico**

Este capítulo tratou dos construtos identificados na revisão da literatura para sustentarem a elaboração do artefato base para compreensão de TT, como um fenômeno dinâmico, que apoie a proposição de modelos de decisão. De cada um deles, são destacadas as contribuições para elaboração de um modelo mental da dinâmica de interação entre atores de TT, conforme o esquema da Figura 6.



Figura 6 – Contribuições de cada Concepção para Transferência de Tecnologia



Fonte: Elaborada pela autora.

Da concepção de jogo, são extraídos os elementos estruturais. A concepção de SAC, por sua vez, agrega uma visão de dinâmica, ampliando a anterior, ao passo que suas propriedades caracterizam a incerteza e a emergência pertinente às negociações de tecnologia. A escolha dessa abordagem é sustentada pelas mesmas razões que o sistema econômico pode ser concebido como um SAC (PRADO, 2009):

- grande número de agentes heterogêneos;
- a interação entre os agentes ocorre sob certas condições estruturais;
- a interação ocorre de modo descentralizado;

- o sistema geralmente está fora de equilíbrio, mantendo a propriedade de auto-organização.

Por fim, o olhar da AE completa o entendimento de dinâmica, ao propiciar a compreensão de que uma interação não é um evento momentâneo, e sim uma relação que envolve diferentes estados ao longo do seu ciclo de vida.

Assim, tem-se as seguintes suposições para guiar o projeto do artefato:

- Os atores de TT interagem de acordo com uma estratégia.
- As interações de TT influenciam e sofrem influência do ambiente em que ocorrem.
- Uma interação de TT passa por diferentes estágios que precisam ser considerados para a avaliação da sua efetividade.

Essas suposições, porém, não explicitam como os construtos influenciam a elaboração do processo decisório em TT. Assim, o próximo capítulo aborda o levantamento bibliográfico realizado em busca de artefatos existentes na literatura que, especificamente, apoiem a composição de modelos de interação entre atores de TT.

### **3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: MODELOS DE INTERAÇÃO ENTRE ATORES DE TT**

A natureza interdisciplinar do processo de Transferência de Tecnologia é evidenciada, à medida que, como área de pesquisa, ele envolve fatores da engenharia, da economia e de caráter sócio-políticos. (COHEN, 2004).

A revisão da literatura permitiu observar como empregar diferentes teorias pode auxiliar em uma abstração mais abrangente do que envolve as negociações neste âmbito. Ao mesmo tempo, os tópicos que sustentam essa abstração também foram selecionados na expectativa de satisfazer a máxima de qualquer modelo: a simplificação da complexidade encontrada na realidade.

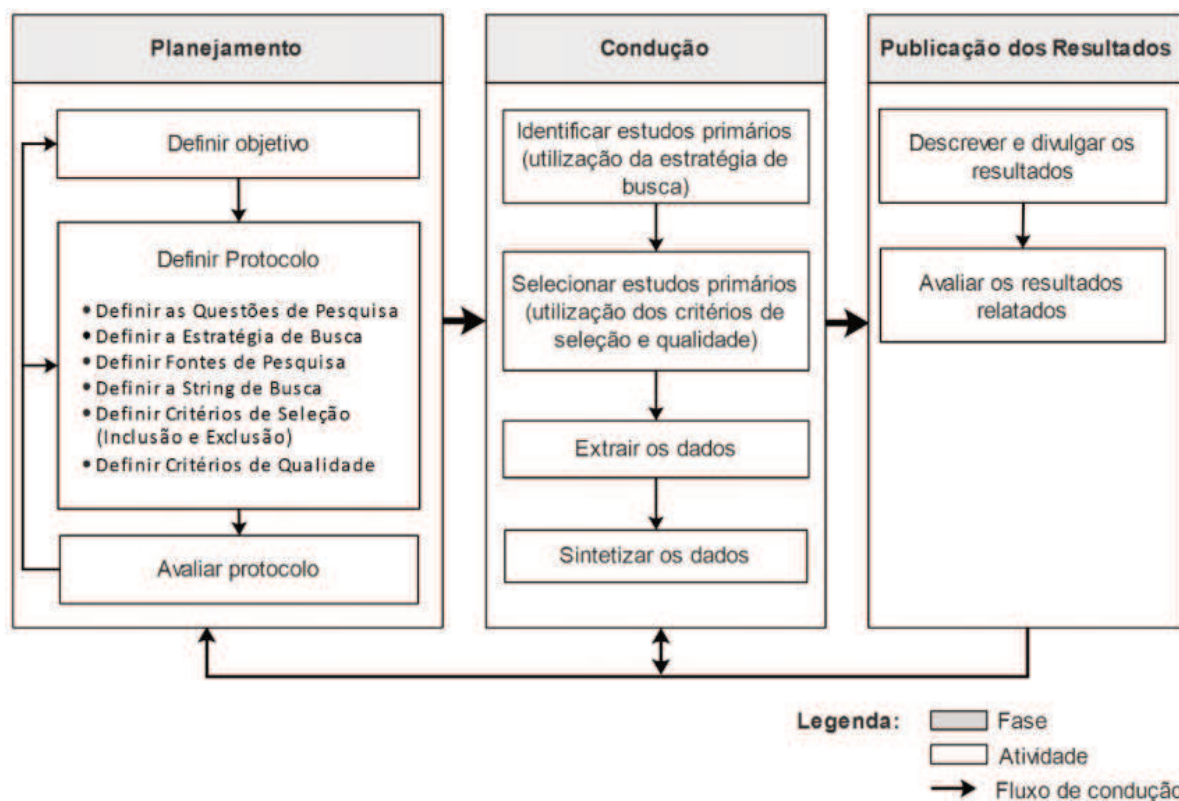
A partir desse quadro teórico, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura em busca de propostas de artefatos que pudessem contribuir para a identificação de conceitos e características envolvidos no processo de TT, tendo como bases de pesquisa EBSCOHOST, SCOPUS e BDTD/IBCT. Este capítulo apresenta os resultados deste levantamento.

#### **3.1 Revisão Sistemática da Literatura**

A realização de uma revisão sistemática da literatura é um meio de identificar, avaliar e interpretar pesquisas existentes e de relevância para uma determinada questão de pesquisa. (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007).

A fim de retratar o estado da arte do tema, a revisão requer planejamento e condução cuidadosos (WAZLAWICK, 2014). Segundo Kitchenham (2004), ela ocorre em três fases: planejamento, condução e a publicação dos resultados. Na Figura 7 é apresentado o fluxo de atividades de cada uma dessas fases.

Figura 7 – Processo de Revisão Sistemática



Fonte: Felizardo et al. (2017).

Nesta pesquisa, a questão norteadora foi “Quais as características estruturais para modelar a dinâmica envolvida na negociação entre atores que decidem por transferir uma tecnologia?”. Para tanto, a revisão iniciou com caráter abrangente, tendo como fontes três bases científicas: EBSCOHOST, SCOPUS e BDTD/IBCT.

Primeiramente, foi pesquisado o termo “Transferência de Tecnologia”, em português e inglês, no período de 1980 a março de 2016, sendo o valor inferior definido com base nos anos de publicação dos primeiros trabalhos relacionados com a temática desta tese. Para refinamento, devido ao alto volume de resultados obtidos, essa pesquisa ainda foi restringida para artigos que contivessem o termo “Transferência de Tecnologia” no título.

Como muitos trabalhos tratam de estudos de caso ou estudos exploratórios, relatos de experiência, ou ainda, fazem análises meramente descritivas, uma outra pesquisa foi realizada exigindo a existência, no resumo, de palavra com semântica relacionada à modelagem, sendo elas: modelo, quadro de trabalho, paradigma, teoria,

ontologia ou taxonomia. Esses termos também foram procurados em português e em inglês. A Tabela 1 resume os resultados obtidos.

Tabela 1 – Resumo Quantitativo da Revisão Sistemática da Literatura

<b>Termo</b>	<b>Restrição de Localização</b>	<b>EBSCOHOST<sup>1</sup></b>	<b>SCOPUS<sup>2</sup></b>	<b>BDTD/IBCT<sup>3</sup></b>
<i>Technology Transfer</i>	-	2065	74980	251
<i>Technology Transfer</i>	título	339	3891	53
<i>Technology Transfer e model</i>	título e resumo	59	593	0
<i>Technology Transfer e framework</i>	título e resumo	21	264	0
<i>Technology Transfer e paradigm</i>	título e resumo	2	29	0
<i>Technology Transfer e theory</i>	título e resumo	14	146	1
<i>Technology Transfer e ontology</i>	título e resumo	0	3	0
<i>Technology Transfer e taxonomy</i>	título e resumo	1	14	0

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados obtidos evidenciam um alto volume de publicações quando apenas o termo “Transferência de Tecnologia” é utilizado. Então, foram adicionados outros termos para aproximar o material pesquisado ao interesse particular desta pesquisa por modelos de TT.

Ao agregar termos com significado relacionado à modelagem, os resultados reduziram significativamente. Esses foram analisados considerando o título, resumo, e sistematização das informações do processo de TT de forma generalizável. Destaca-se na Tabela I, a existência de um único artigo contendo o termo “ontologia”: Walshok, Shapiro e Owens (2014). Porém, nele apenas uma referência à ideia “ontologia da rede” no contexto de sistemas de inovação é mencionado.

Na intenção de um maior refinamento das buscas, o mesmo plano realizado nas bases científicas já citado, foi aplicado em um conjunto específico de revistas científicas na área, considerando o período de 1980 a outubro de 2016.

<sup>1</sup> <http://www.ebsco.com/>

<sup>2</sup> <http://www.scopus.com>

<sup>3</sup> <http://bdttd.ibict.br/vufind/>

Cunningham et al. (2016) apontam como revistas de maior relevância em TT: *Journal of Technology Transfer*, *Research Policy*, *Science and Public Policy*, *R&D Management* e *Technovation*.

Em função dos resultados obtidos nas bases científicas, em que se identificou artigos relevantes a esta tese, foram inseridos neste grupo as publicações *Omega* e *Journal of Engineering and Technology Management*. A Tabela 2 resume os resultados obtidos.

Tabela 2 – Resumo Quantitativo da Revisão Sistemática da Literatura em Revistas Científicas com Temática em Transferência de Tecnologia

Termo	Restrição de Localização	<i>Journal of Technology Transfer</i> <sup>4</sup>	<i>Research Policy</i> <sup>5</sup>	<i>Science and Public Policy</i> <sup>6</sup>	<i>R&amp;D Management</i> <sup>7</sup>	<i>Technovation</i> <sup>8</sup>	<i>Omega</i> <sup>9</sup>	<i>Journal of Engineering and Technology Management</i> <sup>10</sup>
<i>Technology Transfer</i>	-	1193	859	2724	796	1231	506	124
<i>Technology Transfer</i>	título	189	33	28	22	78	2	5
<i>Technology Transfer e model</i>	título e resumo	121	5	6	2	11	0	2
<i>Technology Transfer e framework</i>	título e resumo	75	4	2	4	10	0	1
<i>Technology Transfer e paradigm</i>	título e resumo	29	0	0	0	0	0	0
<i>Technology Transfer e theory</i>	título e resumo	70	1	2	1	4	0	1
<i>Technology Transfer e ontology</i>	título e resumo	1	0	0	0	0	0	0
<i>Technology Transfer e taxonomy</i>	título e resumo	11	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora.

<sup>4</sup> <https://link.springer.com/journal/10961>

<sup>5</sup> <https://www.journals.elsevier.com/research-policy>

<sup>6</sup> <https://academic.oup.com/spp>

<sup>7</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/14679310>

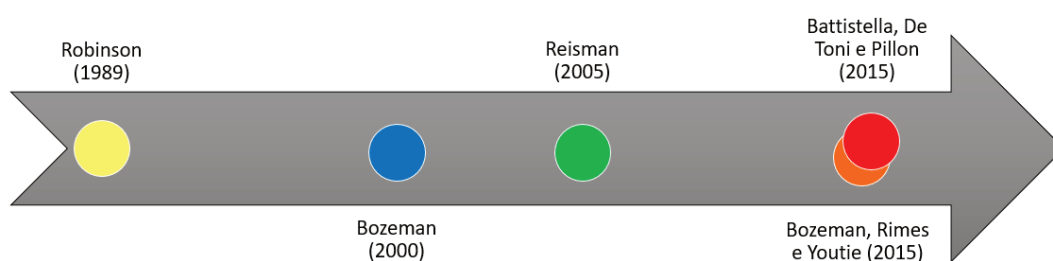
<sup>8</sup> <https://www.journals.elsevier.com/technovation>

<sup>9</sup> <https://www.journals.elsevier.com/omega>

<sup>10</sup> <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-engineering-and-technology-management>

Dessa revisão, foram selecionados trabalhos que contivessem: consideração de diferentes tipos de atores de TT, caracterização dos atores de TT, representação gráfica das relações entre atores, consideração a aspectos direta ou indiretamente relacionados à dinâmica do processo de negociação de TT. Essa filtragem, ao exigir uma estruturação de elementos do processo de TT, resultou em um conjunto de cinco propostas de modelos de TT, indicadas na Figura 8.

Figura 8 – Trabalhos Selecionados na Revisão Sistemática da Literatura



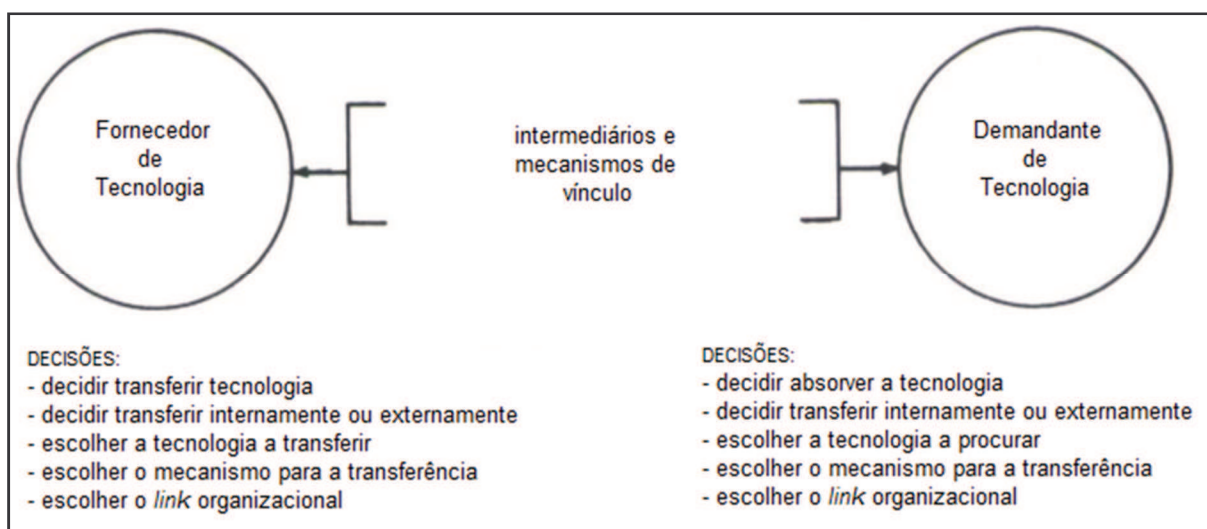
Fonte: Elaborada pela autora.

Cada uma das propostas é tratada nas seções a seguir. Para fins de observação de mudanças na percepção de TT, elas são apresentadas em ordem cronológica de publicação.

### 3.1.1 Modelo Proposto por Robinson (1989)

Robinson (1989) propôs um modelo reunindo o conhecimento existente sobre Transferência Internacional de Tecnologia (TIT) na época, tendo como objetivo a identificação de relacionamentos de influência em dez decisões, cinco delas no lado do fornecedor, e outras cinco no lado do comprador (ou demandante) de uma tecnologia. A visão simplificada do modelo é apresentada na Figura 9.

Figura 9 – Modelo Simplificado



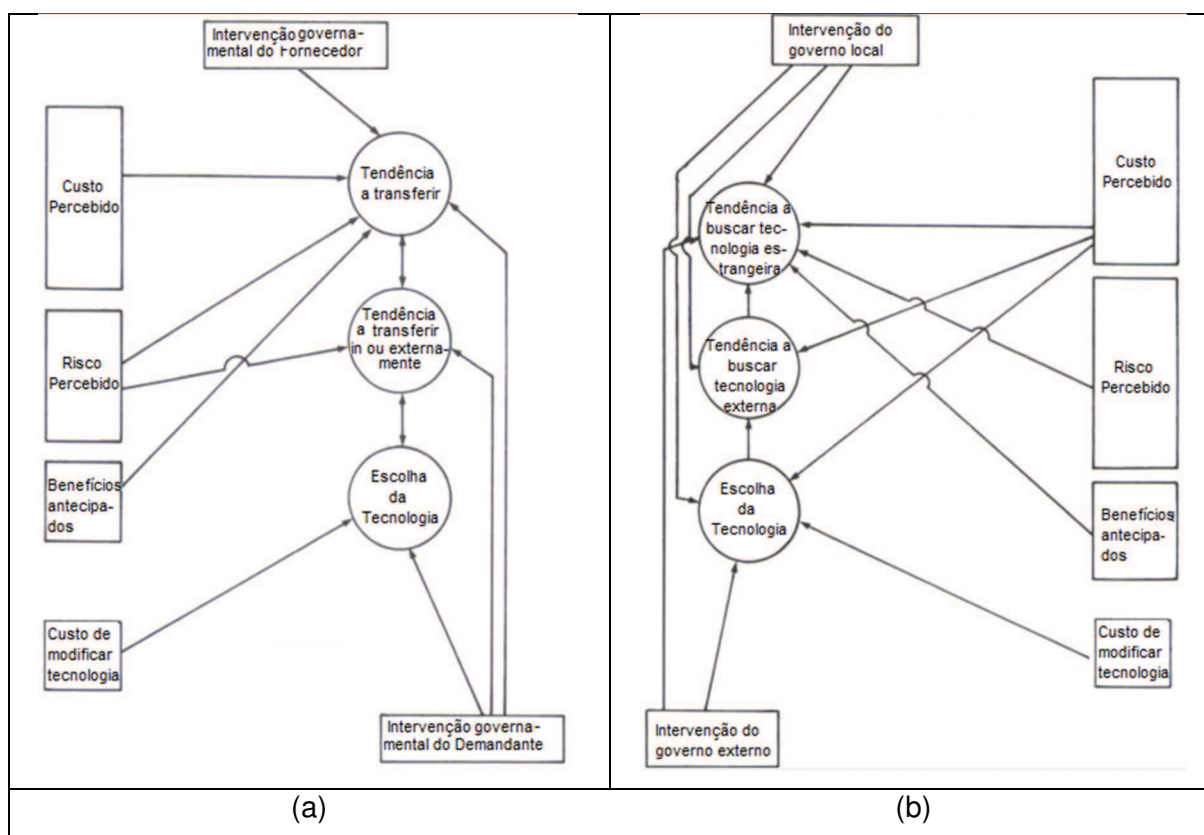
Fonte: Adaptada de Robinson (1989).

A partir dessas decisões, Robinson (1989) considera que um dos sujeitos da interação da TT quer maximizar o seu lucro. Ambos os lados possuem as mesmas decisões, sendo as diferenças relacionadas exclusivamente à expectativa do mesmo em relação à transação. Além disso, o autor dá ênfase à caracterização da tecnologia em negociação, considerando para a mesma treze dimensões: maturidade, dinamismo, importância relativa, especialidade ambiental, fator de substituição, especificidade de escala, disponibilidade, complexidade, centralidade, continuidade de produção, susceptibilidade para engenharia reversa, produto/processo, e especificidade para firma. Segundo o autor, a tecnologia é negociada por meio de dois tipos de transferência: a interna e a externa.

Para fins de desempenho, é indicado que a medição desse relacionamento entre fornecedor e comprador tem dependência das expectativas dos mesmos. Sendo que três fatores exercem influência no processo de transferência: o custo percebido, o risco percebido e o benefício antecipado. O autor ainda destaca que esses fatores, por sua vez, são influenciados por políticas governamentais. A Figura 10 apresenta as relações dos fatores da influência nas principais decisões de TT.



Figura 10 – Relação dos Fatores nos Atores de TT



Fonte: Robinson (1989).

O modelo de Robinson (1989), mesmo com ênfase na tomada de decisão envolvida em TIT, não descreve sua dinâmica propriamente dita. Logo, trata-se de um modelo descritivo e explicativo, com restrições para entender como os elementos considerados atuam dinamicamente.

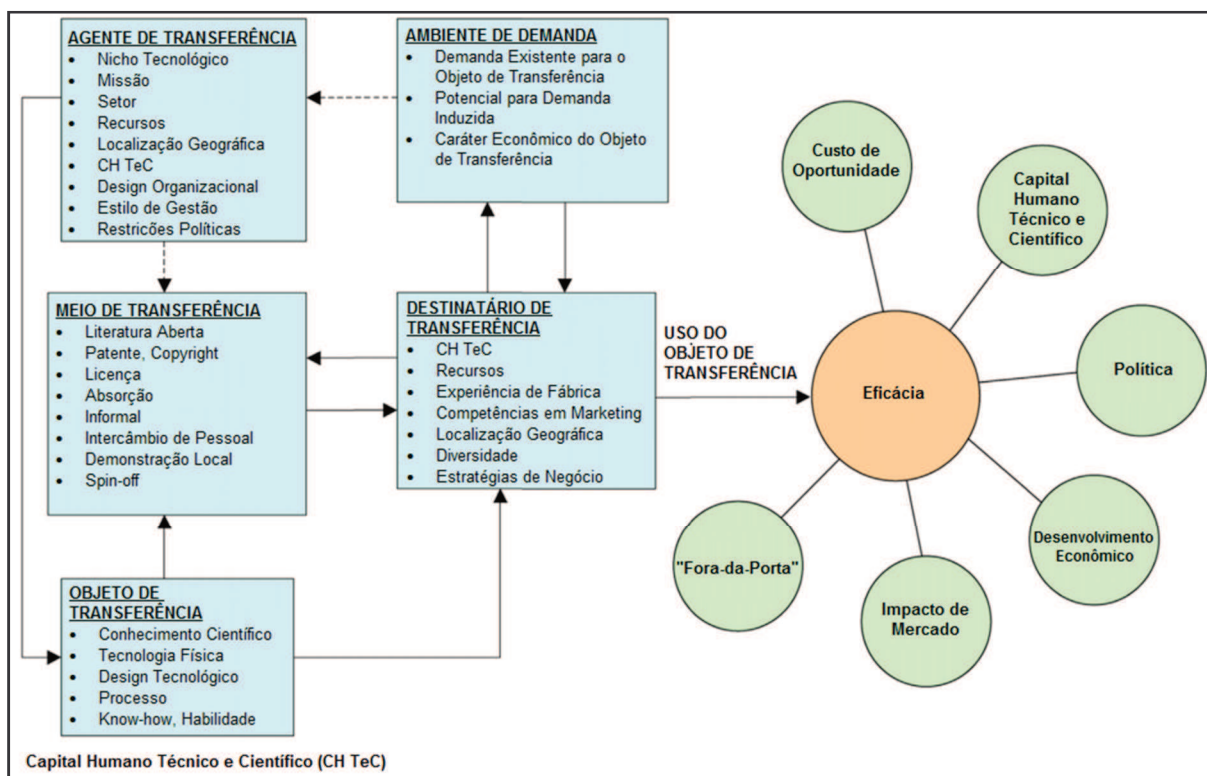
### 3.1.2 Modelo Proposto por Bozeman (2000)

O Modelo de Eficácia Contingente de TT foi proposto por Bozeman (2000), a partir da revisão, sintetização e crítica à literatura multidisciplinar da área. O mesmo oferece uma organização, que considera:

- ambiguidades nos conceitos de TT;
- diferenças de contexto institucionais entre produtores de tecnologia e agentes de TT;
- diferentes formas de eficácia, na forma de impactos ocasionados pelo uso do objeto de transferência.

A Figura 11 reproduz o modelo proposto.

Figura 11 – Modelo Proposto por Bozeman (2000)



Fonte: Bozeman (2000).

A pesquisa de Bozeman (2000) enfoca o processo de transferência entre universidades e laboratórios governamentais no âmbito dos Estados Unidos. Além disso, são apresentados modelos de política de tecnologia desempenhados pelo governo norte americano, na forma de paradigmas, sendo eles: falha de mercado, missão e tecnologia cooperativa.

Ainda assim, a análise do modelo permite observar o destaque dado aos diferentes impactos que podem ser considerados como indicador de eficácia de uma operação de TT. Além disso, a eficácia pode ser percebida como um resultado que emerge das inter-relações que ocorrem na negociação e transferência de uma dada tecnologia por cinco dimensões envolvidas na transferência: o agente, o destinatário, o objeto, o meio, e o ambiente de demanda.

Ao longo do período de desenvolvimento desta tese, foi o artigo que configurou como o mais referenciado nos estudos de TT.

### 3.1.3 Modelo Proposto por Reisman (2005)

Com base na análise de que a literatura sobre TT é disjunta e diferente, sem elementos comuns e sem viabilidade para análise comparativa, Reisman (2005) propõe uma taxonomia para mesma, abordando aspectos das diferentes disciplinas e especializações envolvidas neste processo. O autor considera, também, que não há um consenso de teoria ou modelo para TT.

A taxonomia proposta tem por objetivo permitir a classificação de artigos, mas elenca usos diversos para mesma, inclusive, para fins de aprendizado. Além disso, é indicado que a taxonomia pode ser usada por tomadores de decisões políticas para formulação de políticas de tecnologia e/ou TT mais significativas. (REISMAN, 2005).

Estruturalmente, a taxonomia proposta está organizada segundo quatro fatores: Atores, Tipos de Transação, Motivações e Disciplinas. Para cada um deles é listado um conjunto de atributos. A taxonomia consta no Anexo A.

Comparando essa taxonomia com os dois trabalhos anteriores, é possível identificar o acréscimo de uma visão externa à abstração de um contexto de negociação de TT, ao considerar que as diferentes disciplinas acadêmicas e profissionais possuem percepções diferentes sobre a função de uma TT. O Quadro 2 sistematiza essas percepções.

Quadro 2 – Percepções da Função de TT conforme Reisman (2005)

Percepções da Função de TT	
<b>Disciplinas Acadêmicas</b>	
• Economia	Crescimento Econômico
• Antropologia	Mudança Cultural/Avanço da Sociedade
• Sociologia	Melhoria da Vida Social
<b>Disciplinas Profissionais</b>	
• Administração	Reforço da Competitividade
• Engenharia	Reforço da Competitividade
• Medicina	Avanço do Estado da Arte, Longevidade de Vida, Economia, etc.

Fonte: Elaborado pela autora.

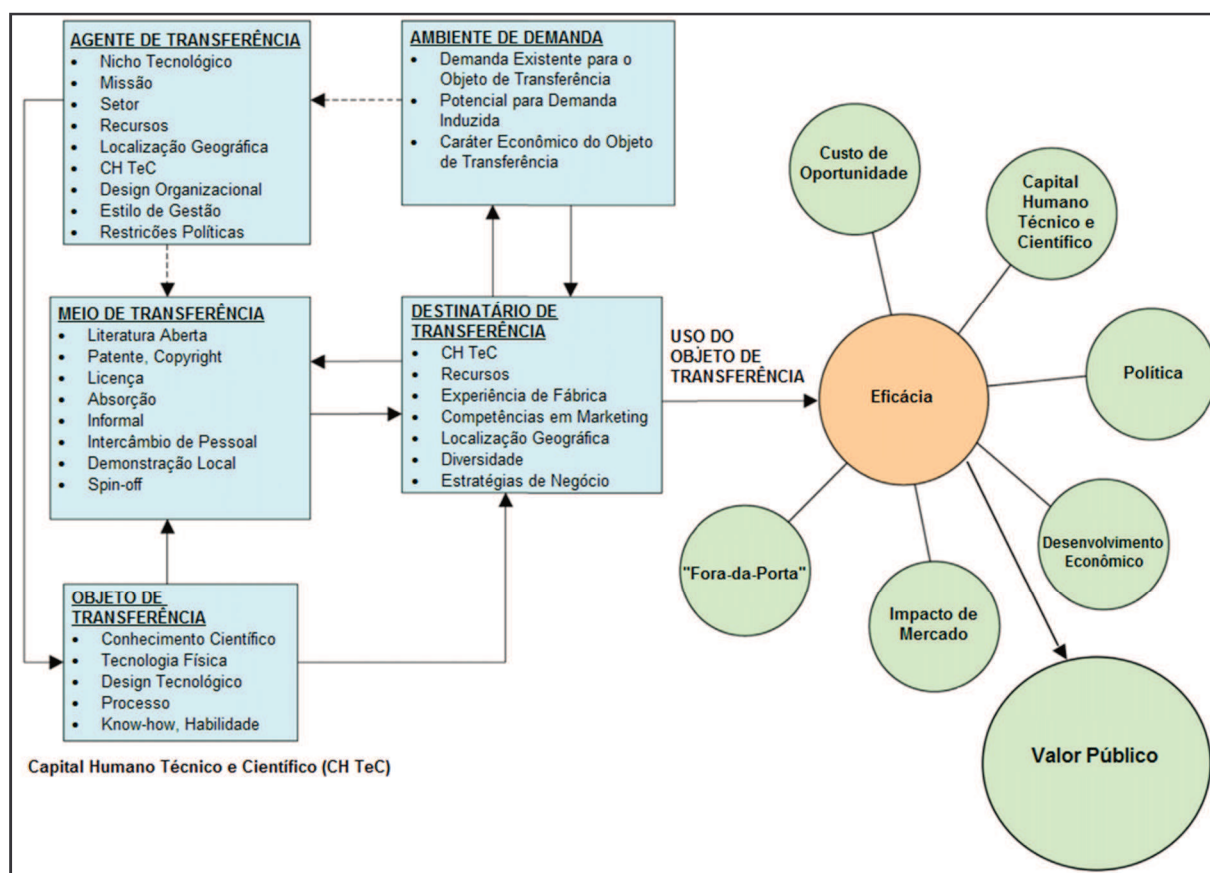
Reisman (2005, p. 199) conclui que “a taxonomia é um meio para definir e circunscrever a área de TT, ao mesmo tempo, identificando cada um de seus muitos constituintes”.

### 3.1.4 Modelo Proposto por Bozeman, Rimes e Youtie (2015)

Bozeman, Rimes e Youtie (2015) revisitam o modelo proposto por Bozeman (2000), com foco na análise dos estudos empíricos realizados no âmbito dos Estados Unidos, nos quinze anos subsequentes ao primeiro artigo.

Assim, a abstração foi atualizada para incluir o crescente interesse observado na literatura em processos de transferência de tecnologia orientados para o valor público e social. Na Figura 12 é reproduzido o modelo atualizado de 2015.

Figura 12 – Modelo Proposto por Bozeman, Rimes e Youtie (2015)



Fonte: Bozeman, Rimes e Youtie (2015).

Observa-se, comparando as Figuras 11 e 12, que graficamente a única alteração é o acréscimo do Valor Público como um critério de eficácia. Na análise descritiva da atualização do modelo proposto, Bozeman, Rimes e Youtie (2015) ainda destacam três direções dos avanços observados na literatura de TT no período 2000 - 2015:

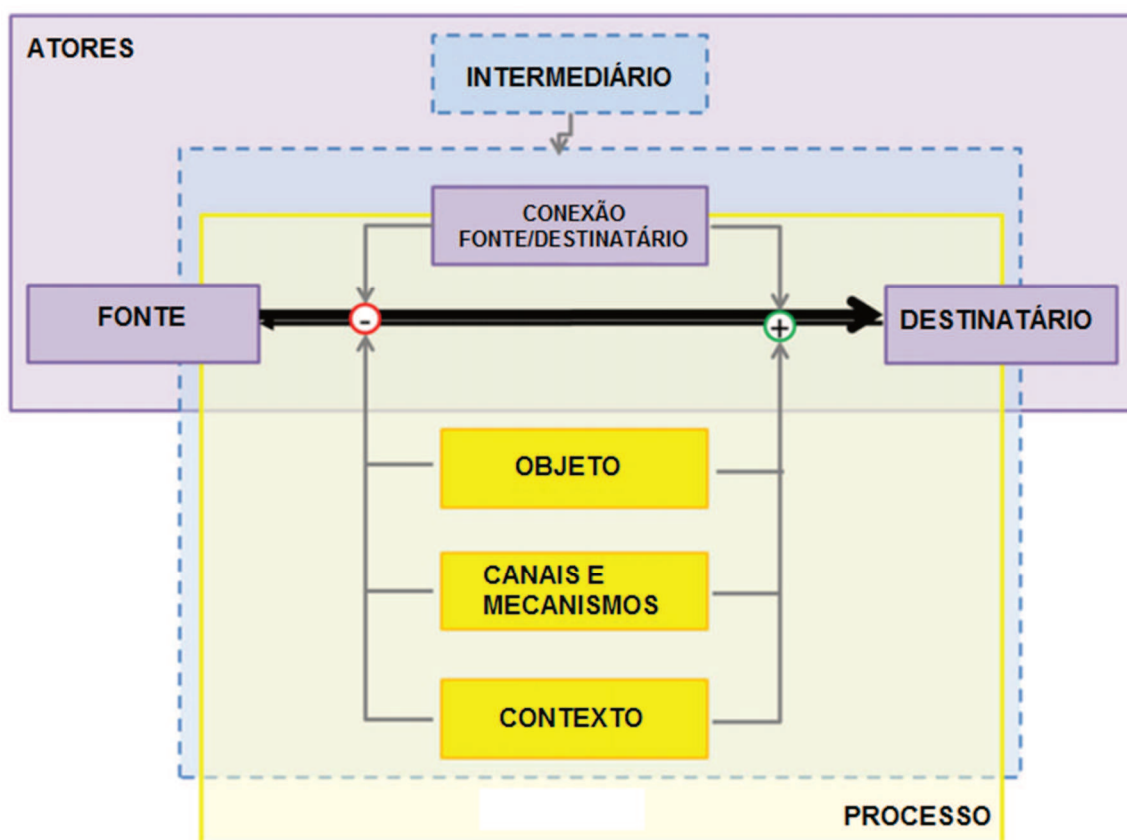
- estudos localizados também na Europa, enquanto, em 2000, eles se concentravam nos Estados Unidos;
- investigação do processo de TT a partir da universidade;
- análise dos mecanismos não lineares entre os atores de TT (relações recíprocas entre universidade, empresa e governo; multidiversidade nas formas de relações entre os atores; Inovação Aberta; Inovação *Open-Source*, ou colaborativa).

### **3.1.5 Modelo Proposto por Battistella, De Toni e Pillon (2015)**

Battistella, De Toni e Pillon (2015) propõem um quadro de trabalho para processos de transferência de conhecimento ou tecnologia interorganizacional, a partir da análise crítica da literatura em busca dos fatores críticos tanto para TT quanto para TC.

De modo geral, a proposta dos autores é identificar os elementos relacionados com a dinâmica de transferência, construindo uma estrutura com seis categorias: os atores (fonte, destinatário e intermediário), o relacionamento entre eles, o objeto a ser transferido, os canais, os mecanismos e o contexto de referência. A representação do modelo pode ser visualizada na Figura 13.

Figura 13 – Modelo Proposto por Battistella, De Toni e Pillon (2015)



Fonte: Battistella, De Toni e Pillon (2015).

Em sua análise da literatura, os autores destacam que poucos modelos apontam para atores além do fornecedor e o receptor. Da mesma forma, observam que os modelos não oferecem um quadro de referência, ou seja, não consideram o contexto e suas relações. (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2015).

Em comparação com os demais modelos abordados nesta revisão sistemática da literatura, a proposta é a única a indicar canais e mecanismos como elementos estruturantes de um processo TT. Isso é importante, em função dos mesmos estarem ligados diretamente ao caráter dinâmico, ao se considerar que ele ocorre dentro de um ecossistema, conforme discutido anteriormente no capítulo 2.

### 3.1.6 Análise dos Resultados

Os modelos discutidos nesta seção são fundamentalmente abordagens para organizar o conhecimento derivado da literatura a respeito de diferentes aspectos presentes no processo de transferir uma tecnologia. Robinson (1989) propôs um

modelo genérico de fatores que influenciam as decisões relacionadas à Transferência Internacional de Tecnologia, tanto do lado do fornecedor quanto do demandante deste processo. Reisman (2005) preocupa-se em formalizar o conhecimento de TT em uma taxonomia. Bozeman (2000) e Bozeman, Rimes e Youtie (2015), por sua vez, propuseram, com base em bibliografia multidisciplinar da área, o Modelo de Eficácia Contingente de TT, com o intuito de indicar critérios de eficácia desse processo. Ainda, Battistella, De Toni e Pillon (2015) deram ênfase aos fatores positivos e negativos associados a esse processo.

Dessa forma, pode-se constatar que o enfoque dos mesmos se baseia na consolidação de experiência e sistematização da literatura. Além disso, mesmo abordando características que remetem à visão dinâmica do processo de TT, o modo como os mesmos influenciam a dinâmica da TT não é explorado, o que é crítico para concepção de TT, segundo o quadro teórico (Figura 6) apresentado na seção 2.5 do capítulo anterior. Conseqüentemente, a contribuição desses elementos torna-se limitada para compreensão e apoio para decisão, a qual envolve a projeção dos efeitos das negociações entre os atores para TT.

Contudo, mesmo com enfoques e abordagens diferentes, os cinco modelos contribuem para a formação de uma base teórica sobre os elementos a serem considerados em um processo de transferência de tecnologia. Além disso, avaliando as cinco propostas em linha cronológica, deve-se destacar o período entre 2006 e 2014, em que não foram identificadas publicações próximas ao interesse desta tese.

A fim de caracterizar como cada um desses modelos descreve TT, o Quadro 3 foi construído. O mesmo permite, inclusive, sintetizar a análise comparativa entre eles.

Quadro 3 – Caracterização das Principais Abstrações de TT

(continua)

<b>Fonte</b>	<b>Propósito</b>	<b>Tipo de Artefato</b>	<b>Unidade de Abstração</b>	<b>Principais Características</b>	<b>Principal Resultado</b>
ROBINSON (1989)	Reunir em um modelo o que é conhecido sobre Transferência Internacional de Tecnologia para identificar relações de influência em decisões das organizações envolvidas.	modelo	- relações de influência na tomada de decisão	- Trata exclusivamente de Transferência Internacional de Tecnologia; - Descreve a tecnologia em 13 dimensões; - Considera 2 tipos de atores envolvidos na transferência: o fornecedor e o demandante;	Um modelo geral do fluxo da tecnologia internacional, destacando que nenhuma transferência envolveria todos os fatores considerados.
BOZEMAN (2000)	Revisar, sintetizar e criticar a literatura multidisciplinar em TT.	modelo	- dimensões da TT - ator de transferência - significado de eficácia de TT	- Avalia impacto e eficácia; - Foca em TT entre universidade e laboratórios governamentais; - Considera a perspectiva de definição de políticas públicas;	Análise de forças e fraquezas da pesquisa e teoria de Transferência de Tecnologia segundo o critério de eficácia do modelo proposto.
REISMAN (2005)	Propor uma taxonomia como uma abordagem meta-interdisciplinar para estudar TT, uma vez que essa é por natureza multifacetada e multidisciplinar.	taxonomia	- atores - transação - motivações - disciplinas	- Organiza a taxonomia em elementos chave; - Elenca um conjunto de atributos para cada um dos elementos chave; - Considera quatro disciplinas envolvidas com TT: economia, antropologia, sociologia, e administração e engenharia;	Uma taxonomia capaz de definir e circunscrever a área de TT, e, ao mesmo tempo, identificar cada um de seus principais constituintes.



(conclusão)

<b>Fonte</b>	<b>Propósito</b>	<b>Tipo de Artefato</b>	<b>Unidade de Abstração</b>	<b>Principais Características</b>	<b>Principal Resultado</b>
BOZEMAN, RIMES e YOUTIE (2015)	Revisar o modelo proposto por Bozeman (2000), considerando os estudos empíricos nos EUA ao longo dos 15 anos subsequentes à publicação do mesmo.	modelo	- dimensões da TT - ator de transferência - significado de eficácia de TT	- Avalia impacto e eficácia; - Foca em TT entre universidade e laboratórios governamentais; - Considera a perspectiva de definição de políticas públicas; - Acrescenta ao modelo revisado o interesse crescente em TT orientada pelo valor público e social;	Série de recomendações para alcançar efetividade em Transferência de Tecnologia.
BATTISTELLA, DE TONI e PILLON (2015)	Fornecer, por meio de uma análise da literatura, uma fundamentação teórica sólida que permita identificar os fatores críticos para Transferência de Tecnologia e/ou Conhecimento.	modelo	- dimensões da TT	- Considera tanto a transferência de tecnologia quanto de conhecimento, pois trata ambos como um objeto com suas próprias características; - Descreve fatores que representam os principais parâmetros e alavancas que devem ser considerados para projetar e implementar uma atividade de Transferência de Tecnologia/Conhecimento;	Descrição de fatores positivos e negativos para Transferência de Tecnologia, sendo estes relacionados a atores e ao processo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para fins de estudo de dinâmica, percebe-se que nenhum dos modelos identificados vai além da definição de vínculos de relação entre atores, e atores e outros elementos: não é explorado como ocorre o processo de negociação, como esses atores são caracterizados, e, por consequência, como os atores se comportam ao negociar tecnologia. Aspectos como os anteriormente mencionados parecem ser chave para consideração de um modelo de apoio à decisão em TT, uma vez que sua combinação deve influenciar nos resultados observados desde a seleção de um parceiro até a operação da transferência propriamente dita.

A viabilidade de reunir informações dos modelos selecionados da literatura e relacioná-las com a visão de decisão proposta por Robinson (1989), foi considerada. Assim, a partir da síntese apresentada no Quadro 3 e do quadro de trabalho de Speser (2006), foi realizado o mapeamento das características levantadas nos modelos selecionados, organizando-as conforme três dimensões: ator (jogo), contexto (tabuleiro) e dinâmica (estratégia). Como resultado, obteve-se um vocabulário consolidado apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Identificação dos Elementos Conceituais de TT nos Modelos Seleccionados da Literatura

(continua)

<b>Elemento</b>	<b>Robinson (1989)</b>	<b>Bozeman (2000)</b>	<b>Reisman (2005)</b>	<b>Bozeman, Rimes e Youtie (2015)</b>	<b>Battistella, De Toni e Pillon (2015)</b>	<b>Consolidado</b>
<b>Ator</b>	fornecedor	agente de transferência	ator	agente de transferência	ator	fornecedor
	demandante	destinatário da transferência	ator	destinatário da transferência	ator	demandante
	intermediário				ator	intermediário
<b>Contexto</b>	fatores externos	ambiente de demanda	motivação	ambiente de demanda		fatores externos
	tecnologia	objeto de transferência		objeto de transferência	objeto	tecnologia
	fatores de influência		motivação			fatores de influência
					contexto	contexto

(conclusão)

<b>Elemento</b>	<b>Robinson (1989)</b>	<b>Bozeman (2000)</b>	<b>Reisman (2005)</b>	<b>Bozeman, Rimes e Youtie (2015)</b>	<b>Battistella, De Toni e Pillon (2015)</b>	<b>Consolidado</b>
<b>Dinâmica</b>	transferência	meio de transferência	tipo de transação	meio de transferência	processo	transferência
	decidir transferir				conexão	decidir transferir
	decidir transferir interna ou externamente					decidir transferir interna ou externamente
	escolher a tecnologia					escolher a tecnologia
	escolher o mecanismo de transferência				escolher mecanismos	escolher o mecanismo de transferência
	escolher o vínculo organizacional				escolher canais	escolher o vínculo organizacional
		eficácia			eficácia	

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir desse levantamento, foi elaborado um modelo visual consolidado para reunir as abstrações dos modelos selecionados na revisão sistemática, considerando a evolução cronológica das abstrações.

Assim, a fim de avaliar e sistematizar as descrições apresentadas nas propostas, cada um deles foi contemplado de modo gradual, para definição de cada tipo de ator, sua respectiva caracterização e ações. Logo, nenhuma característica apontada nos modelos da revisão da literatura foi desconsiderada, sendo que, ao longo do processo de modelagem, uma análise semântica foi realizada para não incluir na visão consolidada termos diferentes para representar conceitos ou características iguais. Os estágios intermediários de construção do modelo consolidado podem ser vistos no Apêndice A.

Para fins de abstração do modelo proposto, foi empregada a abordagem de Modelagem Orientada a Objetos. Tendo como foco a construção de modelos baseada em elementos no mundo real, seu principal elemento de abstração é o objeto (ou também entidade), que combina dados e comportamentos de maneira acoplada (BLAHA; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006). Logo, pode-se caracterizar esse tipo de modelagem como centrada no indivíduo.

Cada objeto, por meio das ações disponíveis em seu comportamento, interage com os demais dentro de um sistema (LAW, 2007). Assim, essa abordagem de modelagem permite a construção de um modelo a partir da decomposição do sistema em componentes lógicos, organizados de acordo com quatro princípios (BLAHA; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006; LAW, 2007):

- **Abstração:** mapeamento das características relevantes da entidade no contexto do problema;
- **Encapsulamento:** cada objeto tem sua estrutura interna acessível pelos demais elementos do sistema apenas por meio de seu comportamento;
- **Herança:** capacidade de definir um objeto com base na estrutura de outro existente;
- **Polimorfismo:** uma ação do objeto pode ter mais de um algoritmo de execução.

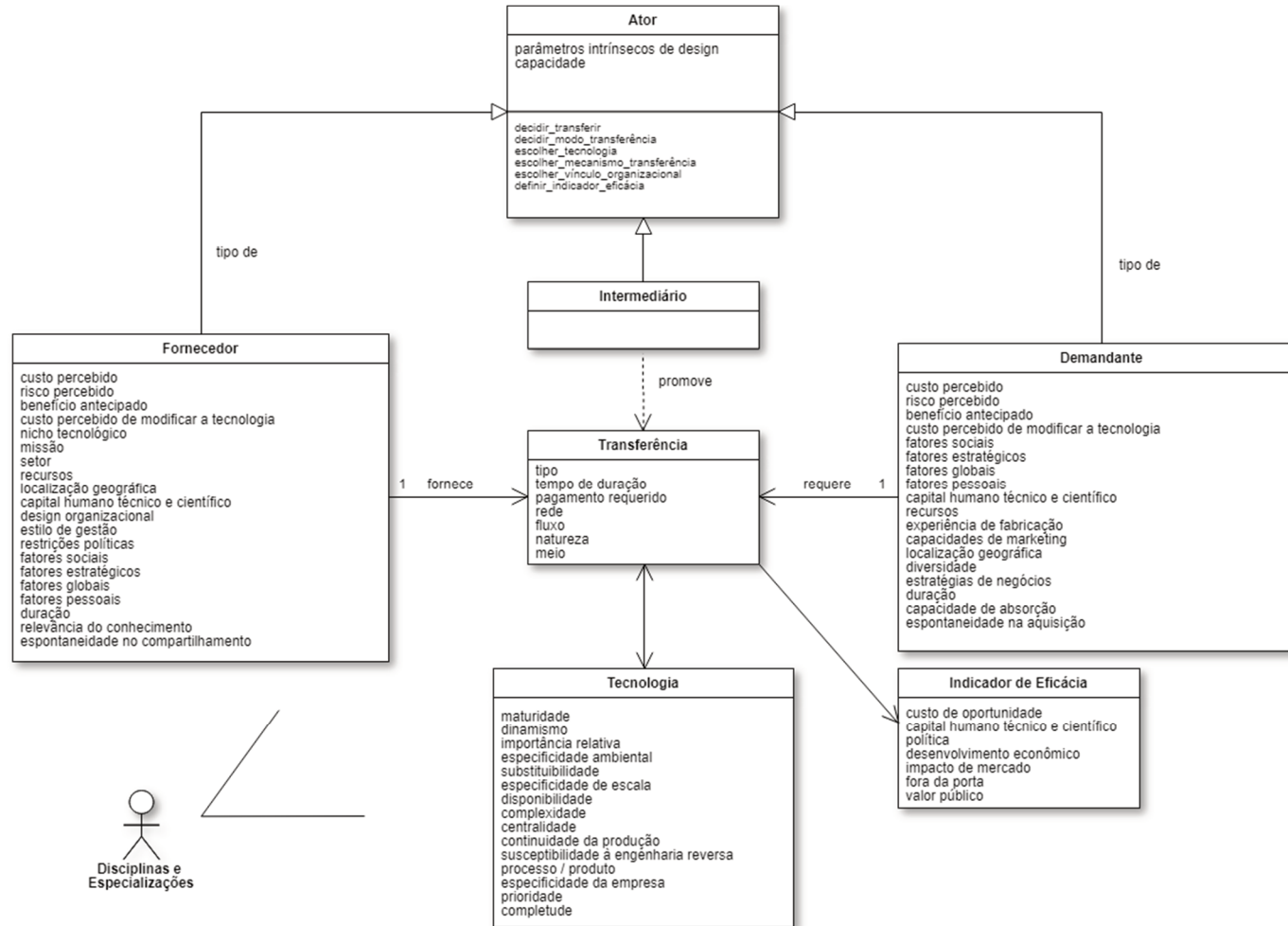
O modelo foi especificado de acordo com a abstração de classes, de modo que cada classe descreve a estrutura de um conjunto de objetos, oferecendo uma visão do domínio do problema (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006). Para fins de

representação gráfica, foi adotada a notação do diagrama de classes da linguagem *Unified Modeling Language* (UML), em que uma classe é especificada em um retângulo composto por três partes: o primeiro contém o nome da classe (que representa um molde de um conjunto de objetos encontrados no mundo real), o segundo elenca os atributos (correspondente a características), e o terceiro contém os métodos (correspondente a ações).

Entre as classes dois tipos de relações são estabelecidos: associações (seta contínua), que representam dependência informacional forte e interação entre as entidades ligadas, e dependência (seta tracejada), que representam dependência informacional fraca entre os mesmos (BLAHA; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006), ou seja, não ocorre interação, mas sim alguma forma de influência.

O modelo resultante, implementado na ferramenta Cacao (CACOO, 2018), é apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Modelo Consolidado de TT



Fonte: Elaborada pela autora.

Dessa forma, o modelo consolidado de TT da Figura 14 organiza as relações entre as classes identificadas no vocabulário construído. O alicerce do modelo é a relação entre “Fornecedor” e “Demandante”, sendo que também é previsto que essa relação tenha interferência de um “Intermediário”. Os atributos e métodos de cada classe, assim como as demais relações, foram definidos a partir dos modelos selecionados na revisão da literatura na etapa de avaliação. Em relação à dinâmica, observa-se uma lacuna de pesquisa relevante, visto que foram identificados na literatura apenas ações para as classes do tipo ator.

O modelo consolidado, porém, evidencia o ganho em considerar as diferentes propostas de literatura em uma visão única, sistematizada e padronizada. Em relação à tomada de decisão sobre a escolha do ator a interagir em um processo de transferência, ele fornece uma visão estrutural macro abrangente dos aspectos que podem influenciar na interação entre eles. Além disso, foi incluído no modelo um elemento externo denominado de “Disciplinas e Especializações”. Isso para evidenciar o trabalho de Reisman (2005), que aponta o aspecto de que TT pode ser um processo analisado por diferentes perspectivas.

Contudo, a dinâmica subjacente ao como essa interação ocorre e o que dela pode se obter como resultado, não fica evidente no modelo. Considerando o entendimento dos efeitos dessa dinâmica como um fator crítico para a análise de uma tomada de decisão neste contexto, espera-se que o artefato objetivo desta pesquisa possa contribuir nesta lacuna, ao investir no caráter tanto estrutural quanto semântico correspondente à realidade de TT.

### **3.2 Considerações Finais ao Capítulo**

A formalização de um modelo consolidado para Transferência de Tecnologia, construído a partir da revisão sistemática da literatura, se mostra um artefato útil para retratar o acúmulo de conhecimento obtido nas abstrações selecionadas. A análise de sua composição contribui para a visão macro dos elementos e fatores que participam de uma negociação de TT. Até porque um modelo de decisão não tem o propósito de fornecer uma resposta direta, e sim oportunizar estímulos mentais sobre uma dada situação. (KROGERUS; TSCHÄPPELER, 2017).

Porém, mesmo reunindo trabalhos relevantes, observa-se a necessidade de ampliar o detalhamento estrutural e dinâmico de como os atores fornecedor e receptor



tomam a decisão de efetivamente firmar a relação de transferência. E, conseqüentemente, como esse vínculo pode influenciar no contexto em que ele ocorre, ou seja, os mecanismos de realimentação. Assim, o modelo consolidado é o ponto de partida para uma concepção de TT que na busca por compreender como a combinação de comportamento dos atores de TT pode fazer emergir fenômenos como competição, colaboração e cooperação no âmbito da inovação e desenvolvimento tecnológico conforme o quadro teórico deste estudo (Figura 6, seção 2.5).

Além disso, um processo de TT possui uma dinâmica complexa, a qual, associada à heterogeneidade dos atores participantes, traz dificuldade em modelá-lo empregando técnicas tradicionais (HESHMATI e LENZ-CESAR, 2015). Assim, a construção de modelos relacionados a TT tem sido tema de diferentes abordagens de pesquisa, em busca de um maior entendimento da estrutura e funcionamento desta dinâmica.

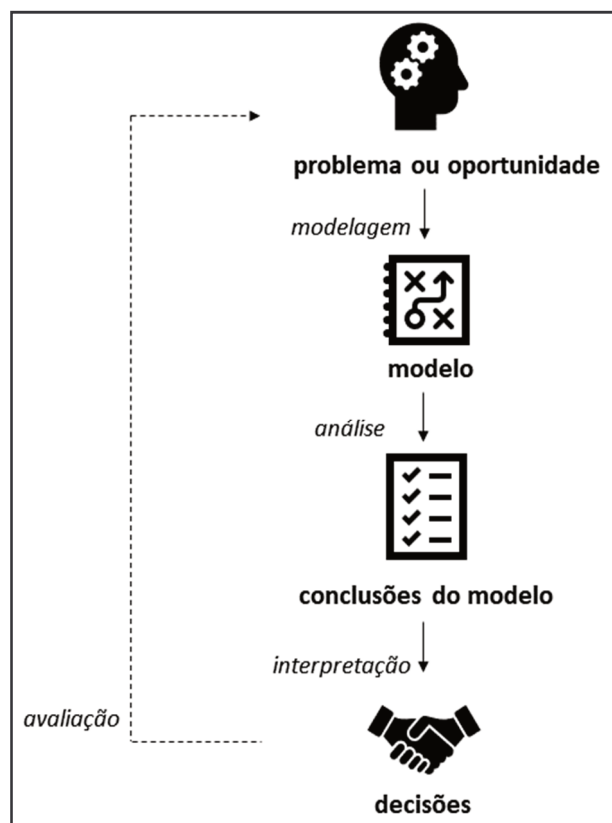
A partir desta abordagem, percebe-se que uma análise sobre o grau de contribuição dos modelos existentes para estudar a dinâmica de negociação de TT se apresenta pertinente para que estes possam ser empregados como suporte à tomada de decisão por atores parceiros de transferência. Para o contexto da Teoria de Decisão, em que o entendimento das razões envolvidas nas escolhas de um ator é considerado crítico para melhoria da tomada de decisão (SUNDBERG; GIDLUND, 2017), TT ainda consta como um problema em aberto.

## 4 ONTOLOGIA DA INTERAÇÃO ENTRE ATORES DE TT

Um processo de tomada de decisão em TT envolve a seleção da melhor opção entre um conjunto de diversas alternativas, para as quais o grau de certeza a respeito de seus efeitos é indefinido. Além disso, é pertinente destacar que essa escolha implica não apenas decidir como e/ou com quem negociar, mas também optar por não fazer uma transferência, ou seja, não fazer nada é uma opção para os decisores. (SPESER, 2006).

Também é importante destacar que não se identifica em referências técnicas ou na literatura algum método padronizado de como conduzir esse processo decisório. De acordo com abordagem para resolução de problemas, uma descrição genérica para o processo de tomada de decisão é apresentada na Figura 15.

Figura 15 – Processo de Decisão baseado em Resolução de Problemas



Fonte: Adaptada de Morabito (2008).

Na Figura 15, é possível observar que o fluxo se inicia pela definição do escopo do problema em estudo. Na fase seguinte, esse escopo é descrito na forma de um

modelo. Na sequência, um método é empregado para resolver o problema, para que, na última fase, seus resultados sejam interpretados para uma decisão ser tomada. Essa, por sua vez, tem seu desempenho observado no mundo real para a avaliação de seus efeitos.

Entretanto, a simplicidade desse fluxo esconde o alto grau de complexidade que surge se o fluxo for empregado para o problema de decisão por firmar relações de TT. Observam-se dificuldades na abstração do modelo de suporte à decisão, haja vistas as diferentes dimensões e as informações em diferentes níveis de granularidade que podem ser consideradas e desconsideradas. Essa amplitude pode, inclusive, justificar a ampla pluralidade das estratégias e escopos de pesquisa identificados no alto volume de artigos encontrada na primeira etapa da revisão sistemática da literatura.

Assim, torna-se inviável sistematizar essa realidade em modelos que descrevam as alternativas de decisão e ofereçam suporte aos atores de TT para tomarem decisão inseridos nestes contextos complexos, sem algum tipo de guia. Nesse sentido, surge o questionamento de como aplicar esses procedimentos ao problema da tomada de decisão em TT, considerando: as barreiras em relação ao entendimento da sua dinâmica e de seu caráter complexo (tema abordado nas seções 2.1 e 2.2 do capítulo 2), e a não existência de um modelo padrão de como abstraí-la especificamente para a decisão de formar acordos de transferência entre atores (seção 3.2 do capítulo 3).

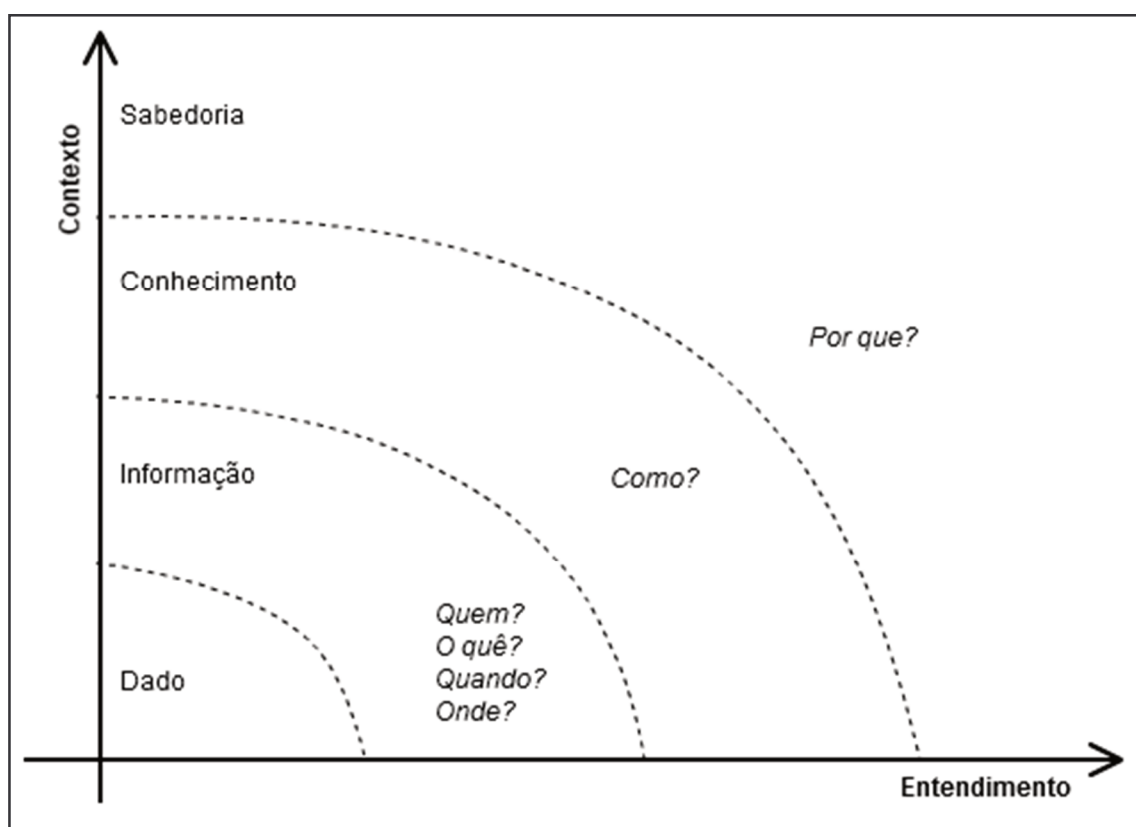
Este capítulo apresenta o processo de construção do artefato guia para decisões em TT: a ontologia da interação entre atores de TT. Esses procedimentos correspondem à etapa de desenvolvimento do artefato, conforme o método de trabalho desta tese.

#### **4.1 Ontologias**

O alto volume de informação, disponibilizado com os recursos de Tecnologia da Informação modernos, traz a necessidade de concepção de novos modelos de análise de dados e informações, para que os mesmos sejam realmente úteis para aprimoramento da tomada de decisão. Assim, na perspectiva de melhor gestão sobre o conhecimento, o modelo DIKW (*Data, Information, Knowledge, Wisdom*) expressa

os diferentes níveis de entendimento na manipulação dos dados em transformação no conhecimento (SILVA; GOMEZ; MIRANDA, 2013), conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Hierarquia dos Níveis do Modelo DIKW



Fonte: Adaptado de Verma, Kewalramani e Kumar (2015).

De acordo com Silva, Gomez e Miranda (2013), cada um desses níveis pode ser assim definido:

- **Data (dados):** conjunto de fatos sobre eventos;
- **Information (informação):** dados contextualizados, normalmente expresso em conteúdos semiestruturados;
- **Knowledge (conhecimento):** experiências subentendidas, ideias, valores e julgamento dos indivíduos;
- **Wisdom (sabedoria):** aplicação e conscientização conceitual que oportuniza um forte julgamento.

Como pode ser visualizado na figura, operar em nível de conhecimento exige um entendimento em nível de informação a respeito de quem, o quê, quando e onde

sobre um determinado contexto. Pode-se, a partir desta base, trabalhar com questões relacionadas ao como um determinado fenômeno ocorre.

Conseqüentemente, a aplicação de uma abordagem de conhecimento, que viabilize a construção de ferramentas de suporte à decisão em TT, exige a estruturação de como os cenários de decisão se desenvolvem em nível de interação entre atores. Em relação ao problema desta pesquisa, de modo geral, mostrou-se potencialmente útil reunir as diferentes perspectivas de entendimento das interações entre atores de TT, tratadas no capítulo 3, em uma visão integrada. Além disso, diferentemente do que foi obtido no modelo consolidado de TT, discutido na seção 3.1.6, a abordagem DIKW apresenta a ideia de que o como é resultante do entendimento dos níveis anteriores. Com esses pressupostos, direciona-se a atenção sobre meios adequados para a formalização desse conhecimento.

Neste propósito, a área que tem por objetivo a sistematização e formalização dos elementos necessários para descrever a construção de ambientes artificiais, entre eles, o computacional, é a Representação do Conhecimento (REZENDE, 2003). Para esta finalidade, vários meios são entendidos como adequados em soluções computacionais, estando entre os mais comuns (SÖDERSTRÖM; ANDERSSON; JOHANNESSON, 2002):

- **Framework (quadro de trabalho):** é uma coleção de padrões de interação entre entidades para solucionar uma família de problemas relacionados;
- **Modelo:** é a abstração de um fenômeno do mundo real;
- **Meta-modelo:** entendido como o modelo de um modelo, é a coleção de conceitos de um domínio, descrita de forma a explicitar as relações de entrada e saída entre eles, a forma de regras, para que seja viável representar um dado comportamento;
- **Ontologia:** próxima do conceito de meta-modelo, também descreve e analisa as relações entre conceitos, mas os expressa no ponto de vista semântico dentro de um domínio, na forma de um vocabulário e uma gramática de uso.

Na comparação entre essas formas de representação, optou-se que a ontologia seria a forma mais pertinente para o problema da tese. As razões que fundamentam esta escolha são:

- trata-se de uma forma de consolidar conhecimento, visto que há muitas pesquisas sobre TT que podem agregar valor na compreensão da dinâmica envolvida na decisão por interação entre atores;
- possui um alto grau de abstração, o que viabiliza a construção de uma diversidade de modelos;
- a satisfação dos critérios de utilidade de um modelo para decisão propostos por Krogerus e Tschäppeler (2017), conforme visto na seção 2.4;
- a ênfase dada às relações entre os conceitos, entendida aqui como os meios de interação entre atores e entre eles e o seu entorno;
- a qualidade semântica inerente à sua organização e formalização.

Uma ontologia, segundo Isotani et al. (2015), trata-se de uma representação formal do conhecimento a respeito de um dado domínio, a qual pode ser compartilhada, ampliada e aplicada em diferentes contextos, de modo a expandir o conhecimento. Ela permite também tornar o conhecimento tácito, ligado à experiência, em explícito, ou seja, associado à racionalidade.

Para Gruber (1993), uma ontologia é uma especificação de uma conceitualização. Assim, para permitir compartilhamento e reuso de um conhecimento, ela contém tanto termos quanto o mapeamento dos possíveis relacionamentos entre eles.

Breitman (2005) propõe os elementos básicos que constituem uma ontologia. A seguir, cada um deles é caracterizado de acordo com a mesma autora, acompanhado de exemplos (‘ ’) no contexto da pesquisa desta tese:

- **Conceitos:** definem as subáreas, ou subgrupos, de um domínio de interesse, como ‘Tecnologia’, ‘Fornecedor’ ou ‘Demandante’;
- **Hierarquia:** é a forma com a qual os conceitos se organizam dentro de um domínio. Como uma taxonomia, em que, por exemplo, ‘Demandante’ é um subconceito de ‘Ator’;
- **Taxonomia:** é resultado da classificação hierárquica em diferentes níveis;
- **Relacionamento (propriedades):** explicitam formas de interligar os conceitos. Por exemplo, um possível relacionamento entre os conceitos ‘Fornecedor’ e ‘Tecnologia’ poder ser definido como ‘desenvolvida por’;

- **Axiomas:** determinam verdades sobre um determinado domínio. Por exemplo, 'todo fornecedor tem no mínimo uma tecnologia para comercializar';
- **Funções:** determinam formas especiais de relacionamento, em que um determinado número de instâncias de um conceito se relaciona com uma instância de outro conceito. Por exemplo, a função 'requere' pode interligar uma 'Transferência' a apenas um 'Demandante';
- **Indivíduos (instâncias):** representam a unidade materializada de uma classe, por exemplo, 'Unisinos' pode ser uma instância do conceito 'Fornecedor'.

O uso de ontologia contribui para abordar o problema de representação do conhecimento conhecido como a tripla descrição-representação-interpretação. Segundo Isotani e Bittencourt (2015), a descrição precisa considerar o vocabulário a ser utilizado para representar um conceito desejado, já a representação consiste em abordar os dados de modo a aumentar sua expressão dentro de um contexto, o que permite a interpretação dos mesmos sem incorreções.

A partir da estruturação conceitual apresentada nesta seção, as próximas seções descrevem os procedimentos da construção da ontologia como artefato desta pesquisa.

## 4.2 Visão Estrutural

Ainda que sua estruturação do conhecimento, por si só, seja significativa, uma ontologia tem seu desempenho dependente do seu processo de construção, o qual é resultado do entendimento humano sobre um determinado domínio. Assim, para sua elaboração um domínio precisa ser estabelecido. Para os objetivos dessa tese, foi estabelecido como domínio a interação entre atores de TT.

Para isso, o artefato construído tem como base os trabalhos selecionados na revisão sistemática descrita no capítulo 3, utilizando uma abordagem cumulativa das contribuições de cada um deles. Considerando o propósito desta pesquisa, aproveitar conhecimento acumulado em anos e em diferentes perspectivas parece pertinente e mais efetivo do que construir mais uma proposta sem relação com as anteriores.

Desse modo, o que pode parecer ser um problema na revisão sistemática da literatura, torna-se uma vantagem, com a possibilidade de agregar visões distintas em uma organização convergente do conhecimento na forma de uma ontologia.

Já no modelo consolidado elaborado como resultado da revisão sistemática (Figura 14, seção 3.1.6), observou-se que os modelos selecionados da literatura, ao serem tratados em conjunto, contribuem para a especificação das três dimensões de TT propostas por Speser (2006): peças (ator), tabuleiro (contexto) e dinâmica (estratégia). Entretanto, vista a existência de um distanciamento entre os elementos do modelo e como eles podem ser entendidos ao comporem a dinâmica das decisões e suas consequências em TT, procedeu-se à construção de uma ontologia.

Para isso, um processo de organização e modelagem das informações (conceitos e atributos) foi realizado de acordo com as seguintes etapas:

- **Equivalência de Termos:** nesta etapa foram executados dois procedimentos. O mapeamento de todos os termos (substantivos) da representação gráfica de cada modelo selecionado na revisão sistemática da literatura, sendo o seu resultado apresentado no Apêndice B. Após esse procedimento, foi realizada uma análise semântica, com base nas descrições textuais que acompanham as representações gráficas, a fim de identificar as equivalências entre as definições, o que resultou em um mapeamento apresentado no Apêndice C. Neste estágio, os termos foram mantidos em inglês para facilitar a localização de sua correspondência no trabalho original e sinalizados por diferentes cores. Além disso, assim como no modelo consolidado da revisão sistemática, manteve-se a organização das propostas em ordem cronológica.
- **Vocabulário Padronizado:** tendo como base o levantamento da etapa anterior, o vocabulário de termos, para conceitos e atributos, foi padronizado, priorizando, em caso de ser encontrado em mais de uma referência, aquele empregado primeiramente na ordem cronológica. Nesta etapa também foi ajustada a tradução dos termos para os mesmos empregados na elaboração do modelo consolidado. As sinalizações por cor também foram mantidas. O resultado desta etapa consta no Apêndice D. São onze conceitos, sendo apenas um deles não encontrado explicitamente nas referências: o “Ambiente”. O mesmo foi inserido na abstração, em



função da compreensão de TT como um Sistema Adaptativo Complexo, para representar as questões de nível macro observadas pelos atores e os efeitos das interações em nível micro. Além disso, “Contexto” é caracterizado como resultante do em torno da interação (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2015), diferentemente do que foi proposto no modelo consolidado.

- **Descrição da Ontologia:** tendo como base a dependência de informação e as relações já estabelecidas na literatura, foram especificados os demais componentes da ontologia, com exceção das instâncias. É importante observar que neste ponto, as relações previamente encontradas nos modelos base selecionados, não foram consideradas. A razão disso é o entendimento da abordagem DIKW, em que o como é consequência das partes.
- **Representação Gráfica:** para fins de representação, foi empregada a visão de classes da notação da linguagem UML já utilizada para a construção do modelo consolidado resultante de revisão sistemática da literatura.

No Quadro 5, a relação entre os conceitos e atributos da ontologia construída é organizada de acordo com a fonte bibliográfica selecionada na revisão sistemática da literatura, e com a percepção de TT, segundo o quadro teórico elaborado na revisão da literatura.

Quadro 5 – Relação dos Elementos da Ontologia de TT X Referência Bibliográfica X Percepção de TT

**Legenda:** Robinson (1989) Bozeman (2000) Reisman (2005) Bozeman, Rimes e Youtie (2015) Battistella, De Toni e Pillon (2015) Proposto (continua)

Conceito	Atributo
Ator <i>percepção de jogo</i>	parâmetros intrínsecos de design
	capacidade
	tipo
Fornecedor <i>percepção de jogo</i>	custo percebido
	risco percebido
	benefício antecipado
	custo percebido de modificar a tecnologia
	nicho tecnológico
	missão
	setor
	recursos
	localização geográfica
	capital humano técnico e científico
	design organizacional
	estilo de gestão
	restrições políticas
	fatores sociais
	fatores estratégicos
	fatores globais
fatores pessoais	
duração	
relevância do conhecimento	
espontaneidade no compartilhamento	

(continua)

Conceito	Atributo
Demandante <i>percepção de jogo</i>	custo percebido
	risco percebido
	benefício antecipado
	custo percebido de modificar a tecnologia
	capital humano técnico e científico
	recursos
	experiência de fabricação
	capacidades de marketing
	localização geográfica
	diversidade
	estratégias de negócio
	fatores sociais
	fatores estratégicos
	fatores globais
	fatores pessoais
Objeto <i>percepção de jogo</i>	duração
Conhecimento <i>percepção de jogo</i>	capacidade de absorção
	espontaneidade na aquisição

(continua)

Conceito	Atributo
Tecnologia <i>percepção de jogo</i>	maturidade
	dinamismo
	importância relativa
	especificidade ambiental
	substituibilidade
	especificidade de escala
	disponibilidade
	complexidade
	centralidade
	continuidade da produção
	susceptibilidade à engenharia reversa
	processo / produto
	especificidade da empresa
	prioridade
completude	
Intermediário <i>percepção de sistema adaptativo complexo</i>	papel
Transferência <i>percepção de aliança estratégica</i>	meio
	tempo de duração
	pagamento requerido
	rede
	fluxo
	natureza
	tipo

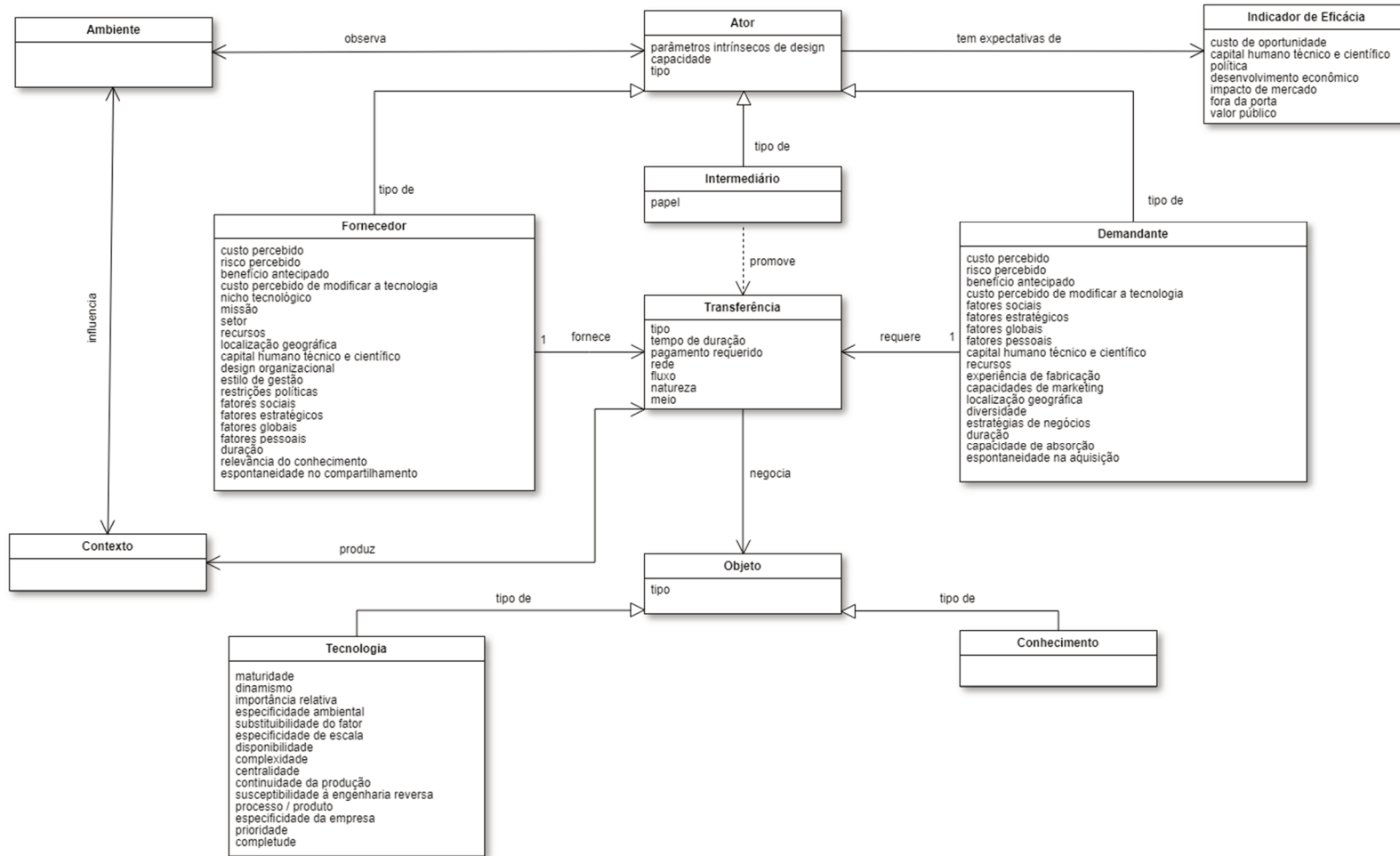
(conclusão)

Conceito	Atributo
Contexto <i>percepção de sistema adaptativo complexo</i>	
Ambiente <i>percepção de sistema adaptativo complexo</i>	
Indicador de Eficácia <i>percepção de jogo</i>	custo de oportunidade
	capital humano técnico e científico
	política
	desenvolvimento econômico
	impacto de mercado
	fora da porta valor público

Fonte: Elaborado pela autora.

A modelagem resultante é apresentada na Figura 17. Os termos são empregados sem acentuação para facilitar questões técnicas de mapeamento dos mesmos nos modelos *in silico*.

Figura 17 – Representação Gráfica da Ontologia de TT



Fonte: Elaborada pela autora.

A visão estrutural da ontologia se propõe a descrever os aspectos estáticos do sistema (FERNANDES E MACHADO, 2017), ou seja, os componentes que servem para descrever o fenômeno de interação entre atores de TT. Entretanto, ainda que a partir das relações possam ser inferidas características de dinâmica, uma vez que abstraem ações de forças que impulsionam ações, essa visão parece limitada para representar aspectos de SAC e de AE identificados na revisão da literatura (capítulo 2) e nas decisões propostas por Robinson (1989).

Assim, para atender a esses tópicos, observou-se a necessidade de estender a ontologia para contemplar esses aspectos comportamentais.

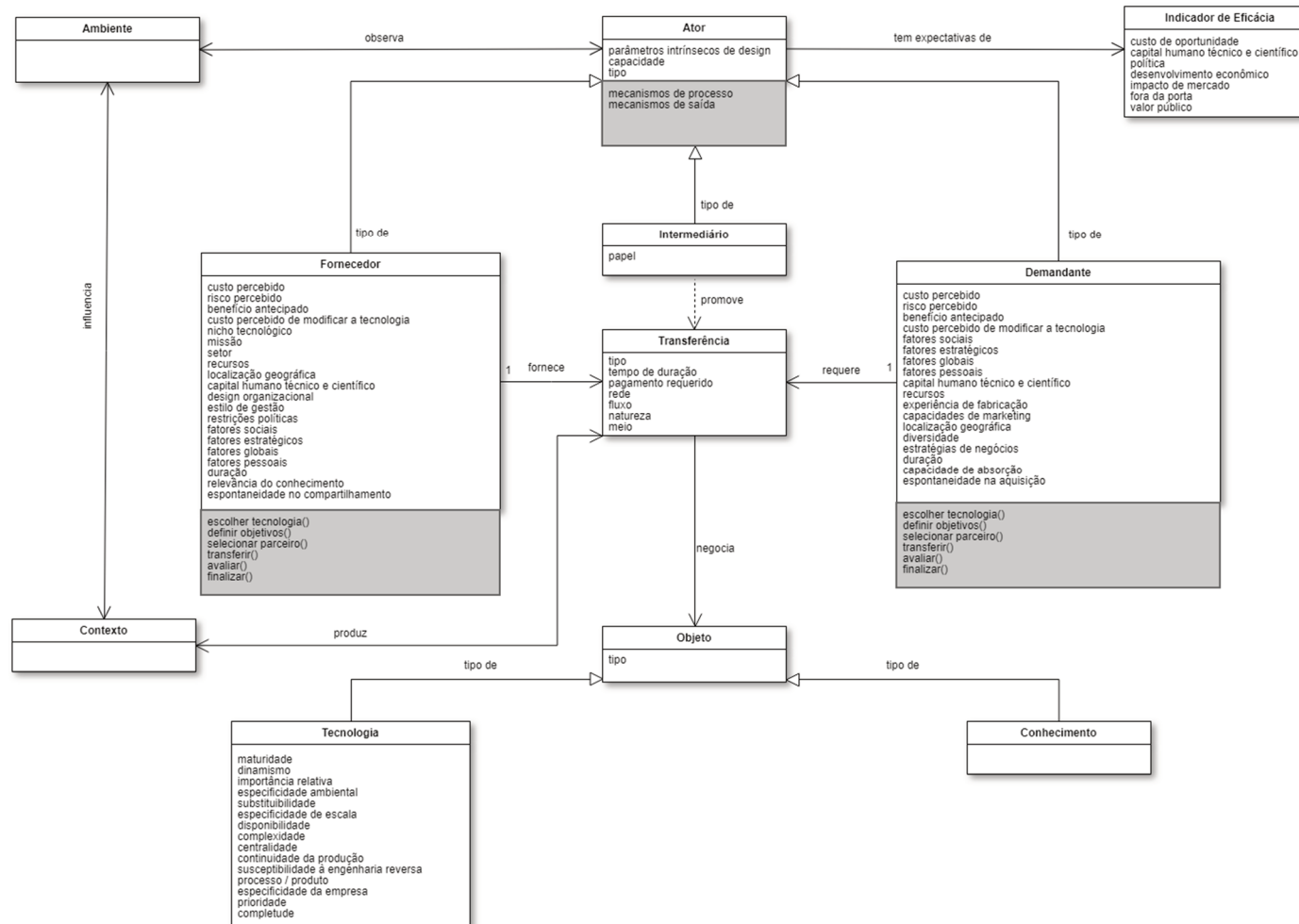
### **4.3 Visão Comportamental**

Um modelo comportamental tem foco nas características dinâmicas, funcionais e temporais de um sistema (FERNANDES e MACHADO, 2017). No caso da ontologia construída, esses aspectos buscam atender aos requisitos mínimos para que ela sirva para sistematizar a TT como um SAC, em que os atores interagem para formar alianças, e possa servir como orientação para elaboração de simulações computacionais de agentes.

Assim, foram adicionadas propriedades que representam ações que os atores podem realizar durante o processo de interação com objetivo de TT. A Figura 18 repete a exibição ontologia, com essas propriedades sinalizadas por áreas em cinza.



Figura 18 – Representação Gráfica da Ontologia Completa de TT



Fonte: Elaborada pela autora.

No conceito “Ator”, as duas ações são oriundas do trabalho de Battistella, De Toni e Pillon (2015). Enquanto que as definições das ações de “Demandante” e “Fornecedor” são resultantes do ciclo de aliança estratégica proposto por Tjemkes, Vos e Burgers (2017).

É importante destacar a diferença da modelagem das atuações dos atores entre o modelo consolidado da literatura e a ontologia. No modelo consolidado da literatura, os atores tomam decisões, as quais são propostas por Robinson (1989). Na ontologia, essas decisões são entendidas como consequência da dinâmica do ciclo de alianças.

A dinâmica resultante das ações propostas para os atores na ontologia permite a construção de modelos que vão além do olhar de “autópsia”, presente nos estudos de caso que investigam fatores de influência na transação de TT. Assim, viabiliza-se uma mudança de paradigma de análise para uma perspectiva de projeção, tanto para a aprendizagem quanto para o monitoramento relacionados às decisões de estabelecer acordos de TT.

Neste sentido, a dinâmica do ciclo de vida de AE aos atores “Demandante” e “Fornecedor” permite que sejam simulados dois tipos de estratégias para análise: (i) *e se?* (*what-if*) em que é investigado como mudanças em determinadas variáveis afetam as demais, e (ii) análise de sensibilidade na qual se procura observar como mudanças repetidas em uma única variável afetam as demais.

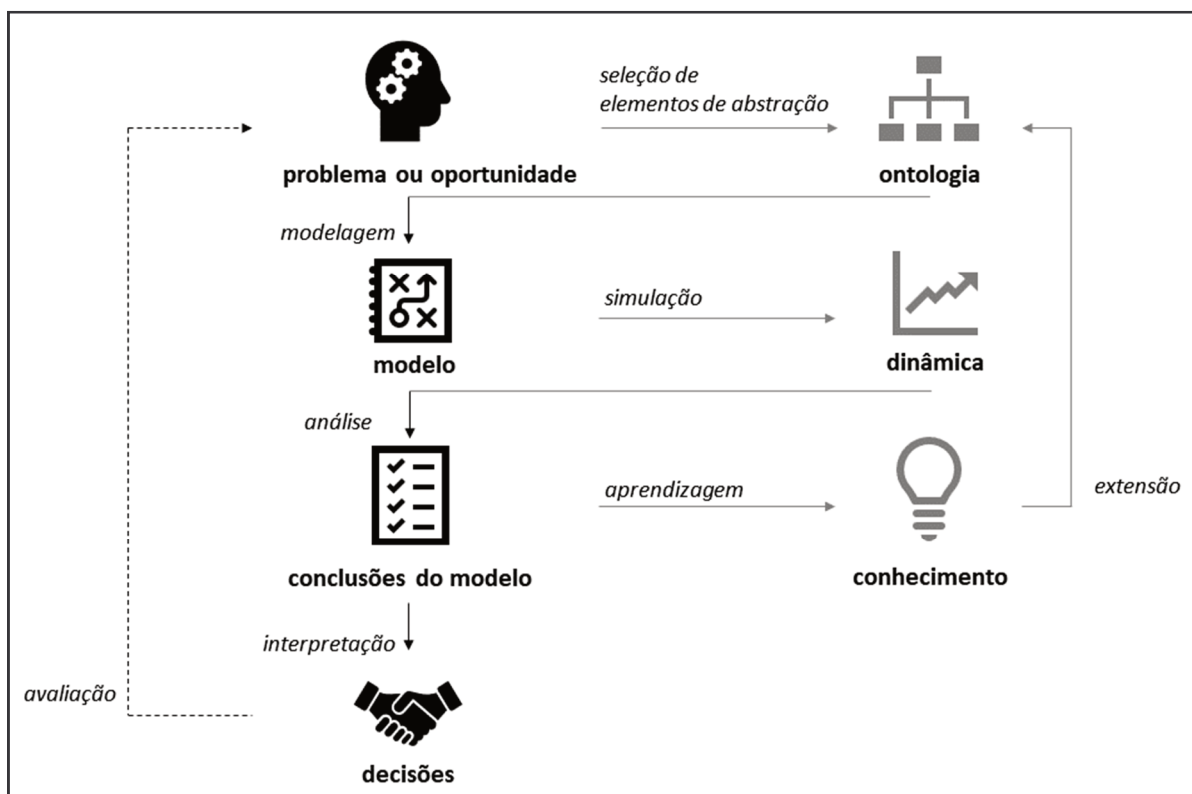
A visão comportamental também dá apoio ao conhecimento, a partir da reflexão sobre como o ator age a partir das informações recebidas e/ou disponíveis, o que é útil no contexto atual de alta disponibilização de informações internas e externas às organizações. A visão integrada e dinâmica permite que os modelos de TT sejam experimentalmente avaliados e, inclusive, permite a formulação de novas hipóteses. Sem contar, a possibilidade de ser considerada como ponto de partida para investigações na área de sistemas inteligentes e inteligência artificial.

#### **4.4 Recomendação de Uso**

A proposta de utilização da ontologia de TT para decisão de interação entre atores, apresentada na Figura 19, acrescenta três passos ao fluxo da Figura 15. A ontologia, neste procedimento, serve como base de unidades de abstração

adequadas ao problema na forma de um modelo de agentes, bem como para validação se o modelo possui uma estrutura consistente com a realidade.

Figura 19 – Processo de Decisão utilizando a Ontologia de TT



Fonte: Elaborada pela autora com base em Morabito (2008).

A partir desse modelo, uma vez que a ontologia também propõe ações para os atores, um ciclo de simulação é possível. Assim, conforme a avaliação dos cenários experimentados, outras simulações podem ser executadas até os decisores encontrarem uma alternativa que julguem satisfatória. Ao final deste ciclo, também de caráter opcional, é verificado se houve no processo de aprendizagem a obtenção de conhecimento novo em relação à perspectiva da dinâmica de TT, o qual é empregado para estender a ontologia.

Para a operacionalização desse fluxo, nas suas diferentes configurações possíveis, o decisor deve:

- Identificar um conjunto de questões consideradas críticas para a decisão e que precisam ser avaliadas segundo a dinâmica de interação entre os atores. Esse é norteador de todos os demais procedimentos.

- Modelar estruturalmente o ator correspondente à sua organização, descrevendo as características de seu perfil e identificando as informações que lhe são disponíveis para dar valor aos seus atributos.
- Modelar estruturalmente os conceitos ao seu entorno, avaliando que informações estão à sua disposição ou como ele as projeta de acordo com sua racionalidade.
- Avaliar a completude de informações sistematizadas no modelo estrutural.
- Estabelecer seus critérios habilitadores para estabelecer uma aliança de TT, seus critérios de aceitação para manter a relação, e seus indicadores de eficácia.
- Avaliar cenários utilizando modelos *in silico*, relacionando componentes semânticos propostos pela ontologia para descrever TT como um SAC com os elementos sintáticos da linguagem ou plataforma a ser empregada para construir o simulador. Para isso, é fundamental que uma ou mais perguntas sejam formuladas para conduzir os experimentos. Assim como, decidir quais agentes serão dotados de agência.

Deve ser observado que as duas recomendações de modelagem correspondem à construção das instâncias da ontologia, por exemplo, 'Universidade A' e 'Empresa X'. Ao realiza-las, o decisor tem a utilidade de sistematizar seu autoconhecimento e sua perspectiva em relação aos atores em seu entorno, de modo a avaliar criticamente até mesmo se há condições suficientes para fazer a transferência e obter os resultados previstos com a tecnologia em transação. Assim, ele pode formalizar seus fatores críticos de sucesso para a transferência pretendida, de acordo com sua capacidade e dos atores disponíveis para interação.

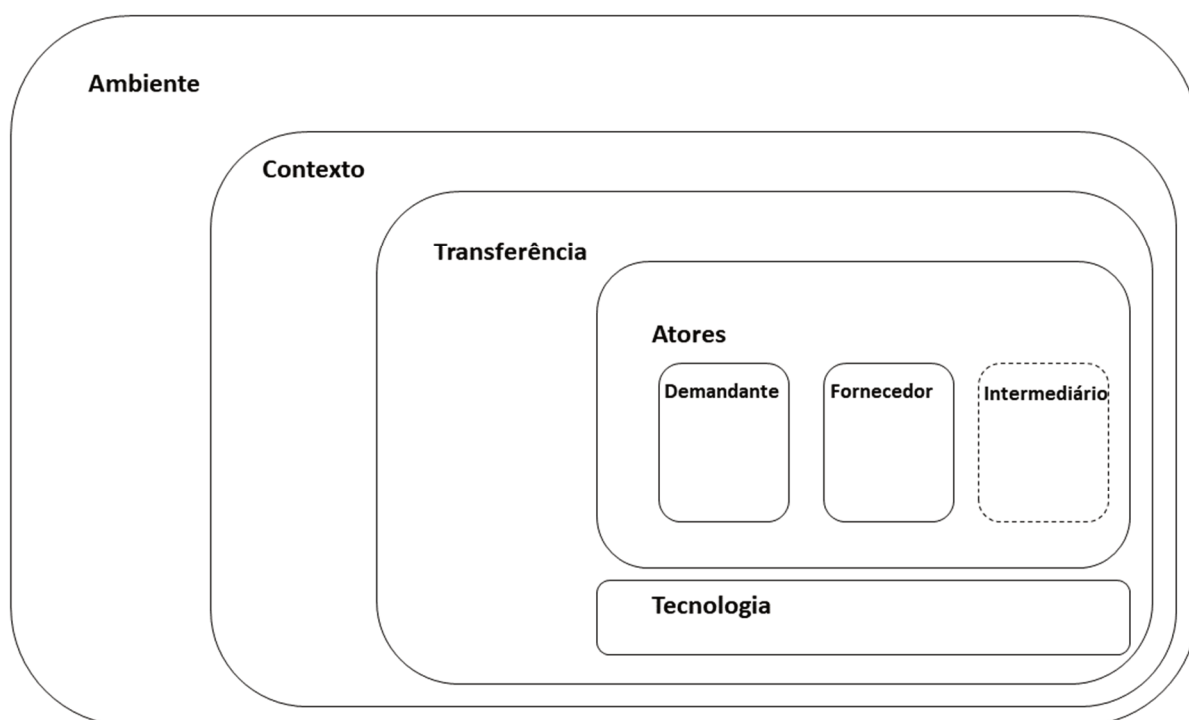
Empregar a ontologia para conceber modelos exige um processo de definição de componentes participantes e uma especialização de seus atributos, visto que os mesmos estão definidos em alto nível de abstração. É importante se estar atento ao fato de que a ontologia é concebida como uma descrição ampla e genérica, da qual o decisor parte para conceber seus próprios modelos.

Em outras palavras, o decisor precisa instanciar a ontologia para seus interesses de análise. Esses modelos, por sua vez, têm a sua qualidade dependente das competências desse decisor, visto que "cada modelo é tão bom quanto quem o

utiliza” (KROGERUS e TSCHÄPPELER, 2017, p.11). Embora esta afirmação deva ser feita com cautela, pois modelos incompletos são ruins independentes de quem o usa, para esta pesquisa a afirmação é válida.

Para facilitar a estruturação dos componentes, foi construído um quadro visual de como os conceitos se relacionam de acordo com a ontologia, conforme apresentado na Figura 20. Assim, tem-se um mapa genérico de composição do ambiente e componentes da dinâmica de interação entre atores de TT, que pode ser empregado como referencial analítico. (OSTERWALDER, 2004).

Figura 20 – Mapa Estrutural da Interação de Atores de TT baseado na Ontologia

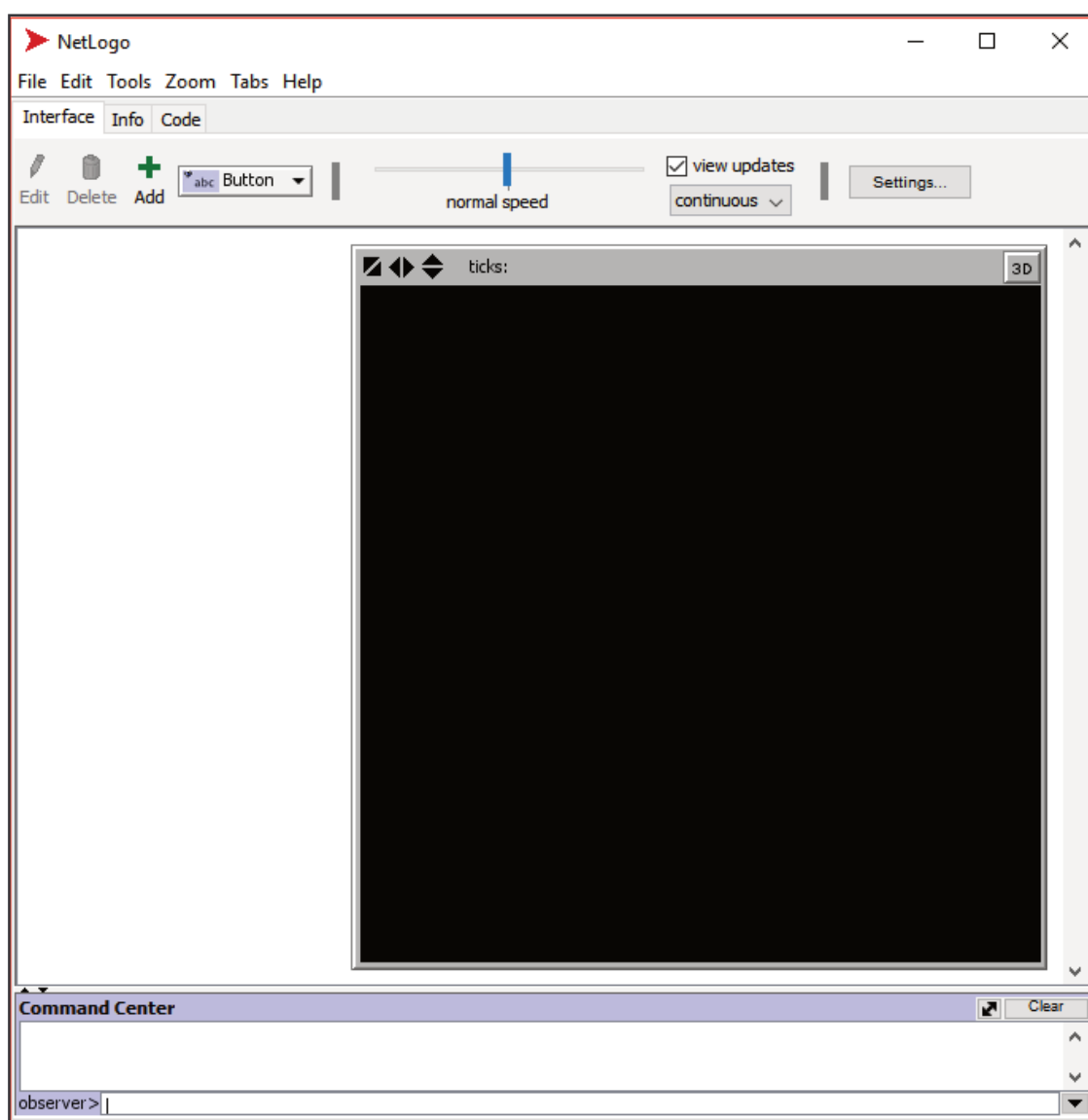


Fonte: Elaborada pela autora.

O mapa proposto sistematiza a coleção de conceitos complexos e seus relacionamentos representados na visão estrutural da ontologia. Ao preenche-lo, é possível identificar quais fatores críticos de sucesso são considerados pelo decisor ao julgar possíveis variáveis que influenciam o seu desempenho. Esse artefato, assim, permite conduzir a atenção da avaliação, desde o componente em nível mais micro, os “Atores”, até o componente em nível mais macro, o “Ambiente”.

A partir dessas definições estruturais, é recomendado implementar um simulador para avaliar a dinâmica das interações entre os atores. Nesta pesquisa, foi utilizada a linguagem de programação Logo, utilizando a ferramenta NetLogo 5.0.5<sup>11</sup>, um ambiente de modelagem e programação multi-agente (WILENSKY e EVANSTON, 1999). A Figura 21 exibe a visão geral da organização dessa ferramenta.

Figura 21 – Interface da Ferramenta NetLogo 5.0.5



Fonte: Capturada pela autora.

O NetLogo possui três elementos básicos para desenvolvimento dos modelos simuláveis: *Interface*, área para compor a interface gráfica para interação do usuário

---

<sup>11</sup> <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

com o simulador; *Info*, formulário para documentar características do simulador; e *Code*, ambiente de programação propriamente dito. Mesmo exigindo conhecimentos de programação, ele tem se destacado como apropriado para gestores empregarem simulação na sua tomada de decisão. (WATTS e GILBERT, 2014).

Com o fluxo e os procedimentos propostos, acredita-se que se tenha estabelecido uma arquitetura mínima e suficiente para contemplar todos os construtos discutidos neste trabalho, como suporte à decisão em Transferência de Tecnologia a partir de cenários dinâmicos mais próximos à realidade.

É essencial perceber que a ontologia, como artefato de suporte à decisão, serve para identificar tanto as características consideradas como as desconsideradas na decisão. Além disso, mesmo que não seja escopo da pesquisa, é relevante indicar que do ponto de vista do processo decisório podem ser empregados meios de socializar a ontologia entre os decisores de uma organização, bem como estabelecer mecanismos e dinâmicas colaborativas para colocá-la em prática.

Nos capítulos a seguir são exploradas as possibilidades do uso deste artefato para suporte à decisão de TT.

## **5 AVALIAÇÃO DA ONTOLOGIA DA INTERAÇÃO ENTRE ATORES DE TT**

Ainda que o próprio processo de construção da ontologia da interação entre atores de TT, baseado na análise e na comparação com os trabalhos relevantes obtidos na revisão sistemática da literatura, intrinsecamente, faça a avaliação descritiva do artefato, conforme prevê o DSR (HEVNER et al., 2004), uma avaliação experimental é necessária e foi realizada como parte desta tese. O DSR também prevê a possibilidade de estudos de caso como parte do processo de pesquisa. (FREITAS JUNIOR et al., 2015).

Assim, após a etapa de desenvolvimento, a ontologia construída foi avaliada nas duas perspectivas de modelagem com que ela se propõe a contribuir com o decisor: estrutural e comportamental.

Para fins de demonstração da condução da etapa de avaliação, de acordo com o DSR, dois estudos desenvolvidos para a verificação e a validação do artefato são apresentados neste capítulo. Para a verificação é considerado um exemplo hipotético de TT, enquanto, para validação, é considerado um caso real de TT.

Por fim, uma avaliação geral é realizada sobre a utilização da ontologia como instrumento norteador da elaboração de modelos de investigação em TT.

### **5.1 Verificação do Artefato**

Considerando as informações disponíveis para abstrair os atores, optou-se por executar o experimento controlado no âmbito exclusivo das relações de TT entre universidade e empresa. As dimensões relacionadas à interação universidade e empresa são temáticas de diversos estudos e propostas na área de inovação, e, por consequência, em TT elas também são bastante comuns. Isso, oferece um maior volume de informações para sustentar a modelagem estrutural.

Além disso, do ponto de vista prático, para determinar políticas apropriadas para o desenvolvimento sustentado por práticas de inovação, os atores governamentais precisam entender como suas ações podem influenciar a competitividade dos mercados internos, e, conseqüentemente, alavancar suas competências para competir em contextos mais amplos. No caso de TT entre universidade e empresa, em especial, como estratégia para inovação, identificar e



compreender as relações entre os atores deste processo é um desafio para decidir por incentivos mais adequados.

Além disso, em uma economia global marcada por pressões de competição, a TT fornece meios para transformar tecnologias desenvolvidas em pesquisas acadêmicas em produtos para comercialização (AUDRETSCH; LEHMANN; WRIGHT, 2014). Ainda, neste contexto, instituições acadêmicas e científicas possuem papel estratégico para dar suporte às firmas em suas necessidades para inovar (AUDRETSCH; LEHMANN; WRIGHT, 2014; SPESER, 2006). Porém, o conhecimento a respeito do processo usado pelos empreendedores acadêmicos para acumular recursos e habilidades para obter sucesso no mercado é limitado (WRIGHT, 2014). Tal conjuntura, torna a ontologia proposta interessante como base referencial de análise para o caso proposto.

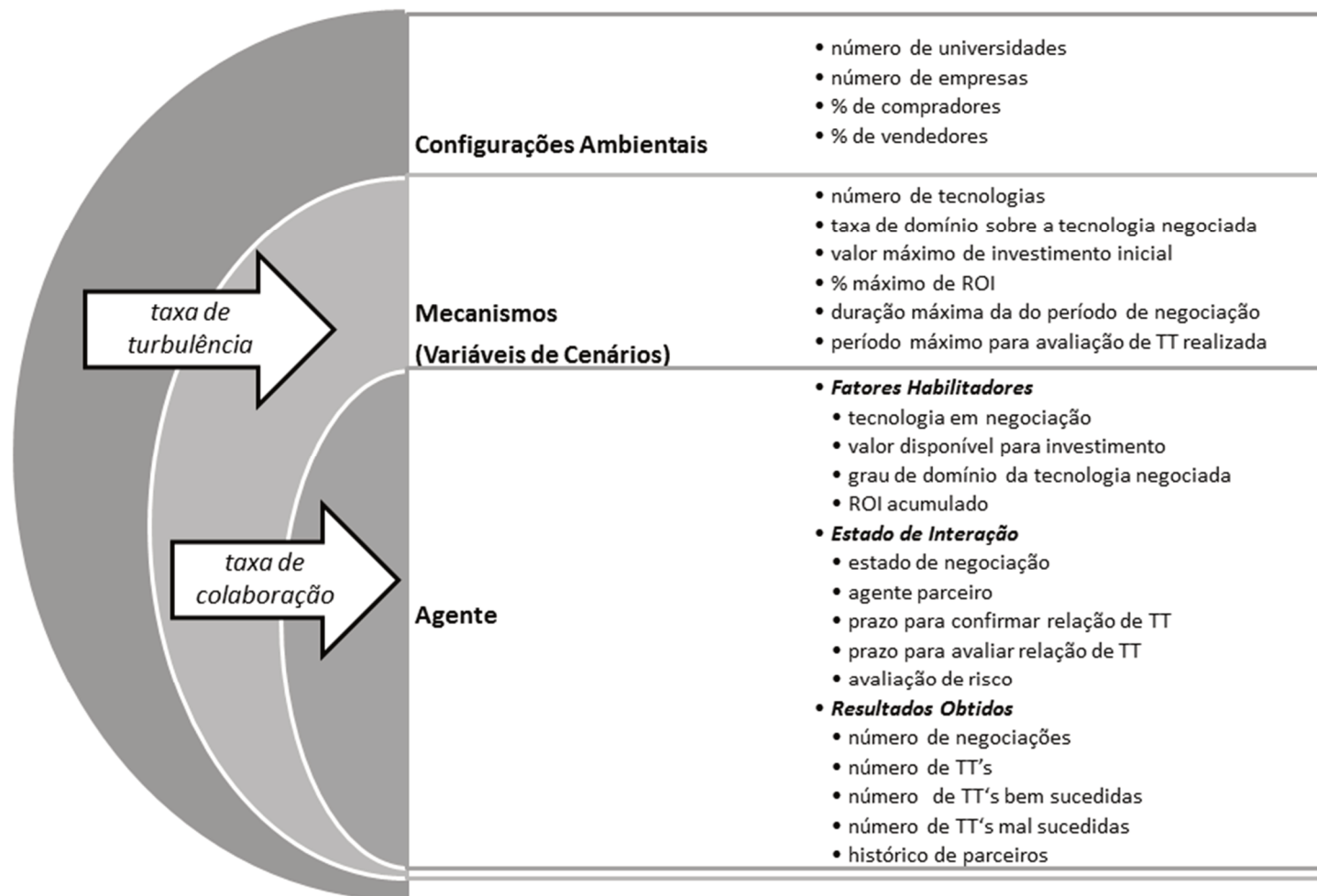
Assim, na perspectiva de um ator em nível governamental, assumindo um papel de intermediário, procedeu-se um estudo para responder a seguinte questão: “Considerando mecanismos genéricos de variação de incerteza no ambiente e de colaboração entre atores, qual o impacto dos mesmos no número de TT realizadas?”.

A variação de incerteza, expressa como ‘taxa-turbulencia’, representa um aspecto de interação em nível macro, enquanto a variação de colaboração, expressa como ‘taxa-colaboracao’, representa um aspecto de interação em nível micro. Como métrica de desempenho global tem-se o número de acordos de TT realizados.

Desse modo, as interações no nível micro podem ser consideradas o ponto de partida para tais acordos, o que justifica o caráter de utilidade da ontologia para dar suporte à abstração para TT entre universidade e empresa. Assim, foi realizado o levantamento de informações disponíveis para compor esse modelo.

Na Figura 22 é descrita uma visão esquemática dos atores participantes do processo de TT, já considerados agentes, suas características ligadas à tomada de decisão, e o contexto que as eles interagem, organizadas por nível de abstração. A fundamentação teórica das mesmas características encontra-se no Quadro 6. É importante ressaltar que tais características já se encontram organizadas na percepção de dinâmica dos atores: fatores habilitadores, interação e resultados.

Figura 22 – Variáveis do Modelo de Agentes de TT entre Universidade e Empresa



Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 6 – Atributos dos Atores do Modelo TT entre Universidade e Empresa

(continua)

	<b>Atributo</b>	<b>Definição</b>	<b>Referências</b>
<b>Fatores Habilitadores</b>	tecnologia em negociação	um código que representa uma tecnologia hipotética	Blom, Castellacci e Fevolden (2014)
	valor disponível para investimento	a quantia disponível para investir em TT	Lee et al. (2012) Leite e Teixeira (2012) Mohamed et al. (2012) Wright (2014)
	grau de domínio da tecnologia negociada	um valor aleatório que indica o nível de conhecimento esperado ou disponível sobre a tecnologia	D'este, Martínez e Molas-Gallart (2009) Morone e Taylor (2012) Petroni et al. (2013) Wright (2014)
	ROI acumulado	o valor total obtido como retorno do investimento em TT	Mohamed et al. (2012) Petroni et al. (2013)
<b>Interação</b>	estado de negociação	se o agente está interagindo em um dado momento	D'este, Martínez e Molas-Gallart (2009)
	agente parceiro	o código que identifica o agente com o qual está ocorrendo interação	Khabiri, Rast e Senin (2012)
	prazo para confirmar relação de TT	um período pré-determinado para decidir se a TT ocorrerá como resultado da interação em execução	Wright (2014)
	prazo para avaliar relação de TT	um período pré-determinado para avaliar se os resultados obtidos com a TT são satisfatórios e, ainda, se a relação de contrato deve ser mantida	D'este, Martínez e Molas-Gallart (2009) Wright (2014)
	avaliação de risco	um valor aleatório que indica a taxa de risco associada à operação	-

(conclusão)

	<b>Atributo</b>	<b>Definição</b>	<b>Referências</b>
<b>Resultados Obtidos</b>	número de negociações	número de interações realizadas	Heshmati e Lenz-Cesar (2015) Lee et al. (2012) Petroni et al. (2013) Watts e Gilbert (2014)
	número de TT's	número de acordos firmados	Heshmati e Lenz-Cesar (2015) Watts e Gilbert (2014)
	número de TT's bem sucedidas	número de TT's com resultado positivo	Blom, Castellacci e Fevolden (2014)
	número de TT's mal sucedidas	número de TT's com resultado negativo	D'este, Martínez e Molas-Gallart (2009)
	histórico de parceiros	conjunto dos agentes com quais o agente já realizou TT	D'este, Martínez e Molas-Gallart (2009)

Fonte: Elaborado pela autora.

Os atores do processo de TT são, então, dotados de agência, ou seja, possuem capacidade de reagir ao seu entorno e ambiente, segundo uma estrutura única, mas que desempenham diferentes papéis: universidade ou empresa. Desse modo, todos os agentes possuem a mesma estrutura, com três classes de atributos (fatores habilitadores, estado de interação e resultados obtidos), sendo que a individualidade de cada agente é dada pelos valores de seus atributos, resultando em seu estado.

Os fatores habilitadores representam a condição do agente em participar e firmar acordos de Transferência de Tecnologia. O estado de interação descreve a condição do agente ao longo das interações dentro da comunidade de agentes. É importante destacar que no levantamento de informações realizado, julgou-se mais apropriado considerar que o ator interage apenas com atores de tipo diferente do seu. Os resultados obtidos, por fim, denotam a experiência acumulada do ator ao longo da evolução de suas interações.

A partir das informações reunidas, foi realizada a modelagem dos atores, tendo como suporte a ontologia. O Quadro 7 apresenta associação dos atributos da ontologia com os instanciados para compor a perspectiva estrutural.

Quadro 7 – Atributos dos Atores: Ontologia de Interação de TT X Modelo TT entre Universidade e Empresa

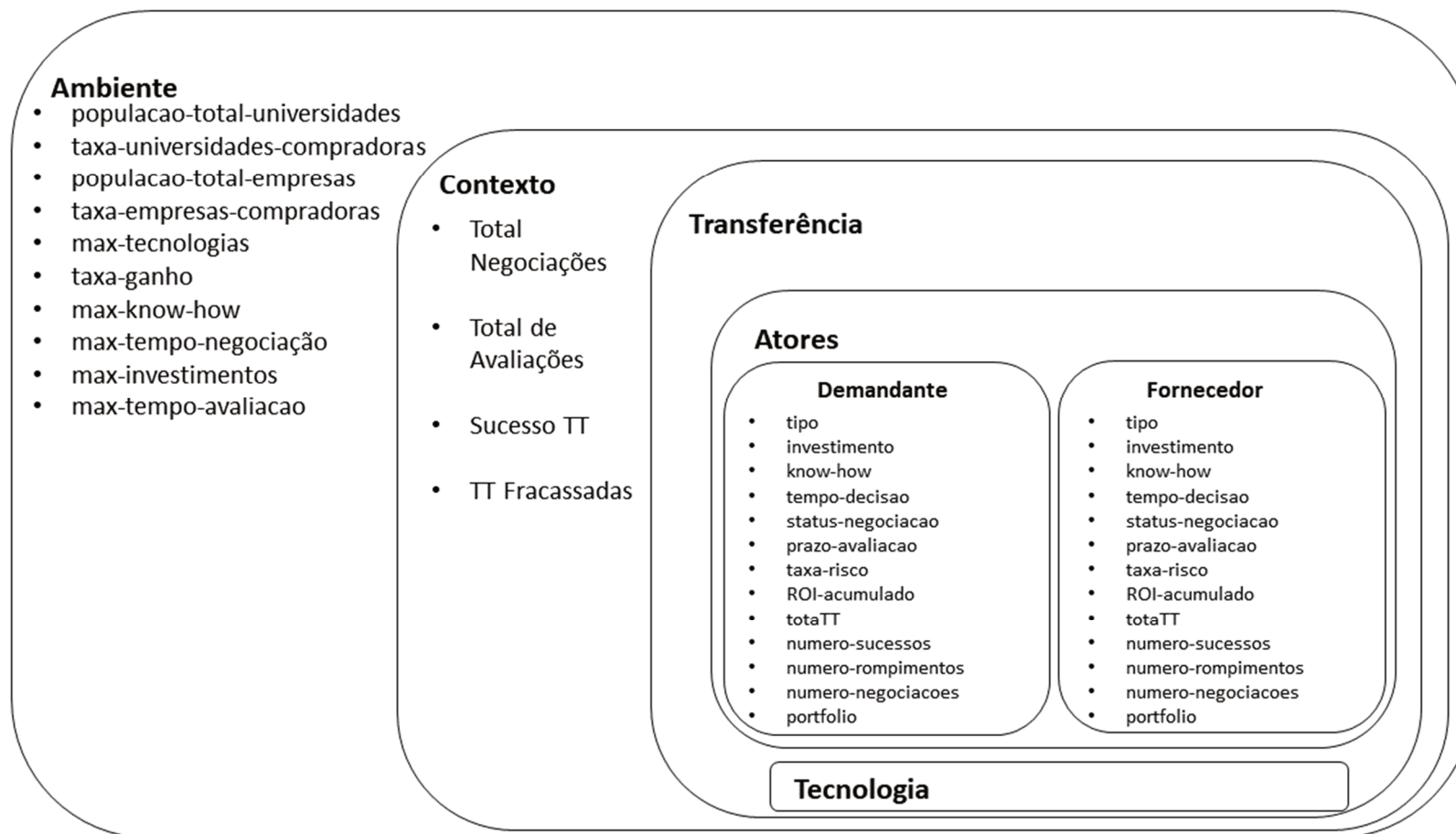
<b>Atributos na Ontologia</b>	<b>Atributos no Modelo</b>
tipo	tipo
recursos	investimento
capital humano tecnico científico	know-how
duracao	tempo-decisao
fatores estrategicos	status-negociacao
duracao	prazo-avaliacao
risco percebido	taxa-risco
recursos	ROI-acumulado

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, o mapa estrutural proposto na Figura 20 foi empregado para representação do modelo construído, tendo como base as informações levantadas para modelagem da interação de TT entre universidade e empresa. A Figura 23 apresenta o resultado desta modelagem.

Figura 23 – Modelo Estrutural segundo a Ontologia de TT para o Exemplo entre Universidade e Empresa

**Pergunta:** Qual a influência da ‘taxa-colaboração’ e ‘taxa-turbulência’ no número de TT?



Fonte: Elaborada pela autora.

A partir deste modelo estrutural, é possível observar que os conceitos “Transferência” e “Tecnologia” não foram detalhados. Isso não pode ser considerado uma falha, mas demonstra como a ontologia serve de guia para tornar evidente tanto o que está sendo tratado como parte da perspectiva de dinâmica para decisão, quanto o que está sendo subjugado. Além disso, as características do “Contexto” não são explicitadas na ontologia, visto que elas são resultantes das interações entre os atores.

A visão estática elaborada já permite conjecturas sobre a conjuntura do ambiente que as interações irão ocorrer e sobre quais atributos os atores possuem para definir sua dinâmica. Assim, o decisor ganha abstração sobre quais aspectos podem ser influenciados pela turbulência e pela colaboração, características em que pretende atuar.

Entretanto, a dinâmica propriamente dita, pode oferecer uma percepção de como elas influenciam o número de interações ao longo do tempo, assim como a possibilidade de ocorrência de efeitos emergentes. Logo, o modelo estrutural aqui proposto é utilizado como entrada para a avaliação da perspectiva comportamental.

Além disso, ainda que existam diferentes modelos teóricos consolidados sobre mecanismos de difusão da inovação (KIESLING et al., 2012; MORONE e TAYLOR, 2012; LEITE e TEIXEIRA, 2012), o mesmo não ocorre na mesma diversidade quando o foco é específico em TT. Na literatura, poucos trabalhos abordam os mecanismos não lineares presentes no processo de TT. Do mesmo modo, pouco se tem explorado a influência de fatores específicos na negociação entre empresas e universidades desempenhando o papel de vendedor (fornecedor) e/ou comprador (receptor) de tecnologia.

Para verificação da perspectiva comportamental, os atores modelados estruturalmente passam a ser concebidos como agentes de um SAC. Os agentes modelados são dotados de comportamentos de gerenciamento interno (regras de atuação) e de ações que o permitam atuar no ciclo de vida de uma AE, conforme contemplado na visão da ontologia de interação entre atores de TT completa (Figura 18, seção 4.3).

Para fins da investigação, foi considerado que não ocorre uma ação específica de seleção da tecnologia. O Quadro 8 lista os comportamentos instanciados para a construção do modelo *in silico*.

Quadro 8 – Comportamentos dos Atores: Ontologia de Interação de TT X Modelo TT entre Universidade e Empresa

<b>Comportamentos na Ontologia</b>	<b>Comportamentos no Modelo</b>
escolher tecnologia	
definir objetivos	atualiza-tempo-decisao
selecionar parceiro	procura-tecnologia
transferir	
avaliar	atualiza-prazo-avaliacao
finalizar	atualiza-risco atualiza-status

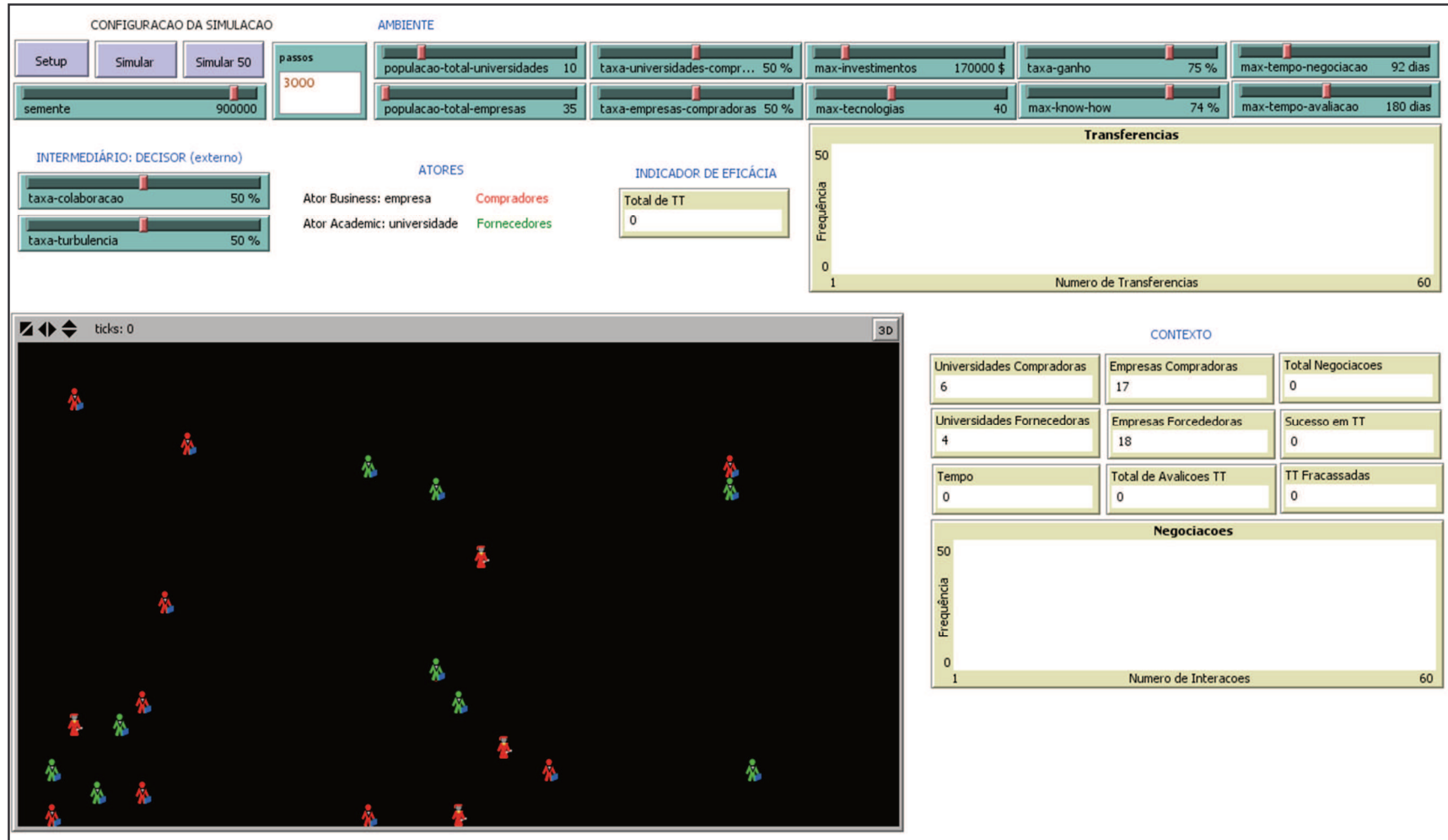
Fonte: Elaborado pela autora.

De forma geral, é importante destacar que, na abordagem baseada em agentes, a maior ênfase é na simulação de cada interação social e não apenas o resultado de acordo (WATTS e GILBERT, 2014). Assim, o “Ambiente”, neste modelo, não apresenta qualquer dinâmica independente da ação dos atores de TT ou do decisor.

A Figura 24 apresenta a interface gráfica do simulador correspondente ao modelo *in silico* programado para avaliação, sendo que o código-fonte do mesmo é descrito no Apêndice E.



Figura 24 – Interface do Modelo *In Silico* para TT Universidade e Empresa



Fonte: Capturada pela autora.

A dinâmica de simulação do modelo é baseada na relação binária de TT que ocorre entre dois tipos de agentes distintos. Além disso, cada um desempenha um papel específico: comprador ou fornecedor de tecnologia (KHABIRI, RAST e SENIN, 2012), e a interação é motivada a partir de uma necessidade de obtenção de uma tecnologia específica. Nesta visão, a demanda de mercado é entendida como o fator direcionador da ocorrência de uma instância de TT. A função governamental, neste caso, não é considerada um agente, mas sua influência é representada por um conjunto de parâmetros relacionados ao ambiente em que ocorre a interação, além das taxas de turbulência e colaboração.

Os experimentos realizados com o simulador possuem o objetivo de explorar adequação do modelo proposto para o contexto de TT, a fim de simular cenários emergentes na interação entre os atores universidade e empresa. Neste propósito, foram simulados 25 cenários variando taxa de turbulência e colaboração, ambas entre 0 (inexistente) e 1 (grau máximo).

Os valores apontados na área de configuração do “Ambiente” do simulador (Figura 24) permanecem inalterados nos cenários desenvolvidos. A população de agentes possui 30 universidades, considerando os dados disponíveis no site da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)<sup>12</sup> para o estado do Rio Grande do Sul. Em relação às empresas, são 500 agentes para abstrair um contexto próximo da indústria têxtil no estado do Rio Grande do Sul, de acordo com levantamento realizado pela Associação Comercial, Industrial e de Serviços de Novo Hamburgo, Campo Bom e Estância Velha (ACI)<sup>13</sup>. Para fins da análise específica da relação entre a taxa de turbulência e colaboração, a simulação considera a variação apenas destes dois componentes do modelo para composição dos cenários de análise. Ou seja, entende-se que o modo de aumentar a chance de ocorrência de uma TT está associada ao gerenciamento da combinação das taxas de turbulência e colaboração.

A Tabela 3 contém os resultados médios consolidados para 10 rodadas de cada um dos cenários, contemplando quatro métricas de desempenho para o contexto de TT: número de negociações de TT, número de TT efetivadas, número de avaliações positivas das parcerias de TT e número de avaliações negativas das parcerias de TT.

---

<sup>12</sup> Site: <http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?acao=pesquisarRegiao>

<sup>13</sup> Site: <http://www.acinh.com.br/download/72>

Uma avaliação negativa não é suficiente para o rompimento de uma parceria, mas contribui para que essa ocorra ao longo do tempo. Além disso, cada parceria de TT passa por avaliação diversas vezes conforme o parâmetro período máximo para avaliação de TT realizada.

Tabela 3 – Resultados da Simulação para Comparação dos Efeitos de Turbulência X Colaboração

Turbulência (percentual)	Colaboração (percentual)	Média			
		Total de Negociações	Total de Transferências de Tecnologia	Total de Avaliações com Sucesso	Total de Avaliações com Fracasso
0	0	1115,5	0	0	0
0	0,25	793,5	163	132	141
0	0,5	662,5	284,5	219,5	231,5
0	0,75	607,5	385	289	301
0	1	522,5	447,5	303	324
0,25	0	640,5	0	0	0
0,25	0,25	484,5	102,5	92	88,5
0,25	0,5	408	168,5	126	136,5
0,25	0,75	347	221,5	176,5	177,5
0,25	1	317,5	261	206	201
0,5	0	602	0	0	0
0,5	0,25	461,5	92	72,5	80,5
0,5	0,5	399,5	158	136	128
0,5	0,75	338	216,5	168	172,5
0,5	1	293,5	254	199	194
0,75	0	666	0	0	0
0,75	0,25	477	97	99	82
0,75	0,5	426,5	176	140,5	139
0,75	0,75	349,5	222	165,5	173,5
0,75	1	322,5	281	205	206,5
1	0	639,5	0	0	0
1	0,25	504,5	102	86	89
1	0,5	421	171,5	126	139,5
1	0,75	358	229	169	178,5
1	1	328	287	198,5	211

Fonte: Elaborada pela autora.

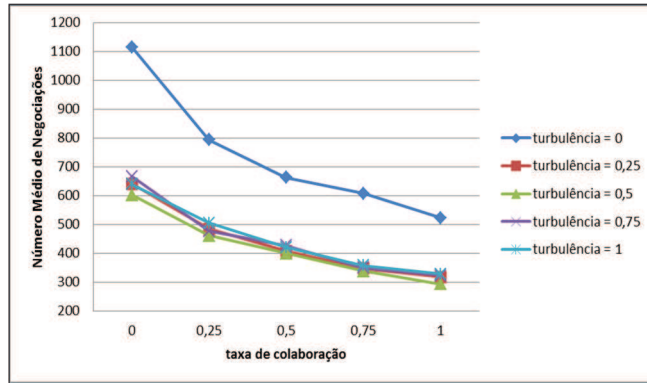
Conforme os dados da Tabela 3, observa-se que o número de avaliações, sejam positivas ou negativas, cresce conforme aumenta a taxa de colaboração. Tal aspecto evidencia que, para fins do modelo proposto, a obtenção de sucesso ou fracasso em uma avaliação é independente do grau de oportunidade para TT, tanto em relação à conjunta do ambiente quanto ao perfil dos agentes.

Em relação ao número de transferências de tecnologia e ao número de negociações, os gráficos da Figura 25 apresentam as curvas de comportamento do impacto da taxa de colaboração para diferentes contextos de turbulência do ambiente. Conforme pode ser observado na imagem (a), o aumento da taxa de colaboração faz reduzir o número de negociações, o que pode ser explicado pelo fato desse aumento proporcionar o fechamento do acordo de TT mais rápido, reduzindo o número de tentativas de negociação.

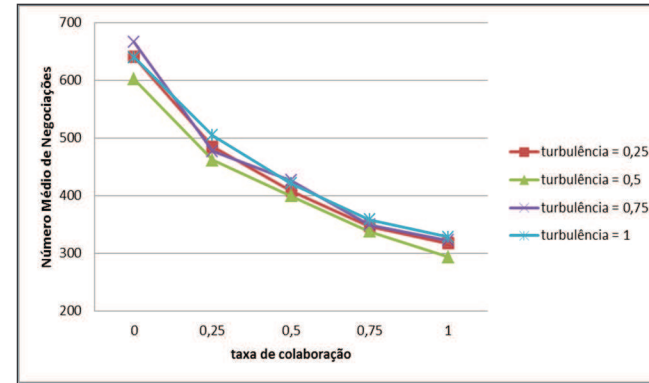
Além disso, percebe-se que no caso de turbulência inexistente, a curva se distancia das demais. Com o objetivo de visualizar em maior detalhe as curvas que se aproximam, o gráfico (b) exclui a linha referente à turbulência igual a zero, e altera a escala do eixo do número de negociações. Conforme o mesmo, é possível identificar que há entrelaçamento entre as mesmas para os diferentes valores de turbulência, o que evidencia a possibilidade de fenômenos emergentes baseados na configuração dos agentes, e não apenas relacionados diretamente às taxas de colaboração e turbulência.

Ainda na Figura 25, os gráficos (c) e (d) apresentam o efeito da turbulência e da colaboração no número total de transferências realizadas, o qual é a métrica de desempenho dos cenários simulados. Semelhante ao comportamento no número de negociações, no cenário de turbulência inexistente a curva se distancia consideravelmente das demais em (c). Além disso, quando excluída essa curva da visualização, em (d), também é possível verificar que não há uma separação evidente das curvas dos diferentes cenários para turbulência de até 0,75. No caso de grau máximo de colaboração, porém, maiores turbulências implicaram maior número de TT.

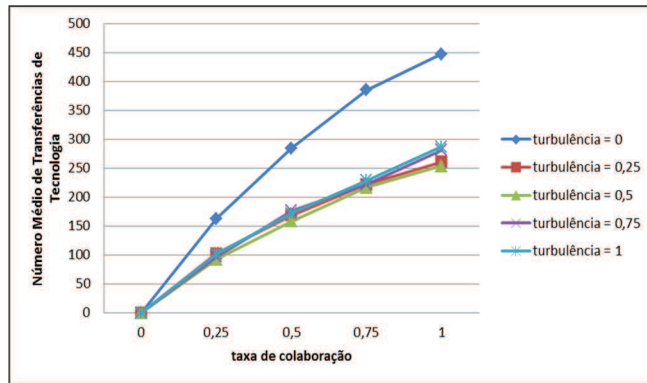
Figura 25 – Resultados de Simulação para Cenários de Turbulência X Colaboração



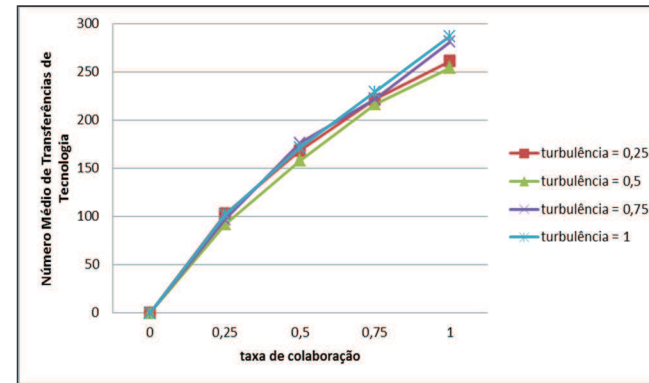
(a)



(b)



(c)



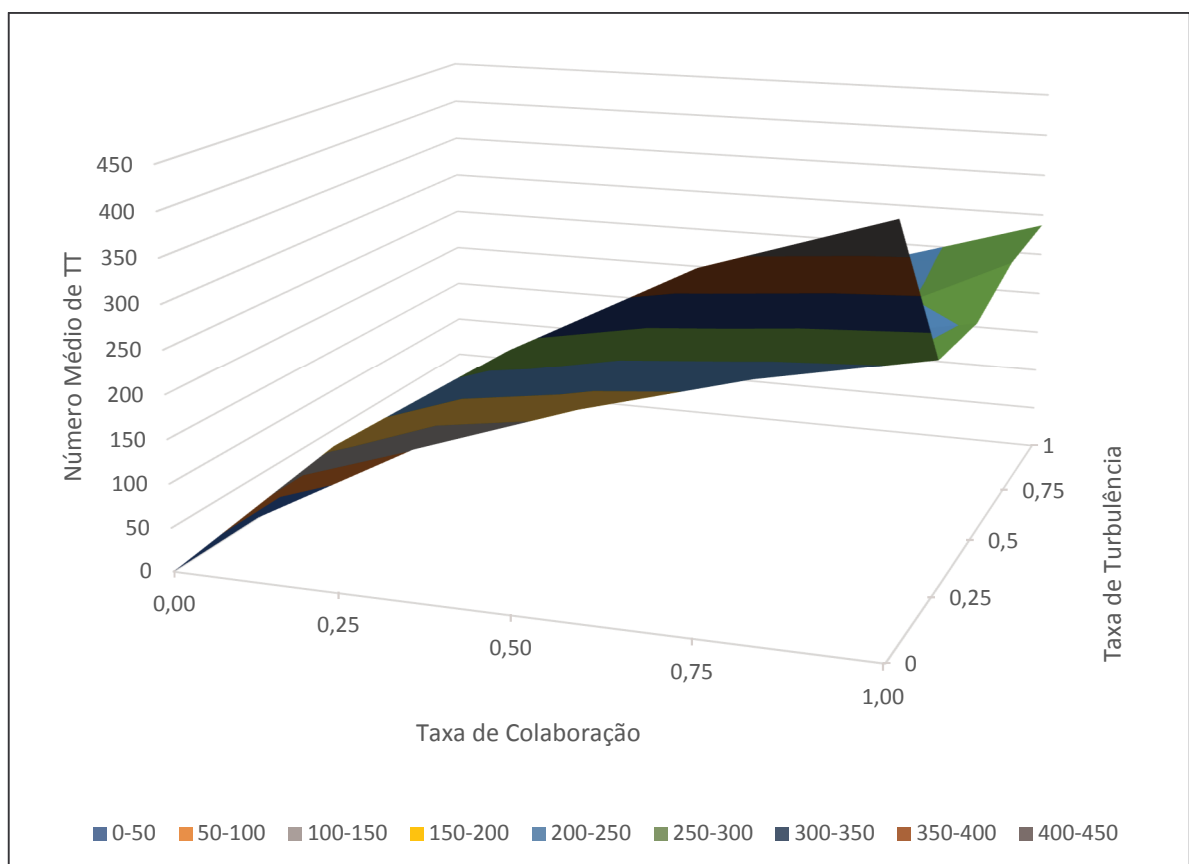
(d)

Fonte: Elaborada pela autora.

Para caracterizar o favorecimento do ambiente para a ocorrência de TT, os gráficos das Figuras 26 e 27 apresentam uma visão do desempenho no número de TT's, de acordo com a variação das taxas de turbulência e colaboração. Na Figura 26 tem-se a representação em superfície, enquanto na Figura 27, a representação em contorno.

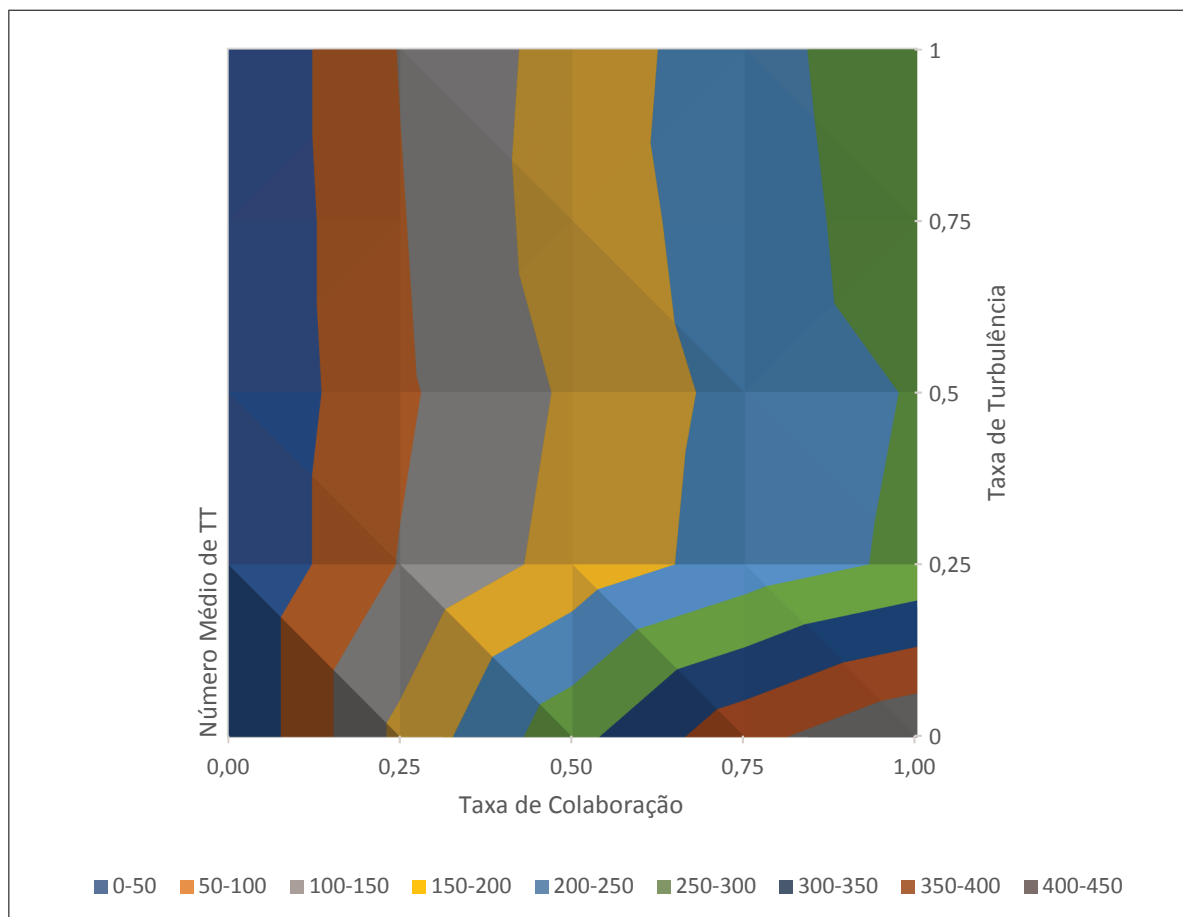
Conforme se pode constatar, do ponto de vista macro, parece haver uma relação direta entre colaboração e turbulência, trazendo indícios de que é relevante uma análise detalhada da dimensão dos impactos individuais e em conjunto de ambas. A partir dela espera-se identificar se a colaboração pode ser um fator mais impactante no número de TT em diferentes cenários de conjuntura do contexto.

Figura 26 – Efetivação de TT em Cenários de Turbulência X Colaboração em Superfície



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 27 – Efetivação de TT em Cenários de Turbulência X Colaboração em Contorno



Fonte: Elaborada pela autora.

As simulações apresentadas, ainda que simples, permitem evidenciar os efeitos do cenário complexo do ambiente de TT sobre o número de negociações realizadas. As superfícies de resposta para os resultados obtidos, Figuras 26 e 27, constituem uma ferramenta de análise importante, a fim de avaliar estratégias que possam otimizar uma decisão. A compreensão do efeito dinâmico das variáveis ambientais e contextuais sobre a TT, junto ao comportamento dos agentes em reação ao meio, permite estabelecer proposições e discussões aprofundadas sobre o tema, bem como testar hipóteses de forma facilitada em relação a modelos exclusivamente estáticos.

## 5.2 Validação do Artefato

A validação da ontologia foi realizada com base nas percepções de um decisor real, proprietário de uma empresa do ramo de eletrônicos e produtora de soluções em tecnologia, localizada no Vale do Paranhana, a qual será referenciada como A neste trabalho. Este caso foi selecionado, pois o perfil desse decisor foi levantado e analisado em Kayser e Dusan (2013), o que oferece uma base para a modelagem realizada. Além disso, as autoras destacam que essa empresa possui o perfil nato de trabalhar com caráter inovador na elaboração de seus produtos, sendo que, inclusive, 30% de seus colaboradores são alocados em atividades de P&D.

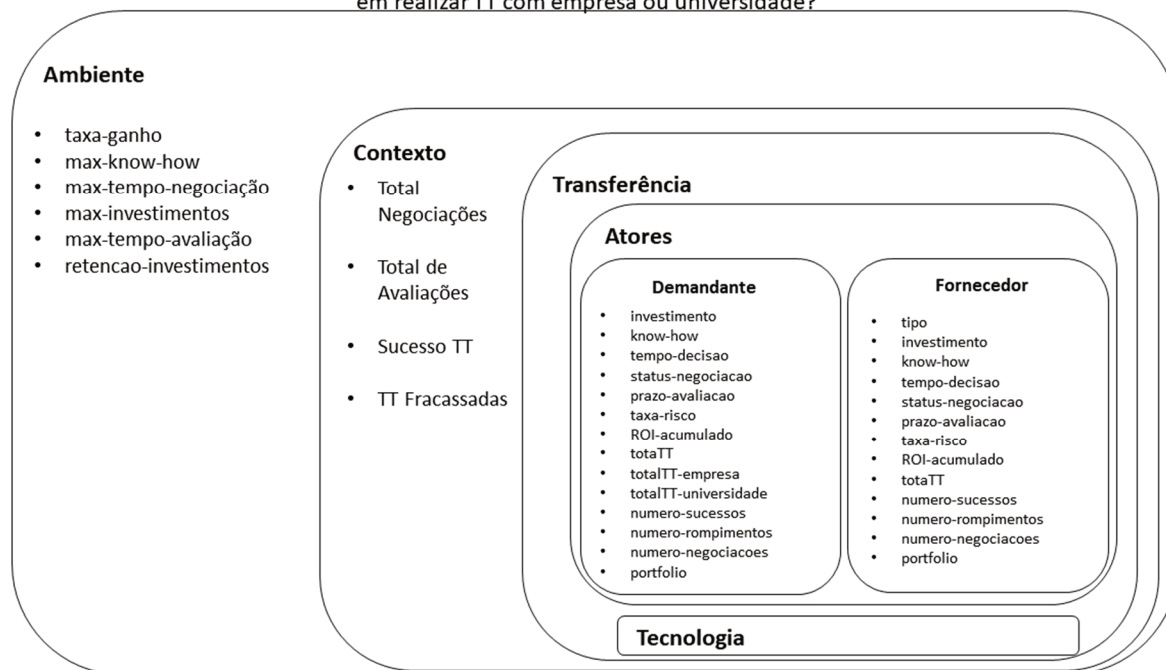
As autoras relatam que empresa A tem na colaboração com parceiros externos a sua visão estratégica para inovar. Entre os aspectos descritos, destaca-se uma preferência da empresa em fazer parcerias com outras empresas.

Mas o decisor também demonstra interesse por ampliar suas relações com universidades. Assim, a modelagem realizada para fins de validação, se propõe a apoiar a decisão de que classe de ator a empresa A deve escolher para realizar TT, considerando que o ambiente de negociação é influenciado pela disponibilização de recursos financeiros governamentais. Logo, foi elaborado o modelo estrutural para este caso, conforme apresentado na Figura 28.



Figura 28 – Modelo Estrutural segundo a Ontologia de TT para Empresa A

**Pergunta:** Qual a influência da retenção de investimentos por parte do governo para a decisão da empresa A optar em realizar TT com empresa ou universidade?



Fonte: Elaborada pela autora.

Nesta abstração, o “Demandante” é a empresa A e o “Fornecedor” pode ser tanto empresa quanto universidade. No “Ambiente”, é considerada a possibilidade de ‘retencao-investimentos’, que representa uma penalização da disponibilidade de recursos para investimento por parte dos atores com papel de fornecer a tecnologia.

Essas características são estabelecidas, pois o decisor tem interesse em investir em TT com universidades, em função da sua percepção de que nelas há a existência de maior disponibilidade de recursos, visto que as mesmas são privilegiadas para obter incentivos de natureza governamental. Como é sabido que esses apoios financeiros sofrem influência do volume liberado em nível orçamentário, o estudo investiga a influência de sua retenção.

A partir dessa conjuntura, um modelo *in silico* foi implementado, nos mesmos moldes do estudo realizado na etapa de verificação da ontologia. Neste simulador, a métrica de interesse não é apenas o número de TT’s realizadas, mas também quantos destes acordos são efetuados com empresa ou com universidade.

Como em Kayser e Dusan (2013) não são mencionados aspectos que caracterizem o contexto e ambiente em que a empresa A realiza suas interações de TT, assumiu-se um entorno com 10 empresas e 3 universidades. Nesta composição,

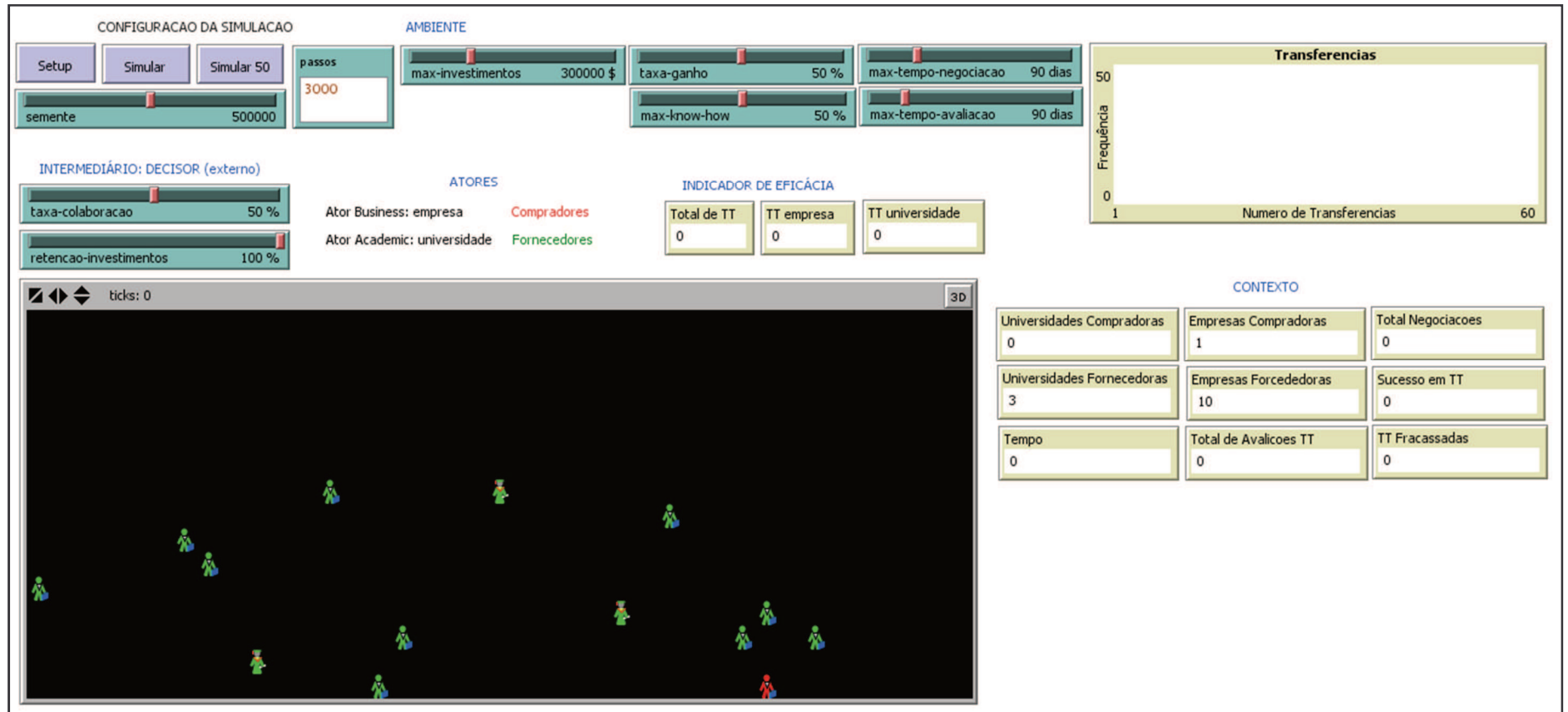
todos os atores possuem uma determinada tecnologia para fornecer à empresa A. Além disso, o decisor age de acordo com a crença de que as universidades:

- possuem maior volume de recursos financeiros para acordos;
- possuem maior conhecimento a oferecer;
- são lentas tanto para fechar acordos de TT quanto para conduzir a transferência propriamente dita.

É importante observar que as duas primeiras influenciam positivamente a aproximação da empresa A com as universidades, enquanto a terceira gera rejeição por parte da empresa.

A Figura 29 exibe a interface do simulador desenvolvido em NetLogo, sendo o código-fonte do mesmo apresentado no Apêndice F.

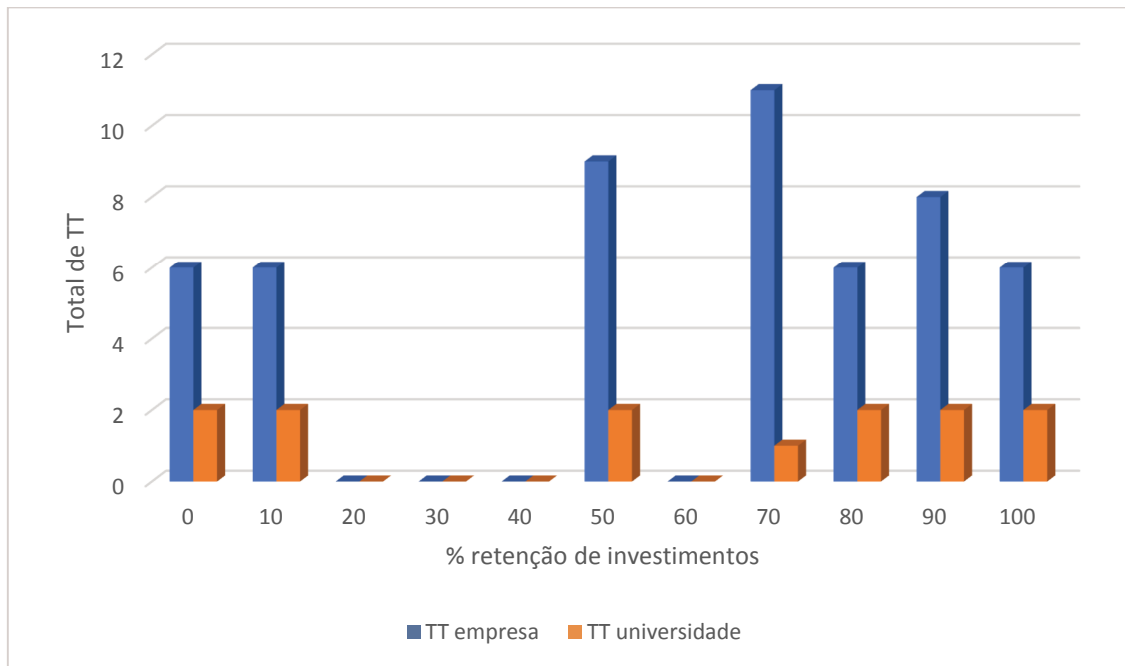
Figura 29 – Interface do Modelo *In Silico* para a Empresa A



Fonte: Capturada pela autora.

Para fins de apoio à decisão, foram simulados cenários com variação na “taxa-retencao” de 0 até 100%, em intervalos de 10 em 10. No gráfico da Figura 30, os resultados médios são apresentados.

Figura 30 – Efetivação de TT em Cenários de Retenção de Investimentos



Fonte: Elaborada pela autora.

Observe que em todos os cenários, com as crenças do decisor, a empresa A tende a realizar de TT com empresas. Ainda que a retenção dos investimentos cresça, o decisor opta por fazer mais transferências com empresas. Uma possível justificativa para isso, é o fato de que no simulador o agente dá preferência a fazer acordo com atores já pertencentes ao seu portfólio de transferências realizadas, pois esse critério reduz o risco envolvido na negociação. Em outras palavras, é um aprendizado que o agente desenvolve ao longo de suas interações. Além disso, há situações em que TT não ocorre, evidenciando a necessidade de tempo para que os atores se adaptem e encontrem condições favoráveis para fazer acordos.

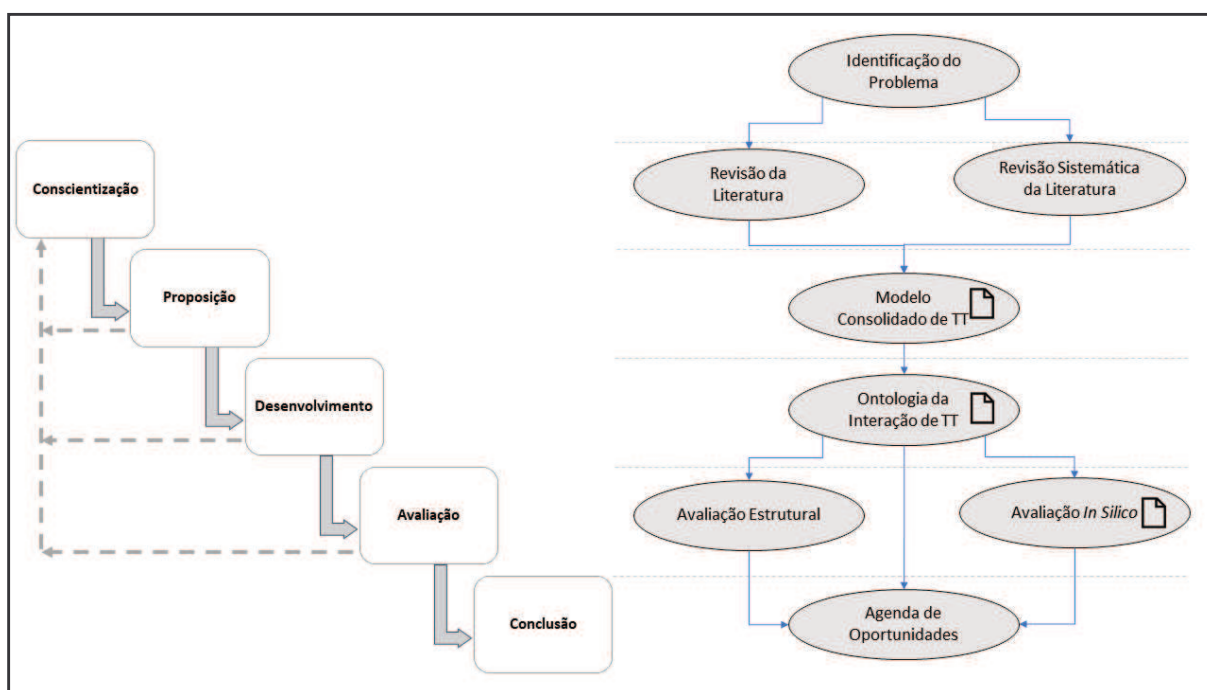
É interessante destacar que essa recomendação de privilegiar interações com outras empresas evidencia-se como razoável para o contexto real da empresa A. Na descrição realizada por Kayser e Dusan (2013), é relatado que o decisor teve a experiência de realizar um acordo com uma universidade, com suporte de recursos federais, mas em dez meses após a aprovação do projeto pela instância

governamental, o dinheiro liberado ainda não tinha sido entregue. Tempo esse que, segundo as atoras, o decisor acreditava ter sido suficiente para ter o produto resultante da interação disponível no mercado.

### 5.3 Avaliação Geral

Para fins de avaliação, deve-se considerar que ao longo da pesquisa, dois outros artefatos foram elaborados para dar suporte a essa avaliação: o modelo consolidado de TT e o simulador do ambiente de TT. Na Figura 31, as etapas conduzidas ao longo da pesquisa são relacionadas aos procedimentos realizados.

Figura 31 – Percurso de Desenvolvimento da Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

A avaliação realizada, a partir do estudo realizado no âmbito das TT's universidade e empresa, buscou exemplificar como a ontologia construída pode ser empregada tanto na perspectiva estrutural quanto na perspectiva comportamental. Além disso, o fluxo da adoção da mesma ao longo dos passos realizados, indica que, com o apoio das recomendações sugeridas (seção 4.4), ela possui utilidade como guia de abstração e de análise.

A utilização da ontologia para especificar modelos estruturais, especificamente, evidencia que ela satisfaz aos critérios de utilidade para modelos de decisão previstos no capítulo 2:

- permitir representação visual,
- oferecer uma estrutura;
- poder ser preenchido e utilizado.

Neste aspecto, destaca-se a concepção do mapa estrutural (Figura 20). Ele, além da representação visual, pode agregar suporte à decisão ao ser socializado e aplicado em dinâmicas de discussão e elaboração de estratégias em TT.

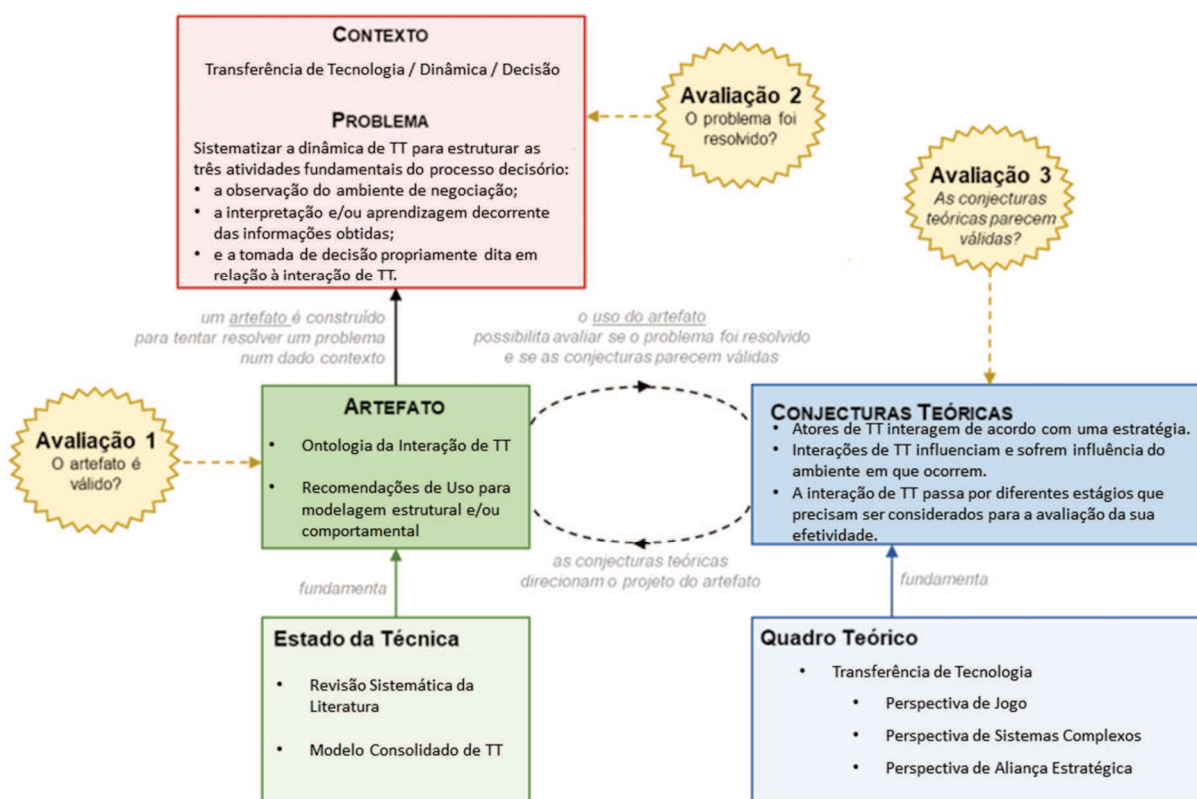
O emprego da ontologia, por sua vez, para especificar modelos comportamentais, tendo como entrada o modelo estrutural, evidencia que a mesma atende às conjecturas teóricas estabelecidas para construção do artefato conforme o capítulo 2:

- Os atores de TT interagem de acordo com uma estratégia;
- As interações de TT influenciam e sofrem influência do ambiente em que ocorrem;
- Uma interação de TT passa por diferentes estágios que precisam ser considerados para a avaliação da sua efetividade.

É importante enfatizar que o foco dessa avaliação não está nos resultados da modelagem, mas no processo de abstração com o suporte da ontologia. De forma geral, a ontologia como ferramenta para apoio ao processo de decisão em TT permite caracterizar os elementos envolvidos (atores e o seu ambiente de interação) e compreender não apenas a estrutura, mas também a semântica resultante de sua ação na negociação de uma tecnologia. Ao mesmo tempo, consolida conhecimentos que até então não tinham sido organizados, e traz a capacidade extensível, o que permite que a mesma possa ser ampliada para contemplar aspectos diversos relacionados ao entorno das organizações em diferentes escalas.

Na Figura 32, um esquema caracteriza a pesquisa realizada na tese, bem como as relações do artefato com sua construção e aplicação.

Figura 32 – Mapa de Caracterização da Pesquisa com DSR



Fonte: Adaptada de Pimentel (2017).

Do ponto de visão da tomada de decisão, nos propósitos de atuação da Engenharia de Produção, a formalização de caráter descritivo e de dinâmica determinado pela ontologia elaborada, oportuniza a criação de modelos de análise bem como a simulação computacional de cenários para observação de efeitos emergentes. Para o âmbito da inovação, ela oferece meios para instrumentalizar análises e compreender efeitos sistêmicos sobre atores sujeitos a políticas de inovação e TT.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender as diferentes dimensões e a dinâmica que move a realização de acordos de Transferência de Tecnologia, envolvendo diferentes atores, tem sido desafiador tanto no contexto estratégico das organizações quanto na pesquisa acadêmica e científica sobre o tema. Assim, esta pesquisa se propôs a contribuir para a sistematização do conhecimento sobre a interação entre adores de TT, tão pulverizado na literatura, de modo a auxiliar na concepção de modelos de suporte à decisão.

Na prática de TT, um decisor está envolto a diferentes aspectos que tornam complexa a ação de decidir sua parceria de interação. Parte desta complexidade se dá pela combinação de fatores internos à organização e seu processo de gestão da inovação. Outra parte, é gerada pelo entorno de negociação formado por atores de TT e contextos gerados pela dinâmica das interações entre eles.

Assim, defende-se a tese de que uma ontologia de domínio para a interação entre esses atores, baseada nas abstrações já existentes na literatura e nas concepções de jogo, Sistemas Adaptativos Complexos e Aliança Estratégica, serve de guia para elaboração de modelos decisórios mais próximos à realidade. A percepção de jogo contribui para a exploração do caráter dinâmica de um acordo de TT. Por sua vez, a percepção da complexidade permite conceber aspectos micro e macro do ambiente em que essas decisões de acordo de parceria são tomadas. Já a abordagem de constituição de alianças oportuniza o entendimento do comportamento dos atores ao longo do ciclo de vida de uma interação para fins de TT.

Além do mais, recomendar estratégias de como a mesma pode ser empregada para instanciar modelos estruturais e dinâmicos, torna-a potencialmente útil para aqueles que estão envolvidos neste tipo de decisão, seja empresa, governo, universidade, ou qualquer outra parte interessada. Sem contar que a junção destes dois tipos de modelos facilita ao decisor conceber cenários que são realmente influenciados pelas abstrações de seus comportamentos e de seus potenciais parceiros de interação.

A condução do método de trabalho, junto às observações pertinentes realizadas em cada etapa e apontadas ao longo do texto deste trabalho, evidencia



como cada um dos objetivos específicos foram alcançados, uma vez que ao longo desta pesquisa e da construção da ontologia da interação entre atores de TT foi:

- Sistematizada as visões dos modelos que caracterizam TT na literatura em uma abstração única;
- Formalizado o conhecimento sobre TT em uma ontologia nos aspectos estruturais e dinâmicos, tanto na definição de forças expressa nos relacionamentos entre os conceitos, quanto nas ações do ciclo de formação de alianças;
- Estabelecido um conjunto recomendações do emprego da ontologia para construção de modelos, conforme a seção 4.4;
- Avaliada a capacidade do artefato em abstrair os atores de TT e o ambiente em que eles interagem em cenários de experimentação *in silico* (computacional), que reproduziram dinâmicas de processos próximos à realidade e demonstraram capacidade de apoio à inferência de comportamentos relevantes para tomada de decisão.

Do ponto de vista dos resultados obtidos, entre suas principais contribuições acadêmicas e científicas destacam-se: a sistematização dos componentes descritivos de interação entre atores de TT e sua dinâmica, entendida como um fenômeno complexo e temporal, em que as ações elementares dos atores correspondem ao ciclo de vida de Alianças Estratégicas. Além disso, a modelagem e simulação delineadas pela ontologia construída podem ser apoiadas em estudos de outras abordagens científicas, como os estudos de caso tão frequentemente encontrados na literatura sobre o tema. Dessa forma, o artefato atinge seu propósito fundamental de ser um instrumento de suporte ao processo decisório.

Já em relação às contribuições práticas, a ontologia pode converter a incerteza envolvida nas relações de TT em um cenário mais sistematizado. Com o viés comportamental, ela permite que o decisor, inclusive, não fique dependente exclusivamente de alguém que domine a modelagem de agentes e/ou preso a um único modelo ou conjunto limitado deles. Além disso, a simulação da interação de TT possibilita a avaliação parcial do impacto de possíveis decisões ao decorrer de um processo decisório de médio e longo prazo.

De forma geral, também deve-se estar atento ao fato de a ontologia proposta ser estruturada independente de peculiaridades sobre os participantes, os contextos e o ambiente em que a TT ocorre. Conseqüentemente, o decisor, em cada modelagem, descreve sua observação da realidade, instanciando os componentes em alto nível de abstração que compõem a ontologia.

Entre as limitações dessa pesquisa, destaca-se a diversidade de construtos de análise que poderiam sustentar essa tese, o que ocasionou a ocorrência de várias iterações na fase de conscientização e proposição que compuseram o método de trabalho. Neste ponto, configuram possibilidades para trabalhos futuros apoiados em temáticas, tais como: relações interorganizacionais (SYDOW, SCHÜBLER e MÜLLER-SEITZ, 2015), sistemas colaborativos (PIMENTEL e FUKS, 2011), ciência de redes (2009), teoria ator-rede (LATOURE, 2012), redes de cooperação (BALESTRIN e VERSCHOORE, 2016). Além disso, a escassez de dados históricos sobre acordos reais de TT, dificultam os processos de avaliação de utilidade da ontologia.

Em relação ao artefato propriamente dito, uma limitação significativa é a premissa de que a ontologia considera apenas fatores de estímulo ou inibição da interação de TT, sem considerar questões relacionadas às propriedades e às dinâmicas de coordenação e de competição esperadas no contexto gerado nas interações entre os atores. Na modelagem do ator, a ontologia não diferencia a relação dos detalhes modelados com as capacidades reativas e/ou inteligentes, o que é crítico para propostas de sistemas que empreguem inteligência artificial para melhoria do processo decisório. (RUSSELL e NORVIG, 2004).

A ontologia, por si só, entretanto, contribui no intuito de mostrar o que, essencialmente, é necessário planejar ações relacionadas à TT, atentando-se à ideia de que a qualidade de uma decisão está diretamente ligada ao conhecimento e da qualidade da informação de que um ator tem à sua disposição. Dessa forma, pragmaticamente cada decisor ou organização pode construir sua própria ontologia de TT para suporte à decisão. Além disso, a decisão é importante, pois é um elemento determinante para o futuro sucesso de uma organização em alcançar os seus objetivos.

Logo, este estudo pode oferecer apoio para a definição mais precisa de decisão em TT tanto na perspectiva particular de cada um dos diferentes atores participantes, bem como na adoção de políticas setoriais e governamentais de estímulo a esse tipo

de negociação e estabelecimento de colaboração interinstitucional. O que se mostra relevante frente a percepção atual de que gerar inovação exige que as instituições interajam entre si, pois fazer tudo sozinho compromete a viabilidade e a competitividade esperadas.

Por fim, também é oportuno observar que o ferramental, entregue pelo desenvolvimento da pesquisa desenvolvida nesta tese, oportuniza que a estratégia de construção e uso de uma ontologia para contextos dinâmicos seja empregada com caráter promissor como procedimento de modelagem em outras áreas. Ainda mais com o alto volume de dados e de informações, disponibilizado com a crescente utilização de recursos digitais, que faz com que os decisores, muitas vezes, enfrentem desconforto em identificar o que considerar na decisão e, inclusive, em ter consciência do que não foi avaliado crítico para julgar suas alternativas.

Como trabalhos futuros, espera-se, prioritariamente, agregar à ontologia da interação de TT a dinâmica de competição entre atores e a avaliação das redes de cooperação oriundas dos acordos firmados. Além disso, espera-se criar uma base de conhecimento com casos de TT, de modo a obter-se informações históricas úteis para estudos de sua dinâmica.

## REFERÊNCIAS

- AJZENTAL, A. **Complexidade aplicada à economia**. [s.l.] Editora FGV, 2015.
- ALTURKI, A.; GABLE, G. G.; BANDARA, W. A design science research roadmap. **Service-Oriented Perspectives in Design Science Research**, v. 32, n. 4, p. 107–123, 2011.
- ANPROTEC; SEBRAE. **Glossário dinâmico de termos na área de Tecnópolis, Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas**. [s.l.] ANPROTEC: SEBRAE, 2002.
- ANTONELLI, C. **Handbook on the economic complexity of technological change**. [s.l.] Edward Elgar Publishing, 2011.
- ARP, R.; SMITH, B.; SPEAR, A. D. **Building ontologies with basic formal ontology**. [s.l.] Mit Press, 2015.
- ARTHUR, W. B. **Complexity and the Economy**. [s.l.] Oxford University Press, 2015.
- ASTAH**. Change Vision. Disponível em: <http://astah.net>. Acesso em 02/2018.
- AUDRETSCH, D. B.; LEHMANN, E. E.; WRIGHT, M. Technology transfer in a global economy. **Journal of Technology Transfer**, v. 39, n. 3, p. 301–312, 2014.
- AUTIO, E.; LAAMANEN, T. Measurement and evaluation of technology transfer: review of technology transfer mechanisms and indicators. **International Journal of Technology Management**, v. 10, n. 7–8, p. 643–664, 1995.
- BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. **Redes de Cooperação Empresarial: estratégias de gestão na nova economia**. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- BARABÁSI, A. **Linked: a nova ciência dos networks**. Leopardo Editora, 2009.
- BATTISTELLA, C.; DE TONI, A. F.; PILLON, R. Inter-organisational technology/knowledge transfer: a framework from critical literature review. **The Journal of Technology Transfer**, p. 1–40, 2015.
- BAX, P. M. Design Science: Filosofia Da Pesquisa Em Ciência Da Informação E Tecnologia. **XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação – ENANCIB 2014**, n. XV ENANCIB-ALÉM DAS NUUVENS, p. 3883–3903, 2014.
- BESSANT, J.; RUSH, H. Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. **Research Policy**, v. 24, n. 1, p. 97–114, 1995.
- BLAHA, M.; RUMBAUGH, J.; VIEIRA, D. **Modelagem e projetos baseados em objetos com UML 2**. [s.l.] Elsevier, 2006.
- BLOM, M.; CASTELLACCI, F.; FEVOLDEN, A. Defence firms facing liberalization: innovation and export in an agent-based model of the defence industry.

**Computational and Mathematical Organization Theory**, v. 20, n. 4, p. 430–461, 2014.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. UML: guia do usuário. rev e atual. **Rio de Janeiro: Campus**, 2006.

BORDINI, R. H.; HÜBNER, J. F.; WOOLDRIDGE, M. **Programming multi-agent systems in AgentSpeak using Jason**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2007. v. 8

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research policy**, v. 29, n. 4, p. 627–655, 2000.

BOZEMAN, B.; RIMES, H.; YOUTIE, J. The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. **Research Policy**, v. 44, n. 1, p. 34–49, 2015.

BRADLEY, S. R.; HAYTER, C. S.; LINK, A. N. Models and Methods of University Technology Transfer. **University of North Carolina**, n. June, p. 74, 2013.

BREITMAN, K. **Web Semântica: a Internet do Futuro**. [s.l.] LTC Editora, 2005.

BROOKS, F. P. **O mítico homem-mês: ensaios sobre engenharia de software**. São Paulo: Elsevier, 2009.

BULLING, N. A Survey of Multi-Agent Decision Making. **KI - Künstliche Intelligenz**, v. 28, n. 3, p. 147–158, 2014.

**CACOO**. Nulab Inc. Disponível em: <http://cacoo.com>. Acesso em 01/2018.

CALIARI, T.; RUIZ, R. M. Modelagem Evolucionária e Inovação. **Economia da Ciência e Inovação: Fundamentos teóricos e a economia global**. Curitiba: Prismas, 2017.

CAMPOS, Fred Leite Siqueira; COSTA, Marcelo Araujo da. **Tecnologia e sistema nacional de inovação: uma abordagem complexa**. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1998\\_ART027.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1998_ART027.pdf) > Acesso em 12/2017.

CECERE, G. The economics of innovation: a review article. **The Journal of Technology Transfer**, v. 40, n. October 2013, p. 185–197, 2015.

CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. **Open innovation: Researching a new paradigm**. [s.l.] OUP Oxford, 2006.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações**. São Paulo: Elsevier, 2015.

COHEN, Joel. **Technology transfer: strategic management in developing countries**. SAGE Publications India, 2004.

CRESTANA, S. Apresentação. **Ecosistema Inovação. Brasília: Embrapa**, 2014.

CUNNINGHAM, J. A.; MENTER, M.; YOUNG, C. A review of qualitative case methods trends and themes used in technology transfer research. **Journal of Technology Transfer**, p. 1–34, 2016.

DANCIN, T.; REID, D.; RING, P. S. Alianças e *joint ventures*: o papel da seleção de parceiros a partir de uma perspectiva de imersão. **Handbook de Relações Interorganizacionais da Oxford**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

DASTANI, Mehdi; HULSTIJN, Joris; VAN DER TORRE, Leendert. How to decide what to do?. **European Journal of Operational Research**, v. 160, n. 3, p. 762-784, 2005.

DE OSLO, OCDE Manual. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. 2005.

D'ESTE, P.; MARTÍNEZ, E. C.; MOLAS-GALLART, J. **Documento de base para un “Manual de Indicadores de Vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico”**: un marco para la discusión. 2009.

**DICIONÁRIO MICHAELIS**. Editora Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em 05/2018.

EDLER, J.; FIER, H.; GRIMPE, C. International scientist mobility and the locus of knowledge and technology transfer. **Research Policy**, v. 40, n. 6, p. 791-805, 2011.

EISENHARDT, K. M. Agency Theory: An Assessment and Review. **Academy of management review**, v. 14, n. 1, p. 57–74, 1999.

ETZKOWITZ, H. **Hélice Tríplice: Universidade-Indústria-Governo-Inovação em Movimento**. [s.l.: s.n.].

FARMER, J. D.; FOLEY, D. The economy needs agent-based modelling. **Nature**, v. 460, n. 7256, p. 685–686, 2009.

FELIZARDO, K. R et al. **Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática**. Elsevier Brasil, 2017.

FERNANDES, J. M.. MACHADO, R. J. **Requisitos em Projetos de Software e de Sistemas de Informação**. São Paulo: Novatec, 2017.

FIGUEIREDO, P. N. **Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil**. 2ª ed. [s.l.] Livros Técnicos e Científicos, 2015.

FLEURY, A. O que é Engenharia de Produção? **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A Economia da Inovação Industrial**. [s.l.] Editora da UNICAMP, 2008.

FREITAS JUNIOR, J. C. DA S. et al. DESIGN RESEARCH: APLICAÇÕES PRÁTICAS E LIÇÕES APRENDIDAS. **Revista de Administração FACES Journal**,

v. 14, n. 1, 2015.

FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M.; TÓVOLLI, M. H. ABORDAGENS DE SISTEMAS COMPLEXOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS. **MODELAGEM DE SISTEMAS COMPLEXOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS**, p. 21, 2015.

GAMPER, A. **Deriving Ontologies from Folksonomies**. Saarbrücken: VDM Verlag, 2010.

GRUBER, T. R. Towards principles for the design of ontologies used knowledge sharing. *International Journal of Humam Computer Studies*, v 43, p. 907-928, 1993.

GULATI, Ranjay. Alliances and networks. *Strategic management journal*, v. 19, n. 4, p. 293-317, 1998.

HESHMATI, A.; LENZ-CESAR, F. Policy simulation of firms' cooperation in innovation. *Research Evaluation*, v. 24, n. 3, p. 293–311, 2015.

HEVNER et al. Design Science Research in Information Systems. *Management Information Systems Quarterly*, v. 28, p. 75-105, 2004.

HILKEVICS, A. TECHNOLOGY TRANSFER MODELS AND INNOVATION BUSINESS DEVELOPMENT. *Reģionālais Ziņojums. Pētījumu Materiāli*, v. 10, p. 15–21, 2014.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. [s.l.] McGraw Hill, 2013.

ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. I.; BARBOSA, E. F., DERMEVAL, D.; PAIVA, R. O. A. Ontology Driven Software Engineering: A Review of Challenges and Opportunities. *IEEE Latin America Transactions*, v. 13, n. 3, p. 863–869, 2015.

ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. I. **Dados Abertos Conectados**. [s.l.] Novatec, 2015.

KAYSER, Ana Carolina; SCHREIBER, Dusan. INOVAÇÃO NAS EMPRESAS A PARTIR DE PROJETOS COLABORATIVOS. *GESTÃO E DESENVOLVIMENTO*, v. 10, n. 2, p. 69-78, 2013.

KAUFMANN, A. **A Ciência da Tomada de Decisão**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981. v. volume

KHABIRI, N.; RAST, S.; SENIN, A. A. Identifying Main Influential Elements in Technology Transfer Process: A Conceptual Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 40, p. 417–423, 2012.

KIESLING, E.; GÜNTHER, M.; STUMMER, C.; WAKOLBINGER, L. M. Agent-based simulation of innovation diffusion: A review. *Central European Journal of Operations Research*, v. 20, n. 2, p. 183–230, 2012.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *Engineering 2* (2007), 1051. **arXiv preprint arXiv:1304.1186**, 2007.

KROGERUS, M; TSCHÄPPELER, R. **O livro da decisão**. Rio de Janeiro: Best Business, 2017.

LATOURE, B. **Reagregando o Social: uma introdução à teoria Ator-Rede**. São Paulo: Edusc, 2012.

LEE, S.; KIM, W.; KIM, Y. M.; OH, K. J. Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 7, p. 6388–6395, 2012.

LEITE, R.; TEIXEIRA, A. A. C. Innovation diffusion with heterogeneous networked agents: A computational model. **Journal of Economic Interaction and Coordination**, v. 7, n. 2, p. 125–144, 2012.

LEWIS, J. D. **Alianças estratégicas: estruturando e administrando parcerias para o aumento da lucratividade**. Pioneira, 1992.

LIU, X.; WHITE, S. Comparing innovation systems : a framework and application to China ' s transitional context. **Research Policy**, v. 30, p. 1091–1114, 2001.

MOHAMED, A. S.; SAPUAN, S. M.; MEGAT AHMAD, M. M. H., HAMOUDA, M. S.; HANG TUAH BIN BAHARUDIN, B. T. Modeling the technology transfer process in the petroleum industry: Evidence from Libya. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 55, n. 3–4, p. 451–470, 2012.

MORABITO, R. Pesquisa Operacional. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MORONE, P.; TAYLOR, R. Proximity, knowledge integration and innovation: An agenda for agent-based studies. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 22, n. 1, p. 19–47, 2012.

NAN, N.; ZMUD, R.; YETGIN, E. A complex adaptive systems perspective of innovation diffusion: An integrated theory and validated virtual laboratory. **Computational and Mathematical Organization Theory**, v. 20, n. 1, p. 52–88, 2014.

NECOECHEA-MONDRAGÓN, H.; PINEDA-DOMÍNGUEZ, D.; SOTO-FLORES, R. A conceptual model of technology transfer for public universities in Mexico. **Journal of technology management & innovation**, v. 8, n. 4, p. 24-35, 2013.

NOLETO, M. J. **Parcerias e Alianças Estratégicas: uma abordagem prática**. São Paulo: Global, 2004. 2ª ed.



OSTERWALDER, A. **The Business Model Ontology - A Proposition In A Design Science Approach**. PhD thesis University of Lausanne, 2004.

PAGANI, R. N. **Modelo de Transferência de Conhecimento e Tecnologia entre Universidades Parceiras na Mobilidade Acadêmica Internacional**. Tese de Doutorado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

PAGANI, Regina Negri et al. Technology transfer models: typology and a generic model. **International Journal of Technology Transfer and Commercialisation**, v. 14, n. 1, p. 20-41, 2016.

PARSONS, S.; WOOLDRIDGE, M. Game theory and decision theory in multi-agent systems. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, v. 5, n. 3, p. 243–254, 2002.

PETRONI, G.; VERBANO, C.; BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Strategies and determinants for successful space technology transfer. **Space Policy**, v. 29, n. 4, p. 251–257, 2013.

PIMENTEL, Mariano. Design Science Research e Pesquisas com os Cotidianos Escolares para fazerpensar as pesquisas em Informática na Educação. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2017. p. 414.

PIMENTEL, M.; FUKS, H. **Sistemas Colaborativos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

PINTEC, I. B. G. E. **Pesquisa de Inovação Tecnológica: 2014**. IBGE-Coordenação de indústria, Rio de Janeiro, 2016.

PORTO, G.; TURCHI, L.; REZENDE, P. Radiografia das Parcerias entre Petrobrás e as ICTS Brasileiras: uma análise a partir da ótica dos coordenadores de projetos tecnológicos. **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras**, 2013.

PRADO, E. F. **Economia, complexidade e dialética**. São Paulo: Plêiade, 2009.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: [s.n.].

PUFFAL, D. P.; TREZ, J. R.; SCHAEFFER, P. R. Características da interação universidade-empresa no Brasil : motivações e resultados. **Gestão Contemporânea**, p. 71–94, 2012.

RAGSDALE, C. T. Modelagem e análise de decisão. **São Paulo: Cengage Learning**, 2011.

REIS, Linda G. **Produção de monografia da teoria à prática o método educar pela pesquisa (MEP)**. Senac, 2008.

REISMAN, A. Transfer of technologies: A cross-disciplinary taxonomy. **Omega**, v. 33,

n. 3, p. 189–202, 2005.

REZENDE, S. O. **Sistemas inteligentes: fundamentos e aplicações**. [s.l.] Editora Manole Ltda, 2003.

ROBINSON, R. D. Toward creating an international technology transfer paradigm. **The International Trade Journal**, v. 4, n. 1, p. 1–19, 1989.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. [s.l.] Unicamp, 2006.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 2ª ed.

SABATER, J. G. **Manual de transferencia de tecnología y conocimiento**. [s.l.] The Transfer Institute, 2011.

SILVA, M. G. R.; GOMEZ, T. A. M. P.; MIRANDA, Z. C. DE. **Ti: mudar e inovar**. Brasília: Senac DF, 2013.

SIMON, H. A. **As Ciências do Artificial**. 2ª ed. Coimbra: Arménio Amado - Editor Sucessor, 1981.

SÖDERSTRÖM, E.; ANDERSSON, B.; JOHANNESSON, P. **Towards a Framework for Comparing Process Modelling Languages**. Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Information Systems Engineering. **Anais...2002** Disponível em: <<http://www.springerlink.de/openurl.asp?genre=article&id=AMG5FWU1T0U9Y1AX>>

SPESE, P. L. **The art and science of technology transfer**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006.

SUNDBERG, L.; GIDLUND, K. L. **Value-Based Decision Making: Decision Theory Meets e-Government**. In International Conference on Electronic Government. Springer, Cham, pp. 351-358, 2017.

SYDOW, J; SCHÜBLER, E; MÜLLER-SEITZ, G. **Managing inter-organizational relations: Debates and cases**. Macmillan International Higher Education, 2015.

TAYLOR, S. J. E. Introducing agent-based modeling and simulation. **Agent-Based Modeling and Simulation**, 2014.

TEECE, D. J. Firm organization, industrial structure, and technological innovation. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 31, n. 2, p. 193–224, 1996.

TERRA, B. **A transferência de tecnologia em universidades empreendedoras: um caminho para a inovação tecnológica**. [s.l.] Qualitymark Editora Ltda, 2001.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5ª ed. [s.l.] Bookman Editora, 2015.

TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da inovação**. Campus, 2006.

TJEMKES, Brian; VOS, Pepijn; BURGERS, Koen. **Strategic alliance management**. Routledge, 2017.

TORKOMIAN ANA LÚCIA VITALE; PIEKARSKI, A. E. T. Gestão da tecnologia. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

VAISHNAVI, Vijay K.; KUECHLER, William. **Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology**. Crc Press, 2015.

VAN AKEN, J. E. Management Research on the Basis of the Design Paradigm: the Quest for Field-tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004.

VERMA, P.; KEWALRAMANI, M.; KUMAR, K. **Foundation of Intelligent IT Operations: CMDB and Service Maps**. [s.l.] Software Asset Management, 2015.

WALSHOK, M. L.; SHAPIRO, J. D.; OWENS, N. Transnational innovation networks aren't all created equal: Towards a classification system. **The Journal of Technology Transfer**, 39(3), 345-357, 2014.

WATTS, C.; GILBERT, N. **Simulating Innovation: Computer-based Tools for Rethinking Innovation**. [s.l.] Edward Elgar Publishing, 2014.

WAZLAWICK, R. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. 2. ed. [s.l.] Elsevier Brasil, 2014.

WIERINGA, Roel J. **Design science methodology for information systems and software engineering**. Springer, 2014.

WILENSKY, U.; EVANSTON, I. NetLogo: Center for connected learning and computer-based modeling. **Northwestern University, Evanston, IL**, p. 49–52, 1999.

WILENSKY, U.; RAND, W. **An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo**. [s.l.] MIT Press, 2015.

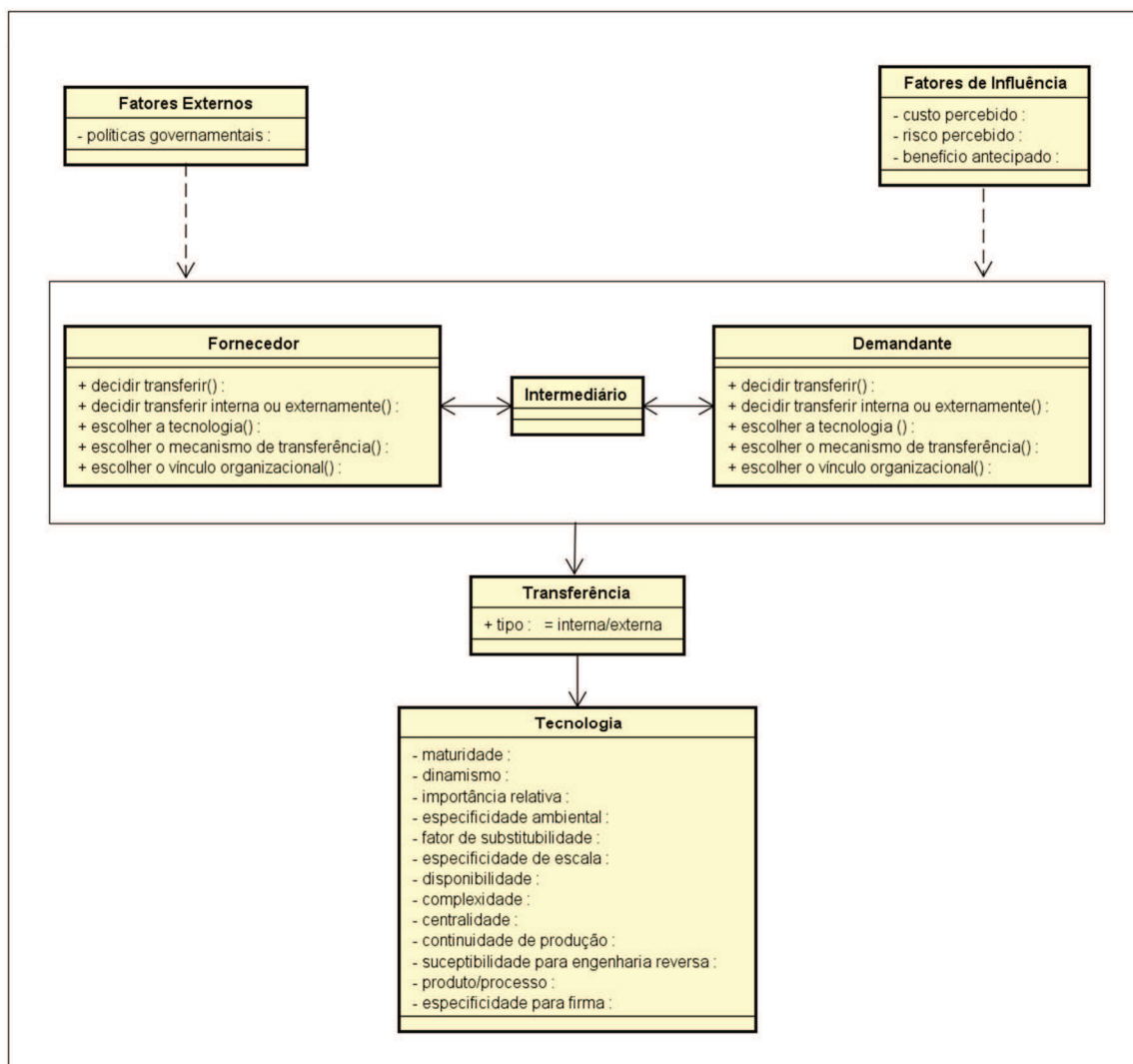
WRIGHT, M. Academic entrepreneurship, technology transfer and society: where next? **The Journal of Technology Transfer**, v. 39, n. 3, p. 322–334, 2014.

## **APÊNDICE A – ESTÁGIOS DA CONSTRUÇÃO DO MODELO CONSOLIDADO DE TT**

Este apêndice descreve como procedeu-se a construção do Modelo Consolidado de TT da Revisão Sistemática da Literatura em estágios. Para fins de gerenciamentos das influências de cada modelo analisado, foram empregadas cores diferentes. Além disso, todos os modelos são implementados e validados em sua consistência na ferramenta de modelagem Astah. (ASTAH, 2018).

O estágio I contempla os elementos derivados do trabalho de Robinson (1989), e é apresentado na Figura 33. Observa-se no modelo uma ênfase às ações de decisão do “Fornecedor” e “Demandante”, relacionadas à operação de TT, mas sem abordar ações estratégicas da tomada de decisão. Além disso, evidencia-se um detalhamento quanto à tecnologia, o que não é tratado na concepção de TT como um ecossistema (capítulo 2), mas nenhum detalhamento relevante sobre a transferência propriamente dita, o que poderia dar suporte ao efeito da relação dos atores nas decisões que cada um deve tomar.

Figura 33 – Representação de Estágio I de Construção do Modelo Consolidado de TT



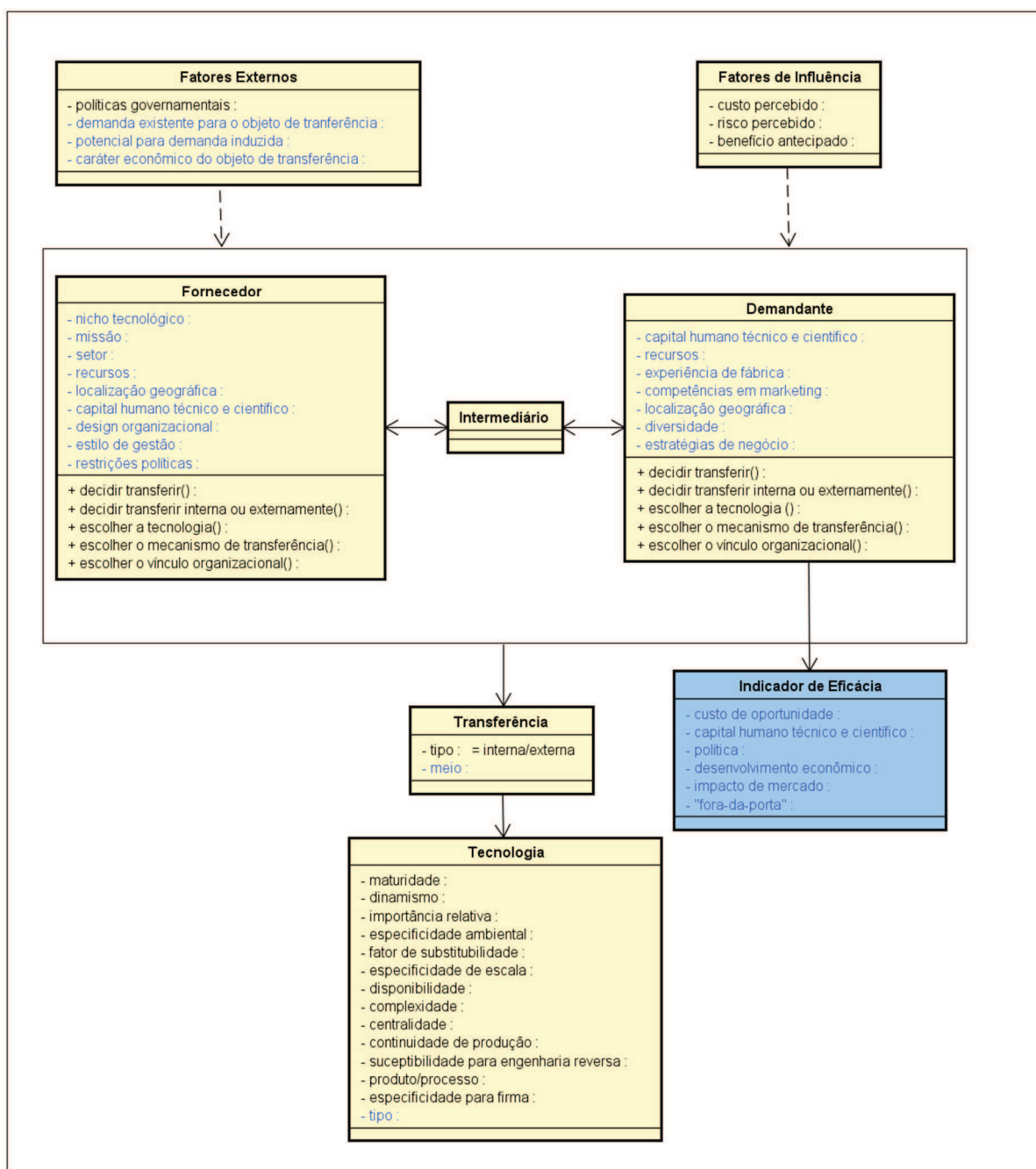
Fonte: Elaborada pela autora.

No estágio II, as proposições de Bozeman (2000) foram adicionadas ao modelo do estágio I, o que pode ser observado na Figura 34. Para fins de percepção da extensão dos modelos, os elementos deste segundo trabalho são destacados em azul. A análise da abstração evidencia uma ampliação da caracterização dos atributos dos atores de TT, bem como uma percepção mais expressiva dos “Fatores Externos”. Além disso, uma nova classe é inserida, a “Indicador de Eficácia”, para representar a percepção de efeito do processo de transferência defendida por Bozeman (2000), e alinhada à ideia de que no jogo da TT, os decisores atuam de acordo com objetivos que guiam a formulação de suas estratégias, como considerado no capítulo 2.

Contudo, nada é adicionado em termos de ações, e apenas o atributo meio é adicionado à classe “Transferência”.

Figura 34 – Representação de Estágio II de Construção do Modelo Consolidado de

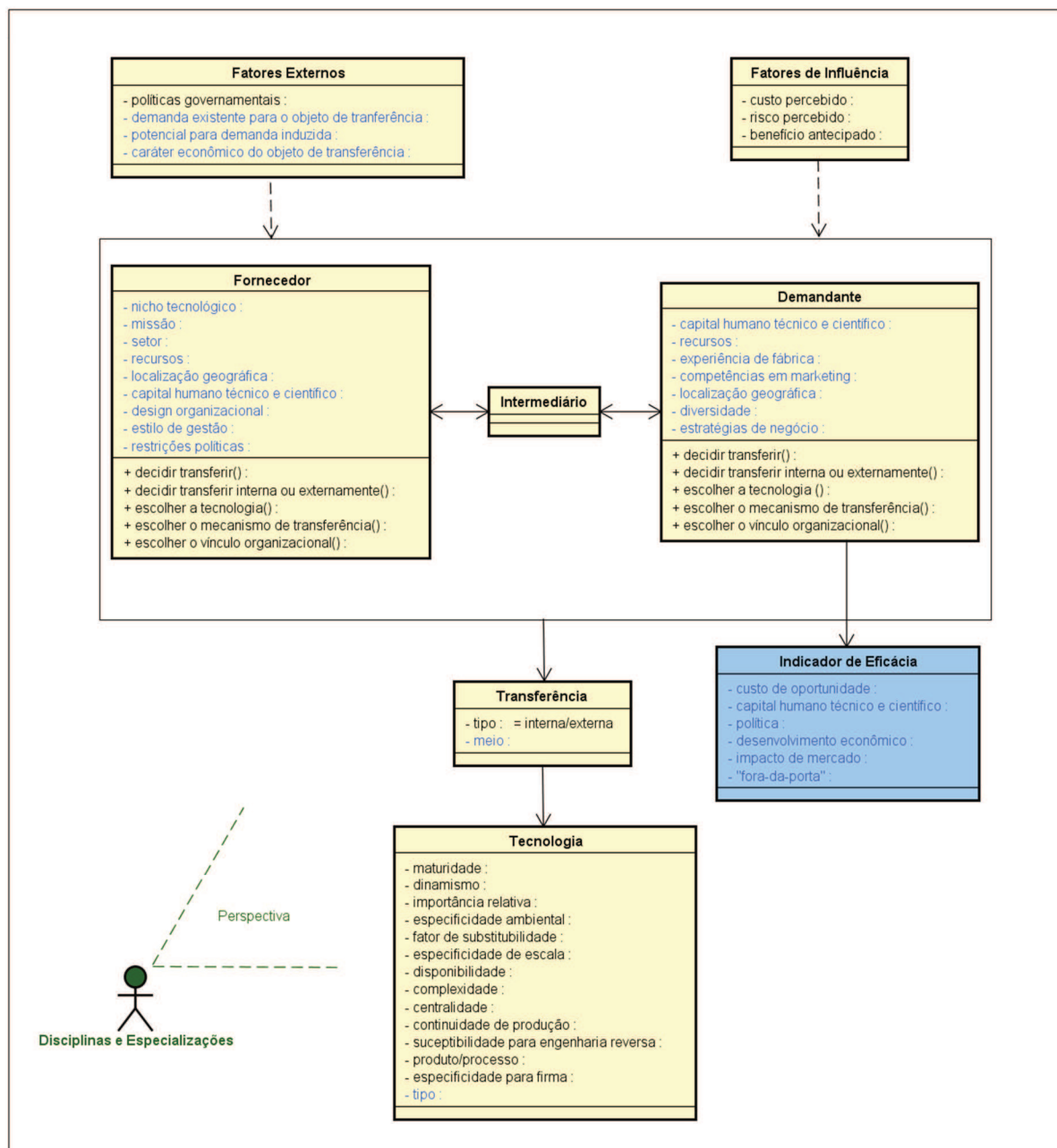
TT



Fonte: Elaborada pela autora.

O estágio III, porém, ao considerar a taxonomia de Reisman (2005), não gerou acréscimo de características ao modelo de classes. Foi percebido que por sua natureza classificatória, a mesma não contempla a caracterização dos elementos internos do processo de TT. Entretanto, a ideia de que TT é percebida por diferentes perspectivas, de acordo com a disciplina ou especialização envolvida, foi sinalizada no modelo como um elemento externo, usando a notação de um ator da UML, representado em cor verde na Figura 35. Sua inserção no modelo é justificada pelo fato dos decisores observarem o SNI de acordo com uma série de critérios, conforme abordado na descrição do problema do capítulo 1.

Figura 35 – Representação de Estágio III de Construção do Modelo Consolidado de TT



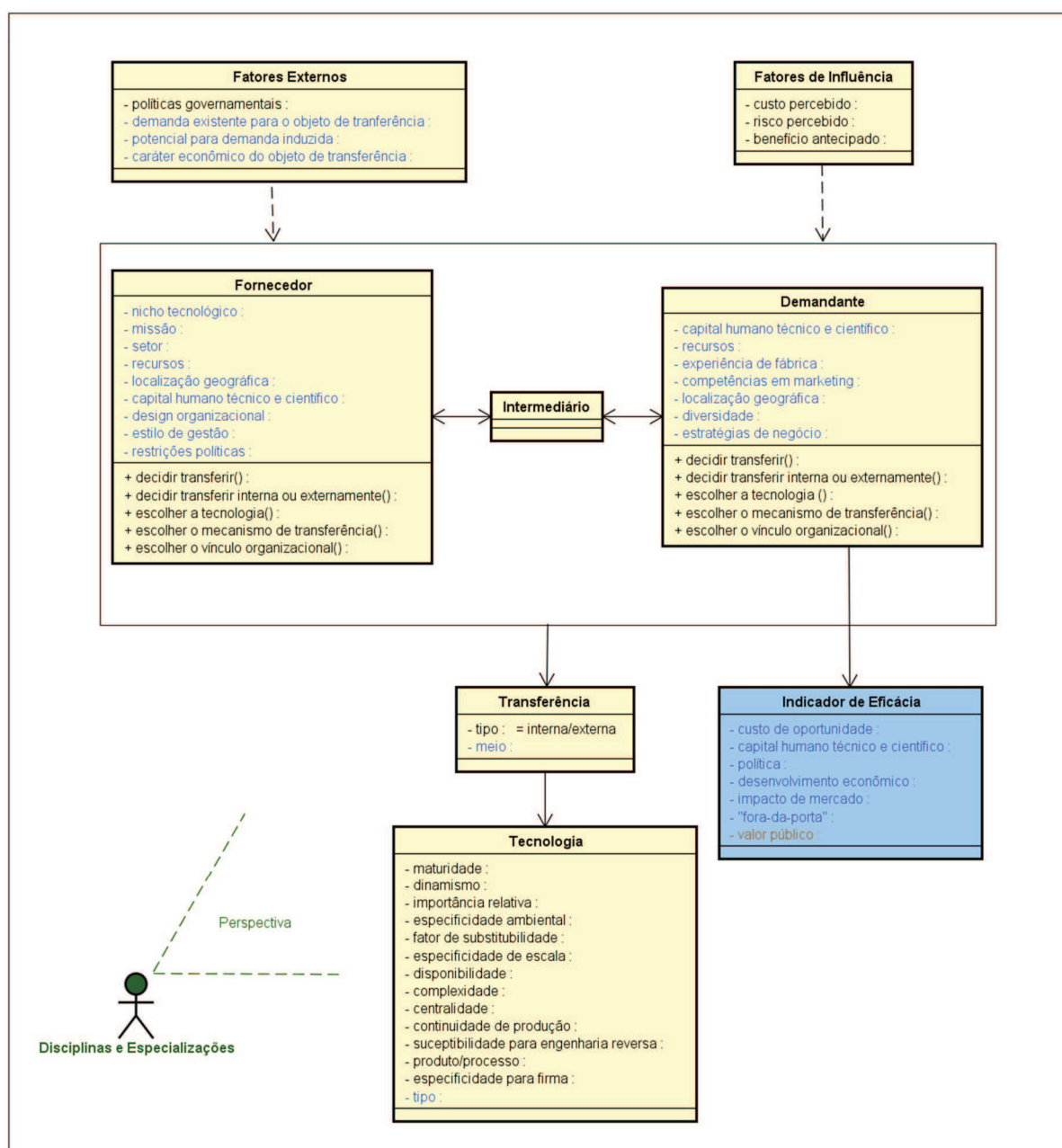
Fonte: Elaborada pela autora.

No modelo do estágio IV, as contribuições de Bozeman, Rimes e Youtie (2015) foram contempladas. Visto que a única alteração da abstração original de 2000 foi o “valor público” como “Indicador de Eficácia”, o atributo correspondente ao mesmo foi criado na classe de mesmo nome, identificado por cor laranja na Figura 36. Deve-se destacar que essa não é o único avanço do trabalho, pois o mesmo apresenta uma



comparação dos contextos e objetivos associados à TT ao longo dos quinze anos entre a primeira versão do trabalho e a publicação de 2015. Todavia, essas contribuições não se aderem diretamente à descrição do modelo para TT, pois não se referem à estruturação das dimensões de interesse.

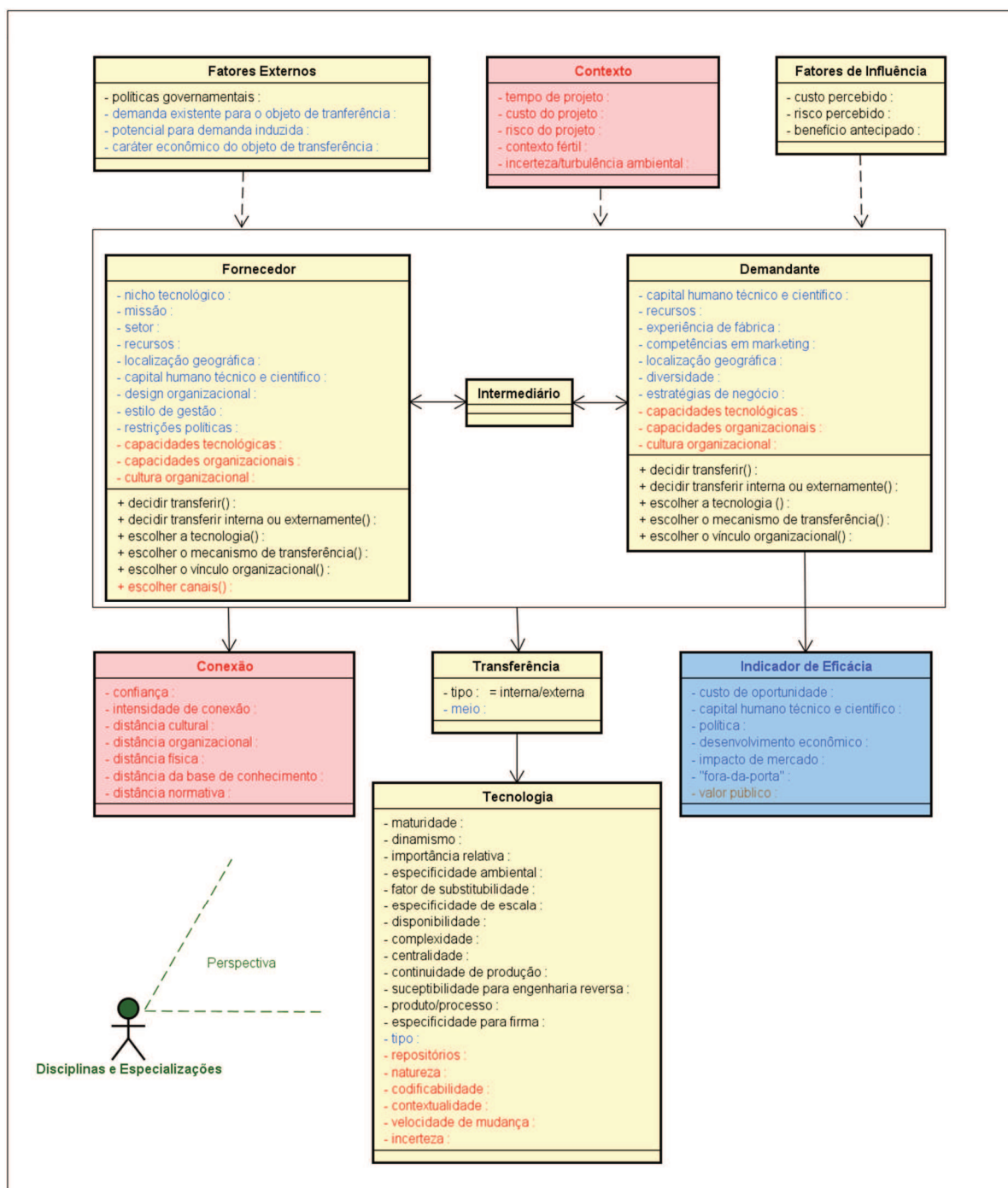
Figura 36 – Representação de Estágio IV de Construção do Modelo Consolidado de TT



Fonte: Elaborada pela autora.

Por fim, no estágio V, as definições de Battistella, De Toni e Pillon (2015) foram acrescentadas. Na Figura 37, as mesmas são apontadas em vermelho. Dos trabalhos analisados, percebe-se que este é o que oferece características em um número maior de aspectos, visto sua ênfase em mapear as dimensões do processo de TT. Uma classe “Contexto” foi adicionada, assim como atributos nos dois atores de TT. Além disso, uma classe “Conexão”, representando aspectos de interação também foi necessária. Neste aspecto, a contribuição do trabalho concentra-se em características estruturais de aproximação entre os atores de TT, permanecendo o gap sobre a dinâmica envolta na decisão de firmar acordos propriamente dita.

Comparando as duas abstrações finais realizadas nesta etapa do trabalho, o conjunto de elementos comuns aos modelos, apresentado no Quadro 4, e o modelo consolidado, apresentado na Figura 14, pode-se observar a falta de convergência entre as propostas dos cinco trabalhos, assim como a redundância das características de “Contexto” e “Conexão” já tratadas na caracterização dos atores.. Em outras palavras, o que se mantém entre eles é o conjunto de componentes estruturais já descritos na concepção do ecossistema de TT (capítulo 2), abordando o que está presente no processo de TT, mas não os elementos que influenciam o como ele ocorre. Entretanto, ao comparar o modelo consolidado com qualquer outra abstração descrita no capítulo 3, é evidente o ganho em estruturação e caracterização do processo de TT, ainda superior ao próprio entendimento do ecossistema de Inovação.



Fonte: Elaborada pela autora.

O modelo consolidado final evidencia o ganho em considerar as diferentes propostas de literatura em uma visão única, sistematizada e padronizada. Contudo, se confirmou a hipótese de motivação do tema desta proposta de tese que sustenta o pouco conhecimento sobre a dinâmica de TT, o que se apresenta como fator crítico para a análise de uma tomada de decisão nestes contextos mais promissora.

## APÊNDICE B – MAPEAMENTO DE TERMOS DE TT

Este apêndice apresenta o mapeamento dos termos que compõem os modelos de TT selecionados da literatura e que serviram de base para a construção da ontologia. No Quadro 9, os termos e as definições são apresentados em inglês para facilitar a identificação dos mesmos nos trabalhos originais, e sinalizados pelas cores designadas na Figura 38.

Figura 38 – Legenda de Identificação de Fonte dos Termos

**Legenda:**

Robinson (1989)
Bozeman (2000)
Reisman (2005)
Bozeman, Rimes e Youtie (2015)
Battistella, De Toni e Pillon (2015)
Proposto

Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 9 – Listagem de Termos e Definições para a Ontologia

(continua)

Termo	Caracterização
<i>Actor</i>	<i>intrinsic design parameters:</i>
	<i>capacity:</i>

(continua)

Termo	Caracterização
<b>Actor</b>	<i>type: [university, firm, government, ...]</i>
	<i>process mechanisms() "modes of organization and services "</i>
	<i>out mechanisms() "search results"</i>
<b>Supply Side</b>	<i>"profit-maximizing entity or not" "The institution or organization seeking to transfer the technology."</i>
	<i>perceived cost:</i>
	<i>perceived risk:</i>
	<i>anticipated benefit:</i>
	<i>perceived cost of modifying the technology:</i>
	<i>technological niche:</i>
	<i>mission:</i>
	<i>sector:</i>
	<i>resources:</i>
	<i>geographic location:</i>
	<i>scientific &amp; technical human capital:</i>
	<i>organizational design:</i>
	<i>management style:</i>
	<i>political constraints:</i>
	<i>social factors:</i>
	<i>strategic factors:</i>
	<i>global factors:</i>
	<i>personal factors:</i>
<i>duration:</i>	
<i>relevance of knowledge:</i>	

(continua)

Termo	Caracterização
<b>Supply Side</b>	<i>spontaneity in sharing:</i>
	<i>decision: transfer technology(Government Policy,perceived cost,perceived risk,anticipated benefit)</i>
	<i>decision: transfer technology externally(Technology,Government Policy,perceived risk): "between two independent and otherwise unrelated entities via a market"</i>
	<i>decision: transfer technology internally(Technology,Government Policy,perceived risk): "between two closely related entities without benefit of market intermediary"</i>
	<i>decision: choice of technology to transfer(Government Policy,perceived cost of modifying the technology)</i>
	<i>decision: choice of mechanism for the transfer()</i>
	<i>decision: choice of organizational link()</i>
	<i>measure a relationship(expectations)</i>
<b>Demand Side</b>	<i>"profit-maximizing entity or not" "The organization or institution receiving the transfer object"</i>
	<i>perceived cost:</i>
	<i>perceived risk:</i>
	<i>anticipated benefit:</i>
	<i>perceived cost of modifying the technology:</i>
	<i>social factors:</i>
	<i>strategic factors:</i>
	<i>global factors:</i>
	<i>personal factors:</i>
	<i>scientific &amp; technical human capital:</i>
	<i>resources:</i>
<i>manufacturing experience:</i>	

(continua)

Termo	Caracterização
<b>Demand Side</b>	<i>marketing capabilities:</i>
	<i>geographic location:</i>
	<i>diversity:</i>
	<i>business strategies:</i>
	<i>duration:</i>
	<i>absorptive capacity:</i>
	<i>spontaneity in the acquisition:</i>
	<i>decision: ingest technology(Government Policy, perceived cost, perceived risk, anticipated benefit)</i>
	<i>decision: transfer technology externally(Technology, Government Policy, perceived cost): "between two independent and otherwise unrelated entities via a market"</i>
	<i>decision: transfer technology internally(Technology): "between two closely related entities without benefit of market intermediary"</i>
<b>Object</b>	<i>object: "The content and form of what is transferred, the transfer entity" [scientific knowledge;physical technology;technological design;process;know-how,craft]</i>
<b>Knowledge</b>	

(continua)

Termo	Caracterização
<b>Technology</b>	<i>maturity: "phase it lies in its life cycle" [discovery;research;development;commercial;market introduction;modification or adjustment; standardization;universalization;competitive intensification;replacement;disappearance]</i>
	<i>dynamism: "how rapidly it moves through the life cycle"</i>
	<i>relative importance:</i>
	<i>environmental specificity:</i>
	<i>factor substitutability: "possibility of substituting labor for capital in the use or application of a technology"</i>
	<i>scale specificity: "need to produce a given amount of something in order to achieve an acceptable per unit cost of output"</i>
	<i>availability:</i>
	<i>complexity: "measured by the skill levels required to use and transfer it"</i>
	<i>centrality: "measured by the percentage of the transferring firm's total earnings related to a given technology"</i>
	<i>production continuity: "divisibility of a technology"</i>
	<i>susceptibility to reverse engineering:</i>
	<i>process/product:</i>
	<i>firm specificity: "known only to a specific firm"</i>
	<i>primacy: "continuum running from skills" [user technology; product adaptive technology; assembly;manufacturing technology; manufacture; design modification; design technology]</i>
<i>completeness: [complete;parcial]</i>	
<b>Intermediary</b>	<i>role: [consultants;technology broker; agent of innovation;intermediation agency;innovation centre and other institutions]</i>



(continua)

Termo	Caracterização
<b>Intermediary</b>	<i>role: [consultants;technology broker; agent of innovation;intermediation agency;innovation centre and other institutions]</i>
<b>Transfer</b>	<i>"is a relationship" "The vehicle, formal or informal by which the technology is transferred"</i>
	<i>type: [external;internal]</i>
	<i>time duration: [short term;long term]</i>
	<i>payment requirement: [none;required]</i>
	<i>network: [two nodes;multi nodal]</i>
	<i>flow: [unidirectional;bi-directional;multidirectional]</i>
	<i>nature: [proprietary;non-proprietary]</i> <i>media: [open literature;patent,copyright;license;asorption;informal;personnel exchange;on-site demonstration;spin-off]</i>
<b>Context</b>	<i>"factors market and non-market pertaining to the need for the transferred object"</i>
<b>Environment</b>	
<b>Effectiveness</b>	<i>opportunity cost: "what was the impact of technology transfer on alternative uses of the resources?"</i>
	<i>scientific &amp; technical human capital: "Did technology transfer activity lead to an increment in capacity to perform and use research?"</i>
	<i>political: "did the technology agent or recipient benefit politically from participation in technology transfer?"</i>

(conclusão)

Termo	Caracterização
<b>Effectiveness</b>	<i>economic development: "did technology transfer efforts lead to regional economic development?"</i>
	<i>market impact: "did the transferred technology have an impact on the firm's sales or profitability?"</i>
	<i>out-the-door: "was technology transferred?"</i>
	<i>public value: "did technology transfer enhance collective good and broad, societally shared values?"</i>
<b>Rules</b>	<i>one of entities is profit-maximizing</i>
	<i>transfer is not strictly unidirectional</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE C – EQUIVALÊNCIA DE TERMOS DE TT

Este apêndice apresenta o mapeamento dos termos que compõem os modelos de TT selecionados da literatura e que serviram de base para a construção da ontologia. No Quadro 10, os termos são apresentados em inglês para facilitar a identificação dos mesmos nos trabalhos originais. Além disso, as cores são mantidas em relação a Apêndice B.

Quadro 10 – Mapeamento de Termos da Revisão da Literatura

(continua)

<b>Termo Selecionado</b>	<b>Robinson (1989)</b>	<b>Bozeman (2000)</b>	<b>Reisman (2005)</b>	<b>Bozeman, Rimes e Youtie (2015)</b>	<b>Battistella, De Toni e Pillon (2015)</b>
<i>Actor</i>					<i>Actor</i>
<i>intrinsic design parameters</i>					<i>intrinsic design parameters</i>
<i>capacity</i>					<i>capacity</i>
<b>Supply Side</b>	<i>Supply Side</i>	<i>Transfer Agent</i>	<i>Transferor</i>	<i>Transfer Agent</i>	<i>Source</i>
<i>perceived cost</i>	<i>perceived cost</i>		<i>economic factors</i>		<i>cost</i>
<i>perceived risk</i>	<i>perceived risk</i>				<i>risk/uncertainty</i>
<i>anticipated benefit</i>	<i>anticipated benefit</i>		<i>operational factors</i>		
<i>perceived cost of modifying the technology</i>	<i>perceived cost of modifying the technology</i>				
<i>technological niche</i>		<i>technological niche</i>		<i>technological niche</i>	
<i>mission</i>		<i>mission</i>		<i>mission</i>	

(continua)

<b>Termo Seleccionado</b>	<b>Robinson (1989)</b>	<b>Bozeman (2000)</b>	<b>Reisman (2005)</b>	<b>Bozeman, Rimes e Youtie (2015)</b>	<b>Battistella, De Toni e Pillon (2015)</b>
<i>sector</i>		<i>sector</i>		<i>sector</i>	
<i>resources</i>		<i>resources</i>		<i>resources</i>	
<i>geographic location</i>		<i>geographic location</i>		<i>geographic location</i>	
<i>scientific &amp; technical human capital</i>		<i>scientific &amp; technical human capital</i>		<i>scientific &amp; technical human capital</i>	
<i>organizational design</i>		<i>organizational design</i>		<i>organizational design</i>	
<i>management style</i>		<i>management style</i>		<i>management style</i>	
<i>political constraints</i>		<i>political constraints</i>		<i>political constraints</i>	
<i>social factors</i>			<i>social factors</i>		
<i>strategic factors</i>			<i>strategic factors</i>		
<i>global factors</i>			<i>global factors</i>		
<i>personal factors</i>			<i>personal factors</i>		
<i>duration</i>					<i>duration</i>
<i>relevance of knowledge</i>					<i>relevance of knowledge</i>
<i>spontaneity in sharing</i>					<i>spontaneity in sharing</i>
<b>Demand Side</b>	<i>Demand Side</i>	<i>Transfer Recipient</i>	<i>Transferees</i>	<i>Transfer Recipient</i>	<i>Recipient</i>
<i>perceived cost</i>			<i>economic factors</i>		<i>cost</i>
<i>perceived risk</i>					<i>risk/uncertainty</i>
<i>anticipated benefit</i>			<i>operational factors</i>		
<i>perceived cost of modifying the technology</i>	<i>perceived cost of modifying the technology</i>				

(continua)

<b>Termo Seleccionado</b>	<b>Robinson (1989)</b>	<b>Bozeman (2000)</b>	<b>Reisman (2005)</b>	<b>Bozeman, Rimes e Youtie (2015)</b>	<b>Battistella, De Toni e Pillon (2015)</b>
<i>scientific &amp; technical human capital</i>		<i>scientific &amp; technical human capital</i>		<i>scientific &amp; technical human capital</i>	
<i>resources</i>		<i>resources</i>		<i>resources</i>	
<i>manufacturing experience</i>		<i>manufacturing experience</i>		<i>manufacturing experience</i>	
<i>marketing capabilities</i>		<i>marketing capabilities</i>		<i>marketing capabilities</i>	
<i>geographic location</i>		<i>geographic location</i>		<i>geographic location</i>	
<i>diversity</i>		<i>diversity</i>		<i>diversity</i>	
<i>business strategies</i>		<i>business strategies</i>		<i>business strategies</i>	
<i>social factors</i>			<i>social factors</i>		
<i>strategic factors</i>			<i>strategic factors</i>		
<i>global factors</i>			<i>global factors</i>		
<i>personal factors</i>			<i>personal factors</i>		
<i>duration</i>					<i>duration</i>
<i>absorptive capacity</i>					<i>absorptive capacity</i>
<i>spontaneity in the acquisition</i>					<i>spontaneity in the acquisition</i>
<b>Object</b>					<b>Object</b>
<b>Knowledge</b>					<b>Knowledge</b>
<b>Technology</b>	<i>Technology</i>				<i>Technology</i>
<i>maturity</i>	<i>maturity</i>				
<i>dynamism</i>	<i>dynamism</i>				
<i>relative importance</i>	<i>relative importance</i>				

(continua)

<b>Termo Selecionado</b>	<b>Robinson (1989)</b>	<b>Bozeman (2000)</b>	<b>Reisman (2005)</b>	<b>Bozeman, Rimes e Youtie (2015)</b>	<b>Battistella, De Toni e Pillon (2015)</b>
<i>environmental specificity</i>	<i>environmental specificity</i>				
<i>factor substitutability</i>	<i>factor substitutability</i>				
<i>scale specificity</i>	<i>scale specificity</i>				
<i>availability</i>	<i>availability</i>				
<i>complexity</i>	<i>complexity</i>				
<i>centrality</i>	<i>centrality</i>				
<i>production continuity</i>	<i>production continuity</i>				
<i>susceptibility to reverse engineering</i>	<i>susceptibility to reverse engineering</i>				
<i>process / product</i>	<i>process / product</i>				
<i>firm specificity</i>	<i>firm specificity</i>				
<i>primacy</i>	<i>primacy</i>				
<i>completeness</i>	<i>completeness</i>				
<b>Intermediary</b>	<i>Intermediary</i>				<i>Intermediary</i>
<b>Transfer</b>	<i>Linking Mechanism</i>	<i>Transfer Media</i>	<i>Transaction Type</i>	<i>Transfer Media</i>	
<i>media</i>		<i>media</i>		<i>media</i>	
<i>time duration</i>			<i>time duration</i>		
<i>payment requirement</i>			<i>payment requirement</i>		
<i>network</i>			<i>network</i>		
<i>flow</i>			<i>flow</i>		
<i>nature</i>			<i>nature</i>		
<i>type</i>			<i>type</i>		
<b>Context</b>		<i>Demand Environment</i>		<i>Demand Environment</i>	<i>Context</i>

(conclusão)

<b>Termo Selecionado</b>	<b>Robinson (1989)</b>	<b>Bozeman (2000)</b>	<b>Reisman (2005)</b>	<b>Bozeman, Rimes e Youtie (2015)</b>	<b>Battistella, De Toni e Pillon (2015)</b>
<i>Effectiveness</i>		<i>Effectiveness</i>		<i>Effectiveness</i>	
<i>oportunity cost</i>		<i>oportunity cost</i>		<i>oportunity cost</i>	
<i>scientific &amp; technical human capital</i>		<i>scientific &amp; technical human capital</i>		<i>scientific &amp; technical human capital</i>	
<i>political</i>		<i>political</i>		<i>political</i>	
<i>economic development</i>		<i>economic development</i>		<i>economic development</i>	
<i>market impact</i>		<i>market impact</i>		<i>market impact</i>	
<i>out-the-door</i>		<i>out-the-door</i>		<i>out-the-door</i>	
<i>public value</i>				<i>public value</i>	

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE D – VOCABULÁRIO PADRONIZADO

Este apêndice apresenta os termos padronizados para a ontologia. No Quadro 11, os termos são apresentados em português e inglês. A Figura 39 indica as cores utilizadas para facilitar a identificação da referência fonte.

Figura 39 – Legenda de Identificação de Fonte do Termos Padronizados

**Legenda:**

Robinson (1989)
Bozeman (2000)
Reisman (2005)
Bozeman, Rimes e Youtie (2015)
Battistella, De Toni e Pillon (2015)
Proposto

Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 11 – Termos Padronizados para a Ontologia

(continua)

Conceito		Atributo	
Ator	Actor	parâmetros intrínsecos de design	<i>intrinsic design parameters</i>
		capacidade	<i>capacity</i>
		tipo	<i>type</i>



(continua)

Conceito		Atributo	
Fornecedor	Supply Side	custo percebido	<i>perceived cost</i>
		risco percebido	<i>perceived risk</i>
		benefício antecipado	<i>anticipated benefit</i>
		custo percebido de modificar a tecnologia	<i>perceived cost of modifying the technology</i>
		nicho tecnológico	<i>technological niche</i>
		missão	<i>mission</i>
		setor	<i>sector</i>
		recursos	<i>resources</i>
		localização geográfica	<i>geographic location</i>
		capital humano técnico e científico	<i>scientific &amp; technical human capital</i>
		design organizacional	<i>organizational design</i>
		estilo de gestão	<i>management style</i>
		restrições políticas	<i>political constraints</i>
		fatores sociais	<i>social factors</i>
		fatores estratégicos	<i>strategic factors</i>
		fatores globais	<i>global factors</i>
		fatores pessoais	<i>personal factors</i>
		duração	<i>duration</i>
relevância do conhecimento	<i>relevance of knowledge</i>		
espontaneidade no compartilhamento	<i>spontaneity in sharing</i>		

(continua)

Conceito		Atributo	
Demandante	Demand Side	custo percebido	<i>perceived cost</i>
		risco percebido	<i>perceived risk</i>
		benefício antecipado	<i>anticipated benefit</i>
		custo percebido de modificar a tecnologia	<i>perceived cost of modifying the technology</i>
		capital humano técnico e científico	<i>scientific &amp; technical human capital</i>
		recursos	<i>resources</i>
		experiência de fabricação	<i>manufacturing experience</i>
		capacidades de marketing	<i>marketing capabilities</i>
		localização geográfica	<i>geographic location</i>
		diversidade	<i>diversity</i>
		estratégias de negócio	<i>business strategies</i>
		fatores sociais	<i>social factors</i>
		fatores estratégicos	<i>strategic factors</i>
		fatores globais	<i>global factors</i>
		fatores pessoais	<i>personal factors</i>
		duração	<i>duration</i>
capacidade de absorção	<i>absorptive capacity</i>		
espontaneidade na aquisição	<i>spontaneity in the acquisition</i>		
Objeto	<i>Object</i>		
Conhecimento	<i>Knowledge</i>		

(continua)

Conceito		Atributo	
Tecnologia	Technology	maturidade	<i>maturity</i>
		dinamismo	<i>dynamism</i>
		importância relativa	<i>relative importance</i>
		especificidade ambiental	<i>environmental specificity</i>
		substituibilidade	<i>factor substitutability</i>
		especificidade de escala	<i>scale specificity</i>
		disponibilidade:	<i>availability</i>
		complexidade	<i>complexity</i>
		centralidade	<i>centrality</i>
		continuidade da produção	<i>production continuity</i>
		susceptibilidade à engenharia reversa	<i>susceptibility to reverse engineering</i>
		processo / produto	<i>process / product</i>
		especificidade da empresa	<i>firm specificity</i>
		prioridade	<i>primacy</i>
completude	<i>completeness</i>		
Intermediário	Intermediary	papel	<i>role</i>
Transferência	Transfer	meio	<i>media</i>
		tempo de duração	<i>time duration</i>
		pagamento requerido	<i>payment requirement</i>
		rede	<i>network</i>
		fluxo	<i>flow</i>
		natureza	<i>nature</i>
		tipo	<i>type</i>
Contexto	Context		

(conclusão)

Conceito		Atributo	
Ambiente	<i>Environment</i>		
Indicador de Eficácia	<i>Effectiveness</i>	custo de oportunidade	<i>opportunity cost</i>
		capital humano técnico e científico	<i>scientific &amp; technical human capital</i>
		política	<i>Political</i>
		desenvolvimento econômico	<i>economic development</i>
		impacto de mercado	<i>market impact</i>
		fora da porta	<i>out-the-door</i>
		valor público	<i>public value</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE E – CÓDIGO DO MODELO *IN SILICO* PARA TT UNIVERSIDADE e EMPRESA

A listagem a seguir é o código-fonte desenvolvido em linguagem Logo, na ferramenta NetLogo 5.0.5, para modelagem e simulação de Transferência de Tecnologia baseada em agentes para avaliação *in silico* da ontologia da interação entre atores de TT.

Nele, a questão norteadora é “Qual a influência da turbulência e da colaboração para o número de TT’s entre universidade e empresa?”.

```
;-----  
; EXPERIMENTO IN SILICO DA ONTOLOGIA TT  
; AUTOR: ADRIANA NEVES DOS REIS  
; VERSAO: 1.0  
;-----  
extensions [array table matrix]  
  
breed  
[agentes]  
  
globals  
[  
  tempo ;controla o tempo da simulacao  
  populacao-total-agentes ;computa o numero total de agentes  
  numero-total-negociacoes ;numero de interacoes firmadas  
  numero-total-transferencias ;numero de transferencias  
realizadas  
  numero-total-sucesso ;numero de transferencias com sucesso  
  numero-total-falha ;numero de transferencias com fracasso  
  numero-total-avaliacoes ;numero de avaliacoes de TT  
]  
;-----  
;----- MODELO -----
```

```

;-----
agentes-own
[
  ;TIPO
  tipo ;empresa (1), universidade (2)
  papel ;fornecedor (1), comprador (2)

  ;TECNOLOGIA
  tecnologia ;um inteiro que representa uma tecnologia a ser
negociada

  ;HABILITADORES
  investimento ;valor que o agente dispoe a pagar ou receber
  know-how ;valor que corresponde a expertise exigida ou
disponivel pelo agente na tecnologia negociada: 0 (nada
conhece) 100 (tem total domínio)

  ;NEGOCIACAO
  parceiro ;se esta interagindo
  tempo-decisao ;tempo ate decidir - tem influencia da taxa
de colaboracao
  status-negociacao ;0 (disponivel) 1 (ocupado)
  prazo-avaliacao ;tempo de simulacao para avaliar sucesso ou
fracasso
  taxa-risco ;0 - 100(risco embutido na negociacao - tem
influencia da taxa de turbulencia)

  ;RESULTADOS
  roi-acumulado ;retorno do investimento em TT na simulacao
totalTT ;total de tt

  numero-sucessos ;numero de avaliacoes positivas
  numero-rompimentos ;numero de contratos rompidos

```

```

;HISTORICO
numero-negociacoes      ;numero de tentativas (cumulativo)
portfolio                ;agentes com quais teve TT
]
;-----
;----- SETUP -----
;-----
to setup
  clear-all
  setup-globais
  setup-agentes
  reset-ticks
end
;-----
to setup-globais
  random-seed semente
  set tempo 0
  set populacao-total-agentes populacao-total-universidades +
populacao-total-empresas
  set numero-total-negociacoes 0
  set numero-total-transferencias 0
  set numero-total-sucesso 0
  set numero-total-falha 0
  set numero-total-avaliacoes 0
end
;-----
to setup-agentes
  create-agentes populacao-total-empresas
  [
    setxy (random 60) (random 60)
    set shape "person business"

    set tipo 1
    ifelse random 101 <= taxa-empresas-compradoras

```

```

    [set-comprador]
    [set-fornecedor]

set tecnologia random (max-tecnologias + 1)
set investimento random (max-investimentos + 1)
set know-how random (max-know-how + 1)

set roi-acumulado 0
set totalTT 0
set parceiro nobody
set tempo-decisao 0
set status-negociacao 0
set prazo-avaliacao 0
set taxa-risco random(taxa-turbulencia + 1)

set numero-sucessos 0
set numero-rompimentos 0

set numero-negociacoes 0
set portfolio []
]
;-----
create-agentes populacao-total-universidades
[
  setxy (random 35) (random 35)
  set shape "person graduate"

set tipo 2
ifelse random 101 <= taxa-universidades-compradoras
  [set-comprador]
  [set-fornecedor]

set tecnologia random (max-tecnologias + 1)
set investimento random (max-investimentos + 1)

```



```

set know-how random (max-know-how + 1)

set roi-acumulado 0
set totalTT 0

set parceiro nobody
set tempo-decisao 0
set status-negociacao 0
set prazo-avaliacao 0
set taxa-risco random(taxa-turbulencia + 1)

set numero-sucessos 0
set numero-rompimentos 0

set numero-negociacoes 0
set portfolio []
]
end
;-----
to set-fornecedor
  set papel 1
  set color green
end
;-----
to set-comprador
  set papel 2
  set color red
end
;-----
;----- INTERACAO -----
;-----
to procura-tecnologia ;procura entre individuos de outra
categoria

```

```

;AGENTE QUERENDO COMPRAR
let agente one-of agentes with [papel = 2]
let candidatos []

ifelse ([tipo] of agente = 1)
[
  set candidatos agentes with [tipo = 2 and papel = 1 and
status-negociacao = 0 and tecnologia = [tecnologia] of agente]
]
[
  set candidatos agentes with [tipo = 1 and papel = 1 and
status-negociacao = 0 and tecnologia = [tecnologia] of agente]
]

let aptos []
let selecionado nobody
let tempoN 0

;show [tecnologia] of agente
show [portfolio] of agente
show [numero-negociacoes] of agente

if (any? candidatos)
[
  ;SELECIONAR O MAIS PROVÁVEL
  foreach sort candidatos
  [
    ask ? [

      ;show tecnologia
      if([investimento] of agente <= investimento
and [know-how] of agente <= know-how and [taxa-risco] of
agente <= taxa-risco)
      [

```

```

        ;FORNECEDOR APTO
        set aptos lput self aptos
    ]
]

if (length aptos > 0) ;TENHO APTOS
[
    ifelse (length aptos = 1) ;TENHO APENAS 1 APTO
    [
        set selecionado item 0 aptos
    ]
    [ ;ESCOLHE UM ALEATORIO
        set selecionado item (random (length aptos))
    ]
]

aptos

set tempoN 1 + random(max-tempo-negociacao - 1)
set numero-total-negociacoes (numero-total-
negociacoes + 1)
ask agente
[
    set parceiro selecionado
    set tempo-decisao tempoN
    set numero-negociacoes (numero-negociacoes + 1)
]
ask selecionado
[
    set parceiro agente
    set tempo-decisao tempoN
    set numero-negociacoes (numero-negociacoes + 1)
]
]

```

```

]
;[show -1]

end
;-----
to atualiza-tempo-decisao
  let tempTipo 0
  let tempPrazo 0
  let simTT 0
  let pagamento 0
  ;AGENTE QUERENDO COMPRAR
  ask agentes with [papel = 2]
  [
    ifelse (tempo-decisao = 1)
    [
      ;finaliza tempo de negociacao
      set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)

      ;verifica se fechara acordo
      set simTT (random (101))
      ifelse (simTT < taxa-colaboracao)
      [
        ;fechou acordo
        set status-negociacao 1
        ask parceiro
        [
          set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)
          set portfolio lput parceiro portfolio
          set roi-acumulado (roi-acumulado + investimento)
          set pagamento investimento
          set status-negociacao 1
        ]
        set investimento (investimento - pagamento)
      ]
    ]
  ]

```

```

set portfolio lput parceiro portfolio

set totalTT (totalTT + 1)

set tempPrazo random ((max-tempo-avaliacao) + 1)
set prazo-avaliacao tempPrazo

set numero-total-transferencias (numero-total-
transferencias + 1)
ask parceiro
[
  set totalTT (totalTT + 1)
  set prazo-avaliacao tempPrazo
]
]
[;NAO FECHOU ACORDO
set status-negociacao 0
set tempo-decisao 0
ask parceiro
[
  set status-negociacao 0
  set tempo-decisao 0
]
]
]
[
if (tempo-decisao > 1)
[
set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)
ask parceiro
[
set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)
]
]
]
]

```

```

    ]
  ]
end
;-----
to atualiza-prazo-avaliacao
  let sim 0
  let nao 0
  let custo 0
  let potencialPerda 0
  let tempPrazo 0

  set sim random(101)
  set nao random(101)

  ask agentes with [papel = 2]
  [
    ifelse (prazo-avaliacao = 1)
    [
      set numero-total-avaliacoes (numero-total-avaliacoes +
1)
      ;avalia andamento do contrato de TT
      set prazo-avaliacao (prazo-avaliacao - 1)
      ifelse (sim > nao) ;ira continuar
      [
        set numero-total-sucesso (numero-total-sucesso + 1)
;numero de transferencias com sucesso
        set numero-sucessos (numero-sucessos + 1)
;numero de avaliacoes positivas

        set tempPrazo random ((max-tempo-avaliacao) + 1)
        set prazo-avaliacao tempPrazo

        ask parceiro
        [

```

```

        set custo investimento
        set potencialPerda taxa-risco
        set prazo-avaliacao tempPrazo
    ]

    set roi-acumulado (roi-acumulado + (custo * (1 -
(potencialPerda / 100)))) ;ROI do comprador
]
[;ROMPER
    set numero-total-falha (numero-total-falha + 1)
    set numero-rompimentos (numero-rompimentos + 1)
    set prazo-avaliacao 0
    set status-negociacao 0
    ask parceiro
    [
        set numero-rompimentos (numero-rompimentos + 1)
        set prazo-avaliacao 0
        set status-negociacao 0
    ]
]
]
[
    if (prazo-avaliacao > 1)
    [
        set prazo-avaliacao (prazo-avaliacao - 1)
        ask parceiro
        [
            set prazo-avaliacao (prazo-avaliacao - 1)
        ]
    ]
]
]
end
;-----

```

```

to atualiza-risco
  ask agentes
  [
    ifelse (length portfolio >= (numero-negociacoes + (taxa-
ganho / 100)))
    [
      set taxa-risco (taxa-risco - 0.01)
    ]
    [
      set taxa-risco (taxa-risco + 0.01)
    ]
  ]
end
;-----
;----- GRAFICOS -----
;-----
to atualiza-status
  ask agentes
  [
    ifelse (status-negociacao = 1)
    [
      set pcolor white
    ]
    [
      set pcolor black
    ]
  ]
end
;-----
to update-plot-negociacoes ;histogramas de negociacoes
  set-current-plot "Negociacoes"
  set-current-plot-pen "negociacoes"
  histogram [ numero-negociacoes ] of agentes
end

```



```
;-----  
to update-plot-transferencias ;histogramas de transferencias  
  set-current-plot "Transferencias"  
  set-current-plot-pen "tt"  
  histogram [ totalTT ] of agentes  
end  
;-----  
;----- EXECUTAR -----  
;-----  
to simular  
  set tempo + 1  
  procura-tecnologia  
  atualiza-tempo-decisao  
  atualiza-prazo-avaliacao  
  atualiza-risco  
  atualiza-status  
  update-plot-negociacoes  
  update-plot-transferencias  
  
end  
;-----
```

## APÊNDICE F – CÓDIGO DO MODELO *IN SILICO* PARA EMPRESA A

A listagem a seguir é o código-fonte desenvolvido em linguagem Logo, na ferramenta NetLogo 5.0.5, para modelagem e simulação de Transferência de Tecnologia baseada em agentes para avaliação *in silico* da ontologia da interação entre atores de TT. O modelo considera o caso real relatado da empresa A (seção 5.2).

Nele, a questão norteadora é “Qual a influência da retenção de investimentos por parte do governo para a decisão da empresa A optar em realizar TT com empresa ou universidade?”.

```
;-----  
; EXPERIMENTO IN SILICO DA ONTOLOGIA TT  
; CASO: EMPRESA A  
; AUTOR: ADRIANA NEVES DOS REIS  
; VERSAO: 1.0  
;-----  
extensions [array table matrix]  
  
breed  
[agentes]  
  
globals  
[  
  tempo ;controla o tempo da simulacao  
  numero-total-negociacoes ;numero de interacoes firmadas  
  numero-total-transferencias ;numero de transferencias  
realizadas  
  numero-total-sucesso ;numero de transferencias com sucesso  
  numero-total-falha ;numero de transferencias com fracasso  
  numero-total-avaliacoes ;numero de avaliacoes de TT  
  tt-empresa  
  tt-universidade
```

```

]
;-----
;----- MODELO -----
;-----
agentes-own
[
  ;TIPO
  tipo ;empresa (1), universidade (2)
  papel ;fornecedor (1), comprador (2)

  ;TECNOLOGIA
  tecnologia ;um inteiro que representa uma tecnologia a ser
negociada

  ;HABILITADORES
  investimento ;valor que o agente dispoe a pagar ou receber
  know-how ;valor que corresponde a expertise exigida ou
disponivel pelo agente na tecnologia negociada: 0 (nada
conhece) 100 (tem total domínio)

  ;NEGOCIACAO
  parceiro ;se esta interagindo
  tempo-decisao ;tempo ate decidir - tem influencia da taxa
de colaboracao
  status-negociacao ;0 (disponivel) 1 (ocupado)
  prazo-avaliacao ;tempo de simulacao para avaliar sucesso ou
fracasso
  taxa-risco ;0 - 100(risco embutido na negociacao - tem
influencia da taxa de turbulencia)

  ;RESULTADOS
  roi-acumulado ;retorno do investimento em
TT na simulacao

```

```

totalTT                ;total de tt

numero-sucessos        ;numero de avaliacoes positivas
numero-rompimentos     ;numero de contratos rompidos

;HISTORICO
numero-negociacoes    ;numero de tentativas (cumulativo)
portfolio              ;agentes com quais teve TT

]

;-----
;----- SETUP -----
;-----

to setup
  clear-all
  setup-globais
  setup-agentes
  reset-ticks
end

;-----

to setup-globais
  random-seed semente
  set tempo 0
  set numero-total-negociacoes 0
  set numero-total-transferencias 0
  set numero-total-sucesso 0
  set numero-total-falha 0
  set numero-total-avaliacoes 0
  set tt-empresa 0
  set tt-universidade 0

end

;-----

```

```
to setup-agentes
  ;empresa ALPHA
  create-agentes 1
  [
    setxy (random 35) (random 10)
    set shape "person business"

    set tipo 1 ; todas empresas
    set papel 2 ; compradora
    set color red
    set tecnologia 1
    set investimento random (max-investimentos + 1)
    set know-how random (max-know-how + 1)

    set roi-acumulado 0
    set totalTT 0

    set parceiro nobody
    set tempo-decisao 0
    set status-negociacao 0
    set prazo-avaliacao 0
    set taxa-risco random(retencao-investimentos + 1)

    set numero-sucessos 0
    set numero-rompimentos 0

    set numero-negociacoes 0
    set portfolio []
  ]
  ;empresas fornecedoras
  create-agentes 10
  [
    setxy (random 35) (random 10)
    set shape "person business"
```

```

set tipo 1 ; todas empresas
set papel 1 ;todas fornecedoras
set color green
set tecnologia 1
set investimento random (max-investimentos + 1)
set know-how random (max-know-how + 1)

set roi-acumulado 0
set totalTT 0

set parceiro nobody
set tempo-decisao 0
set status-negociacao 0
set prazo-avaliacao 0
set taxa-risco random(retencao-investimentos + 1)

set numero-sucessos 0
set numero-rompimentos 0

set numero-negociacoes 0
set portfolio []
]
;-----
; atualização para representar as expectativas da empresa
ALPHA
;-----
create-agentes 3
[
setxy (random 35) (random 10)
set shape "person graduate"

set tipo 2
set color green

```

```

set papel 1

set tecnologia 1
set investimento random (max-investimentos + 1) * 1.5
;atualizado para ALPHA
set know-how random (max-know-how + 1) * 1.5

set roi-acumulado 0
set totalTT 0

set parceiro nobody
set tempo-decisao 0
set status-negociacao 0
set prazo-avaliacao 0
set taxa-risco random(retencao-investimentos + 1)

set numero-sucessos 0
set numero-rompimentos 0

set numero-negociacoes 0
set portfolio []

]
end

;-----
;---- INTERACAO -----
;-----

to procura-tecnologia ;procura entre individuos de outra
categoria

;AGENTE QUERENDO COMPRAR
let agente one-of agentes with [papel = 2]
let candidados []

```

```

set candidados agentes with [papel = 1 and status-negociacao
= 0 and tecnologia = [tecnologia] of agente]

```

```

let aptos []
let selecionado nobody
let tempoN 0

```

```

;show [tecnologia] of agente
show [portfolio] of agente
show [numero-negociacoes] of agente

```

```

if (any? candidados)
[
    ;SELECIONAR O MAIS PROVÁVEL
    foreach sort candidados
    [
        ask ? [
            ;show tecnologia
            if([investimento] of agente <= investimento
and [know-how] of agente <= know-how and [taxa-risco] of
agente <= taxa-risco)
            [
                ;FORNECEDOR APTO
                set aptos lput self aptos
            ]
        ]
    ]
]

if (length aptos > 0) ;TENHO APTOS
[
    ifelse (length aptos = 1) ;TENHO APENAS 1 APTO

```



```

        [
            set selecionado item 0 aptos
        ]
        [ ;ESCOLHE UM ALEATORIO
            set selecionado item (random (length aptos))
aptos
        ]

        set tempoN 1 + random(max-tempo-negociacao - 1)
        set numero-total-negociacoes (numero-total-
negociacoes + 1)
        ask agente
        [
            set parceiro selecionado
            set tempo-decisao tempoN
            set numero-negociacoes (numero-negociacoes + 1)
        ]
        ask selecionado
        [
            set parceiro agente
            set tempo-decisao tempoN
            set numero-negociacoes (numero-negociacoes + 1)
        ]
    ]
]
;[show -1]

end
;-----
to atualiza-tempo-decisao
    let tempTipo 0
    let tempPrazo 0
    let simTT 0

```

```

let pagamento 0
;AGENTE QUERENDO COMPRAR
ask agentes with [papel = 2]
[

  ifelse (tempo-decisao = 1)
  [
    ;finaliza tempo de negociacao
    set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)

    ;verifica se fechara acordo
    ifelse (tipo = 1) ;é empresa
    [
      set simTT (random (101))
    ]
    [
      set simTT random (101) * 1.2
    ]

    ifelse (simTT < taxa-colaboracao)
    [
      ;fechou acordo
      set status-negociacao 1
      ask parceiro
      [
        set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)
        set portfolio lput parceiro portfolio
        set roi-acumulado (roi-acumulado + investimento)
        set pagamento investimento
        set status-negociacao 1
        ifelse (tipo = 1)
        [
          set tt-empresa (tt-empresa + 1)
        ]
      ]
    ]
  ]
]

```

```

        [
            set tt-universidade (tt-universidade + 1)
        ]

    ]
    set investimento (investimento - pagamento)
    set portfolio lput parceiro portfolio

    set totalTT (totalTT + 1)

    set tempPrazo random ((max-tempo-avaliacao) + 1)
    set prazo-avaliacao tempPrazo

    set numero-total-transferencias (numero-total-
transferencias + 1)
    ask parceiro
        [
            set totalTT (totalTT + 1)
            set prazo-avaliacao tempPrazo
        ]
    ]
    [;NAO FECHOU ACORDO
    set status-negociacao 0
    set tempo-decisao 0
    ask parceiro
        [
            set status-negociacao 0
            set tempo-decisao 0
        ]
    ]
    ]
    [
    if (tempo-decisao > 1)
        [

```

```

        set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)
        ask parceiro
            [
                set tempo-decisao (tempo-decisao - 1)
            ]
        ]
    ]
end
;-----
to atualiza-prazo-avaliacao
    let sim 0
    let nao 0
    let custo 0
    let potencialPerda 0
    let tempPrazo 0

    set sim random(101)
    set nao random(101)

    ask agentes with [papel = 2]
    [
        ifelse (prazo-avaliacao = 1)
        [
            set numero-total-avaliacoes (numero-total-avaliacoes +
1)

            ;avalia andamento do contrato de TT
            set prazo-avaliacao (prazo-avaliacao - 1)
            ifelse (sim > nao) ;ira continuar
            [
                set numero-total-sucesso (numero-total-sucesso + 1)
;numero de transferencias com sucesso

```

```

        set numero-sucessos (numero-sucessos + 1)
;numero de avaliacoes positivas

        set tempPrazo random ((max-tempo-avaliacao) + 1)
        set prazo-avaliacao tempPrazo

ask parceiro
[
    set custo investimento
    set potencialPerda taxa-risco
    set prazo-avaliacao tempPrazo
]

        set roi-acumulado (roi-acumulado + (custo * (1 -
(potencialPerda / 100)))) ;ROI do comprador

]

[;ROMPER
    set numero-total-falha (numero-total-falha + 1)
    set numero-rompimentos (numero-rompimentos + 1)
    set prazo-avaliacao 0
    set status-negociacao 0
    ask parceiro
    [
        set numero-rompimentos (numero-rompimentos + 1)
        set prazo-avaliacao 0
        set status-negociacao 0
    ]
]

[
if (prazo-avaliacao > 1)
[
    set prazo-avaliacao (prazo-avaliacao - 1)

```

```

        ask parceiro
        [
            set prazo-avaliacao (prazo-avaliacao - 1)
        ]
    ]
]
end
;-----
to atualiza-risco
    ask agentes
    [
        ifelse (length portfolio >= (numero-negociacoes + (taxa-
ganho / 100)))
        [
            set taxa-risco (taxa-risco - 0.01)
        ]
        [
            set taxa-risco (taxa-risco + 0.01)
        ]
    ]
end
;-----
;----- GRAFICOS -----
;-----
to atualiza-status
    ask agentes
    [
        ifelse (status-negociacao = 1)
        [
            set pcolor white
        ]
        [
            set pcolor black
        ]
    ]
end

```

```
    ]
  ]
end
;-----
to update-plot-transferencias ;histogramas de transferencias
  set-current-plot "Transferencias"
  set-current-plot-pen "tt"
  histogram [ totalTT ] of agentes
end
;-----
;----- EXECUTAR -----
;-----
to simular
  set tempo tempo + 1
  procura-tecnologia
  atualiza-tempo-decisao
  atualiza-prazo-avaliacao
  atualiza-risco
  atualiza-status
  update-plot-transferencias
end
;-----
```

## **ANEXO A – TAXONOMIA PROPOSTA POR REISMAN (2005)**

### **Key 1: Atores**

#### 1.1 Cedentes

- 1.1.1 Disciplinas Científicas
- 1.1.2 Especializações
- 1.1.3 Entidades empresariais ou institucionais
- 1.1.4 Indústrias
- 1.1.5 Setores Econômicos
- 1.1.6 Regiões Geográficas
- 1.1.7 Sociedades/países

#### 1.2 Cessionários

- 1.2.1 Disciplinas Científicas
- 1.2.2 Especializações
- 1.2.3 Entidades empresariais ou institucionais
- 1.2.4 Indústrias
- 1.2.5 Setores Econômicos
- 1.2.6 Regiões Geográficas
- 1.2.7 Sociedades/países

### **Key 2: Tipos de Transação**

#### 2.1 Transferências Externas

- 2.1.1 Troca de Informações
  - 2.1.1.1 Programas
  - 2.1.1.2 Conferências e Simpósios
  - 2.1.1.3 Correspondência Técnica
  - 2.1.1.4 Serviços Técnicos Gratuitos
  - 2.1.1.5 Publicações Especializada-Científicas
  - 2.1.1.6 Softwares
  - 2.1.1.7 Trocas relacionadas ao uso da Internet/Web
- 2.1.2 Vendas
  - 2.1.2.1 Vendas de Equipamentos e/ou Propriedades Intelectuais
  - 2.1.2.2 Vendas de Serviços
- 2.1.3 Acordo de Cooperação



- 2.1.3.1 Co-produção
- 2.1.3.2 Co-pesquisa
- 2.1.3.3 Co-design
- 2.1.4 Licenciamento Arm's length
  - 2.1.4.1 Licenciamento
  - 2.1.4.2 Licenciamento cruzado
- 2.1.5 Franchising
- 2.1.6 Joint venture
  - 2.1.6.1 Joint Venture equidade
  - 2.1.6.2 Joint Venture contratual
- 2.2 Transferências Internas
  - 2.2.1 Troca de Informação Interna
  - 2.2.2 Acordo de Cooperação
  - 2.2.3 Licenciamento Arm's length
  - 2.2.4 Joint venture internacional
  - 2.2.5 Subsidiária integral
- 2.3 Tempo de Duração
  - 2.3.1 Curto prazo
  - 2.3.2 Longo prazo
- 2.4 Exigência de Pagamento
  - 2.4.1 Nenhum
  - 2.4.2 Requerido
- 2.5 Rede
  - 2.5.1 Dois nodos
  - 2.5.2 Múltiplos nodos
- 2.6 Fluxo
  - 2.6.1 Unidirecional
  - 2.6.2 Bidirecional
  - 2.6.3 Multidirecional
- 2.7 Natureza de TT
  - 2.7.1 Proprietária
  - 2.7.2 Não-Proprietária

**Key 3: Motivações****3.1 Fatores Econômicos**

- 3.1.1 Redução de Custos
- 3.1.2 Crescimento Econômico
- 3.1.3 Acréscimo de ganhos em moeda forte
- 3.1.4 Geração de divisas (que não seja moeda forte)
- 3.1.5 Melhoria da Balança Comercial
- 3.1.6 Geração de exportações
- 3.1.7 Acordos comerciais mais equitativos
- 3.1.8 Incremento das receitas fiscais
- 3.1.9 Aumento de vendas
- 3.1.10 Aproveitamento das leis tarifárias e tributárias
- 3.1.11 Aumento de royalties
- 3.1.12 Aumento de vendas de tecnologia
- 3.1.13 Aumento de rentabilidade
- 3.1.14 Aumento de conhecimento/banco de dados

**3.2 Fatores Sociais**

- 3.2.1 Melhoria da qualidade de vida
- 3.2.2 Melhoria do estado físico de saúde
- 3.2.3 Aumento de emprego
- 3.2.4 Elevação do estado social e político
- 3.2.5 Enriquecimento cultural, evolução cultural
- 3.2.6 Avanço da sociedade
- 3.2.7 Melhoria do ambiente por meio de tecnologia nova/melhorada
- 3.2.8 Melhoria das capacidades de combate ao crime

**3.3 Fatores Operacionais**

- 3.3.1 Mudanças na escala de produção ou serviço
- 3.3.2 Melhoria de entrada de materiais
- 3.3.3 Melhoria da confiabilidade das datas de entrega
- 3.3.4 Uso mais eficiente do capital e do trabalho
- 3.3.5 Upgraded das competências de trabalho
- 3.3.6 Acesso a fontes alternativas de abastecimento
- 3.3.7 Aumento da capacidade de produção

- 3.3.8 Execução de acordos comerciais com menos restrições
- 3.3.9 Redução de riscos de previsão de excesso de demanda
- 3.3.10 Melhoria das competências de resolução de problemas
- 3.3.11 Melhor capacidade de compra
- 3.3.12 Aumento da mecanização/automação
- 3.3.13 Melhoria do rendimento dos processos
- 3.3.14 Mudança de processo intermitente para fluxo de massa
- 3.3.15 Melhoria das capacidades de comunicação
- 3.3.16 Melhoria temporal: habilidade de fazer o trabalho mais rápido
- 3.3.17 Movimento para padronização
- 3.3.18 Acordos de longo prazo que alimentam o aprimoramento da tecnologia
- 3.3.19 Design para segmentos de mercado
- 3.3.20 Maior mercado para participar empresas multinacionais
- 3.3.21 Melhoria em P&D
- 3.3.22 Integração vertical ou horizontal de uma indústria
- 3.3.23 Melhoria do acesso a novas tecnologias e know-how
- 3.3.24 Exposição a futuras inovações técnicas
- 3.3.25 Melhoria das oportunidades de vendas
- 3.3.26 Ganho de acesso a novos mercados
- 3.3.27 Introdução acelerada de um novo modelo de produto
- 3.3.28 Oportunidade de iniciar novos negócios
- 3.3.29 Ganhos de produtividade
- 3.3.30 Melhoria da satisfação do usuário
- 3.3.31 Melhoria do processo de inovação
- 3.3.32 Melhoria da qualidade de conformidade
- 3.3.33 Maior grau de computadorização resultando em alta acurácia e velocidade
- 3.3.34 Melhoria de comunicações
- 3.3.35 Melhoria das capacidades de Internet e hospedagem web

#### 3.4 Fatores Estratégicos

- 3.4.1 Melhoria da qualidade do design de produto e serviço
- 3.4.2 Melhoria da inovação de produção

- 3.4.3 Entrada no Mercado internacional
- 3.4.4 Melhoria da flexibilidade do volume
- 3.4.5 Melhoria da flexibilidade de produto/serviço
- 3.4.6 Melhoria da flexibilidade gerencial
- 3.4.7 Melhoria no tratar das reclamações do cliente/ após os serviços de venda
- 3.4.8 Melhoria da agilidade: redução da ideia para o tempo de mercado
- 3.4.9 Melhoria do design de produto e serviço
- 3.4.10 Melhoria das propriedades físicas do produto
- 3.4.11 Melhoria das características de desempenho de produtos/serviços
- 3.4.12 Mitigação de barreira de entrada através da Internet
- 3.4.13 Gestão da Tecnologia
- 3.4.14 Serviços viabilizados pela Web

### 3.5 Fatores Globais

- 3.5.1 Melhoria das capacidades de reconhecimento
- 3.5.2 Melhoria das capacidades de guerra/defesa
- 3.5.3 Melhorias das capacidades tecnológicas espaciais
- 3.5.4 Melhoria das capacidades de transporte
- 3.5.5 Melhoria da imagem política
- 3.5.6 Maior influência

### 3.6 Fatores Pessoais

- 3.6.1 Benefícios da Aprendizagem
- 3.6.2 Gratificação de ensinar/compartilhar conhecimento
- 3.6.3 *Quid pro quo* com colegas
- 3.6.4 Aumento do estado na disciplina/especialização
- 3.6.5 Reforço da comercialização
- 3.6.6 Aumento das competências empreendedoras
- 3.6.7 Aumento dos benefícios pessoais-maior renda pessoal
- 3.6.8 Reforço das oportunidades de viagem

## **Key 4: Disciplinas e Especializações**

#### 4.1 Economia

- 4.1.1 TT Vertical
- 4.1.2 TT Horizontal
- 4.1.3 TT de item Físico
- 4.1.4 TT de Informação
- 4.1.5 TT Indústria-indústria
- 4.1.6 TT Setor-setor
- 4.1.7 TT Região-região
- 4.1.8 TT Doméstica
- 4.1.9 TT Internacional
  - 4.1.9.1 TT Leste-Oeste
  - 4.1.9.2 TT Norte-Sul

#### 4.2 Antropologia TT Entre culturas

- 4.2.1 Programa de Grupo
- 4.2.2 Programa de Comunidade
- 4.2.3 Programa de Povoação
- 4.2.4 Programa Rural
- 4.2.5 Programa Urbano

#### 4.3 Sociologia

- 4.3.1 Difusão de inovação
- 4.3.2 Adoção de inovação
- 4.3.3 Difusão de tecnologia social
- 4.3.4 Difusão de tecnologia não social
- 4.3.5 Difusão centralizada
- 4.3.6 Difusão descentralizada

#### 4.4 Gestão, engenharia e outras especializações

- 4.4.1 TT Vertical
- 4.4.2 TT Horizontal
- 4.4.3 TT de item Físico
- 4.4.4 TT de Informação
- 4.4.5 TT Indústria-indústria
- 4.4.6 TT Setor-setor
- 4.4.7 TT Região-região

- 4.4.8 TT Doméstica
- 4.4.9 TT Internacional
- 4.4.10 TT de Material
- 4.4.11 TT de *Design*
- 4.4.12 TT de Capacidade
- 4.4.13 TT conferindo capacidade operacional
- 4.4.14 TT conferindo capacidade de duplicação
- 4.4.15 TT conferindo capacidade inovativa
- 4.4.16 TT em nível de Mercado
- 4.4.17 TT em nível de Produção
- 4.4.18 TT em nível de P&D
- 4.4.19 TT Inter-firma
- 4.4.20 TT Intra-firma
- 4.4.21 TT Interna
- 4.4.22 TT *Arms-Length*
- 4.4.23 TT subsidiária integral
- 4.4.24 TT para joint venture
- 4.4.25 TT para companhia independente
- 4.4.26 Inovações baseadas na Web
- 4.4.27 Interações com clientes baseadas na Web