

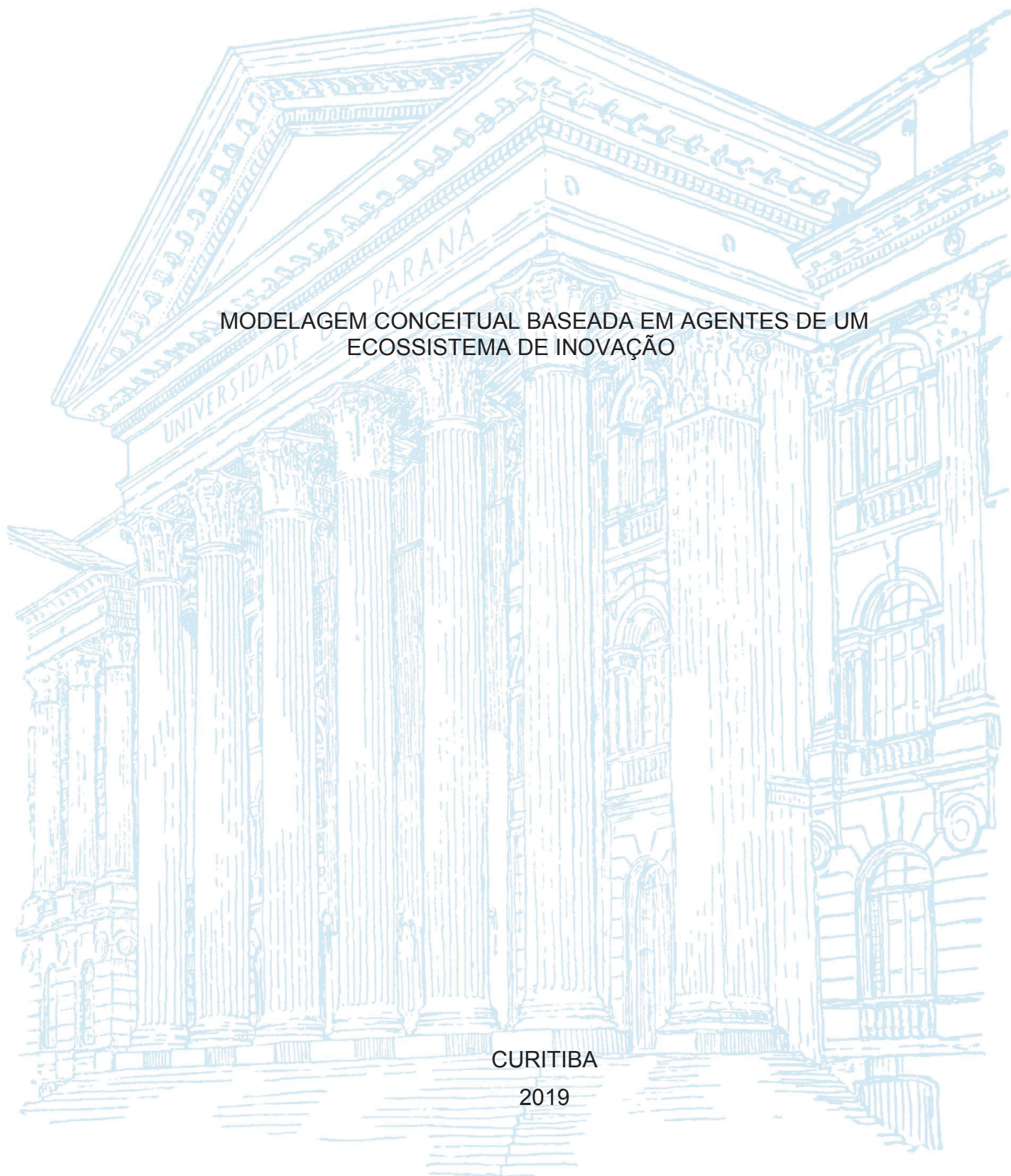
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS LINCOLN BORGES DOS SANTOS

MODELAGEM CONCEITUAL BASEADA EM AGENTES DE UM
ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO

CURITIBA

2019



MATHEUS LINCOLN BORGES DOS SANTOS

MODELAGEM CONCEITUAL BASEADA EM AGENTES DE UM
ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná – UFPR como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Izabel Cristina Zattar

CURITIBA

2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

S237m

Santos, Matheus Lincoln Borges dos
Modelagem conceitual baseada em agentes de um ecossistema de
inovação [recurso eletrônico] / Matheus Lincoln Borges dos Santos. –
Curitiba, 2019.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia,
Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, 2019.

Orientadora: Izabel Cristina Zattar.

1. Inovação. 2. Empreendedorismo. 3. Liderança. I. Universidade Federal
do Paraná. II. Zattar, Izabel Cristina. III. Título.

CDD: 658.4063

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SETOR SETOR DE TECNOLOGIA
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE
 PRODUÇÃO - 40001016070P1

TERMO DE APROVAÇÃO

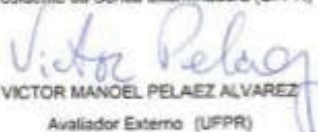
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **MATHEUS LINCOLN BORGES DOS SANTOS** intitulada: **Modelagem Conceitual Baseada Em Agentes De Um Ecossistema De Inovação**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovacao no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Maio de 2019.


 IZABEL CRISTINA ZATTAR

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


 VICTOR MANOEL PELAEZ ALVAREZ
 Avaliador Externo (UFPR)


 MARIANA KLEINA
 Avaliador Interno (UFPR)


 ROBSON SELME
 Avaliador Interno (UFPR)

Este trabalho é dedicado as mulheres, cotistas sociais da UFPR e aos LGBT que além de enfrentarem diariamente inúmeros desafios para sobreviver precisaram ouvir “piadas” sexistas e LGBTfóbicas e a comentários do tipo “as cotas acabaram com a qualidade da graduação da UFPR” que eram proferidos na maioria das aulas do PPGEF. Sobreviver ao ambiente tóxico deste programa não é para qualquer um, por isso, parabéns aos que conseguiram.

RESUMO

Os ecossistemas de inovação (EI) vêm se tornando um ativo competitivo da economia baseada em conhecimento. Eles podem ser definidos como o conjunto de interações entre diferentes atores para a geração da inovação. Nesse ambiente, o empreendedorismo e a cooperação são os comportamentos chaves e a inovação seu principal produto. Sua presença contribui para o desenvolvimento econômico e social das cidades, por isso, há um crescente esforço em diferentes regiões para a criação, desenvolvimento e manutenção destes ecossistemas. Esta pesquisa identificou, através da análise da literatura e documental a existência de 8 agentes os quais fazem parte de EI, governo, universidades, indústria, instituições de apoio, empreendedores, instituições de fomento, consumidores e sociedade civil organizada. Esses agentes se organizam em quatro grupos de ação: liderança, criação de valor, suporte à criação de valor e empreendedorismo. Estes grupos de ação são os papéis desempenhados pelos agentes de inovação dentro dos EI. Os papéis se desdobram em tarefas que representam as responsabilidades destes agentes frente ao processo de surgimento da inovação. Com a aplicação da metodologia PASSI foram identificados 4 papéis de liderança que desempenha 12 tarefas; 4 papéis de criação de valor e 10 tarefas respectivas; 2 papéis de suporte à criação de valor que realizam 10 diferentes tarefas; 2 papéis de suporte à criação de valor com 6 tarefas correspondentes e 2 papéis de empreendedorismo que possuem 7 tarefas. O modelo foi validado por 16 especialistas que possuem sua contribuição para a área de inovação chancelada pela Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores, para então, ser construído o diagrama relacional dos ecossistemas de inovação. Além da possibilidade da implementação e simulação computacional, o modelo construído permite a reflexão a respeito das ações esperadas de diferentes agentes para que se possa observar o surgimento e o desenvolvimento de um EI. Destacam-se nessas tarefas, um governo que fomente a inovação, as parcerias público-privadas e desburocratize os processos, uma universidade que lidere processos de transferência de tecnologia, empresas que valorizem a mão de obra de pesquisa e desenvolvimento e consumidores que gerem demandas e validem inovações lançadas para o mercado. Estas contribuições fornecem subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas para inovação, desenvolvimento de pesquisas a respeito do EI e conhecimento para a gestão e o desenvolvimento destes espaços.

Palavras chaves: ecossistemas de inovação; modelagem baseada em agentes; inovação; metodologia PASSI; papéis de inovação; agentes de inovação.

ABSTRACT

Innovation ecosystems (EI) have become a competitive asset of the knowledge-based economy. They can be defined as the set of interactions between different actors for the generation of innovation. In this environment, entrepreneurship and cooperation are the key behaviors and innovation their main product. Their presence contributes to the economic and social development of cities, so there is a growing effort in different regions for the creation, development and maintenance of these ecosystems. This research identified, through literature and documentary analysis, the existence of 8 agents that are part of EI, government, universities, industry, support institutions, entrepreneurs, development institutions, consumers and organized civil society. These agents are organized into four action groups: leadership, value creation, support for value creation, and entrepreneurship. These action groups are the roles played by innovation agents within EI. The roles unfold in tasks that represent the responsibilities of these agents in the process of the emergence of innovation. With the application of the PASSI methodology, 4 leadership roles were identified that perform 12 tasks; 4 roles of creation of value and 10 respective tasks; 2 roles to support value creation that perform 10 different tasks; 2 roles of support to create value with 6 corresponding tasks and 2 roles of entrepreneurship that have 7 tasks. The model was validated by 16 experts who have their contribution to the area of innovation channeled by the National Association of Entities Promoting Innovative Enterprises, for then, to build the relational diagram of innovation ecosystems. Besides the possibility of implementation and computational simulation, the constructed model allows the reflection about the expected actions of different agents so that the emergence and the development of an EI can be observed. A government that fosters innovation, public-private partnerships and bureaucratic processes, a university that leads technology transfer processes, companies that value the research and development workforce and consumers that generate demands and validated innovations launched for the market. These contributions provide support for the development of public policies for innovation, development of research on the IE and knowledge for the management and development of these spaces.

Keywords: innovation ecosystems; agent-based modeling; innovation; PASSI methodology; innovation roles; agents of innovation.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
1.1 Objetivos.....	12
1.2 Justificativa.....	12
1.3 Delimitações.....	14
1.4 Procedimentos metodológicos.....	15
1.5 Estrutura do trabalho.....	16
2. Fundamentação teórica.....	17
2.1 Evolução histórica dos sistemas de inovação.....	17
2.2 Hélice Tripla.....	22
2.3 Ecosistemas de Inovação.....	25
2.4 Agentes dos Ecosistemas de Inovação.....	32
2.5 Papéis e responsabilidades presentes nos Ecosistemas de Inovação.....	36
2.5.1 Papéis de liderança e suas atividades chaves.....	37
2.5.2 Papéis de criação de valor.....	41
2.5.3 Papéis de suporte à criação de valor.....	42
2.5.4 Papéis de empreendedorismo.....	47
2.6 Considerações finais sobre os papeis e suas atividades.....	51
2.7 Estruturas de representação de um Ecosistema de Inovação.....	54
2.7.1 Modelagem de Ecosistemas de Inovação sob a estrutura de rede.....	54
2.7.2 Modelagem de Ecosistemas de Inovação sob a estrutura de camadas.....	56
2.7.3 Modelagem de um Ecosistema de Inovação sob a estrutura de multi- agentes.....	59
2.7.4 Construção de um modelo multi-agentes.....	62
2.7.5 Considerações finais a respeito das possibilidades de modelagem dos ecossistemas de inovação.....	63
3. Metodologia de Pesquisa.....	65
3.1 Classificação e contexto geral da pesquisa.....	65
3.2 Protocolo de pesquisa.....	66
3.3 A metodologia PASSI.....	67
3.3.1 Etapas para a construção de um modelo conceitual.....	68
4. Desenvolvimento.....	73
4.1 Identificação dos agentes.....	73
4.2 Agentes e sua dinâmica de interação.....	74
4.3 Síntese dos trabalhos selecionados.....	80
4.4 Primeira versão do Ecosistema de Inovação baseado em agentes.....	84
4.4.1 Diagrama de Relacionamento do Modelo Construído.....	88
5. Validação e ajuste do modelo construído.....	91
5.1 Observações sobre o modelo construído.....	91
5.2 Síntese do agentes e diagrama relacional validado.....	96
6. Conclusão.....	99
Referências.....	101

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - A SUPER-COMODITIZAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS

FIGURA 2 - A PANORAMA DOS PARQUES TECNOLÓGICOS DO BRASIL

FIGURA 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

FIGURA 4 - ESTRUTURA SOCIAL DA HT

FIGURA 5 - TEORIAS QUE DERAM SUPORTE AOS ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO

FIGURA 6 - ECOSSISTEMA DE NEGÓCIOS DESENVOLVIDO POR MOORE

FIGURA 7 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS CONCEITOS DE ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO

FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO DA ATUAÇÃO DOS AGENTES DE UM ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO

FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DE UM EI EM REDE

FIGURA 10 - MODELO DE UM EI EM CAMADAS

FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DE UM AMBIENTE MULTIAGENTES

FIGURA 12 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

FIGURA 13 - ETAPAS DA METODOLOGIA PASSI

FIGURA 14 - ETAPAS QUE RESULTAM NUM MODELO CONCEITUAL BASEADO EM MULTIAGENTES

FIGURA 15 – EXEMPLO DE AGENTES E PROTOCOLOS DE INTERAÇÃO

FIGURA 16 - ETAPAS DA REVISÃO DE LITERATURA

FIGURA 17 - ARTIGOS PUBLICADOS NO PERÍODO DE 2007-2017

FIGURA 18 - PALAVRAS CHAVES MAIS UTILIZADAS.

FIGURA 19 - DIAGRAMA RELACIONAL DO ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO

FIGURA 20 - DIAGRAMA RELACIONAL DO ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO VALIDADO

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Papéis de liderança e suas atividades chave

Quadro 2: Papéis de criação de valor e suas atividades chaves.

Quadro 3: Papéis de suporte à criação de valor e suas atividades chaves.

Quadro 4: Papéis de empreendedorismo e suas atividades chaves

Quadro 5: Visão geral dos papeis e atividades de um ecossistema

Quadro 6: Resumo Comparativo dos Modelos de Ecossistemas de Inovação

Quadro 7: Palavras-chaves e suas possibilidades de contribuição

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PALAVRAS CHAVES E RESULTADOS OBTIDOS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPEI	- Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
ANPROTEC	- Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores
EI	- Ecossistemas de Inovação
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MAS	- Sistema de Multiagentes
PASSI	- Process for Agent Societies Specification and Implementation
SBGC	- Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento
UFPR	- Universidade Federal do Paraná

1. INTRODUÇÃO

Os Ecossistemas de Inovação (EI) podem ser entendidos como o conjunto de relações que são formadas entre agentes ou entidades cujo objetivo principal é o de fomentar o desenvolvimento tecnológico e a inovação (JACKSON, 2011; GOMES et al, 2016). Um EI também pode ser compreendido como um ativo competitivo da economia baseada em conhecimento, caracterizado pela ação de diferentes atores ou agentes (empresas, empreendedores, universidades, governo e sociedade civil) que buscam o desenvolvimento da inovação. Dentro desse cenário, a cooperação destes agentes acaba por promover o aprendizado colaborativo, a troca de conhecimento, de práticas de produção e a geração de sinergia entre os atores da inovação (ANPROTEC, 2008; SPINOSA, 2010).

Nos grandes centros urbanos, é comum encontrarmos agentes que podem influenciar no surgimento de novas tecnologias, produtos e serviços. Porém, apesar da concentração de universidades, poder público, instituições de fomento, empresas e empreendedores, poucos centros urbanos acabam por se tornarem inovadores (TIDD et al, 2013). Teorias, como a hélice tripla apresentada por Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff na década de 90, já apontavam que o fator determinante para o surgimento da inovação está na maneira como os agentes responsáveis por ela interagem. Ou seja, somente um esforço conjunto destes agentes poderá resultar no surgimento de um EI (CHANG, 2015). Se faz necessário, portanto, efetuar estudos a respeito da interação entre esses agentes que geram a inovação, para que assim se possa construir elementos que fomentem a criação e a manutenção de ambientes de inovação (HOLSMETROM; BOSCH, 2017). Dentro desta perspectiva, vê-se a necessidade de ampliar às pesquisas a respeito das relações, papéis e tarefas desempenhados pelos agentes de inovação para que se possa modelar e compreender estes espaços. A partir disso, extrai-se o seguinte problema de pesquisa: **“Como modelar a diversidade de relações existentes entre os agentes de inovação de forma a estabelecer um referencial de análise da complexidade inerente a um ecossistema de inovação?”**.

1.1 OBJETIVOS

Com a finalidade de responder ao problema de pesquisa apresentado, o objetivo geral deste trabalho é o de modelar conceitualmente um Ecossistema de Inovação que contemple os agentes, papéis e responsabilidades existentes nestes ambientes e através desta modelagem a identificação da diversidade de interações, para tal, se faz necessário os seguintes objetivos específicos:

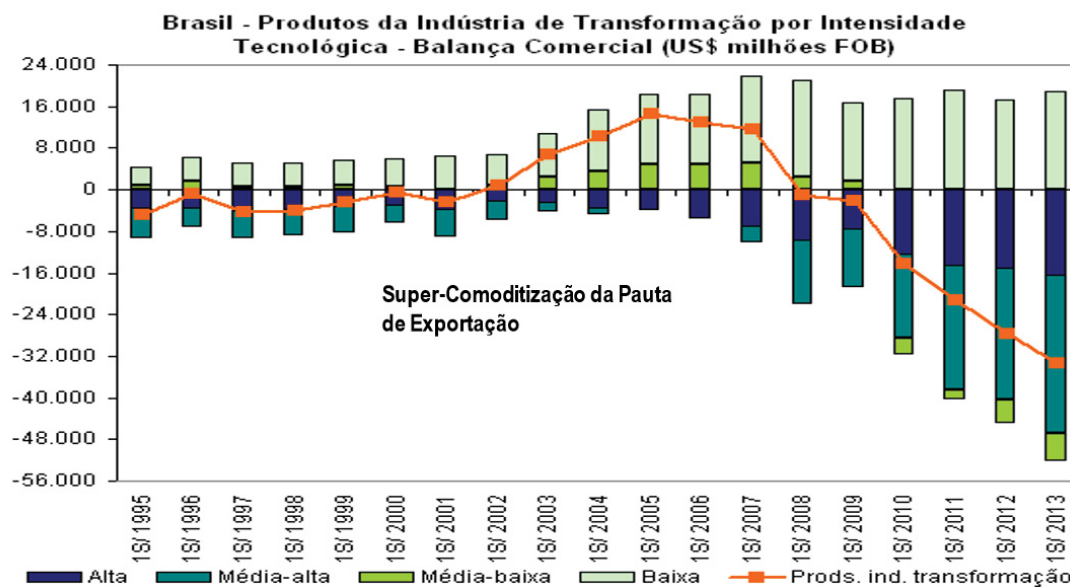
- a) Identificar através de uma análise da literatura os agentes que compõem um EI e seus atributos;
- b) Identificar através de uma análise da literatura os papéis e as responsabilidades dos agentes de um EI e como ocorrem as interações;
- c) Modelar e validar com especialistas um modelo conceitual que represente um ecossistema de inovação.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Tidd, Bessant e Pavitt (2013) organizações inovadoras são duas vezes mais rentáveis que as tradicionais. Este dado foi comprovado em estudos realizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em 2005, que concluiu que, apesar de representarem apenas 1,7 % da indústria brasileira, as empresas inovadoras correspondem a um quarto do faturamento industrial do país. Ainda do ponto de vista econômico, a inovação é hoje uma das três principais prioridades de cerca de 79% das companhias entrevistadas numa pesquisa global realizada pelo *Boston Consulting Group* em 2015.

Outro aspecto importante da inovação, sobretudo para o Brasil, é a busca pelo equilíbrio da balança comercial de um país. Na figura 1 pode-se observar a super-comoditização das exportações brasileiras. Produtos inovadores possuem, em geral, um alto valor agregado e por isso, contribuem com toda a cadeia produtiva, gerando emprego e renda para diversos setores da sociedade.

FIGURA 1 - A SUPER-COMODITIZAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS



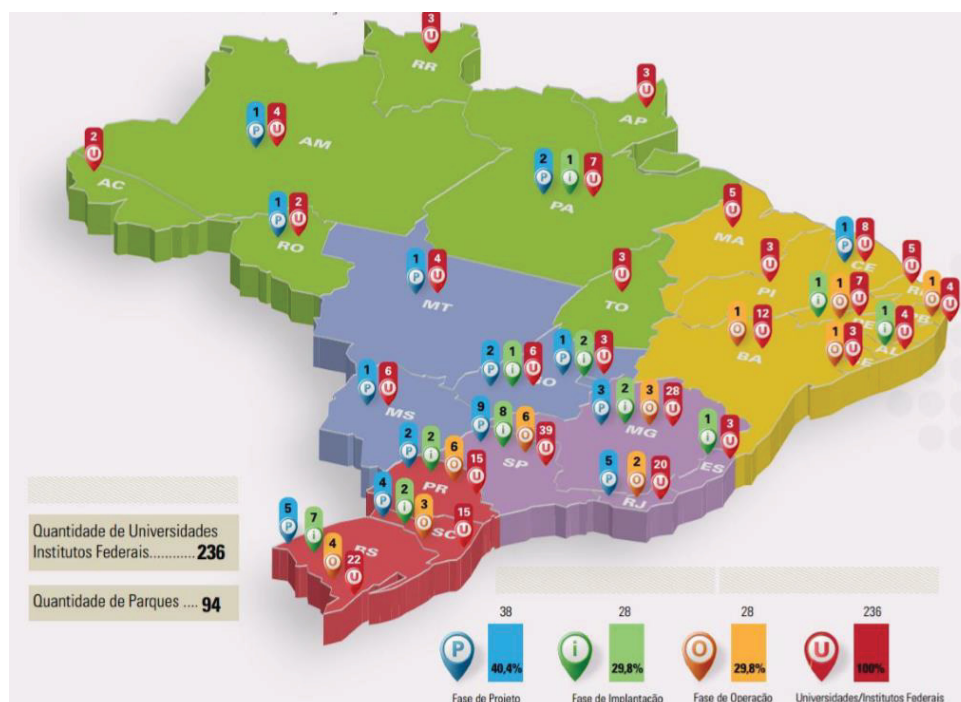
FONTES: Secex/ALICE – OCDE Standatabase (2014).

A inovação leva a competitividade que acaba por elevar os padrões de sustentabilidade financeira. A inovação também pode ser vista como a busca da melhoria dos padrões sociais e ambientais de uma sociedade (KSHETRI, 2014).

Do ponto de vista acadêmico, a inovação e a transferência do conhecimento podem servir como motivadores da pesquisa e como fonte de renda para as universidades que vem sofrendo com cortes e reduções em seus orçamentos. Além disso, a busca pela inovação pode incentivar pesquisas que procurem solucionar os principais entraves para o desenvolvimento socioeconômico de uma região.

A complexidade dos sistemas de inovação e da interação envolvendo o governo, a academia, as empresas e a sociedade também apresenta um relevante campo de pesquisa para a área de engenharia, sobretudo no que diz respeito a compreensão de sistemas dinâmicos e autorregulados, como são os EI. Por fim, quando compreendemos que os EI são compostos por agentes autônomos e que eles interagem entre si, vemos nessa diversidade de interações um campo amplo de pesquisa ainda pouco explorado e crucial para o nascimento e desenvolvimento destes ambientes.

FIGURA 2 - A PANORAMA DOS PARQUES TECNOLÓGICOS DO BRASIL



FONTE: CDT/UnB, 2014.

Outro ponto importante a respeito dos ecossistemas de inovação é a lei de incentivo a criação de parques tecnológicos, estabelecida em 2004. Essa lei já caracteriza os parques tecnológicos como potenciais sementes de EI. Atualmente, o país conta com cerca de 100 parques tecnológicos, figura 2, por isso se faz essencial entender a dinâmica das relações entre os atores da inovação para que o sucesso destes empreendimentos seja alcançado. (ANPROTEC, 2008)

1.3 DELIMITAÇÕES

Este trabalho utiliza uma metodologia de construção de uma sociedade de agentes com o objetivo de construir um modelo conceitual de um Ecossistema de Inovação. A construção de um modelo completo passa pela identificação dos agentes e seus atributos, definição das características do ambiente, especificação de papéis e responsabilidades, interação entre os elementos, validação e simulação.

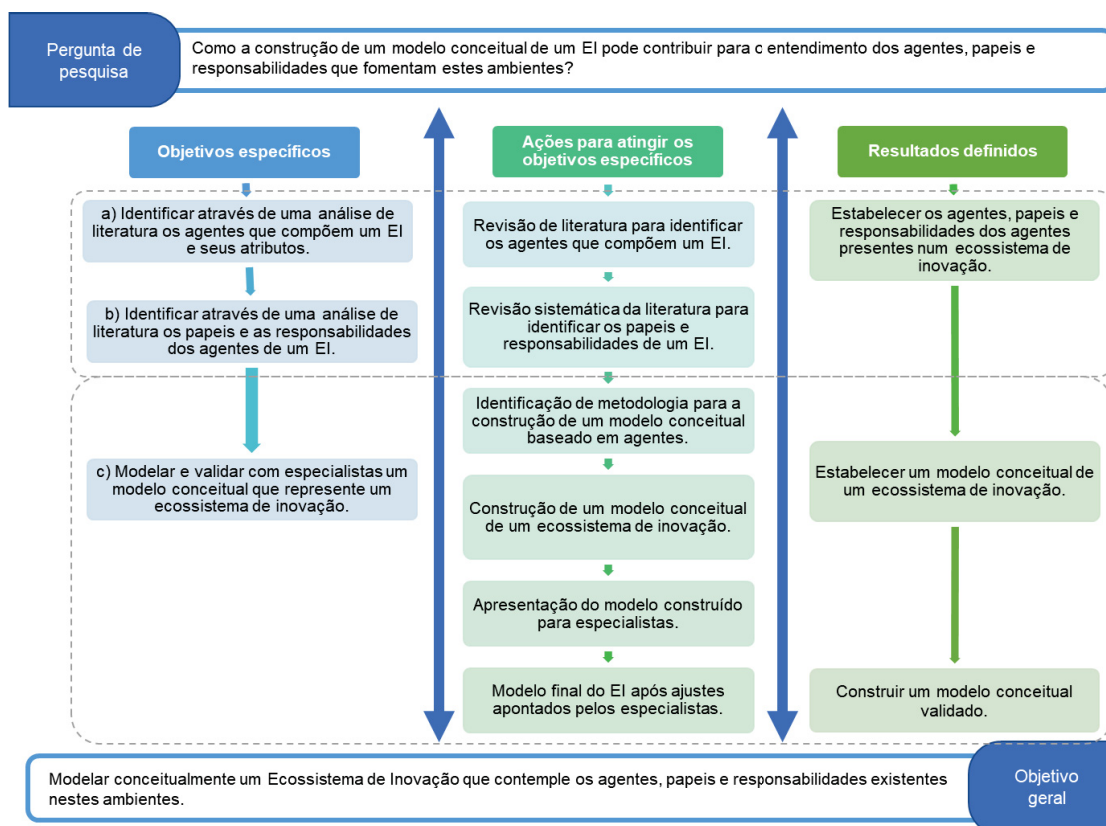
Ainda no campo da construção do modelo conceitual a que este trabalho se propôs a realizar, esta pesquisa limita-se a identificação dos agentes, seus papéis e atividades para a construção de um modelo conceitual validado por especialistas, sem a posterior implementação e simulação computacional.

A escolha do recorte da pesquisa para a atuação no campo da construção do modelo conceitual se fez pela necessidade do estudo da interação e das tarefas desempenhadas pelos agentes de inovação dentro destes ambientes, além disso, dentro do prazo da pesquisa era a alternativa mais adequada a ser desenvolvida.

1.4 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos da pesquisa, descritos no capítulo 3 que contribuem para que os objetivos deste trabalho sejam atingidos, estão sistematizados na figura 3.

FIGURA 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



Fonte: O Autor, 2018.

1.5 Estrutura do trabalho

Para concretizar o descrito, o estudo foi organizado em seis partes. O Capítulo 1 contextualiza o estudo a respeito dos ecossistemas de inovação; o Capítulo 2 apresenta os conceitos fundamentais para estruturar o estudo e a análise de resultados; o Capítulo 3 apresenta as metodologias utilizadas para o desenvolvimento do trabalho; o Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento do modelo conceitual de um Ecossistema de Inovação; o Capítulo 5 apresenta a validação do modelo conceitual construído; o Capítulo 6, por fim, apresenta a conclusão e as considerações finais do trabalho.

2. Fundamentação Teórica

A união de diferentes agentes em prol da inovação e a busca do fomento das relações entre esses agentes para a promoção do desenvolvimento econômico e social vem despertando o interesse da academia, dos promotores de políticas públicas e dos empresários desde a década de 1980 (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993).

Neste capítulo, é apresentado o histórico do constructo Ecosistema de Inovação. Para tal, se inicia com o entendimento dos Sistemas Nacionais, Regionais e Setoriais de Inovação e dos Clusters de Inovação. Na sequência, é abordado a teoria da Hélice Tripla, uma das primeiras a abordar a complexidade dos sistemas de inovação e a propor o foco nas relações que ocorrem nesses ambientes.

Por fim, é apresentado o constructo Ecosistema de Inovação, as teorias que deram suporte para o seu entendimento, seus agentes e os papéis e tarefas indispensáveis para a sua concepção e funcionamento.

2.1 Evolução histórica dos sistemas de inovação

O conjunto de agentes em atuação pela busca da inovação recebeu diferentes nomenclaturas e formas de abordagens ao longo dos anos. Em meados da década de 1980 e início da década de 90, os estudos de Freeman, Lundvall e Nelson nomearam este conjunto de agentes e suas interações como Sistema Nacional de Inovação (SNI). Para Freeman (1987), o SNI poderia ser entendido como uma rede de instituições públicas e privadas cujas atividades e interações imitam, importam, modificam e difundem novas tecnologias. Em seguida, na perspectiva de Lundvall (1992), um SNI é entendido como um sistema constituído de elementos e relacionamentos que interagem para a produção, a difusão e o uso econômico do conhecimento. Na sequência, Nelson (1993) complementa o modelo do SNI como sendo o conjunto de instituições e suas relações que impactam no desempenho tecnológico de uma nação.

Apesar de Freeman, Ludvall e Nelson terem visões similares a respeito do SNI, seus trabalhos foram baseados em diferentes situações que resultaram em pequenas diferenças de visão. Por exemplo, Freeman (1995) que se baseou no estudo da Alemanha e do Japão no período pós-segunda guerra mundial, destacou que os SNI são essenciais para o desenvolvimento da economia e para a determinação das conexões necessárias que uma empresa precisa para inovar. Freeman (1995) afirmou também que o SNI vem a ser o conjunto de agentes atuando em prol da inovação, sendo que esses agentes sofrem a influência das conexões internacionais, dos sistemas nacionais de educação, das relações industriais, das instituições científicas e técnicas e das políticas públicas. O trabalho de Nelson (1993), por outro lado, buscou compreender a diferença entre o desenvolvimento econômico das nações, por isso, ele compreendia que a inovação compreendia uma noção geral que abarcava processos pelos quais as empresas gerenciavam e fabricavam novos produtos e que o sistema era composto pelo conjunto de agentes institucionais que desempenham um papel fundamental no desenvolvimento da inovação. Conciliando a visão de sistema e de inovação propostas por Nelson (1993), entende-se que o sistema nacional compreendia a delimitação dessas análises a nível de nação.

Na década de 90, a inovação já era vista como uma possibilidade de alavancar economias e garantir mercados, fazendo com que os responsáveis pela criação de políticas públicas e econômicas sobre inovação olhassem para o SNI (FREEMAN, 1995). Dentro desse contexto, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, a OCDE, publicou um relatório em 1997 onde definiu que o SNI pode ser compreendido como a rede de fluxos de tecnologia e informação entre instituições, empresas e pessoas que possam ser entendidos como os fatores chave de processos inovadores (FRENKEL; MAITAL, 2014).

Através das definições apresentadas por Nelson (1993), Ludval (1992), Freeman (1987) e pela OCDE (1997), entende-se que o SNI

... é um grupo articulado de instituições dos setores público e privado (agências de fomento e financiamento, instituições financeiras, empresas públicas e privadas, instituições de ensino e pesquisa, etc.) cujas atividades e interações geram, adotam, importam, modificam e difundem novas tecnologias, sendo a inovação e o aprendizado

seus aspectos cruciais. É o nível de articulação e a rede de tecnologia e informações entre os diversos atores que compõem um SNI que determina a capacidade em gerar inovação...

(FRENKEL; MAITAL, 2014)

A consolidação do conceito e os estudos a respeito do SNI contribuiu para a promoção de políticas nacionais de inovação e o desenvolvimento econômico e tecnológico. Porém, observou-se que a abordagem de SNI era útil para a promoção de estratégias, mas que seria necessária uma visão operacional para que esses sistemas dessem resultado (DOLOREUX; PARTO, 2015).

Com o objetivo de operacionalizar os sistemas de inovação, deu-se início ao estudo da sinergia entre diferentes agentes geograficamente próximos entre si e sua relação com o desenvolvimento econômico local. O enfoque local e operacional, diferente do nacional e estratégico, deu início ao que foi caracterizado como Sistema Regional de Inovação SRI (COOKE et al, 1997). O desenvolvimento dos estudos a respeito do SRI culminou com a definição proposta por Cooke, Heidenreich e Bracyk em 2004, que afirmava que o SRI é o conjunto que compreende subsistemas de geração e exploração de conhecimento que estão relacionados com os sistemas maiores (nacional e global) e mesmo outros sistemas regionais para a comercialização deste novo conhecimento gerado. No ano seguinte, Cooke e Niosi (2005) refinam essa definição, afirmando que um SRI compreende o conjunto de empresas inovadoras, universidades, institutos de pesquisa e agências de fomento que evoluem em conjunto através de interações múltiplas.

Uma segunda abordagem para compreender a operacionalização dos sistemas de inovação derivou da popularização do termo Cluster na área de negócios através do Porter em 1990. Segundo Porter (1990), um Cluster está relacionado com uma concentração geográfica de empresas de um mesmo setor ou de setores complementares. Pensando em empresas ou agentes concentrados geograficamente e agindo em prol do desenvolvimento da inovação, surge o conceito de Sistema Setorial de Inovação (SSI) ou Cluster de Inovação (MALERBA, 1999; ASHEIM; ISAKEN, 2002).

O início da setorização pode ser observado nos trabalhos de Malerba (1999), que defendia que às características de determinada cadeia produtiva são mais importantes que os aspectos geográficos. Portanto, um SSI seria composto por um conjunto heterogêneo de agentes e suas interações com o mercado para a geração, disseminação e uso de tecnologias para a inovação na produção e nos produtos de determinado setor (MALERBA, 1999). Nesse contexto, a função desempenhada por um agente se sobrepõe aos limites regionais na determinação de sua importância dentro de um SSI (THOMAS, 2013).

O conceito de cluster, inicialmente introduzido e popularizado pelos trabalhos de Porter no início da década de 1990, se assemelha ao SSI, porém, ele reforça a questão da proximidade geográfica descartada pelo SSI. Um cluster seria uma aglomeração de empresas interdependentes e geograficamente próximas que recebem o suporte institucional do governo ou de outras entidades (PORTER; STERN, 2001). Os agentes de um cluster, competem e cooperam entre por recursos governamentais, mercados, investimentos e recursos (PEDROZO; HANSEN, 2001). É possível notar nesses ambientes, que apesar de existir uma autonomia entre seus agentes, a presença de sistemas de governança que vão além das estruturas de seus componentes, responsável pela concentração dos esforços de seus agentes em prol do locus produtivo do cluster (PROPIS, 2001).

Com foco na operacionalização, Rosenfeld (1997) apresentou os fatores críticos de sucesso para a eficiência de um cluster, sendo eles: a existência de grupos de pesquisa e desenvolvimento; desenvolvimento de recursos humanos; disponibilidade de fornecedores; existência de capital e possibilidades de fomento; visão inovadora compartilhada e energia empreendedora. Rosenfeld (1997) contribuiu ainda para a sistematização da dinâmica entre os agentes de um cluster e na representação de fluxos padrões para a informação, o conhecimento e a inovação. Os clusters passaram a ganhar espaço entre os responsáveis pela proposição de políticas públicas e econômicas, empresas, sobretudo pela percepção de que estar inserido nesses espaços favorece os negócios e contribui para a implantação de uma estratégia de inovação mais eficiente, eficaz e veloz (CHEN, 2009).

Na década dos anos 2000, Eisenhardt e Martin chamaram a atenção de que clusters, SSI, SRI e SNI não ofereciam respostas às rápidas demandas e reorganização encontradas em ambientes de inovação de alta tecnologia, de mercados disruptivos e de serviços inovadores. Esse cenário dinâmico, onde empresas compartilham benefícios e riscos, passou a possuir, além das características iniciais dos já conhecidos ambientes de inovação às seguintes características: acumulação de conhecimento tácito; serviços lead time e de pós-vendas; rápida curva de aprendizado; complexidade de produtos; proteção por meio de patentes; aceleração do lançamento de novos produtos e serviços e acesso à novos mercados (PITTAWAY et al, 2004). Nesse contexto, estudiosos da área de políticas de inovação passam a explorar novas abordagens com o objetivo de buscar respostas que os modelos tradicionais não eram capazes de fornecer para a identificação de estratégias que direcionem para o surgimento de inovações a nível global (YAWSON, 2009).

Antes de se adentrar na compreensão dessas novas abordagens, é importante compreender que os sistemas de inovação, sejam eles locais, regionais, nacionais ou representados pela forma de cluster, possuem quatro premissas básicas que foram elencadas por Carlsson et al (2002) e que são o ponto de partida para às novas abordagens dos sistemas de inovação:

- I. A análise se inicia considerando todo o sistema;
- II. O sistema é dinâmico, portanto, o feedback de uma interação deve ser imediatamente considerado;
- III. As oportunidades globais são ilimitadas, portanto, mais importante que criar novas tecnologias é a capacidade que o sistema possui de identificar, absorver e explorar essas oportunidades;
- IV. Cada ator ou agente do sistema funciona com inteligência delimitada, ou seja, sua capacidade dentro do sistema é limitada por constrangimentos de competências, informações, entre outros.

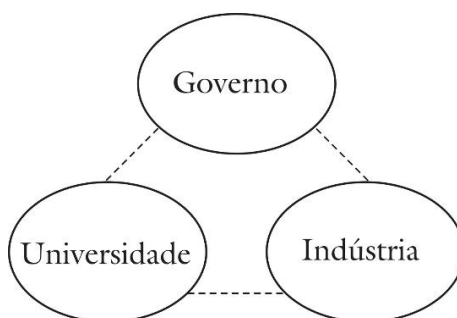
Além dessas premissas, os sistemas de inovação possuem os elementos de competência econômica (habilidade de tirar vantagem das oportunidades surgidas

dentro do sistema), existência de redes que interligam os agentes do sistema, infraestrutura institucional e desenvolvimento em conjunto (CHANG; CHEN, 2004).

2.2 Hélice Tripla

O aumento da complexidade dos sistemas de inovação deu origem a novas abordagens para modelar, estudar e projetar os aglomerados de agentes em torno da inovação. Dentro dessa perspectiva, surgiu na década de 1990 o modelo da Hélice Tripla ou *Triple Helix* (HT). Amplamente utilizado no meio acadêmico, a HT surgiu baseada na plataforma das relações Empresa-Universidade-Governo, exemplificadas na figura 4. Através dessas relações, ofereceu-se um modelo robusto para a transferência de tecnologia com propósito de inovação e de desenvolvimento regional e tecnológico. Na HT a inovação decorre de um processo complexo e dinâmico e que resulta de interações não-lineares de seus agentes (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1999).

FIGURA 4: ESTRUTURA SOCIAL DA HT



FONTE: ETZKOWITZ; ZHOU, 2017.

A HT teve origem através dos estudos a respeito das universidades empreendedoras dos Estados Unidos, onde é possível observar uma tradição de colaboração entre às instituições de ensino, as empresas em seu entorno e as agências de governo (ETZKOWITZ, 1989). Nesses estudos, considerou-se a inovação como o resultado das interações ocorridas nas interfaces desses agentes. Segundo os pesquisadores, ao aumentar o número de interações entre esses agentes, aumenta-se seus conflitos de interesse e de pontos de cooperação, indicando assim que uma transformação potencial está em processo de acontecer (LEYDESDORFF; ETZKOWITZ,

1999). E é por considerar que o mundo social é mais complexo, de que às esferas institucionais não são entidades que possuem um campo de atuação bem delimitado e de que existe uma dinâmica flexível que a HT acabou se tornando a teoria preferida das pessoas envolvidas com o estudo da inovação (LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1999).

Apesar de ser uma nova abordagem frente aos sistemas de inovação, é possível reconhecer dentro da HT elementos do SRI. Para ambas as abordagens, entende-se que uma região inovadora não surge da noite para o dia, mas sim é o resultado a médio e longo prazo de iniciativas estratégicas, da formação de instituições com visão inovadoras e da intervenção consciente do governo ou de outras organizações que possam liderar esse processo (ETZKOWITZ; RANGA, 2010).

Em sua sistematização para que se compreenda o a dinâmica complexa da geração da inovação, foi criado dois frameworks complementares para compor a HT. O primeiro deles, o institucional, busca compreender como se dão às dinâmicas de interação entre às esferas acadêmicas, empresariais e governamentais e como se dão as interações nas funções sobrepostas a dois ou mais agentes (ETZKOWITZ, 2008). O segundo, o framework de comunicação, possui foco na compreensão das dinâmicas que ocorrem nas esferas institucionais independentes, ou seja, sobre as funções de um agente que não se sobrepõem a de outros (LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1996, 1998).

Outro aspecto importante referente à HT é a possibilidade de distribuição de diferentes funções para os integrantes de um agente da inovação. Por exemplo, na agente universidade teremos escritórios ligados à P&D, outros que não estão ligados à P&D, mas que possuem poder de decisão sobre acordos que serão firmados com empresas ou agentes governamentais. Garantir a harmonia interna dos agentes também é um dos desafios da implementação da HT (ETZKOWITZ; RANGA, 2010).

Segundo Leydesdorff e Martin (2006), a HT tem três funções essenciais: geração de riqueza, produção de novidade e controle normativo. Além disso, há quatro elementos/ações considerados importantes para que essas funções possam ser desempenhadas e que, como resultado dessas ações, haja o estabelecimento de uma região inovadora:

- I. Um mapeamento dos agentes regionais ligados ou não à área de P&D e analisar sua evolução, suas tendências futuras, suas prioridades e às características de suas agendas a curto, médio e longo prazo (ETZKOWITZ; RANGA, 2010).
- II. Desenvolver políticas de desenvolvimento de recursos humanos para a P&D em ciências e artes e que tornem à área de pesquisa mais atrativa aos profissionais (ETZKOWITZ; RANGA, 2010).
- III. Garantir o apoio às já existentes e efetuar a criação e/ou atração de instituições de transferência de tecnologia, de unidades de apoio à negócios (incubadoras, parques científicos ou tecnológicos, entre outros), instituições de suporte financeiro para empresas de base tecnológica (ETZKOWITZ; RANGA, 2010).
- IV. Políticas que garantam o funcionamento das instituições citadas no item III (ETZKOWITZ; RANGA, 2010).

Além de auxiliar no estabelecimento de uma região inovadora, a HT possui inúmeras pistas de como institucionalizar e garantir a governança desses espaços (ETZKOWITZ; RANGA, 2010). Assim como as abordagens já mencionadas (SSI, o SRI e o SNI), a HT possui um foco institucional e estrutural na concepção, análise e manutenção dos ambientes de inovação. Esse enfoque acaba por atrair a atenção dos formuladores de políticas e empresários que buscam soluções simplistas para o desenvolvimento de sistemas de inovação (CHANG; CHEN, 2004). Porém, essas abordagens são de alcance limitado quando se deseja construir um sistema verdadeiramente funcional por não levarem em consideração suas complexas dinâmicas sociais (JUCEVICIUS; GRUMADAITE, 2014).

Anterior à área de inovação, já era possível encontrar pesquisas sobre a complexidade das dinâmicas sociais que acabam por interferir nos negócios e a promover uma evolução conjunta dos agentes envolvidos nesse processo. No estudo destas relações, surge em 1993 o termo Ecossistema de Negócios que compreendia grupos de empresas onde se observa a presença de diferentes agentes que se relacionam e se interdependem (MOORE, 1993). A abordagem relacional da HT acabou por abrir espaço para estudos que se utilizaram do conceito de ecossistema para explicar

o conjunto de agentes relacionando-se entre si com o objetivo de gerar valor, surgindo assim o constructo Ecosistema de Inovação (ADNER, 2006).

2.3 Ecosistemas de Inovação

A utilização do termo ecossistema na área dos negócios era realizada desde a década de 90, sobretudo após os trabalhos de Moore que afirmava que um ecossistema de negócios poderia ser compreendido como sendo um ambiente complexo de negócios, composto por uma rede de agentes interconectada. Nessa rede, empresas, consumidores, governo e outras entidades co-desenvolvem suas capacidades a respeito dos negócios, dos métodos produtivos; compartilham conhecimento, tecnologia e informação; além de competir e cooperar dentro desse ambiente (MOORE, 1993).

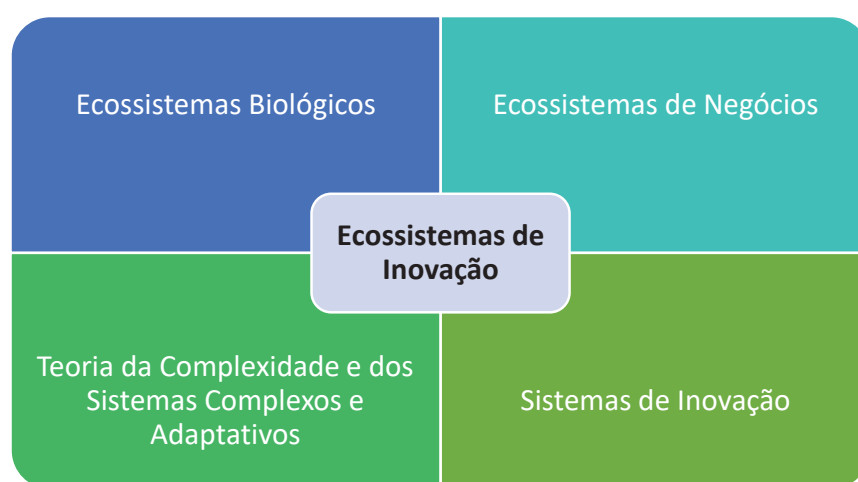
Paralelo ao desenvolvimento dos estudos a respeito dos ecossistemas de negócios, observou-se o desenvolvimento dos SNI, SRI, SSI e HT e em seguida o aumento da complexidade dos sistemas de inovação e a busca por novas abordagens que contribuíssem para o entendimento da dinâmica desses ambientes (CHANG; CHEN, 2004; ADNER, 2006; JUCEVICIUS; GRUMADAITE, 2014).

Em 2006, Adner publica um trabalho na *Harvard Business Review* a respeito dos Ecosistemas de Inovação (EI) versus os Ecosistemas de Negócios. Além de trazer um dos primeiros conceitos do que seria um EI, o trabalho de Adner contribuiu para o início da mudança na utilização de sistemas de inovação para ecossistemas de inovação. Na definição proposta por Adner em 2006, observava-se que diferente de um ecossistema de negócios continha agentes que buscavam a geração de recursos, o EI buscava a geração de valor agregado (ADNER, 2006). Além de compreender o EI como uma rede de agentes trabalhando em prol da inovação, era destacado nesses trabalhos iniciais a importância da interdependência dos agentes, onde se é possível observar comportamentos de competição e de cooperação, sendo esta última, a principal responsável pelo surgimento de soluções para os consumidores (ADNER; KAPOOR, 2010).

Na construção do entendimento do que seria um EI, se pode observar a influência das características: dos Ecosistemas Biológicos (ADNER, 2006; JUCEVICIUS; GRUMADAITE, 2014); dos Ecosistemas de Negócios (ADNER, 2006); da Teoria da Complexidade (MURTHY; KRISHNAMURTHY, 2003) e dos Sistemas Complexos Adaptativos (PORTER, 2006); dos Sistemas de Inovação (MALERBA, 1999).

Antes de se analisar a evolução do conceito de Ecosistema de Inovação, se faz necessário compreender como às teorias presentes na figura 5 contribuíram para a construção deste constructo.

FIGURA 5: TEORIAS QUE DERAM SUPORTE AOS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO



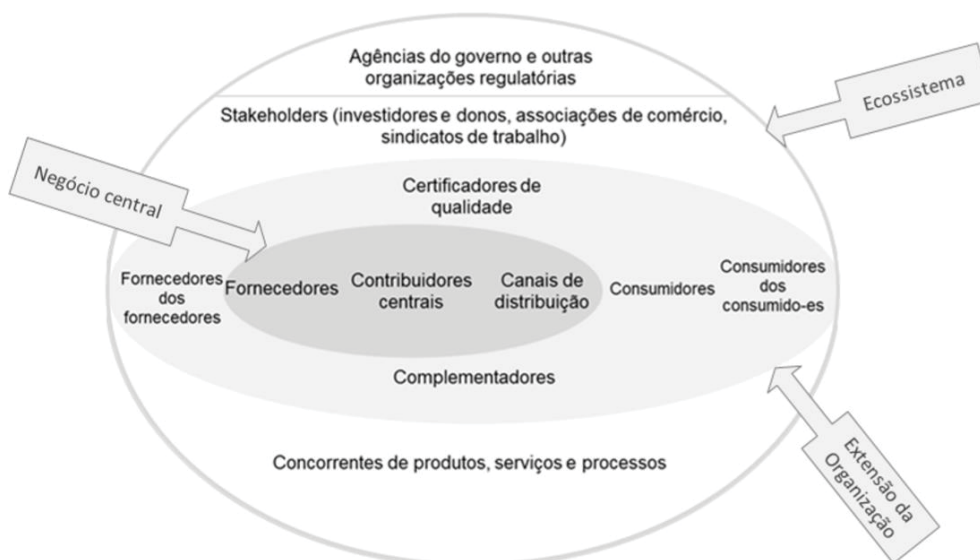
FONTE: O Autor, 2018.

Primeiramente, destaca-se a semelhança com os ecossistemas biológicos onde se é possível observar a diversidade de agentes, suas ligações em rede, a auto-organização e a co-evolução de seus elementos (JACKSON, 2011; JUCEVICIUS; GRUMADAITE, 2014). Outra característica dos ecossistemas biológicos empregada aos EI é o entendimento da complexidade da configuração do ecossistema, uma vez constituído, o EI é sempre maior do que a soma de todas as suas partes (MURTHY; KRISHNAMURTHY, 2003).

Além das características dos ecossistemas biológicos, são empregadas na construção do Ecosistemas de Inovação, ideias e conceitos provenientes dos ecossistemas de negócios (ADNER,2006). Por ecossistema de negócio, figura 6,

compreende-se uma variedade de indústrias, empresas e de negócios que estão inseridos em determinado setor e que competem com outros ecossistemas (MOORE, 1993). Essas empresas acabam por cooperar entre si, construindo assim relações de interdependência entre elas (IANSITI; LEVIEN, 2004). Dentre outras características dos ecossistemas de negócios, figura 6, destaca-se uma rede de agentes que co-desenvolvem suas capacidades (MOORE, 1996) e é esse um dos pilares do ecossistema de negócios que é empregado no EI: cooperação e co-desenvolvimento, mas não para a geração de capital e sim para a geração de inovação de valor agregado (ADNER, 2006).

FIGURA 6: ECOSSISTEMA DE NEGÓCIOS DESENVOLVIDO POR MOORE.



FONTE: Adaptado de MOORE, 1996.

Outra teoria que deu apoio a construção do entendimento do que seria um EI, é a teoria da complexidade. De acordo com Plowman et al (2007), essa teoria contribui para a compreensão do desenvolvimento do conceito de EI ao dar suporte para a análise de sistemas dinâmicos caracterizados por agentes heterogêneos que interagem entre si. Através da interação espontânea entre diferentes agentes é possível a construção de um ecossistema aberto, adaptável, tolerante a falhas e flexível (MURTHY; KRISHNAMURTHY, 2003). Além desta característica, se aplicam aos EI a auto-

organização presente nos sistemas amparados na teoria da complexidade, nesse sentido, observa-se que dentro de um ecossistema pode existir a interconexão dos agentes em camadas e que essas conexões podem se expandir e causar impactos nas funções originais de cada ator (NISHIGUCHI, 2001).

Somada a teoria da complexidade, são apresentadas as teorias relacionadas aos Sistemas Complexos Adaptativos (SCA). A característica da SCA aplicada ao EI é o entendimento de que um ambiente complexo é composto por vários sistemas interconectados (PORTER, 2006). Dentre outras características de um SCA que se aplicam a um EI, destacam-se a auto-organização que se refere ao modo com que os agentes de um sistema se arrumam sem a necessidade do gerenciamento desta ação, a recombinação que se refere à reorganização contínua dos SCA e a co-evolução que se refere a recombinações que impactam positivamente não só um agente, mas no ecossistema como um todo (PORTER, 2006). Portanto, um ecossistema também pode ser caracterizado como um sistema aberto composto por um conjunto de elementos mutuamente dependentes que interagem entre si com determinados objetivos e realizam determinadas funções (NISHIGUCHI, 2001). De acordo com Plowman (2007), as características destes sistemas são:

- a) **Comportamento probabilístico:** O ambiente é potencialmente sem fronteiras e inclui variáveis desconhecidas e incontroladas. Por outro lado, as consequências dos sistemas sociais são probabilísticas e não-determinadas.
- b) **Seus elementos são parte de uma sociedade maior:** as organizações são vistas como sistemas dentro de sistemas. Os sistemas são complexos de elementos colocados em interação. Essas interações entre os elementos produzem um todo que não pode ser compreendido pela simples investigação das várias partes tomadas isoladamente.
- c) **Interdependência entre as partes:** uma organização não é um sistema mecânico, no qual uma das partes pode ser mudada sem um efeito concomitante sobre as outras. Em face da diferenciação das partes provocadas pela divisão do trabalho, as partes precisam ser coordenadas por meio de integração e de trabalho. As interações internas e externas do sistema refletem diferentes

escalões de controle e da autonomia. Uma variedade de subsistema deve cumprir a função do sistema e as suas atividades devem ser coordenadas.

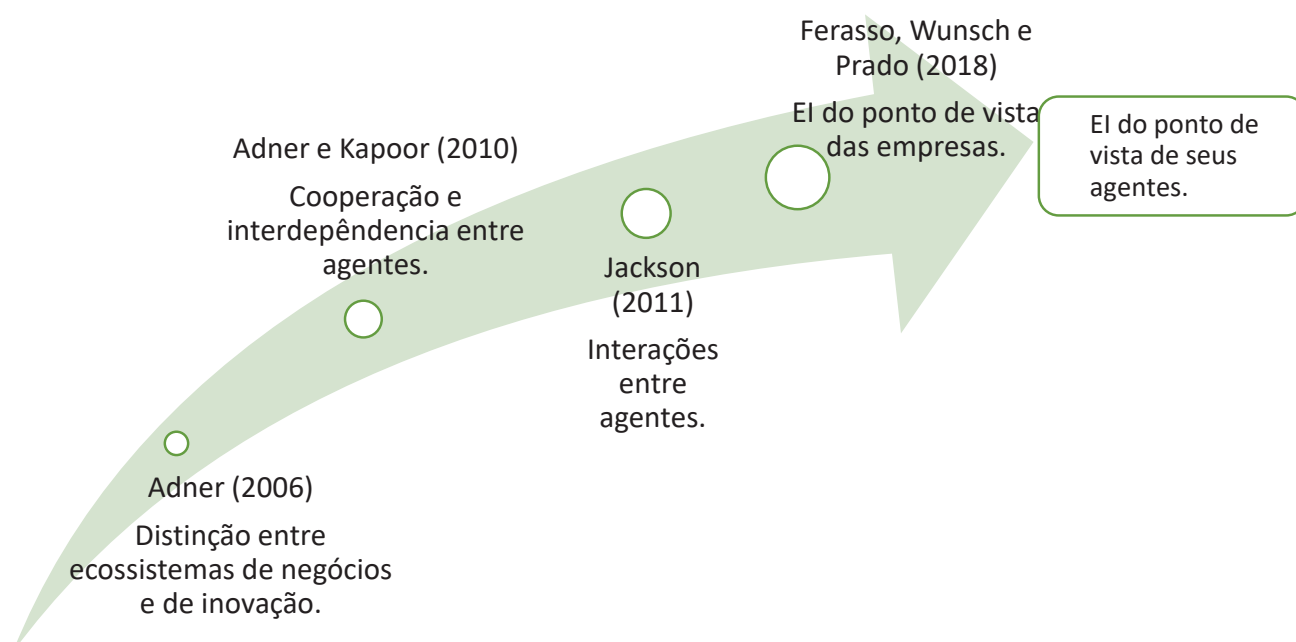
- d) **Homeostasia versus adaptabilidade:** a homeostasia (autorregulação) garante a rotina e a permanência do sistema, enquanto a adaptabilidade leva a ruptura, à mudança e à inovação. Rotina e ruptura. Estabilidade e mudança. Ambos os processos precisam ser levados a cabo pela organização para garantir a sua viabilidade.
- e) **Fronteiras ou limites:** é a linha imaginária que serve para marcar o que está dentro e o que está fora do sistema. Nem sempre a fronteira de um sistema existe fisicamente.
- f) **Morfogênese** – capacidade de se modificar, de determinar o crescimento e as formas da organização, de se corrigir e de obter novos e melhores resultados;
- g) **Resiliência** - capacidade de o sistema superar o distúrbio imposto por um fenômeno externo. As organizações, como sistemas abertos, apresentam a capacidade de enfrentar e superar perturbações externas provocadas pela sociedade sem que desapareça seu potencial de auto-organização;
- h) **Sinergia** - esforço simultâneo de vários órgãos que provoca um resultado ampliado. A soma das partes é maior do que o todo.
- i) **Entropia** - consequência da falta de relacionamento entre as partes de um sistema, o que provoca perdas e desperdícios.

Compreendidas as bases que deram suporte à construção do conceito do que seria um EI, é possível agora analisar sua evolução histórica. Iniciando com os trabalhos do Adner em 2006 até 2018 com Ferasso, Wunsch e Prado, figura 7.

Em 2006, no trabalho publicado na *Harvard Business Review*, além de diferenciar os termos Ecosistema de Inovação de Ecosistemas de Negócios, Adner afirma que um EI pode ser compreendido como o arranjo colaborativo no qual diferentes empresas combinam suas ofertas individuais em uma única oferta voltada para a solução dos problemas dos clientes (ADNER, 2006, p. 2). Após os trabalhos de Adner, o termo EI passa a ser explorado por outros pesquisadores (GOMES et al, 2016) e em 2009 Carayannis e Campbell ampliam o conceito de EI afirmando que este pode ser

compreendido como o encontro entre pessoas, cultura e tecnologia com o objetivo de catalisar a criatividade e acelerar a inovação científica e tecnológica nos setores público e privado. Esse encontro de agentes pode ser orientado através de políticas específicas de fomento à inovação e empreendedorismo e após sua criação, o EI segue seu desenvolvimento através da co-evolução de seus atores. (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009, p. 201-202)

FIGURA 7: EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS CONCEITOS DE ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO



FONTE: O Autor, 2018.

Em 2010, Adner com a parceria de Kapoor amplia o conceito de EI, argumentando que inovações complexas tendem a envolver uma série de agentes, exigindo interações que vão além das tradicionais redes de negócios. Segundo os autores, um EI contribui para a distribuição dos desafios frente à inovação entre diversos agentes, argumentando que a localização desses agentes contribui, portanto, para o surgimento da inovação. A

rede formada pelo EI é caracterizada pela cooperação simultânea, pela interdependência de seus agentes e pelo objetivo comum de geração de valor nas soluções apresentadas aos consumidores (ADNER; KAPOOR, 2010).

Ainda em 2010, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Agência Americana para o Avanço da Ciência, Tecnologia e Inovação (NSF – *National Science Foundation*) emitem relatórios definindo e incentivando o fomento dos EI (HWANG et al, 2012). Para a OCDE, o EI pode ser entendido como um ambiente de construção e/ou de aprimoramento para tratar da inovação como peça central, além de ser um meio globalizado e estratégico de se obter desenvolvimento econômico e social (OCDE, 2010). Por outro lado, a NSF vai definir um EI como a reunião de instituições, políticas, pessoas e recursos que promovem a tradução de novas ideias em produtos, processos e serviços (NSF, 2010).

Além da NSF e da OCDE, a brasileira ANPROTEC (Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores) foi uma das instituições a apresentar uma definição do que poderia ser considerado um EI. Segundo a ANPROTEC, um EI como um ativo competitivo da economia baseada em conhecimento, caracterizado pela ação de diferentes atores ou agentes (empresas, empreendedores, universidades, governo e sociedade civil) que buscam o desenvolvimento da inovação. Dentro desse cenário, a cooperação destes agentes acaba por promover o aprendizado colaborativo, a troca de conhecimento, de práticas de produção e a geração de sinergia entre os atores da inovação (ANPROTEC, 2008; SPINOSA, 2010).

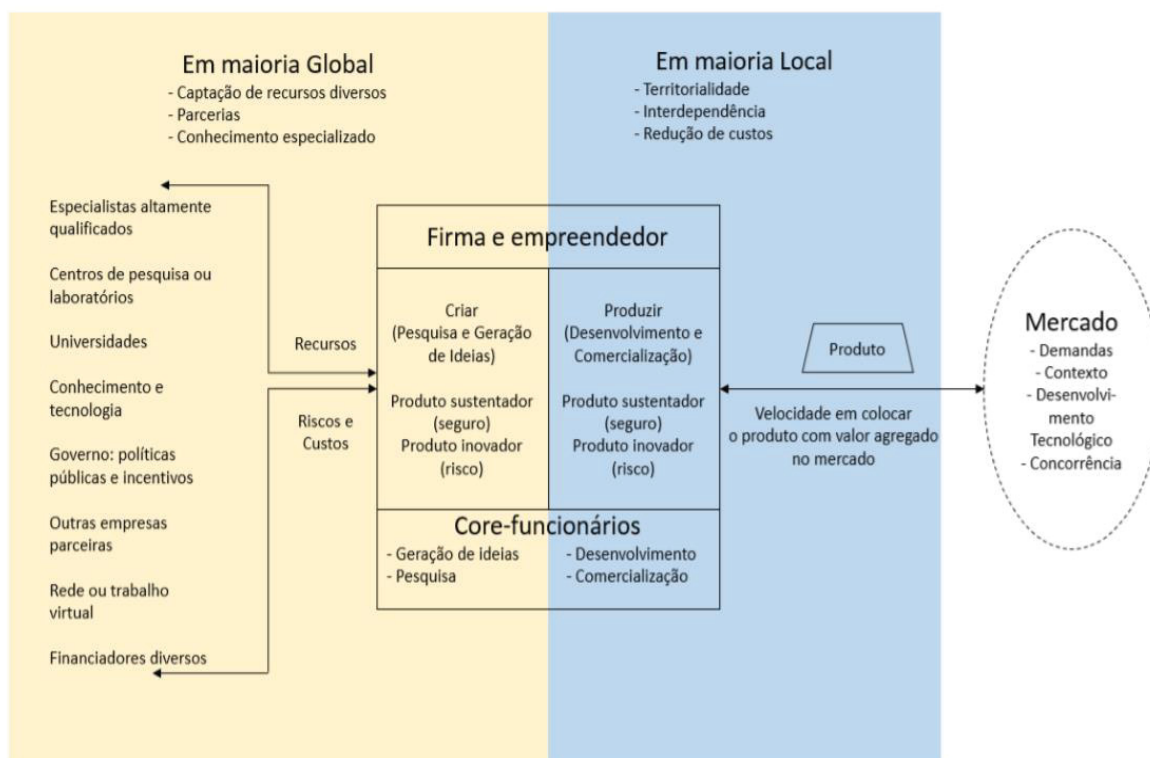
Em 2011, Jackson publica uma das definições mais completas a respeito do que seria um EI (GOMES et al, 2016), afirmando que um EI pode ser compreendido como o conjunto de relações que são formadas entre agentes ou entidades cujo objetivo principal é o de fomentar o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Dentro dessa visão proposta por Jackson (2011), se entende que no EI a inovação irá se difundir através de uma "rede ou sistema social" que valoriza a diversidade de atores e organizações e às conexões entre esses elementos. Diferindo assim de uma abordagem tradicional que focaria na infraestrutura e no capital investido, se acredita que às interações entre os agentes é que afetam o potencial inovativo do ecossistema. Esses ambientes são

sempre dinâmicos, flexíveis e abertos e para fomentá-los é necessário definir os papéis desses agentes e fazer com que eles interajam e se engajem em prol da inovação. Ainda segundo Jackson (2011), é importante ter em mente que esses agentes são independentes e interdependentes, ou seja, eles possuem autonomia de decisões, mas é preciso levar em conta que essas ações afetam os demais agentes do ecossistema, assim como se é afetado por ações externas (JACKSON, 2011).

Nos anos seguintes, destaca-se o trabalho de Carayannis (2012), Hwang et al (2012) e Durst et al (2013), que apesar de não trazerem novas informações quanto ao conceito de um EI apresentaram o que seriam os elementos presentes nesses ambientes, sendo eles: agentes, capital, infraestrutura, regulamentações, conhecimento, ideias, cultura e princípios de arquitetura de funcionamento de sistemas.

Em 2018, Ferasso et al apresentam um conceito de EI do ponto de vista do agente-empresa, figura 8. Segundo os autores, um EI é representado pelas inter-relações que uma empresa mantém com organizações externas a ela. Essas relações, por sua vez, são indispensáveis para a criação de um produto inovador. Essas relações buscam ainda, a redução de riscos e custos à empresa, ganhos econômico-financeiros, a redução do *time-to-market* de novos produtos e o aumento das vantagens competitivas oriundas da inovação.

FIGURA 8: REPRESENTAÇÃO DA ATUAÇÃO DOS AGENTES DE UM ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO



FONTE: Ferasso et al, 2018.

Considerando os diferentes conceitos apresentados a respeito do que pode ser caracterizado como um EI, destacamos o proposto por Jackson (2011) [*conjunto de relações que são formadas entre agentes ou entidades cujo objetivo principal é o de fomentar o desenvolvimento tecnológico e a inovação*] como sendo o conceito a ser utilizado neste trabalho. Os conceitos apresentados possuem similaridades entre si, sendo comum a todos eles às características relacionadas a necessidade da diversidade dos agentes que compõem um ecossistema, a interconexão e a interdependência entre esses atores (JING; XIONG-JIAN, 2011), a simbiose, os objetivos e os problemas comuns, o compartilhamento de conhecimento, tecnologia e capacidades e a coexistência de cooperação e competição (NAMBISAN; BARON, 2013). Como diferencial apresentado pela compreensão de Jackson (2011), destaca-se o entendimento do EI como sendo um sistema dinâmico e complexo composto por multi-

agentes, o foco nas interações entre os agentes como fator de aumento do potencial inovativo do ecossistema e o entendimento de que os agentes possuem papéis e funções a serem desempenhados para o surgimento da inovação.

2.4 Agentes dos Ecossistemas de Inovação

Os EI, conforme as definições apresentadas, possuem em sua constituição diferentes agentes ou atores que se relacionam entre si, se interdependem, se auto-organizam, cooperam e competem (BERNUS, 2015; JACKSON, 2011; ADNER; KAPOOR, 2010; ADNER, 2006). Dentro desse contexto, pode-se entender um agente como um ator instituído de determinados papéis e responsabilidades que estão alinhadas ao funcionamento de um ecossistema (CARAYANNIS; PROVANCE; GRIGOROUDIS, 2016).

Mercier-Laurent (2011), Jackson (2011) e Bernus (2015) trabalharam no propósito de identificar os agentes presentes dentro de um Ecossistema de Inovação, em seus trabalhos elencam-se 8 agentes indispensáveis para o funcionamento de um EI, sendo eles:

- a) Governo: instituições governamentais (federais, estaduais ou municipais) que oferecem programas de financiamento, regulamentações, políticas públicas e incentivos;
- b) Universidade: instituições de ensino públicas ou privadas que desenvolvem pesquisa, formação de mão de obra qualificada, aceleram ações empreendedoras e a criação de novas empresas.
- c) Indústria: empresas, entidades, federações e associações industriais que buscam soluções de valoração, desenvolvem tecnologias e conhecimento em seus setores de P&D, necessitam de demandas de novos bens, serviços e processos produtivos, formam pessoas via escolas técnicas ou treinamentos internos. O agente indústria também pode atuar na condição de consumidor ou financiador da inovação.

- d) Instituições de Apoio: Organizações de classe, autarquias, organizações sem fins lucrativos, órgãos públicos ou privados, profissionais autônomos e demais atores que podem oferecer assistência especializada e conhecimento para outros agentes que estão envolvidos com inovações.
- e) Empreendedor: donos de startups, pequenas empresas, estudantes, pesquisadores, profissionais e qualquer pessoa ou organização que tem uma ideia, descoberta, invenção que pode ser transformado em algo comercializável. O agente empreendedor é sempre o foco dos esforços de todo o EI.
- f) Financeiro: agências de fomento, bancos, investidores anjo, empresas, organizações, órgãos públicos ou privados que promovem meios de financiamento para as etapas da construção do EI e da inovação.
- g) Consumidor: empresas, pessoas, universidades, bancos, instituições públicas ou privadas que podem participar e influenciar às etapas de uma iniciativa de inovação e que podem, inclusive, se tornar os usuários finais dos bens, serviços ou processos produtivos produzidos.
- h) Sociedade Civil: organizações, instituições e indivíduos que podem criar demandas sociais e ambientais que afetam os negócios e que podem impactar o desenvolvimento da inovação. Esses agentes também podem ser agentes consumidores.

Os agentes constituintes de um EI, tais como universidades, empresas, agências de financiamento e startups, podem ser encontrados em centros urbanos de médio e grande porte, entretanto, não se verifica com a mesma facilidade a presença de EI constituídos nesses locais (MARKHAM et al, 2010). A simples interação ou a presença desses agentes não colabora efetivamente para a criação e a manutenção de um EI, portanto, para que a inovação aconteça é necessário que esses agentes assumam papéis e responsabilidades específicos para que a inovação aconteça (CUSUMANO; GAWER, 2010; MARKHAM et al, 2010; DEDEHAYIR; SEPPANEN, 2015).

2.5 Papéis e responsabilidades presentes nos Ecossistemas de Inovação

Na década de 2010, os estudos referentes aos EI passaram a discutir os papéis e as responsabilidades ou atividades que os agentes de inovação deveriam desenvolver para a criação e manutenção de um ecossistema de inovação, sobretudo no que diz respeito à forma como esses atores deveriam interagir (KIM; WILEMON, 2002; FRISHAMMAR et al, 2013).

Antes de se adentrar na discussão dos papéis e responsabilidades dos agentes de um EI, é preciso definir estes dois termos. Por papel, pode-se compreender como sendo a identidade de um agente dentro de um sistema social, sendo essa identidade, reconhecida por outros atores desse sistema. Para cada papel, pode haver um script ou uma série de expectativas de comportamento compreendidas e aderidas por todos, ou seja, suas responsabilidades (BIDDLE, 1986; DEDEHAYIR; MAKINEN; ORTT, 2017).

Por responsabilidades, compreende-se as inúmeras atividades ligadas a um papel que será desempenhado por este agente social (ORTT, 2017).

Compreendendo que os papéis estejam ligados às pessoas individuais ou a agentes sociais, pode-se inferir que dentro de um ecossistema de inovação, seus agentes podem assumir diferentes responsabilidades e comportamentos frente à inovação. Essas responsabilidades e comportamentos se reúnem em grupos temáticos que garantem o funcionamento de todo o EI (DEDEHAYIR; MAKINEN; ORTT, 2017).

Anterior à definição dos papéis relacionados aos ecossistemas de inovação, ainda na década de 1990, foram definidos os papéis referentes aos ecossistemas de negócios. Para Moore (1993), haviam dois papéis fundamentais na existência de um ecossistema: o líder e o complemento. Na visão de Moore (1993), o líder do ecossistema assume uma posição central assegurando a cooperação de organizações-chave que fornecerão produtos e serviços complementares para a criação de valor para o cliente. Moore (1993) destaca ainda a importância do líder do ecossistema para proteger a nova ideia de inovação dos concorrentes, ao mesmo tempo em que estabelece fortes laços com clientes líderes e canais importantes de distribuição. O papel do complemento, por sua

vez, inclui as atividades que ajudarão o líder do ecossistema a expandir os domínios de sua aplicação.

Os papéis de líder e complemento, presente nas definições dos ecossistemas de negócios proposto por Moore (1993) não foram suficientes para a complexidade do funcionamento dos ecossistemas de inovação. Dentro desse contexto é possível identificar na literatura a respeito dos papéis e responsabilidades presentes nos EI a existência de quatro grupos distintos: papéis de liderança, papéis de criação de valor, papéis de suporte à criação de valor e papéis de empreendedorismo (HU et al, 2009; LINDGREEN et al, 2015; LETEN et al, 2013; KAPOOR; LEE, 2013; DEDEHAYIER et al, 2017).

2.5.1 Papéis de liderança e suas atividades chaves

Para o nascimento, desenvolvimento e manutenção de um EI é fundamental a presença de um líder ou de um agente central nesse processo. O papel de liderança de um ecossistema pode ser exercido através da realização de quatro atividades chaves: governança do ecossistema, criação de parcerias, gerenciamento de plataforma e gerenciamento de valor (MOORE, 1993; IANSITI; LEVIEN, 2004; CUSUMANO; GAWER, 2002; IYER et al, 2006)

Um agente que assume o papel de líder de um ecossistema, se engajará primeiramente em ações relacionadas à governança. Estes incluem projetar o papel de outros agentes e coordenar as interações entre eles.

Embora essas atividades sejam necessárias em toda a vida do ecossistema, acredita-se que elas são especialmente importantes nos estágios iniciais da criação do ecossistema quando os agentes começam a interagir, mas não há nenhuma estrutura em suas interconexões. Nessa fase inicial de fomento do ambiente de inovação, o líder irá atuar como um elo de ligação no processo de aglomeração dos agentes em torno do objetivo de construir um bloco de agentes com foco comum de inovar (GAWER, 2014).

Outra atividade relacionada à governança é a orquestração dos fluxos de recursos entre os membros do ecossistema. A gestão dos recursos é importante na gênese do ecossistema e em suas fases avançadas, pois ao longo do tempo é comum que ativos tecnológicos e financeiros venham a se acumular em determinados agentes. No geral, espera-se que as atividades de governança realizadas pelo líder do ecossistema (por exemplo, coordenação de interações e orquestração de fluxos de recursos) em ecossistemas de inovação não centrados em plataforma assumam a forma de 'governança relacional' em vez de um modo de troca de custos de transação (POPPO; ZENGER, 2002).

Seguindo essa proposição, os líderes de tais ecossistemas seriam encorajados a construir ativos específicos de relacionamento e confiança Inter organizacional no governo do ecossistema, com menos dependência de contratos formais e complexos em troca Inter organizacional (GAWER, 2014).

O segundo grupo de atividades que o líder do ecossistema empreenderá é a criação de parcerias. Li e Garnsey (2013) exemplificam isso em seu estudo do ecossistema de diagnóstico de tuberculose, pelo qual a empresa de diagnóstico médico (líder de ecossistema) conseguiu reunir o valor necessário de parcerias para contornar os riscos associados à descoberta, desenvolvimento e entrega de inovações na área da saúde. Forjar parcerias significa atrair agentes para a rede, nesse sentido, o líder do ecossistema pode fornecer incentivos para parceiros externos se engajarem com a rede crescente.

Após a reunião dos agentes, a próxima tarefa do líder do ecossistema é formar ligações entre eles para a criação de uma aliança. A criação de colaboração dentro da rede emergente de atores segue, por sua vez, e deve resultar em ação coletiva em direção a um objetivo comum, a saber, a criação de valor em novos produtos e serviços (ADNER; KAPOOR, 2010).

Um provável desafio enfrentado pelo líder do ecossistema nesse empreendimento é o compartilhamento de sua visão com a rede de agentes e a aquisição de consenso entre eles para alcançar uma verdadeira colaboração (MOORE, 1993).

De acordo com Cusumano e Gawer (2002), nos ecossistemas baseados em plataformas, o papel do líder será o de gestor de plataforma, como por exemplo se tem a Amazon no varejo eletrônico. Aqui, por plataforma, se refere a uma premissa técnica sobre a qual o mercado de produtores e consumidores pode funcionar. Nesse contexto, às atividades ligadas ao gestor de plataformas serão de pioneirismo no projeto e na construção da plataforma. Nesse sentido, o gestor de plataforma buscará gerar valor a partir da participação de um grande número de agentes incluindo uma comunidade de usuários e o grupo de produtores. Assim, abre a plataforma para permitir que a diversidade de atores se junte ao meio, trocando ideias e realizando transações (ROHRBECK et al, 2009).

Outra tarefa do líder de um ecossistema baseado em plataformas é garantir a compatibilidade do escopo de inovações complementares com a plataforma, uma condição necessária para um mercado funcional (IANSITI; LEVIEN, 2004).

O quarto papel e conjunto de atividades que se relacionam com a liderança do ecossistema é o de gestor de valor. O gestor de valor cria e captura valor produzindo suas próprias ofertas e / ou agregando as ofertas de outros agentes no ecossistema e, ao mesmo tempo, garante que outros atores possam acumular seu próprio valor. Kapoor e Lee (2013) examinam as diferentes formas de aliança formadas por hospital (gestor de valor) e os médicos no ecossistema de inovação em saúde, exemplificam como os investimentos tecnológicos podem influenciar a forma de captura de valor do líder do ecossistema. A apropriação de valor de outros agentes é especialmente pertinente para um ecossistema saudável que pode manter a subscrição de atores, que estão satisfeitos com a quantidade de valor que podem apropriar do mercado com o qual interagem (IANSITI; LEVIEN, 2004).

No quadro 01 é apresentado uma síntese contendo os quatro papéis ligados à liderança de um ecossistema, suas atividades chaves e exemplos de agentes que desenvolveram esses papéis/atividades em seus respectivos ecossistemas.

Quadro 1: Papéis de liderança e suas atividades chave

Papel	Atividade	Exemplos de Agentes
Líder ou Governante do Ecossistema	<p>Iniciam, mantêm e desenvolvem às funcionalidades de um ecossistema através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Criam papéis e regras para os demais agentes; (ii) Coordenam interações externas e internas; (iii) Orquestram o fluxo de recursos entre os parceiros 	<ul style="list-style-type: none"> • Administração rodoviária da Suécia no ecossistema de inovação de gerenciamento de tráfego.
Construtor de parcerias	<p>Criam redes dentro do Ecossistema através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Atraem e reúnem parceiros relevantes; (ii) Formam vínculos e alianças com empresas proprietárias de vários recursos de diferentes setores; (iii) Criam colaboração entre parceiros através de alianças; (iv) Estimulam investimentos complementares e proveem oportunidades para criação de nichos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco, IBM e GE no ecossistema de inovação em <i>smart grid energy</i>; • Microsoft no ecossistema de inovação de software.
Gestores de plataforma	<p>Fornece base técnica para o mercado funcionar através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Projetam e constroem uma plataforma de negociação; (ii) Abrem a plataforma de negócios, seus dados e sua infraestrutura para a construção de uma comunidade de usuários; (iii) Orquestram inovações complementares para a plataforma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lego no ecossistema de inovação de brinquedos infantis; • Deutsche Telekom no ecossistema de inovação de telecomunicações da Alemanha.
Gestores de valor	<p>Criam e capturam valor através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Agrupamento de ofertas e componentes; (ii) Estimulam a apropriação de valor para todos os produtores e o usuário final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitais e centros de saúde em ecossistemas de inovação em saúde.

Fonte: Lindgren et al (2015), Ginsberg et al (2010), Popp (2010), Hienerth et al (2014), Rohrbeck et al (2009).

2.5.2 Papéis de criação de valor

O segundo grupo de papéis que são essenciais para o ecossistema de inovação são aqueles diretamente associados à criação de valor. Nesse grupo encontram-se os papéis de fornecedor, *assembler*, usuário e complementador, apresentados no quadro 02. A cadeia de valor tradicional, já apresenta a definição dos papéis fornecedor, *assembler* e usuário. A presença do papel complementador é uma das características que vem a distinguir um ecossistema de inovação de uma cadeia de valor tradicional (ADNER; KAPOOR, 2010).

Como citado, cada papel possui um conjunto de atividades que devem ser realizadas pelos agentes que o desempenham (RAMACHANDRAN et al., 2012). Nesse sentido, ao tomar-se como exemplo o papel do fornecedor, compreende-se que são suas responsabilidades fornecer materiais, tecnologias e serviços essenciais para o uso de outros atores no ecossistema. Não necessariamente, esse papel deva ser desempenhado por uma empresa de insumos, mas sim por qualquer agente que que ele supervisione essas atividades e garanta que elas sejam realizadas (ADNER; KAPOOR, 2010).

Quadro 2: Papéis de criação de valor e suas atividades chaves.

Papel	Atividade	Exemplos
Fornecedor	Fornece a oferta de componentes-chave, garantindo a entrega de materiais, tecnologias, serviços, para serem usados por outros no ecossistema	<ul style="list-style-type: none"> • Produtores de lentes no ecossistema de inovação de litografia por semicondutores.
Assembler	Fornece produtos e serviços por: (i) montagem de componentes, materiais e serviços; (ii) informações de processamento, fornecidas por outras pessoas no ecossistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas que reaproveitam resíduos industriais no ecossistema de inovação industrial. • Hospitais nos ecossistemas de saúde.
Complementador	Entrega ofertas complementares importantes por: (i) atingir compatibilidade com a plataforma (ii) utilizando o design das outras ofertas do ecossistema (iii) atender às especificações do cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvedores de softwares no ecossistema de inovação em jogos digitais.
Usuário	Contribui para a criação de valor por: (i) Definir um problema ou necessidade; (ii) Desenvolvimento de ideias com base em dados de produtos fornecidos pelo líder do ecossistema; (iii) Engajar-se em transação e compra de oferta; (iv) Integrar as principais complementariedades ao se utilizar produtos ou serviços.	<ul style="list-style-type: none"> • Consumidores em geral.

Fonte: ADNER e KAPOOR (2010), AYRES (1996), KAPPOR e LEE (2013), Makinen e Dedehayir (2013), Hienert et al (2014), Dedehayir et al (2017).

O papel de *assembler*, se refere as ações de agregação de componentes, materiais e serviços recebidos, bem como o processamento de informações produzidas por outros, para entregar produtos e serviços que resultam desta montagem. Desta forma, o papel do fornecedor e montador são ligados através das ações de entrega por parte do fornecedor, e o recebimento e montagem de componentes por parte do montador, com cada papel contribuindo com valor único para o ecossistema (AYRES, 1996; KAPOOR; LEE, 2013). Dentro dessa perspectiva, pode-se compreender um hospital como um *assembler* dentro do ecossistema de inovação em saúde, uma vez que eles integram seus serviços internos aos dos médicos para criar novos procedimentos para os pacientes (KAPOOR; LEE, 2013).

O terceiro papel relacionado à criação de valor é o papel de complementar. Sua função é a de ampliar às ofertas e as relações entre fornecedores e *assemblers*. Para tal, o papel do complementar é ocupado por agentes que estão fora do caminho direto da criação de valor (ADNER, 2012). Agentes que produzem produtos e serviços complementares também são essenciais ao ecossistema, por exemplo, a complementaridade entre os produtos de hardware e software de jogos para PC no ecossistema de inovação em jogos de computador (MAKINE; DEDEHAYIR, 2013). Ao mesmo tempo, o complementar deve atender as especificações do cliente, uma vez que este último acumulará valor agregado ao reunir a oferta do assembler juntamente com as demais ofertas dos agentes do ecossistema (ADNER, 2012).

A última função de criação de valor é a do usuário. Os agentes deste papel contribuem com o ecossistema ao definirem os problemas e necessidades que podem servir como um gatilho para a inovação do ecossistema (MARACINE; SCARLAT, 2008). Um exemplo da importância do engajamento da comunidade de usuários no ecossistema é a nova geração de produtos Lego, que foram impulsionados pelas ideias oriundas de seus consumidores (HIENERTH et al., 2014).

2.5.3 Papéis de suporte à criação de valor

O terceiro grupo de papéis de um ecossistema de inovação é o de apoio à criação de valor. Esses papéis possuem a característica de não agregarem valor diretamente na entrega de produtos e serviços, mas fazem isso de maneira indireta através do fornecimento de suporte à inovação (DEDEHAYIR et al., 2017).

Atividades e papéis ligados a criação de valor já haviam sido propostos anteriormente por pesquisadores que tratavam da transição de uma nova ideia para um produto. Dentre às primeiras definições ligadas ao assunto, é possível identificar a necessidade de um agente Inter organizacional que efetue pontes e conexões que darão o suporte à criação e comercialização da inovação. Além de um agente responsável pelas conexões que darão suporte à inovação, há a necessidade da ação de especialistas em pesquisa e desenvolvimento para que ela aconteça (CHAKRABARTI, 1974; CHAKRABARTI; HAUSCHILDT, 1989; HOWELL; HIGGINS, 1990).

O primeiro papel de suporte à criação de valor é o do especialista, que é de extrema necessidade para ecossistemas em fase inicial de vida. O papel de especialista é tipicamente associado a universidades e centros de pesquisa que geram conhecimento e invenções que podem ser utilizadas por outros agentes do ecossistema na criação de valor. Esse papel também possui atividades relacionadas a serviços de consultoria (CLARYSSE et al., 2014).

Maracine e Scarlat (2008) e Kapoor e Lee (2013), por exemplo, destacam atores individuais, como médicos e outros profissionais da área médica, que detêm o papel de especialistas durante o nascimento de ecossistemas de inovação em saúde. Essas atividades de criação e disseminação do conhecimento provavelmente ocorrerão nos estágios iniciais do nascimento do ecossistema, fornecendo a base de conhecimento sobre a qual a inovação e um ecossistema correspondente de agentes podem ser construídos. Outra atividade relacionada ao papel especialista é a promoção da comercialização de tecnologia (MARACINE; SCARLAT, 2008; KAPOOR; LEE, 2013).

Embora já presentes nas atividades relacionadas aos papéis de liderança do ecossistema, a construção de parcerias e a interação com diferentes parceiros na

formação e manutenção de um ecossistema são responsabilidades de especial importância nesses ambientes. Por isso, essas atividades podem ser exercidas pelo segundo papel relacionado ao suporte à criação de valor, o Champion do ecossistema (DEDEHAYIR et al., 2017).

O Champion é, portanto, um especialista na construção de conexões entre os agentes e possui aptidão para interagir com diferentes parceiros dentro do ecossistema. Podendo ser desempenhado por instituições ou por indivíduos, esse papel também se encarrega da transição de uma nova ideia para um produto comercializável (RAMACHANDRAN et al., 2012). O quadro 3 apresenta a síntese do especialista e do Champion, papéis do grupo de suporte à criação de valor de um ecossistema.

Quadro 3: Papéis de suporte à criação de valor e suas atividades-chaves.

Papel	Atividade	Exemplos
Especialista	<p>Supportam a criação de valor através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Geração de conhecimento através de pesquisa básica e aplicada; (ii) Provê consultoria, expertise e conselhos; (iii) Encoraja a transferência de tecnologia e a comercialização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Universidades e centros de pesquisas localizados nos ecossistemas; • Médicos, profissionais da saúde e especialistas no ecossistema de inovação em saúde.
Champion	<p>Supportam a criação de valor e o estabelecimento e manutenção do ecossistema através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Construção de alianças e conexões entre agentes; (ii) Interação entre parceiros e grupos; (iii) Provem acesso a negócios locais e não-locais. 	<ul style="list-style-type: none"> • EIT ICT LAB no ecossistema de inovação em tecnologia da informação e comunicação.

FONTE: Clarysse et al. (2014); Maracine e Scarlat (2008); Still et al. (2014); Dedeheyir et al (2017).

2.5.4 Papéis de empreendedorismo

O quarto grupo de papéis presentes num ecossistema de inovação é o que reúne às responsabilidades relacionadas as ações de empreendedorismo destes ambientes. Esse grupo de papéis e atividades é composto pelo empreendedor, pelo patrocinador e pelo regulador, quadro 4.

A necessidade de um patrocinador, ou *sponsor*, para que novas ideias se tornem produtos, ou ainda, para que empreendedores tenham seus negócios alavancados já havia sido discutida por Chakrabarti e Hauschildt (1989) em seus estudos a respeito de atividades chaves para o desenvolvimento da inovação.

O primeiro papel, o do empreendedor, pode ser exercido por indivíduos ou empresas iniciantes e é vital para o crescimento econômico do ecossistema. O empreendedor é também um papel que está conectado a vários outros papéis do ecossistema (DEDEHAYIR et al., 2017). Por exemplo, o empreendedor pode estar diretamente conectado ao líder do ecossistema por ver oportunidades de comercializar descobertas e invenções dos especialistas. Os empreendedores podem ser motivados também pela interconexão de diferentes agentes internos e externos ao ecossistema (LI; GARNSEY, 2014).

Pode-se acreditar que as atividades do empreendedor estejam sobrepostas a do líder do ecossistema, porém, não cabe a ele às ações de último nível de governança dos ecossistemas. Sua ação é intermediária, por exemplo, ele pode vir a ser o elo de ligação entre as instituições de pesquisa e as relacionadas a comercialização de novas tecnologias (LI; GARNSEY, 2014).

Os novos empreendimentos e seus empreendedores, por sua vez, carecem de recursos para a inovação. Nesse contexto, surge o segundo papel relacionado ao empreendedorismo, que é o patrocinador (KSHETRI, 2014).

Além da assistência financeira, o patrocinador pode estar ligado a atividades de assistência a novos empreendimentos, consultoria, co-desenvolvimento de produtos e compra de novos projetos ou empresas (KSHETRI, 2014). Ele também pode ser responsável pela conexão da academia a potenciais novos empreendimentos e de

indivíduos empreendedores a mentores e à educação empresarial (MAIA; CLARO, 2013).

Enquanto o empreendedor e o patrocinador formam os principais papéis no grupo empreendedor, eles são apoiados por um terceiro papel que é denominado de regulador. A contribuição desse papel é a de catalisar a formação de novos empreendimentos criando condições econômicas, políticas e regulatórias favoráveis. Um exemplo da importância do regulador é demonstrado por Chang (2015) ao exemplificar a influência do regulador dentro da dinâmica do ecossistema de inovação de tecnologias da informação e comunicação da Coreia do Sul, um ambiente capaz de se auto organizar baseado nas políticas regulatórias do setor.

Quadro 4: Papéis de empreendedorismo e suas atividades chaves.

Papeis	Atividades	Exemplos
Empreendedor	<p>Inicia novos empreendimentos baseados em:</p> <p>(i) proximidade regional de agentes que podem ser conectados para gerar negócios;</p> <p>(ii) criação de redes focadas em trabalho de equipe, presença de fornecedores, clientes e complementadores;</p> <p>(iii) coordenar a colaboração entre pesquisa e comercializadores de novas tecnologias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Startups de internet no ecossistema de inovação em software e hardware; • Pesquisadores empreendedores em ecossistemas de inovação farmacêutica.
Patrocinador	<p>Suporta a criação de novos empreendimentos através de:</p> <p>(i) Fornecimento de recursos para empreendedores;</p> <p>(ii) Financiamento de mercados de baixa renda;</p> <p>(iii) Compra e co-desenvolvimento de ofertas de novos produtos e serviços;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agencias de microcrédito em arranjos produtivos locais; • Agências de suporte a novos empreendimentos.

	<p>(iv) Ligação de empreendedores a outros agentes do ecossistema;</p> <p>(v) Mentoria, educação empreendedora e outros serviços de suporte ao empreendedorismo.</p>	
Regulador	<p>Apoia a atividade empreendedora através de:</p> <p>(i) criação, reforma e implementação de políticas ligadas ao empreendedorismo e inovação;</p> <p>(ii) desmembramento e simplificação de regulamentação e restrições.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agência do governo da Coreia do Sul no mercado de tecnologias da informação e comunicação. • Reguladores de políticas públicas para a ciência, tecnologia e inovação.

FONTE: Li e Garnsey (2014); Chesbrough et al (2014), Kshetri (2014); Chang (2015); Dedehayir et al (2017).

2.6 Considerações finais a sobre os papéis e suas atividades

A busca de um referencial teórico a respeito dos papéis presentes em um ecossistema de inovação e suas atividades chaves demonstrou que é fundamental a ação destes atores em quatro grupos temáticos distintos: liderança, criação de valor, suporte a criação de valor e empreendedorismo. Essas atividades acontecem de maneira orquestrada durante o nascimento, desenvolvimento e manutenção de um ecossistema de inovação. No quadro 5 é apresentado uma visão geral dos grupos temáticos dos papéis e suas atividades chaves.

Quadro 5: Visão geral dos papéis e atividades de um ecossistema

Grupo	Papeis	Atividades		
Liderança	Líder do Ecossistema	Definir regras e identificar o cenário	criar colaboração abrir a plataforma de inovação garantir às bases para a criação de valor	coordenar o fluxo de recursos estimular a complementariedade entre os atores
	Construtor de Parcerias			
	Gestor de plataforma	Identificar, atrair e conectar parceiros chaves		garantir a integração dos agentes
	Gestor de valor			
Criação de Valor	Fornecedor			fornecer componentes
	Assembler			ligar componentes
	Complementador			prover complementariedades
	Usuário	Definir necessidades	Prover ideias	consumir a inovação
Suporte à Criação de Valor	Especialista	gerar conhecimento	prover expertise	transferir tecnologia e conhecimento
	Champion		construir conexões	promover acesso aos mercados
Empreendedorismo	Empreendedor	se agrupar regionalmente	configurar uma rede de parceiros	
	Patrocinador	prover recursos	co-desenvolver ofertas	conectar diferentes atores
	Regulador	prover condições favoráveis		

FONTE: O autor, 2018.

É importante ressaltar que o líder de um ecossistema desempenha um importante papel no desenvolvimento de um ecossistema de inovação, sobretudo nas ações que garantem seu nascimento, ou ainda, quando ainda não há uma clareza de quem serão os atores deste ecossistema. Por outro lado, as atividades relacionadas aos papéis de criação de valor necessitam de uma definição maior dos agentes presentes dentro do ecossistema, ou seja, é necessário que o líder efetue a conexão e identificação dos *players* de um ecossistema para que, em seguida, se conheça às tecnologias, produtos e serviços que serão conectadas para a criação do valor agregado.

O papel do usuário, deve ser um dos primeiros a existir dentro de um ambiente de inovação, sobretudo para definir as necessidades que motivam a formação do ecossistema. Outro papel que parece ser altamente significativo para o ecossistema incipiente é o especialista, que gera conhecimento capaz de fornecer a premissa de soluções para satisfazer as necessidades do usuário.

O papel do usuário, deve ser um dos primeiros a existir dentro de um ambiente de inovação, sobretudo para definir as necessidades que motivam a formação do ecossistema. Outro papel significativo na formação de um ecossistema é o de especialista, que gera conhecimento capaz de fornecer a premissa de soluções para satisfazer as necessidades do usuário. O empreendedor, com o apoio do patrocinador e as ações facilitadoras do regulador, provavelmente também terá fundamental importância na formação de um ecossistema de inovação. Além do líder do ecossistema, o *champion* possui um papel crucial para ajudar o ecossistema a navegar nesta fase volátil de nascimento, recrutando parceiros-chave para se juntarem à rede, resultando em um aumento gradual no número de atores que constituem o ecossistema ao longo do tempo.

Ao longo do tempo e do desenvolvimento de um ecossistema de inovação, ocorre a transição ou a modificação das atividades a serem realizadas pelos atores. Em seu estado incipiente ou de nascimento, as atividades do ecossistema centram-se na construção de uma premissa e no estabelecimento de condições necessárias para estimular o processo de gênese. As necessidades dos usuários são definidas, descobertas e invenções científicas (ou seja, os ingredientes da inovação) são

fornecidas, a plataforma é construída, o contato inicial com os atores é feito e os papéis são decifrados, enquanto os empreendedores fazem preparações de localização e recursos para iniciar o processo de inovação. O próximo grupo de atividades dá forma e propósito ao ecossistema de inovação nascente, à medida que os papéis são redefinidos de acordo com esse objetivo. Durante esse período de "formação", a interação e colaboração entre os atores é ativada e a plataforma previamente construída é aberta aos participantes do ecossistema de inovação. Os usuários também contribuem com suas ideias à luz das necessidades que haviam sublinhado anteriormente, enquanto as redes são estabelecidas pelo empreendedor, apoiadas nessa iniciativa pelo *champion* e pelo patrocinador. Após os períodos de preparação e formação, o ecossistema de inovação entra em seu terceiro estado, marcado por atividades que resultam em criação de valor holístico. Nesse período de "operação", os papéis são redefinidos novamente à medida que o líder do ecossistema organiza colaborações e fluxos de recursos enquanto cria e captura simultaneamente seu próprio valor, e o especialista, o complementar e o patrocinador ajudam a solidificar a extensão da rede. No entanto, são os papéis diretos de criação de valor que fortalecem o ecossistema de inovação durante esse tempo, através do fornecimento e montagem de componentes e complementaridades, à medida que os usuários adquirem e colocam em uso o valor embutido na oferta final.

A diversidade de papéis e responsabilidades levantados nos apresenta a complexidade e a diversidade dos inúmeros tipos de interação que podem ocorrer num ecossistema de inovação. Um único agente pode assumir até treze papéis que se desdobram em responsabilidades de ação dentro do ambiente de inovação que irão contribuir para a competição e a cooperação em prol da inovação. Essa diversidade de relações, porém, não pode ser desordenada ou sem objetivos, elas precisam visar a inovação para que se caracterize o ambiente como um ecossistema de inovação. Nesse sentido, espera que os agentes apresentem um **efeito swarm**. O efeito ou comportamento *swarm* é um comportamento coletivo exibido por entidades que se agregam e se movem numa mesma direção, ou seja, possuem interações que se organizam em prol de um mesmo objetivo. De um ponto de vista mais abstrato, o comportamento *swarm* é o movimento coletivo de um grande número de entidades autopropulsadas. Do ponto de vista do modelador matemático, trata-se de um

comportamento emergente oriundo de regras simples que são seguidas pelos indivíduos e não envolve qualquer coordenação central (SASKA, 2014). No caso de um ecossistema de inovação, o comportamento *swarm* se caracteriza pela diversidade de interações que se orientam em prol do surgimento da inovação.

2.7 Estruturas de representação de um Ecossistema de Inovação

De acordo com Jackson (2011), a inovação irá se difundir dentro de um ecossistema de inovação através de uma rede ou de um sistema social que contém uma diversidade de agentes que se relacionam entre si. Para se compreender o funcionamento dessa rede ou sistema social é necessário realizar a modelagem de tais ambientes. A modelagem de um ecossistema de inovação contribui não só para o seu entendimento, mas também para a definição de políticas de fomento do ambiente, identificação de potencialidades e fraquezas do mesmo, predição de ações futuras, entre outros (LI; GARNSEY, 2014; MARACINE; SCARLAT, 2008; KAPOOR; LEE, 2013).

Neste capítulo são apresentadas três estruturas de representação ou de modelagem de um ecossistema de inovação: em rede, em camadas e em sistema de multi-agentes.

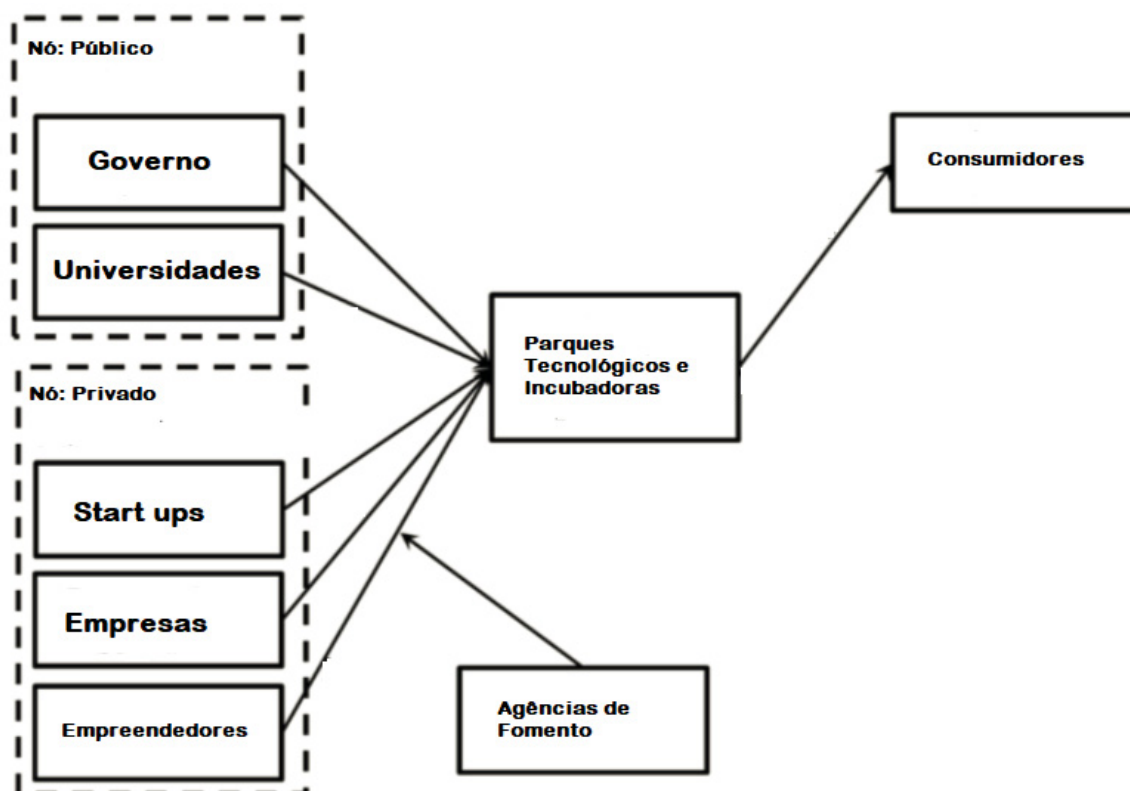
2.7.1 Modelagem de Ecossistema de Inovação sob a estrutura de rede

A primeira abordagem utilizada para se modelar um EI que será discutida nesse trabalho é a de redes. Um modelo em rede consiste na definição dos nós de uma rede e em seguida de como ocorre a conexão entre eles, semelhante a uma rede de roteadores de telecomunicações (LUO, 2017). Nessa perspectiva, é fundamental estabelecer que agentes ou atores do EI são os nós da rede e como se dá a influência desses nós nos demais elementos da rede de inovação. Nessa perspectiva, é possível simular como a estratégia de um agente impacta na rede e até onde suas ações podem ser observadas.

Outro ponto importante numa abordagem em rede, ou numa modelagem em rede, é entender em que estruturas estão cada agente do EI e como se dão suas influências dentro dessas estruturas. Por exemplo, Chen e Hung (2016) analisaram ligações entre agentes de pesquisa e desenvolvimento, e definiram como estruturas a pesquisa básica, a tradução da tecnologia desenvolvida em produtos e o desenvolvimento do sistema de inovação. Dentro dessas três estruturas são definidos os nós da rede e suas conexões de influência.

Na modelagem em rede, figura 9, há também uma preocupação com às novas ligações do EIT. A utilização da modelagem em rede permite a aplicação de métodos de programação, tais como o método quadrático, que permite a definição de critérios para a análise de novas conexões. Um agente sobrecarregado, assim como ocorre numa rede de telecomunicações, passa a ter dificuldades em disseminar sua influência de maneira satisfatória a todos os elementos ligados a ele. Por isso é necessária a definição de estratégias que contribuam para a análise de novas alianças (EFIMENKO, 2017).

FIGURA 9: REPRESENTAÇÃO DE UM EI EM REDE



FONTE: Adaptado de CHEN e HUNG, 2016.

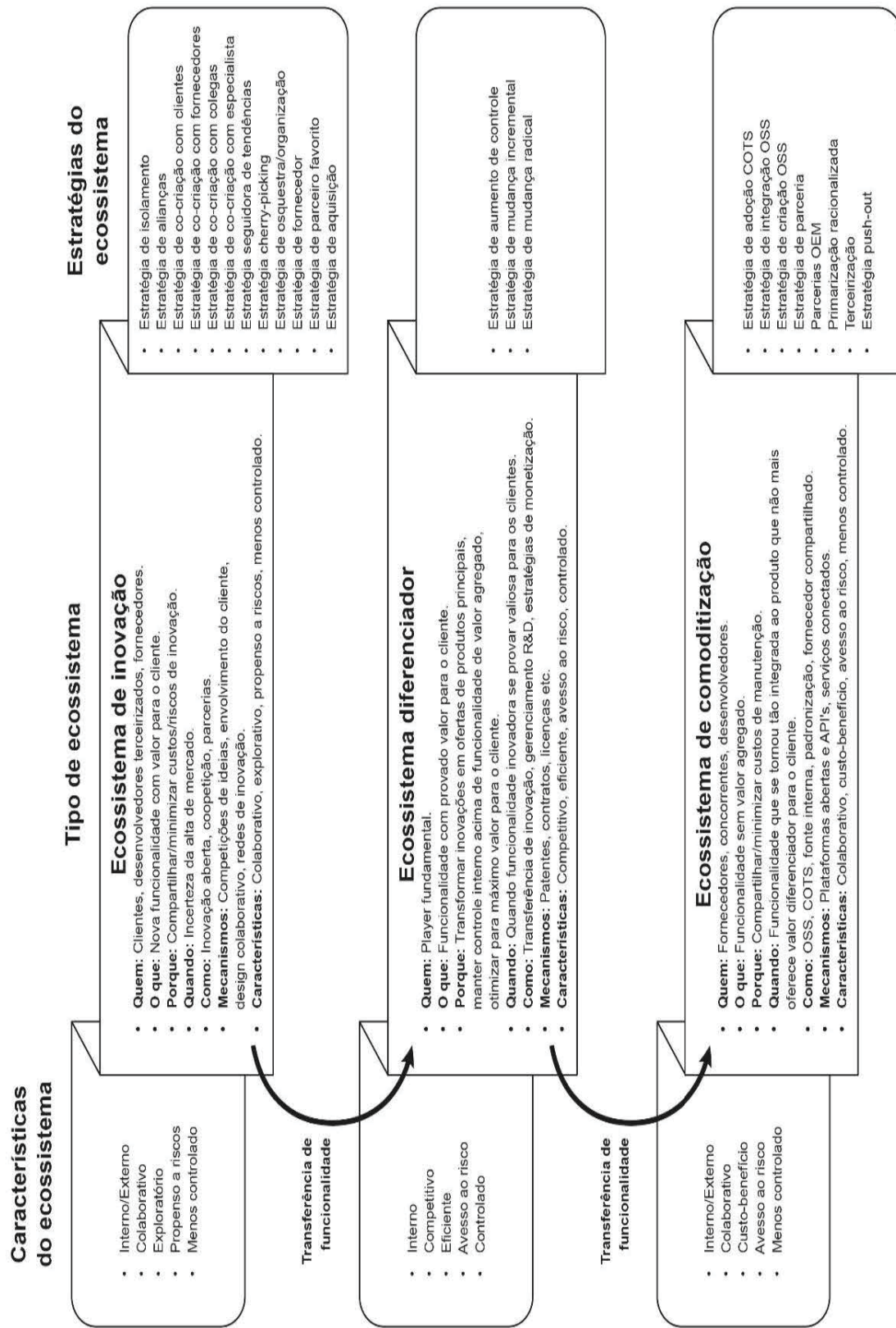
2.7.2 Modelagem de Ecossistema de Inovação sob a estrutura de camadas

Na perspectiva de camadas compreende-se que a inovação passa a acontecer além dos limites de uma empresa ou universidade, e é sempre fruto da colaboração entre diferentes participantes. No modelo de camadas, cada uma delas passa a ser responsável por determinadas funcionalidades e estratégias em prol da inovação, seguindo a metáfora biológica, onde cada camada de um ecossistema biológico tem uma função específica que garante o funcionamento do todo (HOLSMETROM; BOSCH, 2017). Modelos em camadas são importantes em situações em que se é necessário identificar em que parte do processo um agente passa a atuar e quais são suas responsabilidades e como se estabelece sua rede de relações naquela camada. Na figura 9, é apresentado

um exemplo de um modelo conceitual de camadas desenvolvido por Holmstrom e Bosch que definiram três camadas e suas respectivas características e estratégias. Semelhante ao modelo biológico, a extinção de uma das camadas acaba por desequilibrar e até matar todo o ecossistema (HOLSMETROM; BOSCH, 2017).

A abordagem multinível ou multicamadas, figura 10, também proporciona uma visão sistêmica e holística dos modelos complexos formados pelos EI, permitindo assim uma análise que permite estudar incentivos, estratégias, estabilidade e possibilidades de fomento desses ambientes. Essa abordagem também proporciona uma percepção não só da interdependência, mas também da hierarquia presente dentro de um EI (YILMAZ, 2011).

FIGURA 10: MODELO DE UM E I EM CAMADAS



FONTE: Traduzido de Holmtron Olsson, H e Bosh, J. 2017

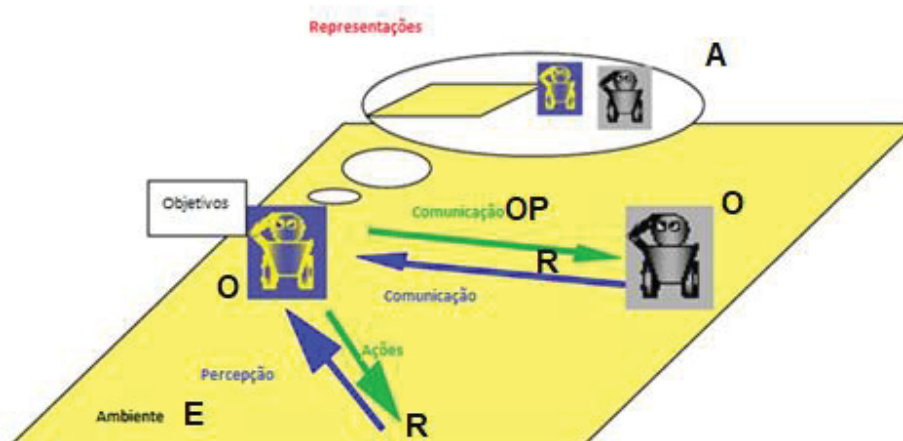
2.7.3 Modelagem de um Ecossistema de Inovação sob a estrutura de multi-agentes

Existem várias definições do que vem a ser um agente, por consequência, o que vem a ser um sistema multi-agentes. Apresenta-se aqui, a definição dada por Ferber (1995, 1999), uma vez que é a mais significativa para pesquisadores que trabalham com a simulação de ecossistemas (HOLSMETROM; BOSCH, 2017; YILMAZ, 2011). A figura 10 traz uma visão simplificada do que vem a ser um ambiente multi-agentes, que é composto de:

- Um ambiente **E**, que é um espaço geográfico ou delimitado por interesses em comum;
- Um conjunto de objetos, **O**. Esses objetos estão situados, ou seja, é possível em um dado momento a associar qualquer objeto com uma posição em **E**;
- Um conjunto de agentes **A**, que são um subconjunto de **O** e representam frações atuante no ecossistema.
- Um conjunto de relações **R** entre os agentes de **A** do ambiente **E**;
- Um conjunto de operações, **OP** que tornam possível para os agentes de **A** perceber, produzir ou transformar e manipular objetos em **O**.
- Operadores com a tarefa de representar interações e reações ou leis de um ecossistema.

Os sistemas multi-agente buscam simplificar a resolução de problemas, dividindo o conhecimento necessário em subunidades, pela associação de um agente independente e inteligente para cada subunidade (FERBER, 1999). Ou seja, a abordagem baseada em multi-agentes busca compreender quem são os atores de um EI, quais são seus papéis e responsabilidades, como eles se conectam e como eles se reorganizam após suas interações (HOLSMETROM; BOSCH, 2017). Essa característica, semelhante às abordagens de sistemas dinâmicos, contribui para uma modelagem mais completa que às anteriores, uma vez que compreenderá elementos da abordagem de rede, de camadas e ainda contará com a possibilidade de analisar a reorganização existente entre esses agentes (MCADAM, 2016).

FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DE UM AMBIENTE MULTIAGENTES



FONTE: FEBER, 1999.

Os primeiros estudos e modelos multi-agentes surgiram com a aplicação da teoria da hélice tríplice, que já definia universidade, empresa e governo como agentes de inovação (MCADAM; MILLER; MCADAM, 2016). O relacionamento desses agentes em prol da inovação e da geração de valor, constitui assim um modelo multi-agentes simples e de fácil compreensão (MORRIS; KING; YILMAZ, 2013). A teoria da hélice tripla vem sendo constantemente atualizada e discutida, por isso, já é possível encontrar estudos que defendem hélices quadruplas e quádruplas onde se consideram as questões ambientais, políticas e socioculturais, a sociedade civil e os consumidores interagindo com a universidade, às indústrias e o governo em prol da inovação. A modelagem multi-agentes comporta esse aumento de complexidade de fatores e permite uma visão macro de um EI (MCADAM; MILLER; MCADAM, 2016).

Outra característica importante da modelagem multi-agentes é a possibilidade da construção de um modelo conceitual de EI regional e em seguida, efetuar uma análise para compreender como as interações entre empresários e instituições de ensino impactam no processo de formação de novos empreendimentos dentro da ótica da

criação, disseminação e absorção do conhecimento (CARAYANNIS; PROVANCE; GRIGOROUDIS, 2016).

Segundo Engler e Kusiak (2011), esse tipo de modelagem se mostra eficaz para a compreensão de sistemas socioeconômicos por transformar a complexidade deles em agentes simples guiados por regras simples. Por exemplo, é possível utilizar alguns agentes para representar entidades inovadoras e em sua análise de resultados, entender como ocorre a dinâmica de inovação nesse ambiente e seu impacto na economia local. A agilidade em simular cenários também é outra característica que auxilia na tomada de decisões e definição de estratégias.

Por fim, se destaca a possibilidade de modelagem de sistemas que possuem restrições de recursos para que se possa compreender a dinâmica de adaptação dos agentes de um EI. Essa possibilidade é importante sobretudo para a tomada de decisões e a compreensão de um EI em momento de crise (WEI, et all. 2016).

Dado os benefícios de uma modelagem multi-agentes para a compreensão, análise e tomada de decisões dentro da perspectiva de um ecossistema de inovação (WEI, et all. 2016), destaca-se a possibilidade da construção de um modelo conceitual baseado em multi-agentes. De acordo com Briot e Meurisse (2006), um modelo conceitual é o resultado de uma modelagem capaz de gerar uma representação que independe do software ou da linguagem à qual esse modelo será implementado, ou seja, trata-se de uma representação de um modelo real construída para sua análise, interpretação, tomada de decisões e caso necessário, sua simulação computacional.

Dentre às técnicas e métodos que são utilizados para a construção de modelos conceituais, pode-se citar às redes de Petri, os diagramas de estado, o fluxograma, as descrições textuais, entre outros (WANG; BROOKS, 2007). Tais abordagens são adequadas para sistemas de baixa complexidade ou que possuem agentes não autônomos em atividade (MARIK; MACFARLENE, 2005). Porém, conforme descrito anteriormente, os EI se encontram inseridos numa realidade de agentes autônomos em atuação, onde a construção de um modelo conceitual exige a utilização de uma abordagem Sistema de Multiagentes (MAS) (*Multi-Agent Systems*).

Portanto, para a construção do modelo conceitual deste trabalho optou-se pela utilização de uma modelagem baseada em agentes, uma vez que a usabilidade desta abordagem é adequada para ambientes que possuam as características de serem abertos, dinâmicos, incertos e complexos.

2.7.4 Construção de um modelo multi-agentes

Para a construção de um modelo baseado em multi-agentes, o sistema a ser construído é entendido como o conjunto de atores autônomos de tomada de decisão, os agentes, que interagem entre si (BORNABEAU, 2002). Ao modelar, tenta-se recriar o micromundo de um ecossistema com o objetivo de analisar como as interações e comportamentos dos diferentes agentes irá produzir uma estrutura de resultados (FEBER, 1999).

Diferentemente de um modelo construído através da perspectiva de processos da simulação tradicional, o modelo baseado em agentes possui passos próprios em sua construção. Macal e North (2006) enumeram as etapas para a construção de um modelo de agente como sendo:

1. Identificar os agentes do sistema e seus atributos.
2. Definir as características do ambiente em que os agentes vivem e interagem.
3. Especificar como os atributos dos agentes se atualizam em resposta às interações entre agentes e entre agentes e ambiente.
4. Adicionar informações que controlam como e quando os agentes interagem durante uma simulação.
5. Implementar as informações levantadas computacionalmente, possibilitando a escalabilidade e flexibilidade ao modelo proposto, implicando que a inclusão de novos agentes, representando diferentes recursos ou trabalhos, ou que a remoção de agentes existentes, possam ser executadas sem o comprometimento das relações pré-estabelecidas;
6. Validar o modelo construído.
7. Simulação e análise de dados.

Ainda segundo os autores, as vantagens em se utilizar esse tipo de modelagem se dão: quando é possível definir decisões e comportamentos dos agentes; quando os agentes podem mudar ou adaptar seus comportamentos; quando os agentes possuem um relacionamento dinâmico com outros agentes; quando os relacionamentos podem ser formados e dissolvidos; entre outros (WEI, et all. 2016).

É importante salientar também que dentro dos passos citados, este trabalho se atém aos itens referentes à construção de um modelo conceitual, ou seja, se realizam as etapas 1, 2, 3, 4 e 6, ficando a implementação e simulação destinadas à trabalhos futuros.

2.7.5 Considerações finais a respeito das possibilidades de modelagem dos ecossistemas de inovação

A modelagem de um ecossistema de inovação pode se dar por três vias: modelo em rede; modelo em camadas e modelo multi-agentes. No quadro 6 é apresentado um resumo das três abordagens de modelagem de um EI discutidas.

Quadro 6 - Resumo Comparativo dos Modelos de Ecossistemas de Inovação

Modelo em Rede	Modelo em Camadas	Modelo Multiagentes
Semelhante a uma rede de comunicação, se baseia em estabelecer nós e conexões entre os pontos. Interessante para a análise do raio de influência das ações dos atores que compõem o ecossistema.	Assemelhasse à abordagem que à biologia dá a seus ecossistemas, definindo camadas ou níveis e as responsabilidades de cada ator em sua respectiva camada. Além de definir como esse nível se relaciona com os demais. Adequado para entender os processos pelos quais passa a	Possibilita uma visão ampla de todo o ecossistema. Analisa os atores/agentes, suas relações, os fatores internos e externos. Possibilita a elaboração de modelos conceituais para a compreensão e a análise de ambientes complexos de inovação.

	inovação e os responsáveis em cada uma das etapas.	
--	--	--

FONTE: o autor (2018).

Analisando a proposta deste trabalho, se concluiu que o tipo de modelagem que mais se adequa a sua proposta é a de multi-agentes, uma vez que ela proporciona uma visão holística de um EI que compreende: os agentes presentes; as interconexões destes agentes; os papéis e responsabilidades destes agentes para fomentar a inovação.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

No capítulo 4, é apresentado a classificação ou caracterização da pesquisa e seu contexto geral. Em seguida, apresenta-se o protocolo de pesquisa indicando as etapas ou passos de sua realização, a metodologia utilizada para a construção de um modelo conceitual e suas conexões com o foco de estudo deste trabalho.

3.1 Classificação e contexto geral da pesquisa

De acordo com Gil (2010), uma pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza, sua forma de abordagem, seus objetivos e procedimentos. Quanto à sua natureza, uma pesquisa pode ser do tipo básica ou aplicada; pela sua forma de abordagem se encontram às classificações qualitativa, quantitativa ou ambas; de acordo com seus objetivos, uma pesquisa pode se enquadrar em exploratória, descritiva ou explicativa e por fim se dá a classificação quanto a seus procedimentos. Dentro desse panorama de classificação, este trabalho se classifica como sendo:

a) De **natureza** aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos com aplicação prática prevista a respeito dos EIT.

b) De **abordagem** qualitativa, pois buscará a partir da análise de documentação, pesquisas de campo e de outras metodologias construir o modelo conceitual de um EI.

c) De **objetivos** descritivos e explicativos, uma vez que ela busca compreender a dinâmica de interação dos agentes de um EI através de uma modelagem conceitual do mesmo.

d) De **procedimentos** de modelagem conceitual, onde através de metodologias adequadas se fará a busca da construção de um modelo de EI baseado em multiagentes.

O problema de pesquisa e o objetivo geral deste trabalho estão ligados à modelagem conceitual de um EI, o que compreende a análise de um complexo conjunto de relações entre agentes de natureza diversa, tais como, agências de desenvolvimento, órgãos de fomento, empresas, instituições de ensino, entre outros. Nesse sentido, é preciso efetuar uma abordagem holística ou sistêmica em que a análise do objeto de estudo percorre todos os seus níveis hierárquicos, suas interações e o comportamento

dos agentes envolvidos. O EI pede então que sua modelagem seja sistêmica, ou seja, uma abordagem onde o modelo resultante é maior que a simples soma das partes envolvidas no mesmo (BERTALANFFY, 1975). Outro aspecto importante, é o de compreender que o contexto de um EI denota um ambiente de atuação de multi-agentes, ou seja, nele se pode encontrar diferentes atores que interagem de modo competitivo e/ou cooperativo para a realização de objetivos em comum (ZATTAR, 2008). Entender o contexto de um EI é fundamental para que se possa compreender às metodologias que serão adotadas e descritas nas próximas seções deste capítulo

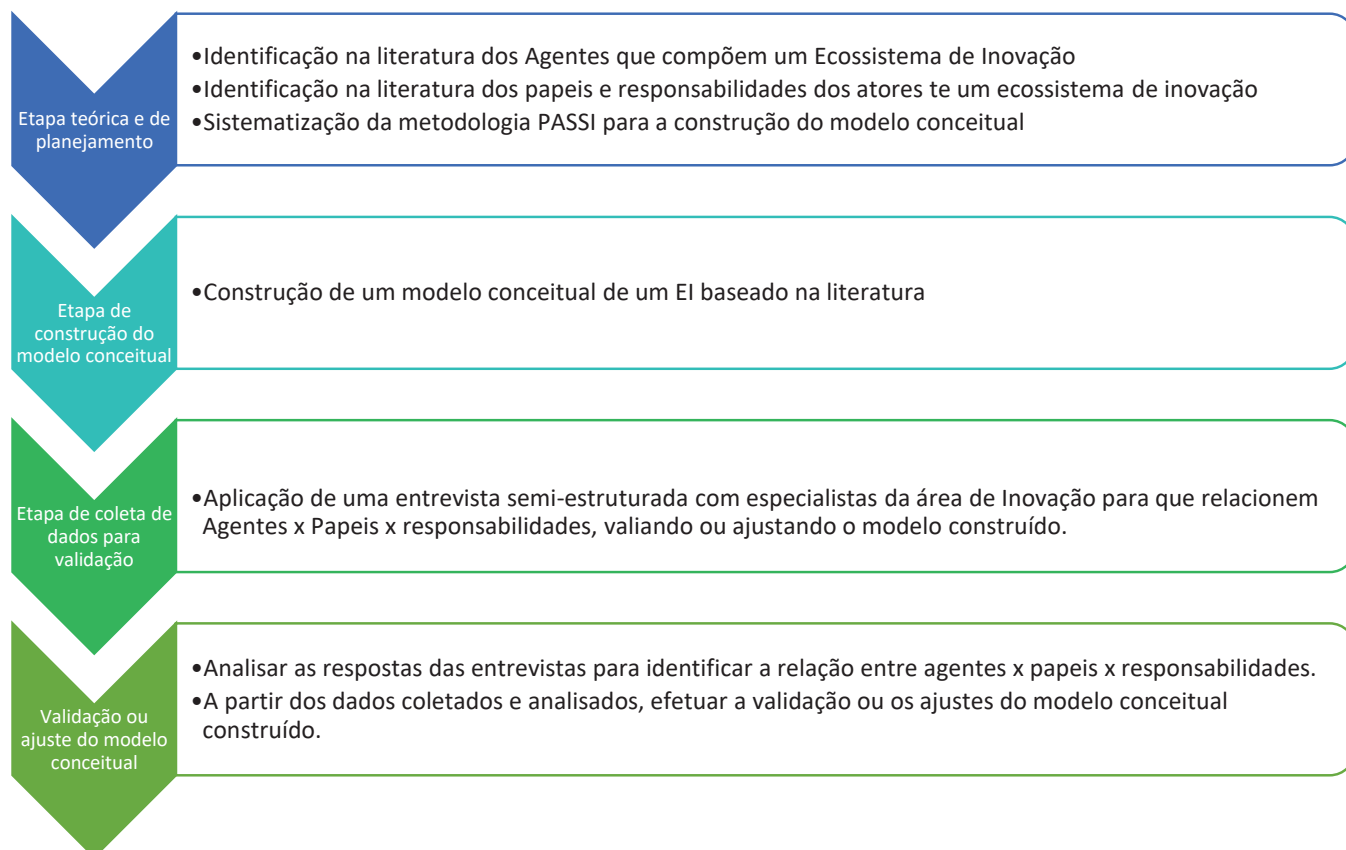
3.2 Protocolo de pesquisa

O protocolo de pesquisa, apresentado na figura 12, define às fases ou etapas de pesquisa que visam a construção de uma modelagem baseada em multi-agentes que permita a construção de um modelo conceitual de um EI. Os procedimentos se dividem em quatro etapas, sendo elas: teórica e de planejamento, construção do modelo conceitual, coleta de dados para validação e ajuste do modelo conceitual.

Etapa Teórica e de Planejamento e construção do modelo: Etapa que compreende a fundamentação teórica do trabalho, compreendendo a busca da literatura da definição do que é um ecossistema de inovação; quem são os agentes de um ecossistema de inovação; quais papéis e responsabilidades estão presentes dentro de um ecossistema de inovação.

Etapa de Construção do Modelo: Estas informações serão utilizadas para a construção do modelo conceitual que será, posteriormente, validado por especialistas da área de inovação.

FIGURA 12 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA



FONTE: O Autor, 2018.

Etapa de Coleta de dados: Para a etapa de coleta de dados será realizada uma entrevista semiestruturada com especialistas em inovação.

Etapa de Validação ou ajuste do modelo conceitual: Após a realização das entrevistas, será efetuada a análise das informações coletadas para que o modelo de ecossistema construído possa ser validado ou ajustado, de acordo com as relações apontadas pelos especialistas da área.

3.3A Metodologia PASSI

Na etapa de fundamentação teórica, se estabeleceu que um EI caracterizado por uma estrutura de multi-agentes constitui numa das representações que mais se adequam aos objetivos de analisar a diversidade de relações destes ambientes. Para a construção de um modelo multi-agentes, optou-se pela metodologia PASSI (*Process for Agent*

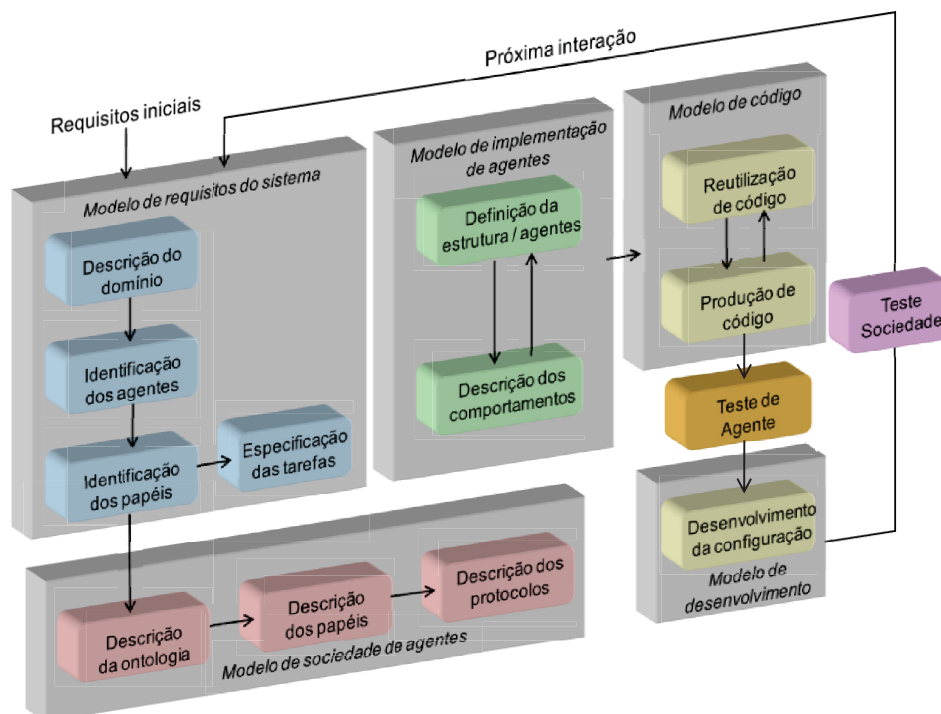
Societies Specification and Implementation). A facilidade de sua utilização e a precisão do modelo baseado em agentes construído através dela (MAZOUZ; MOKHATI; BADRI, 2017) foram os pontos fortes que determinaram sua utilização.

A metodologia PASSI, ou processo para especificação e implementação de uma sociedade de agentes em tradução livre, é um passo-a-passo para projetar e desenvolver sociedades multi-agentes. Essa metodologia integra modelos e conceitos de design, engenharia de software orientada a objetos e abordagens de inteligência artificial em conjunto com a notação UML. Os modelos e fases do PASSI englobam a representação antropomórfica dos requisitos do sistema, ponto de vista social, arquitetura da solução, produção e reutilização de código e configuração de implementação que suporta a mobilidade dos agentes (COSSENTINO et al, 2003; GOMEZ-SANZ; FUENTES-FERNANDEZ, 2015).

De maneira prática, a PASSI é composta de cinco modelos que se referem a diferentes níveis de projeto e contemplam ao todo doze etapas para a construção de um sistema multi-agentes.

Na figura 13 são descritos os passos para a realização de uma simulação de um sistema baseado em agentes através da aplicação da metodologia PASSI proposta por Cossentino, Sabatucci e Seidita (2003) e seus incrementos presentes no trabalho de Mazouz, Mokhati e Badri (2017). Na mesma figura, é possível observar os cinco modelos que integram a metodologia, que são: modelo de requisitos do sistema; modelo de sociedade de agentes; modelo de implementação de agentes; modelo de código; modelo de desenvolvimento.

FIGURA 13 - ETAPAS DA METODOLOGIA PASSI

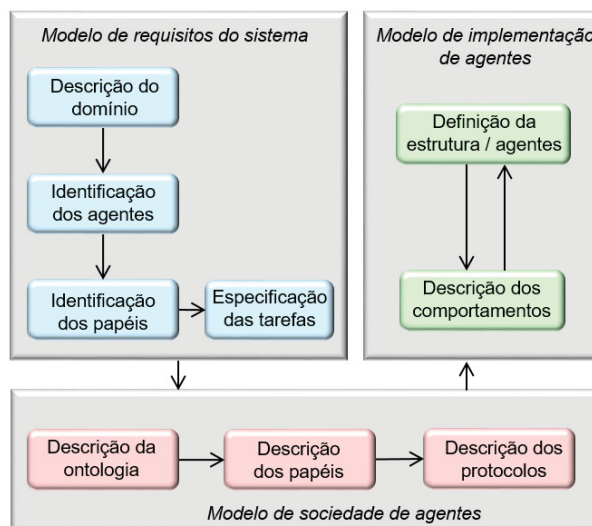


FONTE: Adaptado de Henderson-Sellers e Giorgini, 2005.

No escopo desta pesquisa, serão realizados os modelos de requisitos do sistema, de sociedade de agentes e de implementação de agentes, que compreendem às etapas necessárias para a obtenção de uma modelagem conceitual, estas etapas são destacadas na figura 14.

Na metodologia PASSI o agente é considerado sob a ótica de dois diferentes aspectos. O primeiro aspecto trata o agente como uma entidade autônoma que é capaz de realizar um objetivo através de decisões independentes, ações e relacionamentos (HENDERSON-SELLER; GIORIGINI; 2005). O segundo aspecto é o de que o agente é visto e tratado como uma unidade de software significativa, podendo assumir diversos papéis funcionais durante suas interações com outros agentes a fim de alcançar suas metas (ABDALLA; MISHRA, 2018).

FIGURA 14 - ETAPAS QUE RESULTAM NUM MODELO CONCEITUAL BASEADO EM MULTIAGENTES



FONTE: Adaptado de Henderson-Sellers e Giorgini, 2005.

3.3.1 Etapas para a construção do modelo conceitual

Nesta subseção são apresentadas as etapas para a construção de um modelo conceitual, que incluem, a descrição do domínio; a identificação dos agentes, seus papéis e suas tarefas/atividades; a descrição da ontologia, papéis e protocolos; a descrição da estrutura e dos comportamentos.

a) Identificação dos agentes, seus papéis e suas tarefas:

Após a descrição do domínio, se inicia a etapa de identificação dos agentes do EI que ocorre paralelamente a identificação de seus papéis e especificação de suas tarefas. Nessas etapas, se parte do pressuposto que um agente é uma entidade autônoma, que possui papéis definidos dentro de sua forma de atuar. Já esses papéis são caracterizados como um conjunto de tarefas realizadas para se atingir um objetivo comum de todo o ecossistema (COSENTINO; SABATUCCI; CHELLA, 2003). Dentro desse contexto, é necessário identificar às inter-relações entre os agentes e como se dá a ligação entre eles, com quais finalidades essas ligações ocorrem e como essas

ligações podem impactar no cumprimento dos objetivos comuns de toda uma comunidade.

b) Descrição da ontologia, papéis e protocolos:

As ligações entre os agentes, ou a forma como eles se comunicam, compreendem a etapa seguinte da metodologia PASSI, que é a descrição da ontologia dos agentes. Nessa etapa, é efetuada a representação das interações sociais que ocorrem dentro de um ecossistema, utilizando-se como base a identificação dos agentes realizada nos passos anteriores, seguida da criação de uma estrutura de dados ou de diagramas que sejam capazes de representar essas interações sociais e seus resultados (COSENTINO, 2005). Em seguida, inicia-se o processo de descrição dos papéis desses agentes, bem como suas relações de dependência, pois, apesar dos agentes serem atores autônomos dentro do ecossistema, é preciso compreender que na relação entre os papéis de dois agentes, uma agente depende do outro para a obtenção de seus objetivos e metas (COSENTINO; SABATUCCI; CHELLA, 2003). Definidas a linguagem, a forma de comunicação e interação e às dependências entre os agentes, é realizada a descrição dos protocolos de interação, que consistem em identificar como ocorre a dinâmica de interação entre dois agentes. Uma interação pode ser norteadada pela cooperação, pela negociação ou renegociação, competição, entre outros. A definição desse protocolo acaba por nortear o desenvolvimento de uma interação e seus objetivos finais (COSENTINO; SABATUCCI; SEIDITA, 2003).

c) Descrição da estrutura e dos comportamentos:

Com a definição de como os agentes se comunicam, quais seus papéis e quais princípios norteam suas relações é possível dar início às fases finais da construção do modelo conceitual, que são caracterizadas pela descrição dos comportamentos e a definição da estrutura de agentes. A descrição dos comportamentos compreende a síntese de todas as informações previamente levantadas, fazendo com que se possa ter um conhecimento a respeito da importância de um determinado agente para o ecossistema, bem como o impacto de suas ações na busca pela inovação. Uma vez de posse das informações dos agentes, de seus comportamentos e ligações, é possível

então, construir a estrutura que melhor representa o EI e assim partir para sua validação e análise.

4. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo é apresentado a construção do modelo conceitual do EI, iniciando pela descrição do domínio, a identificação dos agentes que irão compor o modelo, os agentes e suas dinâmicas de interação, a relação entre os agentes seus papéis e atividades e o modelo construído.

4.1 Identificação dos Agentes

A revisão da literatura apresentada no capítulo 2 possibilitou a identificação de oito agentes que podem atuar conjuntamente no contexto de um ambiente de inovação: governo, indústria, universidade, instituições de apoio, empreendedores, agentes financeiros, consumidores e sociedade civil (MERCIER-LAURENT, 2011; JACKSON, 2011; BERNUS, 2015).

Esses oito agentes podem ser reagrupados em cinco agentes robustos que contemplam todas às atividades e tarefas desempenhadas no âmbito de um EI. Para tal, indústria e empreendedores foram o Agente Empresa, que contempla industrias de micro, pequeno, médio e grande porte e pessoas capazes de transformar a inovação em produtos negociáveis. (NAMBISAN; BARON, 2013). O Agente de Apoio contempla em si, às instituições de apoio e os agentes financeiros que são responsáveis por prover recursos para os ambientes de inovação, seja este recurso financeiro, mão de obra qualificada, mentoria, entre outros (FERASSO et al, 2018). Os consumidores e a sociedade civil integram as funcionalidades presentes no Agente Consumidor (FERASSO et al 2018; NAMBISAN; BARON, 2013). Os cinco agentes concentrados permitem com que todas as atividades e papéis sejam contemplados, além de integrar o Ecossistema de Inovação a teorias da hélice quártupla que já estão consolidadas no estudo destes ambientes (FOLEY; WIEK, 2017; MCADAM; MILLER; MCADAM, 2016). Sendo assim, os agentes utilizados na construção do modelo conceitual ficam assim estabelecidos:

1. **Agente Governo:** instituições federais, estaduais ou municipais que atuam no fomento, regulamentação, criação de políticas públicas e de incentivos para a inovação;
2. **Agente Universidade:** instituições de ensino públicas ou privadas que desenvolvem pesquisa, formação de mão de obra qualificada, aceleram ações empreendedoras e a criação de novas empresas.
3. **Agente Empresa:** indústrias e empresas de micro a grande porte, pessoas físicas que empreendem, startups, profissionais, pesquisadores qualquer pessoa ou organização que tem uma ideia, descoberta, invenção que pode ser transformado em algo comercializável.
4. **Agente de Apoio:** Organizações de classe, autarquias, organizações sem fins lucrativos, órgãos públicos ou privados, profissionais autônomos e demais atores que podem oferecer assistência especializada e conhecimento para outros agentes que estão envolvidos com inovações. Também compreende este agente agências de fomento, bancos, investidores anjo, empresas, organizações, órgãos públicos ou privados que promovem meios de financiamento para as etapas da construção do EI e da inovação.
5. **Agente Consumidor:** empresas, pessoas, universidades, bancos, instituições públicas ou privadas que podem participar e influenciar às etapas de uma iniciativa de inovação e que podem, inclusive, se tornar os usuários finais dos bens, serviços ou processos produtivos produzidos.

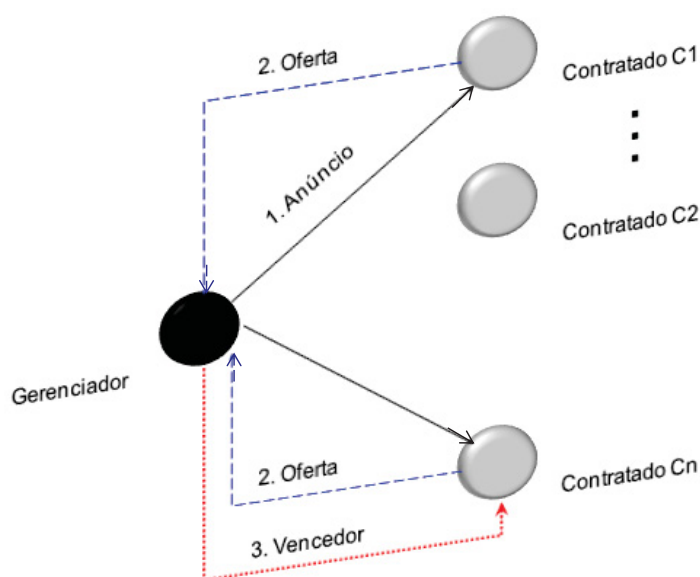
Esse grupo de 5 agentes será a base para a construção do modelo conceitual do Ecosistema de Inovação deste trabalho.

4.2 Agentes e sua Dinâmica de Interação

Para a construção de um modelo conceitual através da metodologia PASSI, conforme explicado no capítulo 4, é necessário a identificação dos agentes e seus papéis, bem como é necessária a descrição destes papéis, dos protocolos de comunicação entre agentes e sua ontologia. Por isso, tem-se a necessidade do estudo

da interação entre esses agentes. Os protocolos de interação, como exemplificado na figura 15, são possibilidades de interação entre dois agentes.

FIGURA 15 – EXEMPLO DE AGENTES E PROTOCOLOS DE INTERAÇÃO

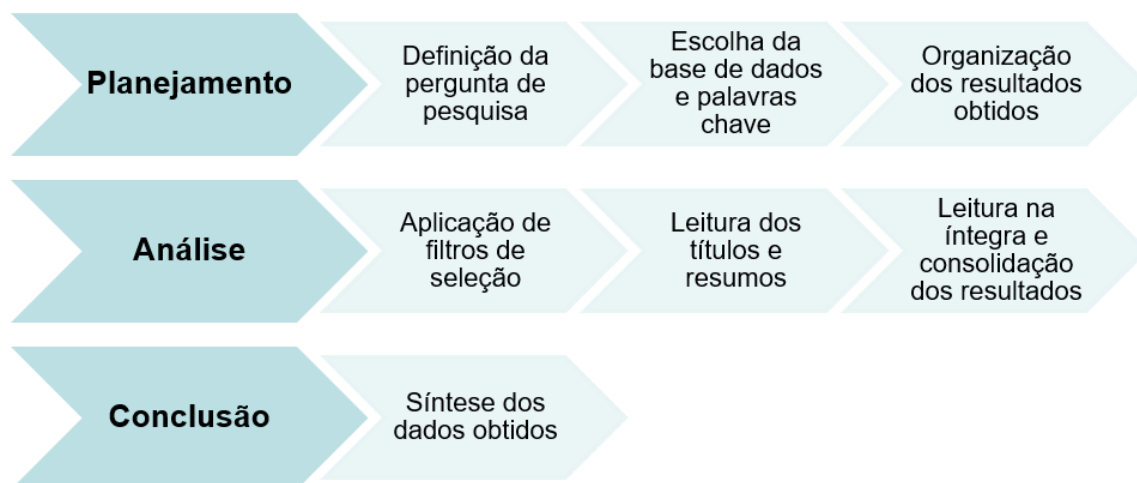


Fonte: BUSSMANN, 2005

Para a busca da compreensão da dinâmica de interação entre os agentes de inovação de um EI, optou-se pela realização de uma revisão sistemática de literatura (RSL) com análise de conteúdo. Essa análise contribui para se possa identificar as inter-relações entre as pesquisas produzidas (CHAI; XIAO, 2012), os tópicos mais discutidos e por fim, às áreas que ainda precisam ser exploradas dentro do campo inicialmente delimitado (CARVALHO et al., 2013).

Os passos adotados para a construção dessa revisão foram: Elaboração de uma estratégia de busca com a definição das palavras chaves e bases de pesquisa; consulta das bases e organização dos resultados obtidos; aplicação de filtros de seleção; leitura dos títulos e resumos; consolidação dos dados e leitura dos trabalhos disponíveis na livremente e por fim, síntese dos dados obtidos (CARVALHO et al., 2013).

FIGURA 16 - ETAPAS DA REVISÃO DE LITERATURA



FONTE: O autor, 2018.

Como o objetivo desta revisão de literatura é o de identificar às dinâmicas de interação que ocorrem dentro de um EI, o primeiro passo foi o de definir um conjunto de palavras chaves que pudessem nos direcionar ao encontro desta meta. O conjunto de palavras chaves e as possibilidades de contribuição estão contidas no quadro 7 deste trabalho.

QUADRO 7 - Palavras-chaves e suas possibilidades de contribuição

Palavra chave	Possibilidade de contribuição
Innovation Ecosystem AND roles	Elencar os principais papéis/funções dos integrantes de um ecossistema de inovação.
Innovation Ecosystem AND stakeholders Innovation Ecosystem AND actors OR agents Innovation Ecosystem AND triple helix	Elencar os principais integrantes de um ecossistema de inovação.
Innovation Ecosystem AND model	Identificar possíveis modelos de ecossistema.

Innovation Ecosystem AND dynamics	Identificar dinâmicas de interação nos ecossistemas.
Innovation Ecosystem AND relationship	
Innovation Ecosystem AND interaction	

FONTE: o autor (2018).

Para a busca e seleção dos trabalhos foram utilizadas as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, por se tratarem das principais bases de trabalhos acadêmicos disponíveis para a área de engenharia de produção. Foi considerado como trabalho acadêmico apenas os artigos publicados em revistas, excluindo-se assim livros, capítulos de livros e materiais oriundos de eventos. A combinação das palavras-chaves e bases de dados resultou em 461 trabalhos, distribuídos conforme a tabela 1.

TABELA 1 - PALAVRAS CHAVES E RESULTADOS OBTIDOS

Motor de busca	Scopus	Web of Science
"Innovation Ecosystem" AND roles	50	62
"Innovation Ecosystem" AND relationship	58	39
"Innovation Ecosystem" AND stakeholders	23	36
"Innovation Ecosystem" AND agents OR actors	28	43
"Innovation Ecosystem" AND triple helix	7	12
"Innovation Ecosystem" AND model	58	121
"Innovation Ecosystem" AND dynamics	15	50
"Innovation Ecosystem" AND interaction	55	32
Total	294	395

FONTE: O autor (2018).

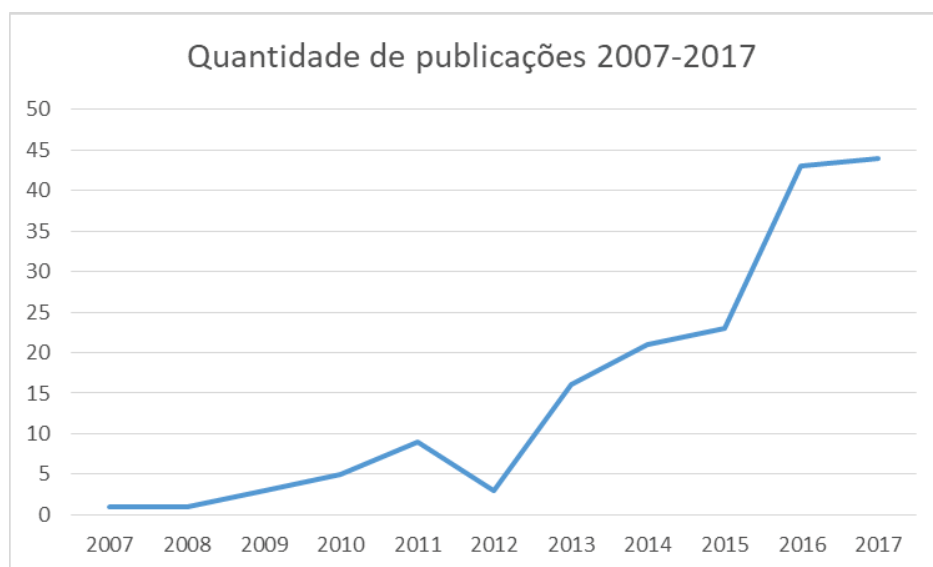
Os resultados das bases de dados foram exportados, em seguida foram eliminados duplicidades e trabalhos que pertenciam a eventos, restando assim 235 artigos.

Aplicando-se o filtro de análise de título e palavras chaves, para a verificação da aderência dos artigos ao objetivo de pesquisa desta revisão, se chegou ao número de 174 artigos para análise. Destes, excluíram artigos que não continham informações a respeito da interação entre os agentes de um ecossistema de inovação. Após a leitura dos resumos destes trabalhos, concluiu-se que 55 artigos iriam compor a síntese final da

revisão de literatura a respeito da dinâmica de interação dos agentes de um ecossistema de inovação.

Na análise bibliométrica efetuada, observou-se que o número de publicações sobre esta temática vem crescendo ao longo dos anos, como demonstrado na figura 17.

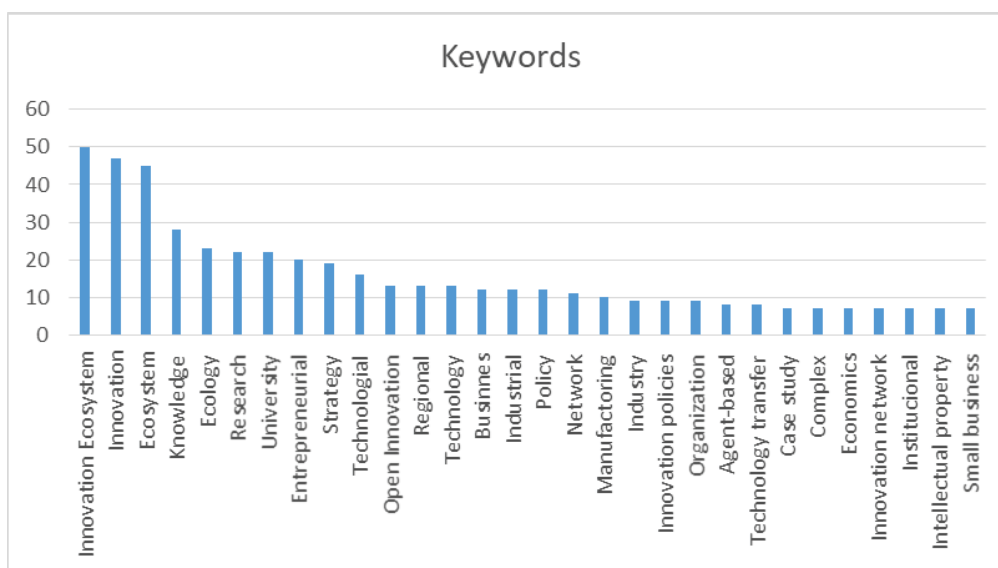
FIGURA 17 - ARTIGOS PUBLICADOS NO PERÍODO DE 2007-2017



FONTE: O autor (2018).

Dentre os artigos selecionados, foi observado que um grupo de palavras chaves estavam dentre as mais utilizadas pelos autores, como é demonstrado na figura 18. Quando se é efetuada uma análise dos termos mais citados, se pode notar uma predominância de pesquisas a respeito do papel das universidades dentro dos ecossistemas de inovação, demonstrando assim, a necessidade da ampliação de estudos a respeito dos demais agentes envolvidos no processo da inovação. Economia, conhecimento e negócios também possuem destaques nas pesquisas, o que pode demonstrar a exista uma relação entre os ecossistemas de inovação e a economia baseada em conhecimento, sugerindo assim uma análise futura para verificar esta relação. Não há entre os artigos analisados, a predominância de um autor ou de um grupo de autores.

FIGURA 18 - PALAVRAS CHAVES MAIS UTILIZADAS.



FONTE: o autor (2018).

Na leitura dos trabalhos selecionados, buscou-se identificar os principais atores de um EI, seus papéis e responsabilidades para o bom funcionamento do mesmo. Partindo da definição do Jackson (2011), entende-se que o empreendedorismo é o comportamento esperado dentro de um EI e que a inovação é seu principal produto.

4.3 Síntese dos trabalhos selecionados

Dentre as diversas teorias a respeito da interação que gera a inovação, a hélice tripla é amplamente utilizada e citada, bem como suas possíveis atualizações, tais como a hélice quádrupla ou quántupla. Nesse contexto, destacam-se os trabalhos de Takuma et al (2013), Foley e Wiek (2017) que defendem que para que se possa ver um ecossistema em desenvolvimento basta que sejam garantidas que as relações entre governo, indústria e academia funcionem de maneira ordenada e com objetivos relacionados à inovação bem definidos. Porém, para MacGregor et al (2010), Del Vecchio et al (2017) e Ponchek (2016) somente a hélice tripla não dá suporte para o funcionamento de um EI. Para eles, é necessário que se expanda o olhar para a hélice quádrupla, incluindo a sociedade civil e seus agentes que dinamizam o processo e a cultura da inovação entre todos os integrantes da rede do ecossistema. Numa perspectiva de hélice quádrupla, se faz necessária a implantação de mecanismos de

governança entre os agentes, para que as relações de poder e as políticas de interesse não atrapalhem o desenvolvimento da inovação (MILLER et al, 2016)

Em meio aos agentes presentes no ecossistema, ganha-se destaque o meio acadêmico, representado pelas universidades. O grande número de trabalhos relacionados a elas reforça sua posição como o motor central da geração da inovação de valor agregado. O tripé de ensino, pesquisa e extensão que está no DNA destas instituições pode ser um dos responsáveis por sua grande importância no desenvolvimento e manutenção do ecossistema. No eixo da pesquisa, três categorias contribuem de maneira significativa para a inovação tecnológica: a pesquisa básica, a busca de novas soluções para problemas conhecidos e a exploração do arco evolutivo da tecnologia (EGLASH; RIZK, 2016).

As relações entre universidade e empresa também ganham destaque nos trabalhos analisados, porém, com diferentes percepções. A primeira delas, defende que a ligação entre a academia e a indústria ocorra de maneira natural, uma vez que os processos produtivos e a tecnologia também são objetos de estudo e de desenvolvimento da academia, porém o estado deve ser um dos principais financiadores desta parceria, garantindo assim a autonomia das instituições no desenvolvimento das pesquisas (COSH; HUGHES, 2010). Outro ponto levantado a respeito do papel das universidades é apontado por Galán-Muros et al (2017), onde a universidade pode e deve colaborar com as empresas e receber delas financiamento, porém, a academia jamais deve esquecer que seu principal compromisso é com o desenvolvimento social e econômico da sociedade local. A terceira questão apontada pelos artigos analisados trata da responsabilidade da direção da academia em alinhar incentivos financeiros, metas e estratégias de inovação sobretudo para que as universidades não virem reféns de uma só pesquisa e possam contribuir para todas as áreas do conhecimento (ROSLI; ROSSI, 2016).

Outro agente importante do ecossistema de inovação são os estudantes de graduação e pós-graduação das universidades. Quando inseridos no mundo profissional, os acadêmicos podem contribuir para a criação de pesquisas colaborativas entre universidade e indústria, e mesmo que essa ponte não ocorra, se esses alunos tiverem contato com teorias de ponta nas universidades, conseqüentemente, às levarão para o

mercado de trabalho (GASTALDI; CORSO, 2016). Essa importante função do corpo discente para o fomento da inovação também é destacada pelos trabalhos de Meador e Friedersdorf (2016), que além de reforçarem a ideia anterior, apontam a importância dos alunos proprietários de *start ups* estarem inseridos no meio acadêmico.

A relação entre universidade e empresas, empresas consolidadas e iniciantes, governo e agentes de inovação depende também da ação dos agentes intermediários. Esses atores são os responsáveis pela conexão entre as organizações e possuem um papel fundamental para a criação, desenvolvimento e manutenção do ecossistema. Nesse contexto, Hayter (2016) afirma que um dos agentes intermediários importantíssimos nesse processo é o professor universitário inserido no setor produtivo. A rede criada pela experiência desses professores pode contribuir de maneira significativa para a geração de pesquisas e o sucesso das pequenas empresas criadas por acadêmicos. O agente intermediário também pode ser representado pelas agências de inovação ou escritórios que fazem a intermediação entre pesquisadores e organizações que possuem demandas reais (CHANDRAN et al, 2014). Esses escritórios também devem ser inseridos dentro das empresas que desejam inovar em seus processos e produtos. Segundo Longo e Giaccone (2017), as organizações precisam de políticas que apoiem os escritórios de contato, intermediação e fomento de fornecedores de inovação para que haja uma colaboração competitiva entre todo o ecossistema. As agências e escritórios de inovação, além de serem apoiadas por políticas de incentivos, precisam estar sempre atualizadas e com uma percepção apurada das necessidades que as instituições que representam precisam, para assim, firmarem parcerias de sucesso (BONVILLIAN, 2014).

Ao se analisar o agente “empresa”, destaca-se a diferenciação do papel e das responsabilidades das *start ups* dentro do ecossistema. Rutjes e Van Gils (2017) analisaram esse tipo de empresa e sua influência dentro de um ecossistema de inovação. Para estes autores, esse tipo de empresa tem o desafio de acessar recursos em um sistema fechado para produzir inovação aberta. Os autores sugerem que se busquem ferramentas ligadas à análise de interação para entender a importância das *start ups* e potencializar sua ação dentro do ecossistema.

Independente do agente do ecossistema, é fundamental um comportamento voltado à colaboração e às parcerias. Nesse contexto, Traitler et al (2011) defende que os atores de um ecossistema de inovação façam alianças baseadas em “diferenças compatíveis”, onde os envolvidos aproveitam da sinergia e da troca de experiências entre diferentes áreas para se integrar. Para Zhang et al (2014) a colaboração também é importante para às questões de financiamento e acesso à recursos, indispensáveis nesse cenário. Dentre a colaboração entre agentes, reforça-se o fato das empresas pequenas e criativas promovendo inovação aberta para as grandes empresas, num modelo colaborativo empresarial (USMAN; VANHAVERBEKE, 2017)

O agente público, na figura do estado, tem a responsabilidade de dar um apoio institucional e efetivo à inovação (MCCARTHY et al, 2014). O estado também tem a responsabilidade de prover, seja através de estatais ou de parcerias com a iniciativa privada, a infraestrutura necessária para o ecossistema (KALIDINDI et al, 2016), sobretudo aquela ligada à tecnologia, como a internet de alta velocidade (KLEIBRINK et al, 2014).

A criação e o desenvolvimento de *Smart Cities* também pode ser um fator importante para o desenvolvimento de um ecossistema (PIERCE et al, 2017). As tecnologias e a infraestrutura utilizadas nestas cidades acabam por criar um ambiente natural para o desenvolvimento das relações necessárias ao fomento da inovação (ZYGIARIS, 2013). O compartilhamento das informações e a cultura da tecnologia presente nessas cidades também compõem um fator importante para o ecossistema (KOMNINOS et al, 2013).

Para os agentes que se dedicam a promoção e o desenvolvimento de um ecossistema de inovação, é importante pensar em modelos que auxiliem a governança dos mesmos (ABREU; URZE, 2016). Os modelos mais apropriados devem contemplar atores empreendedores, partes interessadas, projetos, roteiros e fluxos que operacionalizem o desenvolvimento do ecossistema (ELIA et al, 2016).

Por fim, os trabalhos apontam que o desenvolvimento do ecossistema de inovação e as responsabilidades de seus atores exigem uma mentalidade diferente da abordagem institucional existente no âmbito dos sistemas nacionais de inovação. Significa a busca do equilíbrio delicado entre as intervenções do lado da oferta e da procura; pública e

privada; a abertura e a propriedade; perspectivas de longo prazo e de curto prazo; a qualidade de elementos e suas relações; além das ações políticas adequadas e orientadas para o bom funcionamento do ecossistema (JUCEVICIUS et al, 2016).

4.4 Primeira Versão do Ecossistema de Inovação Baseado em Agentes

Através de pesquisa documental, análise bibliométrica, revisão de literatura e fundamentação teórica foi possível completar os passos descritos no capítulo 3, seção 3.3 para a construção de um modelo de um ecossistema de inovação.

Partindo da perspectiva do marco da inovação, utilizada como base da descrição do domínio, já se possui um norte que indica o agente universidade ou o agente empresa como possíveis líderes dos ambientes de inovação. Esses dois agentes, interagem com outros três: governo, apoio e consumidor.

Na perspectiva dos papéis, esses agentes podem assumir 16 papéis e suas respectivas tarefas que podem ser agrupados em 4 grupos distintos: liderança, criação de valor, suporte à criação de valor e empreendedorismo. Dentro destes quatro grupos, obtêm-se 35 diferentes atividades que podem ser desenvolvidas pelos agentes do ecossistema. Os grupos de papéis e suas respectivas atividades foram descritos no capítulo 2 deste trabalho. Agrupando todas estas informações, se produz a seguinte estrutura de agentes:

1. Agente Governo:

Quadro 8 – Detalhamento dos papéis relacionados ao agente governo

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Definição de problemas a serem solucionados ou requisição de tecnologia para	Solicita para: Universidade Empresa

		inovação em processos	
Champion	Suporte à Criação de valor	Construção de alianças e conexões	Conecta: Todos os agentes
Patrocinador	Empreendedorismo	Fornecer recursos e financia mercados de baixa renda.	Financia: Universidade Empresa
Regulador	Empreendedorismo	Criação de políticas e regulamentação.	Regula: Todos os agentes

Fonte: O autor, 2018.

2. Agende Universidade:

Quadro 9 – Detalhamento dos papéis relacionados ao agente universidade

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Líder	Liderança	Coordenam interações externas e internas	Coordena: Todos os agentes
Construtor de parcerias	Liderança	Criação de redes de interesse no ecossistema	Integra: Todos os agentes
Gestor de plataforma	Liderança	Fornecimento de infraestrutura para o ecossistema	Fornece para: Empresa

Especialista	Suporte à criação de valor	Transferência de tecnologia e geração de conhecimento.	Fornece para: Empresa Consumidor
Patrocinador	Empreendedorismo	Mentoria e fornecimento de educação empreendedora	Fornece para: Empresa

Fonte: O autor, 2018.

3. Agente Empresa:

Quadro 10 – Detalhamento dos papéis relacionados ao agente empresa

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Líder	Liderança	Coordenam o fluxo de recursos	Coordena: Todos os agentes
Construtor de Parcerias	Liderança	Estimulam investimentos complementares e provem oportunidades para criação de nichos.	Coordena: Todos os agentes
Gestor de valor	Liderança	Criação e captura de valor	Estimula: Consumidor
Fornecedor	Criação de valor	Fornece componentes chaves	Fornece para: Universidade Empresa
Assembler	Criação de valor	Integra componentes para	Recebe de: Universidade Empresa

		entregar produtos e serviços	Entrega para: Consumidor
Complementador	Criação de valor	Oferta de serviços complementares	Entrega para: Empresa
Usuário	Criação de valor	Define problemas e necessidades	Solicita e recebe de: Universidade Empresa
Especialista	Suporte à criação de valor	Encoraja a transferência de tecnologia e a comercialização	Recebe: Universidade Entrega: Consumidor
Champion	Suporte à criação de valor	Integra grupos e parceiros estratégicos	Conecta: Todos os agentes
Empreendedor	Empreendedorismo	Inicia novos empreendimentos inovadores	Atende: Consumidores
Patrocinador	Empreendedorismo	Patrocina o desenvolvimento de novos produtos	Financia: Empresa

Fonte: O autor, 2018.

4. Agente de Apoio:

Quadro 11 – Detalhamento dos papéis relacionados ao agente apoio

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Define problemas e necessidades e contribui para o	Solicita: Todos os agentes

		desenvolvimento de novos produtos	
Especialista	Suporte à criação de valor	Provê consultoria, expertise e conselhos.	Auxilia: Empresa
Patrocinador	Empreendedorismo	Fornecimento de recursos (financeiro, infraestrutura e capital humano)	Fornece para: Empresas
Regulador	Empreendedorismo	Criação de políticas de incentivo à inovação e ao empreendedorismo.	Regula: Todos os agentes.

Fonte: O autor, 2018.

5. Agente Consumidor:

Quadro 12 – Detalhamento dos papéis relacionados ao agente consumidor

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Define problemas e necessidades.	Interage com: Todos os agentes

Fonte: O autor, 2018.

4.4.1 Diagrama de Relacionamento do Modelo Construído

A partir das relações construídas entre os agentes do Ecossistema de Inovação demonstradas na seção 4.4, onde se estabeleceram os agentes, papéis desempenhados, tarefas e protocolos de relacionamento, foi possível realizar a construção de um diagrama de relacionamento de um EI. O diagrama relacional é um modelo conceitual para descrever entidades ou agentes envolvidos em um determinado

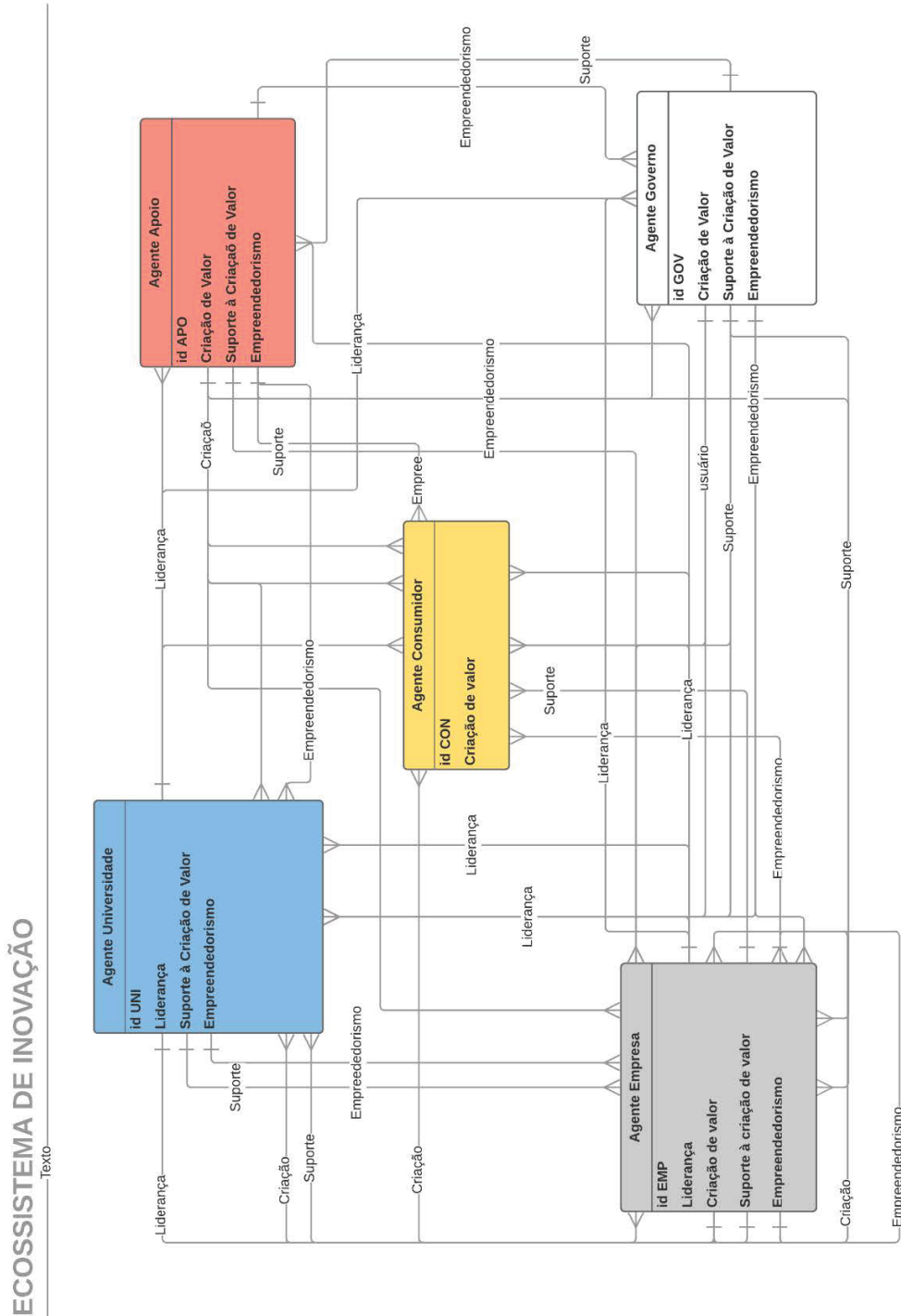
domínio, suas características e como estes agentes se relacionam entre si. O diagrama construído representa a conclusão da construção do modelo conceitual, apresentado na figura 19. Com o diagrama e as relações construídas, abre-se a possibilidade de trabalhos futuros de implementação computacional do sistema construído, bem como o início do processo de validação das relações e protocolos apresentados.

Para a validação do modelo construído, foi utilizada a técnica de entrevista semiestruturada que permite ao entrevistado contribuir no processo de investigação com liberdade e espontaneidade, sem perder a objetividade. Ela parte de conhecimentos básicos apoiados em teorias e hipóteses de pesquisa e segue espontaneamente com o informante fornecendo as informações necessárias para a pesquisa na condução do investigador (TRIVINOS, 1987).

O roteiro da entrevista, anexo 1, inicia-se com a apresentação da definição dos agentes, dos papéis e responsabilidades levantados pela literatura. Em seguida, o entrevistado deverá indicar a relação Agente versus Papel versus Atividade e com quem esse agente se relaciona dentro do ecossistema. Essas informações serão utilizadas para a validação do modelo conceitual construído.

No próximo capítulo, é apresentado às considerações dos especialistas com relação ao modelo construído e seus ajustes.

FIGURA 19 - DIAGRAMA RELACIONAL DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO.



FONTE: O Autor, 2018.

5 VALIDAÇÃO E AJUSTE DO MODELO CONSTRUÍDO

Os agentes, os papéis, as atividades, às formas de relacionamento e o diagrama relacional construído compuseram os elementos condutores de uma entrevista semiestruturada com especialistas da área de ecossistema de inovação. A entrevista foi realizada com participantes do “Café da manhã com Parceiros” realizado no dia 06 de dezembro de 2018, na sede da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), em Brasília-DF. Dentre os participantes do evento, um grupo de 16 especialistas aceitou participar do processo de validação do modelo construído. O grupo era composto por quatro diretores de incubadoras de empresas inovadoras, um funcionário público responsável por políticas públicas para a área de inovação a nível estadual, dois diretores de parques tecnológicos, três empreendedores de negócios com base tecnológica, três representantes de universidades, um membro do SEBRAE, um diretor de uma aceleradora de novos empreendimentos e um representante da federação das indústrias. Após o aceite de participação, era apresentado aos participantes os quadros de agentes x papéis x responsabilidades x protocolos de interação, presente no item 4.4 deste trabalho e o diagrama de relacionamento construído. Em seguida o participante apontava itens que deveriam ser excluídos ou inseridos do modelo construído.

5.1 Observações sobre o modelo construído

Os especialistas indicaram a possibilidade de uma separação dos agentes no modelo relacional construído para que a representação gráfica apresentasse mais coerência com os agentes construídos. Além destas considerações, foram apresentadas as seguintes sugestões para a complementação dos agentes construídos:

- **Agente Governo:**

Os papéis e protocolos levantados foram validados pelos especialistas. Além disso, foi sugerido a inclusão de três novas tarefas apresentadas no quadro 13.

Quadro 13 – Inclusão de papéis ao agente governo

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos	Porcentagem de especialistas que sugeriram a inclusão
Patrocinador	Empreendedorismo	Criação de parcerias público privadas para o fomento da inovação	Financia: Empresas	100%
Regulador	Empreendedorismo	Desburocratização e incentivo a parceria	Regula: todos os agentes	100%
Regulador	Empreendedorismo	Fomento da educação empreendedora e inovadora.	Apoia: todos os agentes	81%

Fonte: O autor, 2018.

Estas considerações foram acatadas uma vez que o fomento à inovação por parte das entidades públicas em países em desenvolvimento é recomendado pela OCDE (2010) e papel de liderança exercido por estes agentes é defendido desde os primeiros estudos relacionados a inovação, como as representações dos sistemas nacionais de inovação e a hélice tripla.

- **Agente Universidade:**

Os especialistas indicaram a inserção de três novos itens à agente universidade, além de concordarem com os itens propostos. Os itens apontados estão sistematizados no quadro 14.

As tarefas sugeridas para o agente universidade se aproximam de modelos que já vem sendo praticados no exterior, onde a academia desenvolve o conhecimento e lidera os processos de transformação deste conhecimento em produto. A lei brasileira de inovação deu alguns avanços ligados a possibilidade do funcionamento de escritórios de transferência de tecnologia em universidades públicas, mas a burocracia existente no país ainda trava os papéis sugeridos pelos especialistas.

Quadro 14 – Inclusão de papéis do agente universidade

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos	Porcentagem de especialistas que sugeriram a inclusão
Especialista	Liderança	Criação de laboratórios de pesquisa voltados a problemas reais.	Integra: Todos os agentes	93%
Patrocinador	Suporte à criação de valor	Criação e manutenção de escritórios de transferência de tecnologias (TTO).	Integra: Empresa	81%
Patrocinador	Suporte à criação de valor	Criação e suporte a incubadoras	Fornece para: Empresas	87%

Fonte: O autor, 2018.

- **Agente Empresa:**

Para o agente empresa, os especialistas sugeriram duas novas tarefas, conforme o quadro 15. As tarefas estão relacionadas a captação e retenção de recursos humanos e a inovação em processos internos da companhia.

Quadro 15 – Inclusão de papeis ao agente empresa

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos	Porcentagem de especialistas que sugeriram a inclusão
Patrocinador	Empreendedorismo	Capta e retém talentos de recursos humanos ligados a pesquisa.	Solicita e recebe de: Universidade	81%
Especialista	Suporte à criação de valor	Analisa e inova em seus processos internos.	Empresa	87%

Fonte: O autor, 2018.

- **Agente Apoio:**

Não houve, por parte dos especialistas, a solicitação de inclusão ou de exclusão dos papeis e responsabilidades construídos para este agente. Os especialistas apenas destacaram que estes agentes intermediários são fundamentais para a existência de todo o ecossistema de inovação, uma vez que eles fazem a ponte entre pesquisa, empresas, recursos e consumidores.

- **Agente Consumidor:**

De acordo com os especialistas consultados, o consumidor é um agente central, pois ele é quem valida a inovação. Entretanto, como se trata, em geral, de um agente muito disperso e atomizado é difícil que sua ação impacte de forma organizada no ecossistema (seja em liderança, seja em criação de valor). Entretanto, as tecnologias de informação e a legislação de direito do consumidor em muito avançaram para que este ator tenha um papel mais ativo. A tarefa de iniciar o processo de funcionamento de um EI através de uma demanda e a de finalizar o processo validando uma inovação pode ser considerada como uma das mais importantes deste agente. Nesse sentido, foram acrescentadas as tarefas apresentadas no quadro 16.

Quadro 16 – Inclusão de papéis ao agente consumidor

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Dar feedback sobre protótipos e lançamentos visando a melhoria de produtos, processos e projetos.	Interage com: todos os agentes
Usuário	Criação de valor	Validar a inovação e consumi-la.	Interage com: todos os agentes

Fonte: O autor, 2018.

5.2 Síntese dos Agentes e diagrama relacional validado

Uma das demandas dos especialistas foi a de abrir o diagrama relacional, descentralizando os papéis desempenhados pelos agentes do EI. Dessa forma, efetuou-se a síntese dos Agentes x Papeis x Grupo do Papel x Protocolo de interação para que se pudesse construir uma visão mais ampla do EI no diagrama de relacionamento, facilitando assim seu entendimento e análise. O quadro 17 apresenta a síntese construída a partir dos relacionamentos obtidos na construção do modelo e nos acréscimos efetuados após a consulta dos especialistas.

Quadro 17 – Síntese dos Agentes versus Grupo de Papeis versus Papel desempenhado e agentes envolvidos

Agente	Grupo do Papel	Papel desempenhado	Agentes envolvidos
Governo	Criação de valor	Usuário	Universidade Empresa
Governo	Suporte à Criação de valor	Champion	Todos os agentes
Governo	Empreendedorismo	Patrocinador Regulador	Todos os agentes
Universidade	Liderança	Líder Construtor de parcerias Gestor de plataformas Especialista	Todos os agentes
Universidade	Suporte à criação de valor	Especialista Patrocinador	Empresa Consumidor
Universidade	Empreendedorismo	Patrocinador	Empresa
Empresa	Empreendedorismo	Patrocinador	Universidade Empresa
Empresa	Liderança	Líder Construtor de parcerias Gestor de Valor	Todos os agentes
Empresa	Criação de valor	Fornecedor Assembler Complementador Usuário	Universidade Empresa Usuário

Empresa	Suporte à criação de valor	Especialista Champion	Todos os agentes
Apoio	Criação de valor	Usuário	Todos os agentes
Apoio	Suporte à criação de valor	Especialista	Empresa
Apoio	Empreendedorismo	Patrocinador Regulador	Todos os agentes
Consumidor	Criação de valor	Usuário	Todos os agentes

Fonte: O autor, 2018.

A partir da inserção dos papéis sugeridos pelos especialistas, pode-se construir o diagrama relacional do modelo conceitual de um ecossistema de inovação baseado em agentes. No modelo validado, figura 20, encontram-se os 14 agentes, uma vez que os cinco agentes principais foram subdivididos de acordo com o grupo de papel desempenhado por eles. Portanto, os agentes que compõem o modelo conceitual são a Universidade empreendedora, Universidade líder, Universidade – suporte à criação de valor; Governo empreendedor, Governo - suporte à criação de valor e Governo – criação de valor; Empresa líder, Empresa – suporte à criação de valor, Empresa – criação de valor e Empresa empreendedora; Apoio empreendedor, Apoio – criação de valor, Apoio – suporte à criação de valor e Apoio – criação de valor; Consumidor – criação de valor.

6 CONCLUSÃO

A inovação em produtos, projetos e processos tem deixado de ser um diferencial para se tornar uma característica vital para a indústria e o setor de serviços. A percepção de que é necessário inovar para solucionar os problemas enfrentados pelos cidadãos também pressiona os governos para que os agentes públicos se modernizem e acompanhem o ritmo da sociedade atual.

Desde os sistemas de inovação até a complexidade do funcionamento dos Ecossistemas de Inovação, às relações entre os agentes integrantes destes ambientes de inovação foram o ponto chave do surgimento de novidades e melhorias. Isto posto, este trabalho teve como objetivo identificar através de uma análise da literatura os agentes de um EI e seus atributos. Através da análise da literatura e documental identificou-se a existência de 8 agentes de um EI: governo, universidades, indústria, instituições de apoio, empreendedores, instituições de fomento, consumidores e sociedade civil organizada. Esses agentes foram concentrados em 5 agentes para a construção deste trabalho, sendo eles: governo, universidade, empresas, apoio e usuários. Além deste objetivo, buscou-se identificar os papéis e responsabilidades destes agentes dentro de um ambiente de inovação e como esses atores se relacionam. Foi identificado que esses agentes se organizam em quatro grupos de ação: liderança, criação de valor, suporte à criação de valor e empreendedorismo. Através da aplicação da metodologia PASSI foram identificados 4 papéis e 12 tarefas de liderança, 4 papéis e 10 tarefas de criação de valor, 2 papéis de suporte e 6 tarefas à criação de valor e 2 papéis e 7 tarefas de empreendedorismo. O modelo construído composto de agentes, papéis e tarefas foi validado por especialistas que incluíram novas tarefas para os agentes integrantes de um ambiente de inovação e sugeriram o agrupamento dos agentes em agente-papel para facilitar o entendimento da importância das ações que estes realizam dentro destes ambientes.

Este trabalho também contribui de maneira relevante para o diálogo a respeito dos papéis a serem desempenhados pelos agentes em prol da inovação. Destaca-se a valorização do usuário e/ou consumidor como o agente responsável por iniciar os processos que darão origem a um produto ou processo inovador, bem como sua

validação final. O governo também é apontado como responsável pela desburocratização dos processos, o fomento às empresas e ambientes inovadores e pela liderança na constituição de parcerias público privadas. Além do caráter empreendedor das empresas, destaca-se a necessidade do apoio e da valorização dos recursos humanos dedicados à pesquisa e desenvolvimento. Por fim, destaca-se a necessidade de as universidades assumirem uma posição de liderança neste cenário, dedicando laboratórios para o estudo de soluções para problemas da indústria e sociedade, escritórios de transferência de tecnologia e suporte a incubadoras.

A construção do modelo conceitual e do diagrama de relacionamento do Ecossistema de Inovação permite que sejam efetuados estudos de ambientes de inovação com o objetivo de identificar se às relações necessárias para a manutenção destes ambientes estão sendo desenvolvidas. Dentre as possibilidades de análise trazidas pelo modelo conceitual, destacam-se o estudo de aderência de ecossistemas existentes aos papéis e responsabilidades levantados, a criação de políticas que fomentem as relações estabelecidas entre os agentes e a criação de indicadores de desempenho e acompanhamento destes ambientes. Além disso, se implementado computacionalmente, o modelo permitirá a previsão de resultados, análises e estudos sobre as ações dos agentes e seu impacto dentro de um ambiente de inovação.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, Reem; MISHRA, Alok. Comparing the Artifacts of Agent Methodologies. **TEM Journal**, v. 7, n. 2, p. 433, 2018.
- ABREU, A.; URZE, P. System thinking shaping innovation ecosystems. **Open Engineering**, v.6, n.1, 2016.
- ADNER, R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Havard Business Review**, v,84, n.4, p.98-107, 2006.
- ADNER, R.; KAPOOR, R. Value Creation in innovation ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. **Strategy Manag. Journal.**, v.31, n.3, p.306-333, 2010.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMENTOS INOVADORES (ANPROTEC). **Dos parques científicos e tecnológicos aos ecossistemas de inovação – Desenvolvimento social e econômico na sociedade do conhecimento**. Brasília: ANPROTEC, 2008
- BERTALANFFY, L. Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. São Paulo: Vozes. 1975.
- BONABEAU, E. Agent-Based Modelling: Methods and Techniques for Simulating Human Systems. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS), v.99, n.3, p.7280-7287, 2002.
- BONVILLIAN, W. B. The new model innovation agencies: An overview. **Science and Public Policy**, v. 41, n.4, p. 425-437, 2014.
- BRIOT, J.-P.; MEURISSE, T. **A Component-based Model of Agent Behaviors for Multi-Agent-based Simulations**, 7th International Workshop on Multi-Agent-Based Simulation (MABS'06), Antunes L., Takadama K. (ed), 5th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'2006), Hakodate, Japan, p. 183-190. 2006.
- CARVALHO, M. M; LOPES, A.P., Fleury, A. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): contributions and trends. **Techn. Forecast. Soc. Chang**, v.80, p.1418-1437, 2013.
- CHAI, K.-H, XIAO, X. Understanding design research: a bibliometric analysis of design studies. **Des. Stud**, v. 33, n.1, p. 24-43. 2012.
- CHANDRAN, V. G. R., et al. Innovation systems in Malaysia: A perspective of university-industry R&D collaboration. **AI and Society**, v. 29, n.3, p. 435-444. 2014.

CHWIF, L. & MEDINA, A.C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**, 2ª Ed. Bravarte, 2007, p. 12.

COSH, A. A. HUGHES. Never mind the quality feel the width: University-industry links and government financial support for innovation in small high-technology businesses in the UK and the USA. **Journal of Technology Transfer**, v.35, n.1, p. 66-91. 2010.
 COSSENTINO, M. **From Requirements to Code with the PASSI Methodology. Agent-Oriented Methodologies**, B. Henderson-Sellers and P. Giorgini (Editors). Pennsylvania: Idea Group Publishing, p.413, 2005.

COSSENTINO, M.; SABATUCCI, CHELLA A. Patterns reuse in the PASSI methodology. In:Fourth International Workshop Engineering Societies in the Agents World (ESAW'03) London, UK, 2003. **Proceedings...** London, UK, 2003.

COSSENTINO, M.; SABATUCCI, L.; CHELLA. A Possible Approach to the Development of Robotic Multi-Agent Systems. In: IAT'03 - IEEE/WIC Conference on Intelligent Agent Technology. Halifax , Canada. **Proceedings...** 2003.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Prefeito recebe proposta de lei da inovação**. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/greca-recebe-propostas-para-conselho-lei-e-fundo-de-inovacao/43299>. Acesso em: 26 set. de 2017.

DAVIDSSON, Paul; PERSON, J. A.; HOLMGREN, J. On the Integration of Agent-Based and Mathematical Optimization Techniques. **Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications**, v.4496, p.1-10, 2007.

DEL VECCHIO, P., et al. Living Lab as an Approach to Activate Dynamic Innovation Ecosystems and Networks: An Empirical Study. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 14, n.5. 2017.

EGLASH, S. J. RIZK, S. M. **Discovery and application of exemplary models of innovation.**" MRS Bulletin 41(6): 479-487. 2016.

ELIA, G.; MARGHERITA, A.; PETTI, C. An Operational Model to Develop Technology Entrepreneurship "EGO-System. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v.13, n.05, p.1640008. 2016.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The triple helix university-industry-government relations: a laboratory for knowledge-based economic development. **EASST Review**, v. 14, n.01, p.14-19. 1995.

FOLEY, R.; WIEK, A. Bridgework ahead! Innovation ecosystems vis-a-vis responsible innovation. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 19, n.2. 2017.

GALÁN-MUROS, V., et al. Nurture over nature: How do European universities support their collaboration with business? **Journal of Technology Transfer**, v. 42, n.01, p.184-205. 2017.

GASTALDI, L.; CORSO, M. Academics as Orchestrators of Innovation Ecosystems: The Role of Knowledge Management. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v.13. n.5. 2016.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

HAYTER, C. S. A trajectory of early-stage spinoff success: the role of knowledge intermediaries within an entrepreneurial university ecosystem. **Small Business Economics**, v.47, n.3, p.633-656. 2016.

GOMEZ-SANZ, Jorge J.; FUENTES-FERNÁNDEZ, Rubén. Understanding agent-oriented software engineering methodologies. **The Knowledge Engineering Review**, v. 30, n. 4, p. 375-393, 2015.

HENDERSON-SELLERS, B.; GIORGINI, P. **Agent-Oriented Methodologies**. Pennsylvania: Idea Group Publishing, 2005, 413 p.

INSTITUTO DE PESQUISA E ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

JACKSON, D. J. **What is an Innovation Ecosystem?** National Science Foundation. Arlington, 2011.

JUCEVICIUS, G et al. The Emerging Innovation Ecosystems and "Valley of Death": Towards the Combination of Entrepreneurial and Institutional Approaches. **Engineering Economics**, v.27, n.4. 2016.

LONGO, M. C.; GIACCONE, S. C. Struggling with agency problems in open innovation ecosystem: Corporate policies in innovation hub. **TQM Journal**, v.29, n.6, p. 881-898. 2017.

LUGER, GEORGE F. **Inteligência Artificial**. 4 ed. São Paulo: Bookman, p. 776, 2004.

KALIDINDI, S. R., et al. Vision for Data and Informatics in the Future Materials Innovation Ecosystem. **Jom**, v.68, n.8, p. 2126-2137. 2016.

KLEIBRINK, A. et al. Regional ICT Innovation in the European Union: Prioritization and Performance (2008–2012). **Journal of the Knowledge Economy**, v.6, n.2, p.320-333. 2015.

KOMNINOS, N.; PALLOT, M.; SCHAFFERS, H. Special Issue on Smart Cities and the Future Internet in Europe. **Journal of the Knowledge Economy**, v.4. n.2, p.119-134. 2012.

MACAL, C. M.; NORTH, M. J. Tutorial on Agent-Based Modelling and Simulation. In: KUHL, M.E. et al. (eds.). **Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference**. 2005.

MACAL, C. M.; NORTH, M. J. Tutorial on Agent-Based Modelling and Simulation Part 2: How to model with agents. In: Perrone, L. F. et al (eds.). **Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference**. 2006.

MACGREGOR, S. P., et al. Gauging Readiness for the Quadruple Helix: A Study of 16 European Organizations. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 1, n.3, p. 173-190. 2010.

MARIK, V.; McFARLANE, D. Industrial Adoption of Agent-Based Technologies. **IEEE Intelligent Systems**, v.20, n.1, p.27 - 35, 2005.

MAZOUZ, Mihoub; MOKHATI, Farid; BADRI, Mourad. Formal development of multi-agent systems with FPASSI: towards formalizing PASSI methodology using rewriting logic. **Informatica**, v. 41, n. 2, 2017.

MCCARTHY, D. J., et al. Emerging innovation in emerging economies: Can institutional reforms help Russia break through its historical barriers? **Thunderbird International Business Review**, v. 56, n.3, p. 243-260. 2014.

MEADOR, M. A. ; FRIEDERSDORF, L. E. Student-led companies expand the nanotechnology innovation ecosystem. **MRS Bulletin**, v.4, n.11, p.836-838. 2016.

MILLER, K., et al. Knowledge transfer in university quadruple helix ecosystems: An absorptive capacity perspective. **R and D Management**, v.6, n.2, p.383-399. 2016.

PAOLUCCI, M.; SACILE R. **Agent-Based Manufacturing and Control Systems**. London: CRC Press, p. 269, 2005.

PIERCE, P.; RICCIARDI, F.; ZARDINI, A. Smart Cities as Organizational Fields: A Framework for Mapping Sustainability-Enabling Configurations. **Sustainability**, v.9, n.9, p.1506. 2017.

PONCHEK, T. To Collaborate or Not to Collaborate? A Study of the Value of Innovation from a Sectoral Perspective. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 7, n.1, p. 43-79. 2016.

RITALA, P.; AGOURIDAS, V.; ASSIMAKOPOULOS, D.; GIES, O. Value creation and capture mechanisms in innovation ecosystems: a comparative case study. **International Journal Technol. Manag.** V. 63, N. 3/4, P. 244-267. 2013.

ROSLI, A. and F. ROSSI. Third-mission policy goals and incentives from performance-based funding: Are they aligned? **Research Evaluation**, v.25, n.4, p.427-441. 2016.

SASKA, Martin et al. Coordination and navigation of heterogeneous MAV–UGV formations localized by a ‘hawk-eye’-like approach under a model predictive control scheme. **The International Journal of Robotics Research**, v. 33, n. 10, p. 1393-1412, 2014.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2000.

SPINOSA, L. M. **Habitats de Inovação: Ciência, Tecnologia e Cidades**. Curitiba:PPGTU PUCPR. Relatório Técnico.

TAKUMA, H., et al. Effectiveness of a Supporting System for Research Planning Using Logic Model and Balanced Scorecard. **Kagaku Kogaku Ronbunshu**, v. 39, n.3, p.256-264. 2013.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestao da Inovação: integrando das mudanças tecnológicas, de mercado e organizaciones**. Lisboa: Monitor, 2001.

TRAITLER, H., et al.Reinventing R&D in an Open Innovation Ecosystem. **Journal of Food Science**, v.76, n.2, p.R62-R68. 2011.

USMAN, M.; VANHAVERBEKE, W. How start-ups successfully organize and manage open innovation with large companies. **European Journal of Innovation Management**, v. 20, n.1, p. 171-186. 2017.

VAN GILS, M. J. G. M.; RUTJES , F. P. J. T. Accelerating chemical start-ups in ecosystems: the need for biotopes. **European Journal of Innovation Management**, v.20, n.1, p.135-152. 2017.

WANG, W.; BROOKS, R.J. Improving the Understanding of Conceptual Model. **Journal of Simulation**, v. 1, n. 3 , p. 153-158, 2007.

WEI,Z.; YANG, D.; SUN, B.; GU, M. The fit between technological innovation and business model design for firm growth: evidence from China. **R&D Manag.**, v.44, n.3, pp. 288-305, 2014.

ZHANG, W., et al. Collaborative development planning model of supporting product in platform innovation ecosystem. **Mathematical Problems in Engineering**, p.1-7. 2014.

ZYGIARIS, S. Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. **Journal of the Knowledge Economy**, v.4, n.2, p.217-231. 2012.

ANEXO 1
ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Passos para a realização da entrevista semiestruturada:

1. Apresentação da pesquisa ao especialista e pedido de participação.
2. Pergunta sobre a experiência do especialista
3. Apresentação dos quadros de interação:

Agente governo:

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Definição de problemas a serem solucionados ou requisição de tecnologia para inovação em processos	Solicita para: Universidade Empresa
Champion	Suporte à Criação de valor	Construção de alianças e conexões	Conecta: Todos os agentes
Patrocinador	Empreendedorismo	Fornecer recursos e financia mercados de baixa renda.	Financia: Universidade Empresa
Regulador	Empreendedorismo	Criação de políticas e regulamentação.	Regula: Todos os agentes

Agente universidade:

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Líder	Liderança	Coordenam interações externas e internas	Coordena: Todos os agentes
Construtor de parcerias	Liderança	Criação de redes de interesse no ecossistema	Integra: Todos os agentes
Gestor de plataforma	Liderança	Fornecimento de infraestrutura para o ecossistema	Fornece para: Empresa
Especialista	Suporte à criação de valor	Transferência de tecnologia e geração de conhecimento.	Fornece para: Empresa Consumidor
Patrocinador	Empreendedorismo	Mentoria e fornecimento de educação empreendedora	Fornece para: Empresa

Agente empresa:

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Líder	Liderança	Coordenam o fluxo de recursos	Coordena: Todos os agentes

Construtor de Parcerias	Liderança	Estimulam investimentos complementares e provem oportunidades para criação de nichos.	Coordena: Todos os agentes
Gestor de valor	Liderança	Criação e captura de valor	Estimula: Consumidor
Fornecedor	Criação de valor	Fornece componentes chaves	Fornece para: Universidade Empresa
Assembler	Criação de valor	Integra componentes para entregar produtos e serviços	Recebe de: Universidade Empresa Entrega para: Consumidor
Complementador	Criação de valor	Oferta de serviços complementares	Entrega para: Empresa
Usuário	Criação de valor	Define problemas e necessidades	Solicita e recebe de: Universidade Empresa
Especialista	Suporte à criação de valor	Encoraja a transferência de tecnologia e a comercialização	Recebe: Universidade Entrega: Consumidor
Champion	Suporte à criação de valor	Integra grupos e parceiros estratégicos	Conecta: Todos os agentes

Empreendedor	Empreendedorismo	Inicia novos empreendimentos inovadores	Atende: Consumidores
Patrocinador	Empreendedorismo	Patrocina o desenvolvimento de novos produtos	Financia: Empresa

Agente empresa:

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Define problemas e necessidades e contribui para o desenvolvimento de novos produtos	Solicita: Todos os agentes
Especialista	Suporte à criação de valor	Provê consultoria, expertise e conselhos.	Auxilia: Empresa
Patrocinador	Empreendedorismo	Fornecimento de recursos (financeiro, infraestrutura e capital humano)	Fornece para: Empresas
Regulador	Empreendedorismo	Criação de políticas de incentivo à inovação e ao empreendedorismo.	Regula: Todos os agentes.

Agente Apoio:

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Define problemas e necessidades e contribui para o desenvolvimento de novos produtos	Solicita: Todos os agentes
Especialista	Suporte à criação de valor	Provê consultoria, expertise e conselhos.	Auxilia: Empresa
Patrocinador	Empreendedorismo	Fornecimento de recursos (financeiro, infraestrutura e capital humano)	Fornece para: Empresas
Regulador	Empreendedorismo	Criação de políticas de incentivo à inovação e ao empreendedorismo.	Regula: Todos os agentes.

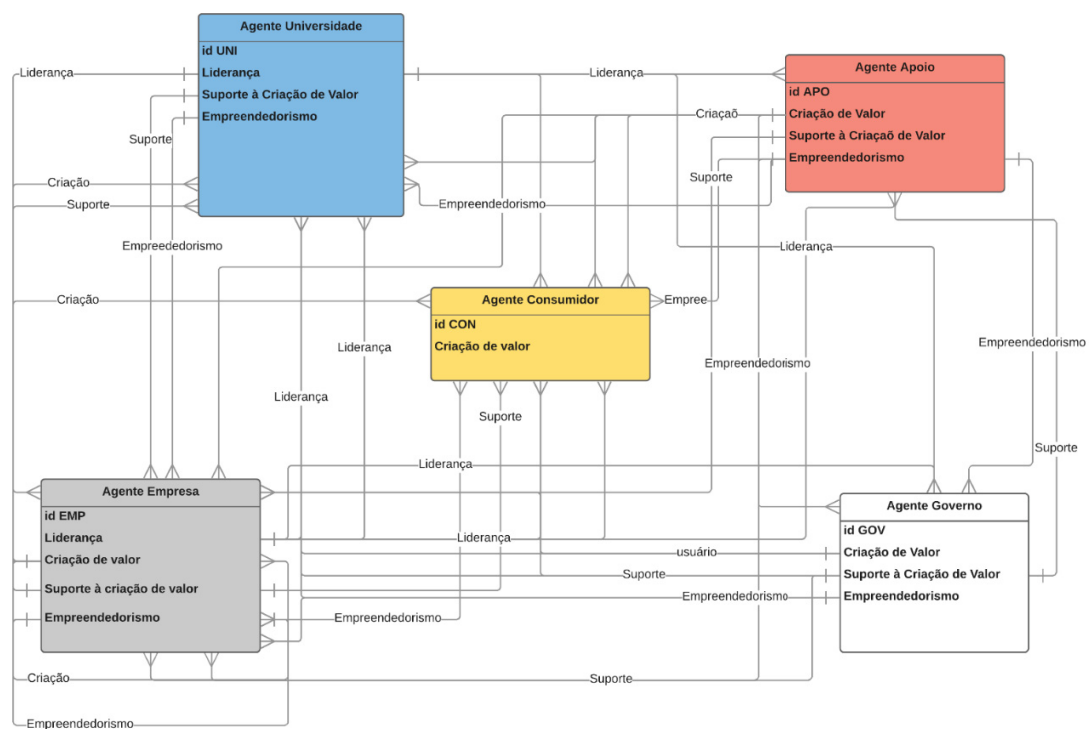
Agente consumidor:

Papel desempenhado	Grupo do Papel	Especificação da Tarefa	Agentes envolvidos e protocolos
Usuário	Criação de valor	Define problemas e necessidades.	Interage com: Todos os agentes

4. Apresentação do diagrama de relacionamento

ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO

Texto



5. Diálogo sobre as considerações sobre o modelo construído e ajustes necessários.