

DA HÉLICE TRÍPLICE A QUÍNTUPLA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

A SYSTEMATIC REVIEW FROM TRIPLE TO QUINTUPLE HELIX

Andréa Ap da Costa Mineiro

Universidade Federal de Lavras – UFLA

andreamineiro@uol.com.br

Donizete Leandro Souza

Universidade Federal de Lavras – UFLA

souza.doni@yahoo.com.br

Kelly Carvalho Vieira

Universidade Federal de Lavras – UFLA

vieiracarvalhokelly@gmail.com

Cleber Carvalho Castro

Universidade Federal de Lavras - UFLA

clebercastrouai@gmail.com

Mozar José de Brito

Universidade Federal de Lavras – UFLA

mozarbrito@gmail.com

Submissão: 18/05/2018

Aprovação: 25/02/2019

RESUMO

As relações entre universidade-indústria-governo são vistas como estratégicas para incentivar a dinâmica da inovação. Contudo, essa tríade recebeu novos atores que fortalecem o processo de geração de inovação e conhecimento, considerando aspectos para um desenvolvimento sustentável. Com isso, o objetivo deste artigo é sistematizar estudos sobre Hélice Tríplice, incluindo abordagens recentes como Quádrupla e Quíntupla Hélice. Para o alcance do objetivo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura em 135 artigos indexados na base Web of Science. Os procedimentos metodológicos dividiram-se em quatro etapas: delimitação do escopo de análise; seleção de artigos; análise descritiva e semântica. Para análise dos dados, foram utilizados o CiteSpace®, planilhas eletrônicas e análise de conteúdo. Entre os principais resultados descritivos, destacam-se um aumento de publicações a partir de 2011 e a detecção de uma explosão de citações na temática. Os resultados semânticos mostram as teorias relacionadas ao modelo de hélices e as principais características e funcionalidades para as Hélices Quádrupla e Quíntupla.

Palavras-Chave: Hélice Tríplice, Hélice Quádrupla e Hélice Quíntupla.

ABSTRACT

The relations among university-industry-government are seen as strategic to encourage the innovation dynamics. However, this triad has received new actors that strengthen the process of generating innovation and knowledge, considering aspects for sustainable development. Thus, the objective of this article is to systematize studies on Triple Helix, including recent approaches as Quadruple and Quintuple. To reach the objective, a systematic review of the literature was carried out in 135 articles indexed in the Web of Science database. The methodological procedures were divided into four stages: delimitation of the scope of analysis; selection of articles; descriptive and semantic analysis. To analyze the data, CiteSpace®, spreadsheets and content analysis were used. The main descriptive results are an increase in publications from 2011 and the detection of an explosion of citations in the theme. The semantic results show the theories related to the model of helix, and the main characteristics and functionalities for the Quadruple and Quintuple Helix.

Keywords: Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix

1. Introdução

A capacidade de uma nação gerar e converter conhecimentos em riquezas e desenvolvimento social depende da ação de alguns agentes institucionais geradores e aplicadores de conhecimento. Dentre os diversos agentes que compõem o sistema nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), diversos estudos apontam o protagonismo exercido pela interação entre universidades, indústrias e governo (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000; LOMBARDI et al., 2012; LEYDESDORFF; PARK; LENGYEL, 2014).

Neste contexto, percebe-se que o modelo da Hélice Tríplice (HT) tem sido um modelo muito influente na literatura ao focar nas relações entre universidade-indústria-governo como estratégia para incentivar a dinâmica da inovação. O modelo de HT surgiu como um quadro de referência para a análise dos sistemas de inovação baseados no conhecimento, enfatizando as relações múltiplas e recíprocas entre os três principais atores no processo de criação de conhecimento e capitalização (LOMBARDI et al., 2012). O modelo se difere do sistema nacional de inovação, que considera a indústria como sendo o agente central nos processos de inovação (NELSON, 1993; LUNDVALL, 2009) e do modelo do Triângulo de Sábado (SÁBATO; BOTANA, 1968), em que o governo assume uma posição de destaque.

No entanto, as recentes mudanças no cenário global expandiram a forma de relacionamento entre estes atores. A tradicional tríade formada por universidade-indústria-governo vem se fortalecendo com novos modelos de geração do conhecimento, incluindo a sociedade (Hélice Quádrupla - HQ) e o ambiente (Hélice Quíntupla) com hélices importantes na dinâmica da inovação.

Carayannis e Campbell (2009) apontam que o modelo da Hélice Quádrupla adiciona as perspectivas de mídia e cultura, bem como o da sociedade civil. Nessa perspectiva, há a necessidade de uma compreensão ampla da produção de conhecimento e aplicação da inovação e exige-se um público mais integrado a dinâmica da inovação (CARAYANNIS; RAKHMATULLIN, 2014). Nesta hélice, a sociedade civil também pode ser percebida como usuária da inovação, atuando como impulsionadora dos processos de inovação. Nessa perspectiva, os usuários são centrais no modelo e incentivam o desenvolvimento de inovações que sejam pertinentes para eles (ARNKIL et al., 2010; CARAYANNIS; RAKHMATULLIN, 2014).

Já a Hélice Quíntupla enfatiza os ambientes naturais da sociedade para a produção do conhecimento e da inovação, contextualizando as abordagens defendidas pelos modelos da HT e da Hélice Quádrupla (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2011; CARAYANNIS; RAKHMATULLIN, 2014). Neste modelo, o meio ambiente é considerado fator principal para a preservação, sobrevivência e vitalização da humanidade e precisa ser inserido nas políticas e propostas de desenvolvimento regionais (CARAYANNIS, BARTH, CAMPBELL, 2012; YOON; YANG; PARK, 2017).

Apesar da ascensão dos estudos sobre as novas abordagens teóricas das hélices, alguns autores evidenciam dificuldades para entender como as novas hélices são representadas (YOON; YANG; PARK, 2017; NORDBERG, 2015). Emerge assim, o problema desta pesquisa, que busca o entendimento de como os modelos de inovação da Hélice Quádrupla e Quíntupla são caracterizados.

Para isso, o objetivo deste artigo é investigar a literatura sobre HT, incluindo abordagens mais recentes como Quádrupla e Quíntupla Hélice, de forma a sistematizar os principais estudos em construtos amplos. Entre os objetivos específicos, destacam-se: (i) analisar os dados de forma descritiva, considerando a evolução de publicações e citações, autores e obras mais citadas; (ii) analisar os dados semanticamente, considerando os tipos de pesquisa adotados, principais abordagens teóricas relacionadas ao modelo de HT, identificação das instituições intermediárias no modelo de hélices, caracterização e atribuições da Hélice Quádrupla e Quíntupla.

Além desta introdução, o artigo está estruturado em outras quatro seções. Na primeira discutem-se os aspectos teóricos relacionados aos antecedentes da relação entre universidade, indústria e governo, e os modelos de HT, Quádrupla e Quíntupla. Na segunda, apresentam-se os procedimentos metodológicos. Na terceira, apresentam-se os resultados para a análise descritiva e semântica dos dados, e por fim são apresentadas as considerações finais da pesquisa, assim como as limitações e agenda para estudos futuros.

2. Referencial teórico

Este tópico divide-se em quatro subdivisões, entre eles: os modelos antecedentes da relação Universidade-Indústria-Governo; aborda-se a HT, a Hélice Quádrupla e Quíntupla.

2.1. Os modelos antecedentes da relação Universidade-Indústria

Wolffenbüttel (2001) aponta que a análise mais detalhada da relação entre universidade e empresa permite que as empresas recebam conhecimento e recursos humanos da universidade. Propicia, ainda, que as universidades recebam das empresas, dados, experiências, *insights* e demandas que irão contribuir para a evolução e o desenvolvimento desse conhecimento. É um processo de interação, uma vez que a ação provém dos dois participantes do processo.

Há alguns motivos para se promover a relação universidade-empresa. As principais razões do lado da universidade são: (i) a dificuldade para obtenção de recursos públicos para a pesquisa universitária e a expectativa de que estes possam ser proporcionados pelo setor privado; (ii) interesse da comunidade acadêmica em legitimar seu trabalho junto à sociedade que é, em grande medida, a responsável pela manutenção das instituições universitárias; (iii) atualização de equipamentos para pesquisa; (iv) aumento da participação no desenvolvimento nacional; (v) melhoria e atualização do ensino e (vi) divulgação da universidade (WEBSTER; ETZKOWITZ, 1991; WOLFFENBÜTTEL, 2001).

Já os benefícios para a empresa são: (i) o aumento dos lucros e a manutenção e expansão de mercado; (ii) necessidade de compartilhar o custo e o risco das pesquisas

associadas ao desenvolvimento de produtos e processos, com instituições que dispõem de suporte financeiro governamental; (iii) acesso aos laboratórios e bibliotecas da universidade; (iv) apoio de recursos humanos altamente qualificados; (v) atualização tecnológica constante com ideias e melhorias para novos produtos e processos (GIBBONS, 1992; PAVITT, 1993; WOLFFENBÜTTEL, 2001; CERVI; FROEMMING, 2013).

Existem alguns modelos que embasam essa interação universidade – empresa. Ottoboni (2011), partindo da classificação proposta por Rothwell (1994), destaca que os principais modelos que enfatizam o caráter sistêmico do processo de inovação podem ser representados pelos seguintes modelos: Triângulo de Sábado, Sistema Nacional de Inovação (SNI), Arranjos Produtivos Locais (APLs) e HT, aos quais enfatizam o caráter sistêmico do processo de inovação.

O modelo conhecido por Triângulo de Sábado, proposto pelos argentinos Sábado e Botana, representa a capacidade de decisão que resulta das inter-relações entre o governo, a infraestrutura tecnológica e a estrutura produtiva. Tais inter-relações podem ser de três tipos: (i) intra-relações – ações entre atores de um mesmo vértice; (ii) inter-relações – ações entre atores de diferentes vértices; e (iii) extra-relações – ações entre atores de qualquer dos vértices e um ator externo (SÁBATO; BOTANA, 1968).

O conceito de SNI, introduzido por Lundvall (1985), visa capturar os relacionamentos e interações entre os laboratórios de P&D e institutos tecnológicos, de um lado, e o sistema produtivo, de outro lado (JOHNSON; LUNDVALL, 2000). Este sistema, de acordo com Edquist (2001), considera todos os importantes fatores econômicos, sociais políticos e organizacionais que influenciam o desenvolvimento, a difusão e o uso de inovações.

Os Arranjos Produtivos Locais (APLs) são agrupamentos de agentes econômicos, sociais e políticos, geograficamente concentrados em área específica que desenvolvem atividades econômicas relacionadas em um setor particular, vinculados por elementos comuns e complementares de produção, interação, cooperação e aprendizagem (LASTRES; CASSIOLATO, 2004; HADDAD, 2007; LOPES; MUYLDER; JUDICE, 2011).

O modelo de HT e suas ramificações são ressaltados no próximo tópico.

2.2. A Hélice Tríplice

O modelo conhecido por Hélice Tríplice (HT), proposto por Etzkowitz e Leydesdorff (1995), parte da interação entre três atores principais - universidade, indústria e governo - para explicar a dinâmica da inovação tecnológica. A interação entre as três esferas caracteriza um processo recursivo, ou seja, se repete infinitamente ao ponto de ser representado por uma espiral (LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1998; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000).

Nesse contexto vale destacar os papéis exercidos pela indústria, universidade e governo. Pesquisas empíricas realizadas por Botelho, Carrijo e Kamasaki (2007) constataram que uma teia de relações estabelecidas pelas empresas influencia as atividades produtivas em geral e as inovativas em particular. Assim, relações com clientes e fornecedores, com empresas concorrentes (especialmente em fases pré-competitivas) e com institutos de pesquisa e/ou universidades figuram nas pesquisas como as mais importantes (LOOY et al., 2004; PARK; LEYDESDORFF, 2010). A indústria, representada tanto por grandes quanto pequenas empresas, precisam: (i) desenvolver produtos ou serviços inovadores; (ii) buscar interação com os centros de pesquisa; e (iii) liderar os processos de mudança. Entre as suas limitações, estão: (i) pouca capacidade de investimento em P&D; (ii) falta de preparo para desenvolvimento de pesquisas (CAMBOIM, 2013).

Os autores Galli e Teubal (1997) afirmam que as universidades representam a pedra angular dos sistemas de inovação, uma vez que são responsáveis pela qualificação de pesquisadores e trabalhadores em nível superior e pela pesquisa básica. No entanto, o

crescimento de vínculos com o uso da pesquisa aplicada, a fronteira entre a ciência e a tecnologia, a necessidade de abordagens interdisciplinares na solução de problemas complexos e o volume de recursos necessários para os projetos científicos representam novos desafios à gestão universitária e levam ao estabelecimento de novas abordagens institucionais (LOOY et al., 2004; LEYDESDORFF; FRITSCH, 2006). As universidades tem a responsabilidade de: (i) gerar novos conhecimentos; (ii) buscar relacionamentos entre governo e empresas; (iii) buscar novas lacunas de pesquisa; (iv) liderar processos de mudança. Suas limitações estão na: (i) dependência de órgãos de fomento para a condução das pesquisas; (ii) visão limitada de capacitação de mão de obra e formação profissional; e (iii) vínculos fracos com a sociedade e empresas (CAMBOIM, 2013).

Os governos oferecem incentivos fiscais, pressionam as instituições acadêmicas para ir além de executar as funções tradicionais da educação e investigação, criam políticas públicas para fortalecer o relacionamento universidade, indústria e governo. Os governos também mudam suas relações com as instituições econômicas, fortalecendo o envolvimento entre as partes (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995). Camboim (2013) mostra que o Governo tem a responsabilidade de: (i) apoiar novas estruturas organizacionais para promover o desenvolvimento econômico e social; (ii) possuir planos estratégicos voltados para a inovação e conhecimento; (iii) proporcionar benefícios para a população com a interação com diversas esferas políticas. Entre as limitações do governo estão: (i) a excessiva burocratização; (ii) falta de flexibilidade para implementação de projetos em parceria; e (iii) necessidade de gerenciamento público profissional.

Ademais, para fortalecer a dinâmica de interações entre os atores da HT, alguns autores abordam a importância de instituições intermediárias entre as hélices. Johnson (2008) evidencia que as organizações intermediárias aproximam os parceiros da HT, ocasionando projetos de P&D colaborativos. Essas instituições melhoram a colaboração entre os membros acadêmicos, industriais e governamentais. Johnson (2008) e Lindberg, Lindgren e Packendorff (2014) exemplificam que as instituições intermediárias são representadas por institutos tecnológicos, ONGs, associações, organizações de apoio e outras agências que podem interligar relações colaborativas, facilitando o processo de comercialização de tecnologia.

Desde que Etzkowitz e Leydesdorff (1995) introduziram o modelo da HT das relações híbridas entre universidade-indústria-governo para explicar a evolução estrutural nas economias baseadas no conhecimento, muitos estudiosos, empresários e administradores têm tentado estender o modelo HT. Vale destacar, que no artigo de Etzkowitz e Leydesdorff, eles já salientavam a intenção de que o modelo de HT deveria ajudar a exibir padrões de estrutura social, o que ressalta a importância de outras hélices (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009).

2.3 - A Hélice Quádrupla

A crescente importância do modelo de HT levou ao surgimento de um rico corpo de investigação teórica e empírica para discutir novos métodos para a criação de conhecimento (CHUNG; PARK, 2014). Lombardi e seus colaboradores (2012) propõem um modelo de HT revisado ao qual denominam de Hélice Quádrupla. Além da universidade-indústria-governo, os autores envolvem a sociedade civil.

Enquanto o modelo tradicional da HT foca nas relações universidade-indústria-governo, o modelo estendido para a Hélice Quádrupla adiciona as perspectivas de mídia e cultura, bem como o da sociedade civil. Esta quarta hélice associa a mídia às indústrias criativas, cultura, valores, estilos de vida, arte e classe criativa (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009; CARAYANNIS; RAKHMATULLIN, 2014).

Na Hélice Quádrupla, as políticas e estratégias de conhecimento e inovação devem reconhecer o importante papel da sociedade para a obtenção das metas e objetivos. A sociedade é construída e comunicada pela mídia e influenciada pela cultura e valores (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009; NORDBERG, 2015).

Nesta hélice, a sociedade civil também pode ser percebida como usuária da inovação. Neste modelo, os usuários estão no centro do modelo e impulsionam os processos de inovação. Nessa perspectiva, novos produtos, serviços e soluções inovadoras são desenvolvidos com o envolvimento dos usuários em seu papel de usuários líderes, co-desenvolvedores e co-criadores (CARAYANNIS; RAKHMATULLIN, 2014; BACCARNE et al., 2016). Os usuários podem ser definidos de várias maneiras, entre elas: usuários comuns ou amadores, usuários profissionais, consumidores, funcionários, residentes, cidadãos, empresas, organizações ou associações da sociedade civil (ARNKIL et al., 2010).

Além de se envolver no processo de desenvolvimento, os usuários têm o poder de propor novos tipos de inovações, e se conectam a outros agentes, como: indústria, academia ou governo (ARNKIL et al., 2010). O papel dos atores nas outras três hélices seria apoiar os cidadãos nas atividades de inovação, ou seja, fornecer ferramentas, informações e fóruns para o desenvolvimento das atividades de inovação (CARAYANNIS, RAKHMATULLIN, 2014; MULYANINGSIH, 2015).

Desta forma, a Hélice Quádrupla capacita e conecta co-criadores de inovação, como empreendedores, inventores, artistas e outros geradores de valor que irão fortalecer o ecossistema. Neste modelo, há princípios de ampla cooperação em inovação, o processo de desenvolvimento de produtos e serviços pode existir em diferentes níveis de co-produção com consumidores, clientes e cidadãos (ARNKIL et al., 2010; NORDBERG, 2015).

2.4 - A Hélice Quíntupla

A sociedade demanda soluções sustentáveis e expõe crescente preocupação com os aspectos ecológicos (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2011). O desafio do aquecimento global é acompanhado pelo desafio da sustentabilidade no século XXI. Novos objetivos políticos devem ser formulados considerando os limites de emissão de CO₂, na busca por uma sustentabilidade de longo prazo. Há também uma demanda crescente por soluções de conhecimento consideradas como "novo verde" com objetivo de utilizar os recursos de forma inovadora e consciente (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012).

As questões sustentáveis levam a eminência da Hélice Quíntupla, que possui a proposta de Meio Ambiente e pode ser vista como uma estrutura transdisciplinar que analisa o desenvolvimento sustentável e ecologia social. O modelo aponta para um equilíbrio sustentável entre os caminhos do desenvolvimento da sociedade e da economia para a continuação do progresso das civilizações humanas (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2011; CASARAMONA; SAPIA; SORACI, 2015).

Grundel e Dahlstrom (2016) reforçam que a transformação em uma sociedade sustentável requer novas inovações impulsionadas por desafios e novas colaborações entre mais atores. A inovação é caracterizada por um modelo não-linear que estabelece conexões diretas entre a produção e a aplicação do conhecimento. A Hélice Quíntupla representa um modelo entre teoria e prática oferecido à sociedade para compreender a ligação entre conhecimento e inovação, a fim de promover um desenvolvimento duradouro (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012).

Esta hélice representa um motor de novos conhecimentos e inovações em resposta a desafios ambientais, sendo uma perspectiva mais ampla de transformações socioecológicas e ambientes naturais (GRUNDEL; DAHLSTROM, 2016).

Outra perspectiva sobre Hélice Quíntupla é apontada na literatura brasileira. Rodrigues e Carvalho (2014) e Pereira, Rodrigues e Oliveira (2015) definem as novas hélices como investidores e consumidores. Os autores ressaltam que o enfoque é transformar conhecimento científico-tecnológico em riqueza socioeconômica, a partir de vocações locais, que podem contribuir significativamente para o desenvolvimento científico, tecnológico e inovador do país.

3- Procedimentos Metodológicos

Segundo Carvalho, Fleury e Lopes (2013), há diferentes abordagens que podem ser consideradas na construção de uma revisão sistemática da literatura, entre elas: abordagem bibliométrica, integrativa e a meta-análise. Em todas essas propostas existe a preocupação de se concentrar nos principais estudos publicados para identificar padrões sobre características de pesquisa ou limitações nos campos de estudos.

Esse estudo se baseia na análise bibliométrica, podendo ser dividida em 4 (quatro) etapas principais:

a) Delimitação do escopo da análise: Os artigos foram pesquisados na coleção principal da base de dados *Web of Science* (WOS) por ser uma das principais bases de pesquisas no cenário internacional. Essa base fornece um conjunto de metadados, essencial para análises sistemáticas, incluindo áreas de estudos, número de citações, lista de autores, instituições, determinação do período de análise, e outras informações relevantes para o estudo.

b) Seleção dos artigos: Os termos usados para a seleção dos estudos foram: *Quintuple_Helix* ou *Quadruple_Helix* ou *Triplex_Helix* no campo título. Considerando as publicações até o ano de 2017, foram identificados 1604 artigos. Com o propósito de refinar a busca, num primeiro momento foram adotados os seguintes critérios: (i) tipo de documentos (105 estudos excluídos), sendo considerados apenas os artigos publicados em periódicos; (ii) idioma do artigo (32 estudos excluídos), sendo considerados apenas os artigos na língua inglesa, e (iii) área dos estudos (804 estudos excluídos), sendo considerados apenas os estudos dentro da temática de negócios, administração pública, gestão e estudos sociais aplicados. Num segundo momento, foram lidos e analisados os resumos dos 206 artigos restantes para avaliar o enquadramento dos mesmos quanto à temática pesquisada. Nesta fase, foram eliminados 71 artigos, por não tratarem de assuntos relacionados à temática investigada. A seleção final foi composta por 135 artigos, publicados em 13 periódicos, em 19 áreas de pesquisa.

c) Análise descritiva dos dados: Com a definição dos instrumentos de coleta de dados, os artigos foram analisados de forma quantitativa, visando descrever as principais características dos artigos selecionados através das variáveis: (a) evolução de publicações e citações; (b) autores mais citados; e (c) obras mais citadas. O objetivo desta etapa é descrever, de forma sistêmica, as principais características sobre o campo de estudos relacionados à temática pesquisada. Nesta etapa, utilizou-se de planilhas eletrônicas e do software CiteSpace[®] desenvolvido por Chen (2006) para a descrição dos dados.

d) Análise semântica dos dados: Em função da necessidade de uma análise mais profunda dos artigos identificados, nesta etapa foram considerados apenas os artigos com disponibilidade de textos na íntegra (26 registros excluídos). Os 109 artigos do estudo foram categorizados e tabulados através de planilhas eletrônicas, sendo avaliados nas seguintes categorias: (i) tipos de pesquisa adotados; (ii) principais abordagens teóricas relacionadas ao modelo de HT; (iii) caracterização das instituições intermediárias no modelo de hélices; (iv) caracterização e atribuições da Hélice Quádrupla, e (v) caracterização e atribuições da Hélice

Quíntupla. Nesta etapa, utilizou-se de análise de conteúdo na revisão sistemática com o propósito de ter maior clareza nos resultados (FINFGELD-CONNETT, 2014). Há diversas formas de se analisar o conteúdo, neste estudo os dados foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo por frequências, a qual consiste na identificação de agrupamentos no texto, utilizando a estatística descritiva (MINAYO, 2000; BARDIN, 2016).

4- Análises e Discussões

4.1 – Análise Descritiva

O primeiro estudo apontado nos artigos selecionados foi publicado no periódico *Annals of the New York Academy of Sciences* com o título: *The triple helix: Academic-industry-government relations - Implications for the New York regional innovation environment* de Etzkowitz (1996). Na sequência de publicações sobre o tema, o segundo artigo publicado e que se configura entre os mais citados é o de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) no *Research Policy* intitulado *The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations*. Percebe-se um interesse pelo tema indicado pelo aumento de publicações e citações nos últimos 4 anos da análise (2014 a 2017). Houve 60 publicações sobre o tema com 2042 citações, sendo que a evolução da temática é apresentada no gráfico 1.

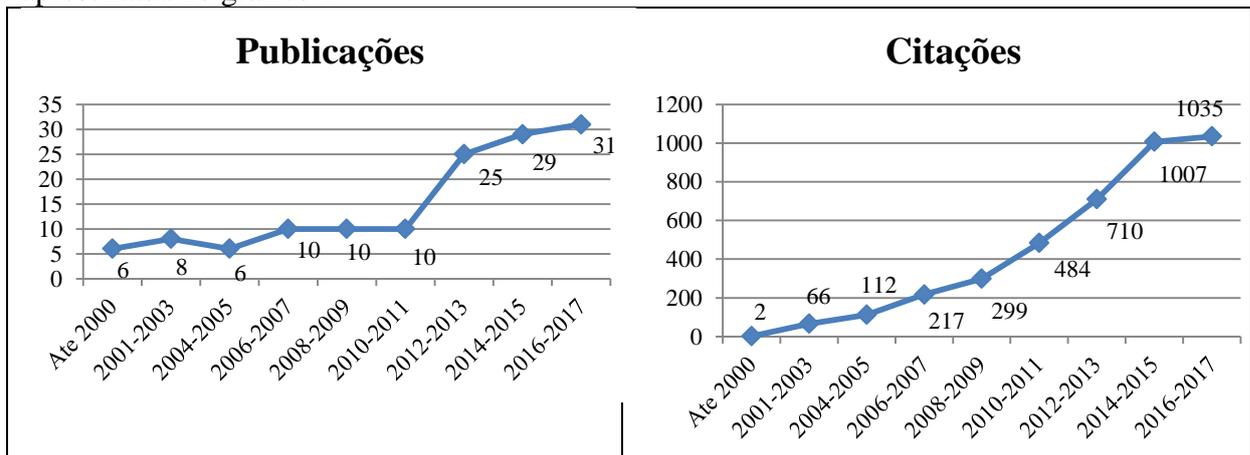


Gráfico 1 – Evolução das Publicações e Citações sobre Modelos de Hélices

Fonte: Dados da Pesquisa

Ao todo, o estudo contém 135 publicações com 3932 citações. Para identificar os principais autores e traçar um perfil que evidencie quais são os autores que mais foram utilizados nos 135 artigos, foi utilizado o software CiteSpace ®. Na figura 01, é possível identificar a cor rosa em alguns nós, que indica explosões de citação, identificadas pelo tamanho e representatividade dos círculos. De acordo com Chen (2006), essas explosões representam a quantidade ou o volume de vezes que um autor foi citado pela amostra de artigos pesquisada (ou seja, pelos 135 manuscritos), evidenciando quais autores tem atraído um extraordinário grau de atenção dentro do campo. O resultado é apresentado na figura 1.

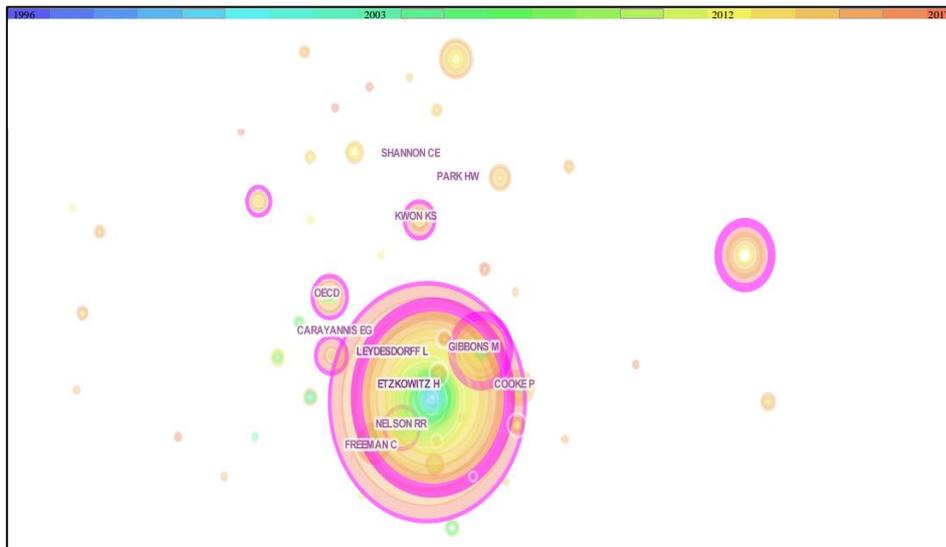


Figura 1 – Rede de Citações de Autores
Fonte: Dados da Pesquisa

Essas explosões podem ser justificadas pelo aumento das publicações nas novas temáticas de HQ e Quintupla. Percebe-se, a partir do gráfico 2, um aumento considerável das publicações no tema a partir de 2014, totalizando 21 artigos, que representam 35% das publicações nesse período. A abordagem de Hélice Quádrupla foi abordada inicialmente por Carayannis e Campbell (2009), no *International Journal of Technology Management*, sobre *Mode 3 and Quadruple Helix: toward a 21st century fractal innovation ecosystem*, esse estudo encontra-se entre os mais citados da temática. Já a temática de Hélice Quintupla é evidenciada no ensaio teórico de Carayannis e Campbell (2011), no *Journal of Knowledge Economic*, sobre *Open Innovation Diplomacy and a 21st Century Fractal Research, Education and Innovation (FREIE) Ecosystem: Building on the Quadruple and Quintuple Helix Innovation Concepts and the “Mode 3” Knowledge Production System*.

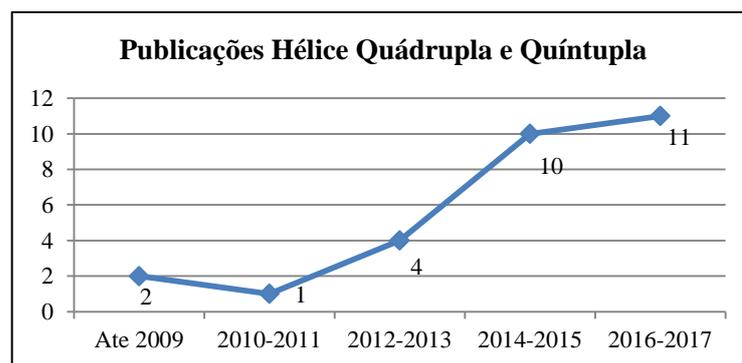


Gráfico 2 – Evolução Publicações sobre Hélices Quádrupla e Quintupla
Fonte: Dados da Pesquisa

Entre os autores mais citados, destaca-se Loet Leidesdorff (95), Henry Etzkowitz (70) e Michael Gibbons (26). Loet Leidesdorff e Henry Etzkowitz atuam conjuntamente no tema HT, contudo Leidesdorff pertence a Universidade de Amsterdã, na Holanda e Etzkowitz atuou na Universidade de Nova Iorque e pertence a Universidade de *Stanford* nos Estados Unidos.

Gibbons também tem nacionalidade americana, atua na Associação de Universidades de *Commonwealth* e é precursor da temática sobre os Modos de Geração do Conhecimento.

Entre as referências mais citadas pelo CiteSpace, que considera as pesquisas que mais foram mencionadas pelos 135 artigos que constituem a amostragem deste artigo, destacam-se as principais obras na tabela 1.

Tabela 1 - Lista dos artigos mais citados pelo CiteSpace

Artigos mais citados	Citações
LEYDESDORFF, L.; SUN, Y. National and International Dimensions of the Triple Helix in Japan: University-Industry-Government Versus International Coauthorship Relations. <i>Journal of the American Society for Information Science and Technology</i> . v. 60, n. 4, p.778-788, 2009.	18
PARK, H.W.; LEYDESDORFF, L. Longitudinal trends in networks of university–industry–government relations in South Korea: The role of programmatic incentives. <i>Research Policy</i> . v. 39, n. 5, p. 640-649, 2010.	15
ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relation. <i>Research Policy</i> . v. 29, nº 2, p. 109-123, 2000.	11
KWON, K. S ET AL. Has globalization strengthened South Korea's national research system? National and international dynamics of the Triple Helix of scientific co-authorship relationships in South Korea. <i>Scientometrics</i> , v. 90, n. 1, p.163-176, 2012.	10
CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. <i>International Journal of Technology Management</i> . v. 46, nº3-4, p. 201-234, 2009.	10

Fonte: Dados da Pesquisa

4.2 – Análise Semântica

Esta etapa segue os procedimentos metodológicos descritos no passo 4.

Primeiramente, analisaram-se os tipos de pesquisa adotados. Os resultados evidenciam predomínio de estudos de caso qualitativos (36,70%), seguidos por Ensaio Teórico e Revisão Bibliométrica, com 22,02% cada, conforme demonstra o gráfico 3.

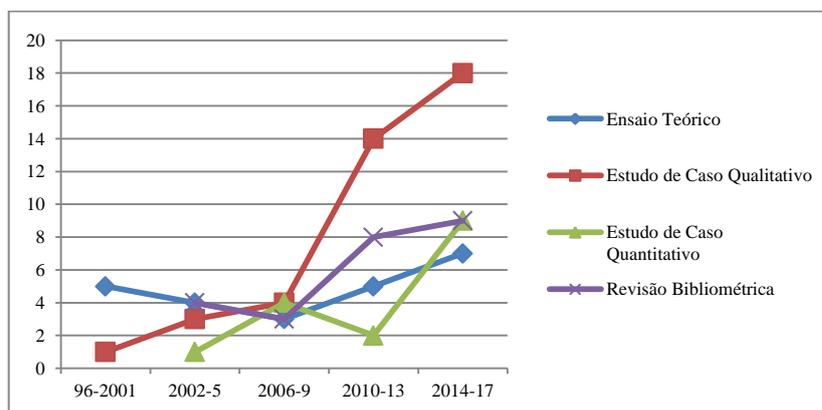


Gráfico 3 – Evolução das Publicações e Citações sobre Modelos de Hélices
Fonte: Dados da Pesquisa

Entre os ensaios teóricos mais relevantes, destaca-se a obra de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) que teoriza sobre a HT, considerando suas relações universidade-indústria-governo para comparar com modelos alternativos e explicar o sistema de pesquisa em seus contextos sociais. Na obra de Carayannis e Campbell (2009), há a proposição da Hélice Quádrupla, os autores retratam os novos paradigmas e modelos de inovação, adicionando as teorias e conceitos de conhecimento, teoria dos sistemas, ênfase nos sistemas de conhecimento e inovação (resumidos com o Modo 3 de geração, criação e difusão do conhecimento). Destaca-

se no gráfico uma queda desse método até 2009, seguida por uma ascensão a partir de 2010 que pode ser justificada pelo surgimento de novas hélices, Quádrupla e Quíntupla.

O estudo contém 3 artigos caracterizados como pesquisa-ação, nos anos de 2004, 2015 e 2017. Uma das justificativas do baixo número de estudos nesse método pode relacionar-se a dificuldade de implantação do modelo de HT devido à falta de articulação entre os atores, evidenciada por Jensen, Tragardh (2004) e Van Horne, Dutot (2017).

Na sequência, foi realizada a análise das principais abordagens teóricas relacionadas aos modelos de hélices. A partir desta etapa, utilizou-se de análise de conteúdo para categorização dos dados. A tabela 2 apresenta as teorias, a frequência e também a conceituação atrelada às hélices.

Tabela 2 – Principais abordagens teóricas

Abordagem Teórica	Frequência	Conceituação aliada a HT
Sistema de Inovação	39,45%	O conceito de sistemas de inovação, definido como uma rede de organizações e instituições atua em conjunto com a abordagem da HT para identificar novas formas de interação dinâmica entre universidade, indústria e governo como um local para a inovação e renovação (FRYKFORSS; JONSSON, 2010). No estudo foram consideradas as abordagens nacionais e regionais como fator impulsionar do desenvolvimento econômico.
Redes	22,94%	A análise de redes sociais pode ser usada para medir e analisar propriedades estruturais de redes, como: ligações, recursos, vínculos informacionais, dentre outras formas de interação. O objetivo é entender como a estrutura de uma rede fornece oportunidades e/ou restrições para os atores de HT, restringindo ou permitindo o acesso à recursos, informações e comportamentos (EBERS, 2015; STEKETEE <i>et al.</i> , 2015; ALHAJJ; ROKNE, 2014; SCOTT, 2013). No estudo agrupou-se nessa categoria a análise de redes sociais, cooperação entre atores e redes de inovação.
Modos de Geração do Conhecimento	23,85%	O modelo de inovação da HT representa um modelo básico para a aplicação do conhecimento e da inovação que se enquadra nos Modo 1 e 2 de geração do conhecimento. Os modelos de Hélice Quádrupla e Quíntupla foram concebidos para compreender uma maior complexidade na produção e aplicação do conhecimento (inovação), assim, a arquitetura desses modelos é mais ampla, envolvendo o Modo 3 de geração do conhecimento (CARAYANNIS; CAMPBELL; REHMAN, 2016).
Indicadores HT	12,84%	Estudos nos quais os autores definem indicadores de sinergia, entropia e colaboração para entender os relacionamentos entre os atores da HT, entre as obras destacam-se: Leydesdorff (2003), Park e Leydesdorff (2010), Leydesdorff e Fritsch (2006) e Leydesdorff e Sun (2009).
Transferência de Tecnologia	11,93%	Há um reconhecimento de que a transferência de tecnologia deve ser buscada não apenas como uma solução de curto prazo para aumentar as possibilidades de produção e crescimento, mas como parte de uma estratégia de longo prazo para a cultura da inovação e tecnologia (SAAD; ZAWDIE, 2005).
Modelo Lineares e Não-Lineares Inovação	11,93%	O modelo linear de inovação afirma que a pesquisa básica ocorre no contexto universitário e gradualmente se difundirá na sociedade e na economia. Já o modelo não-linear de inovação está interessado em estabelecer conexões mais diretas entre a produção e aplicação do conhecimento, onde a pesquisa básica e a inovação caminham paralelas (CAMPBELL; CARAYANNIS, 2012; CARAYANNIS; RAKHMATULLIN, 2014; CARAYANNIS; CAMPBELL; REHMAN, 2016).

Fonte: Dados da Pesquisa

Além dessas abordagens, os estudos apontaram outras evidências, entre elas: Políticas Públicas, Ecosistema Empreendedor, Universidade Empreendedora e Inovação Aberta. Destaca-se que nos estudos mais recentes concentram-se abordagens de ecossistema

(CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009); e inovação aberta (VILLARREAL; CALVO, 2015; THOMSON; KILGORE; LIONNAIN, 2015).

Como apontado por Johnson (2008), para a efetividade do modelo de hélices, há instituições intermediárias que ajudam nas parcerias da HT para a comercialização de novas tecnologias, além de atuar como pontes que conectam as hélices e contribuem para o desenvolvimento das interações (Steiber; Alange, 2013). Entre as instituições de maior destaque, tem-se: (i) ambientes de inovação (48,5%) considerando incubadoras, parques tecnológicos e aceleradoras; (ii) centros de pesquisa (27,3%); (iii) programas e associações (18,2% cada); e (iv) plataformas virtuais (9,1%).

Alguns autores destacam que há dificuldade no entendimento dos atores pertencentes às novas hélices (YOON; YANG; PARK, 2017; GALVAO, et al., 2017; NORDBERG, 2015). Desta forma, nesta etapa, foi realizada a caracterização e identificadas as atribuições da Hélice Quádrupla. A tabela 3 resume a caracterização da Hélice Quádrupla

Tabela 3 – Características Hélice Quádrupla

Características	Frequência
Sociedade Civil e Comunidade Ampla	86,21%
Sociedade Pública e civil baseada em mídia e cultura	51,72%
Usuários de inovação (grupos que representam consumidores)	44,83%
Classe Criativa	37,93%
Organizações não-governamentais (ONGs), associações	24,14%

Fonte: Dados da Pesquisa

A definição inicial de Carayannis e Campbell (2009) da Hélice Quádrupla está relacionada a “Sociedade Pública e Civil baseada em mídia e cultura”, esta definição aparece em 2º lugar na classificação da Hélice Quádrupla. Os estudos a definem de forma geral como comunidade ou sociedade civil. Embora o artigo de Carayannis e Campbell (2009) seja a primeira obra de Hélice Quádrupla, vale destacar que Etzkowitz (2003) considerou que o sucesso de modelo de HT estava em um modelo aberto e democrático com a integração a sociedade civil. Jensen e Tragardh (2004) também aborda a comunidade como um ator essencial para a abordagem contextualizada da HT.

Como complemento, verificou-se as principais funções atreladas a Sociedade na Hélice Quádrupla, destaca-se: (i) atuar em processos de cocriação para desenvolvimento de inovação aberta (82,8%); (ii) possibilitar múltiplas interações entre agentes intra e inter hélices (79,3%); (iii) atuar em um processo de inovação democrático para geração do conhecimento (75,9%); (iv) atribuir as principais prioridades à inovação e ao conhecimento (68,9%), e apoiar o desenvolvimento regional (48,3%).

Por fim, foram caracterizadas e identificadas as atribuições para a Hélice Quíntupla, que para Carayannis e Campbell (2011) considera o Meio Ambiente como parte essencial para um desenvolvimento sustentável. A tabela 4 resume as principais características para a Hélice Quíntupla.

Tabela 4 – Características Hélice Quíntupla

Características	Frequência
Meio Ambiente	100,00%
Atores relacionados a eco-inovação ou sócio-ecológicos	66,67%
Sociedade Sustentável	33,33%
Não é um ator	11,11%
Um programa	11,11%

Fonte: Dados da Pesquisa

Entre as principais funções atreladas a Hélice Quíntupla, destaca-se: (i) fomentar democracia sustentável (66,7%); (ii) transformar a sociedade de maneira mais sustentável (55,6%); (iii) direcionar a geração do conhecimento sustentável (33,3%); (iv) estar atrelada as necessidades contextuais (22,2%), e (v) representar as necessidades ambientes (11,1%).

4- Conclusões

O objetivo deste artigo foi sistematizar os estudos sobre HT, Quádrupla e Quíntupla, a partir da análise descritiva e semântica dos dados. No estudo foi identificada a evolução das publicações, autores e obras mais citadas. Além disso, analisaram-se as principais metodologias empregadas, abordagens teóricas relacionadas e HT, existência da instituição intermediária, além da caracterização e funcionalidades das Hélices Quádrupla e Quíntupla.

Na análise descritiva, foi identificada uma evolução do tema a partir de 2012, tanto em relação à publicação quanto citações. O software CiteSpace permitiu a identificação de uma explosão de citações, caracterizada pela ascensão de abordagens mais recentes, como Hélice Quádrupla e Quíntupla. Os autores de destaque são Loet Leidesdorff, Henry Etzkowitz e Michael Gibbons.

Na análise semântica, predominou o método de estudo de caso qualitativo. A principal teoria relacionada ao modelo de hélices é a abordagem sistêmica de inovação, sendo os ambientes de inovação, representados por incubadoras, parques tecnológicos e aceleradoras, as principais organizações intermediárias neste modelo.

A Quarta Hélice destaca as características da sociedade. No estudo, ela é definida de forma geral, como sociedade civil e comunidade ampla. Nesta hélice, os usuários tem participação direta no modelo, apoiando no desenvolvimento de inovações, há claramente um ambiente de cooperação, que nos remete a exemplos de inovação aberta.

A Quinta Hélice destaca problemas como o aquecimento global e a crescente preocupação com questões sustentáveis para o modelo. Ela remete a sustentabilidade como fator principal para o desenvolvimento regional. Os agentes representantes da hélice ainda são escassos, sendo que os estudos abordam teoricamente o meio ambiente, e atores relacionados a aspectos sócio ecológicos, vale destacar também a não associação a um ator. O papel desses atores é fomentar o desenvolvimento sustentável.

Entre as contribuições do artigo, aponta-se a comprovação da ascensão do tema a partir de 2010, comprovado pelo aumento do número de publicações e citações, e pela explosão de citações. Percebe-se uma evolução na forma de produção e geração do conhecimento, que resultou em uma evolução dos modelos derivados da HT, saindo de uma perspectiva triangular, unindo universidade-indústria-governo em um processo colaborativo com a sociedade. Além disso, embora as caracterizações das novas hélices ainda sejam eminentes, há um direcionamento da HQ para a comunidade e sociedade geral como usuária da inovação e considerações da não existência de um agente para a Hélice Quíntupla.

Em relação às limitações da pesquisa, destaca-se o uso de uma única base de dados, escassos artigos publicados de derivações mais recentes como HQ e Hélice Quíntupla, e falta de evidências da operacionalização das HQ e Quíntupla.

Como propostas para trabalhos futuros, aponta-se a elaboração de outros estudos sistemáticos em bases de dados distintas para reforçar ou não as constatações dessa pesquisa, além da construção de uma meta-síntese sobre a operacionalização da HQ e Quíntupla.

REFERÊNCIAS

- ALHAJJ, R.; ROKNE, J (ed.). **Encyclopedia of social network analysis and mining**. New York: Springer Publishing, 2014.
- ARNKIL, R. et al. Exploring Quadruple Helix - Outlining user-oriented innovation models - Final Report on Quadruple Helix Research for the CLIQ project - University of Tampere. Work Research Centre. **Working Papers**, 2010.
- BACCARNE, B. et al. Governing Quintuple Helix Innovation: Urban Living Labs and Socio-Ecological Entrepreneurship. **Technology Innovation Management Review**. v. 6, n. 3, p. 22–30, 2016.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BOTELHO, M. R. A.; CARRIJO, M. C.; KAMASAKI, G. Y. Inovações, Pequenas Empresas e Interações com Instituições de Ensino/Pesquisa em Arranjos Produtivos Locais de Setores de Tecnologia Avançada. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro (RJ), v. 6, n. 2, p.331-371, 2007.
- CAMBOIM, V.S.C. Avaliação da Interação Universidade - Empresas - Governo no Desenvolvimento de Projetos Inovadores no RN por Micro e Pequenas Empresas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.
- CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D.F.J. ‘Mode 3’ and ‘Quadruple Helix’: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. **International Journal of Technology Management**. v. 46, nº. 3-4, p. 201-234, 2009.
- CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D.F.J. Open Innovation Diplomacy and a 21st Century Fractal Research, Education and Innovation (FREIE) Ecosystem: Building on the Quadruple and Quintuple Helix Innovation Concepts and the “Mode 3” Knowledge Production System. **Journal of Knowledge Economic**. v. 2, p. 327–372, 2011.
- CARAYANNIS, E. G; BARTH, T. D; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation . **Journal of Innovation and Entrepreneurship**. v. 1. 2, 2012.
- CARAYANNIS, E. G.; RAKHMATULLIN, R. The Quadruple/Quintuple Innovation Helixes and Smart Specialisation Strategies for Sustainable and Inclusive Growth in Europe and Beyond. **Journal of Knowledge Economic**. v. 5, p. 212–239, 2014.
- CARAYANNIS, E. G; CAMPBELL, D. F. J; REHMAN, S.S. Mode 3 knowledge production: systems and systems theory, clusters and networks. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**. pp 5 -17, 2016.
- CARVALHO, M. M.; FLEURY, A.; LOPES, A. P. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. **Technological Forecasting and Social Change**. v. 80, p. 1418-1437, 2013.
- CASARAMONA, A; SAPIA, A.; SORACI, A. How TOI and the Quadruple and Quintuple Helix Innovation System Can Support the Development of a New Model of International Cooperation. **Journal of Knowledge Economic**. v. 6, n.3, p. 505–521, 2015.
- CERVI, C; FROEMMING, L. M. S. Relação Universidade - Empresa: Estágio Supervisionado como Canal de Marketing de Relacionamento. **Revista GUAL**. v. 6, n. 3, p. 210-231, 2013.
- CHEN, C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**. v. 57, n.3, p. 359-377, 2006.

- CHUNG, C.J; PARK, H. W. Mapping Triple Helix innovation in developing and transitional economies: webometrics, scientometrics, and informetrics. **Scientometrics**. v 99, p. 1-4, 2014.
- EBERS, M. Interorganizational Relationships and Networks. *In*: WRIGHT, J. D. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. Orlando: Elsevier, 2.ed., 2015, p. 621-625.
- EDQUIST, C. The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art. *In*: NELSON AND WINTER CONFERENCE, 2001, Aalborg. Anais Aalborg: DRUID – Danish Research Unit for Industrial Dynamics, 2001.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix—University-Industry-Government relations: A laboratory for knowledge based economic development. **EASST Review**, v. 14, p. 14–19. 1995.
- ETZKOWITZ, H. The triple helix: Academic-industry-government relations - Implications for the New York regional innovation environment. **Annals of the New York Academy of Sciences**. v. 787, p. 67-86, 1996.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.
- ETZKOWITZ, H. Innovation in innovation: the Triple Helix of university-industry-government relations. **Social Science Information Sur Les Sciences**. v. 42, n. 3, p. 293-337, 2003.
- FINFGELD-CONNETT, D. Use of content analysis to conduct knowledge-building and theory-generating qualitative systematic reviews. **Qualitative Research**. v. 14, n. 3, p. 341-352, 2014.
- FRYKFORSS, C.; JONSSON, H. Reframing the multilevel triple helix in a regional innovation system: a case of systemic foresight and regimes in renewal of Skane's food industry. **Technology Analysis & Strategic Management**. v. 22, n. 7, p. 819-829, 2010.
- GALLI, R.; TEUBAL, M., **Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems**. Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations, Londres e Washington. Pinter, p.342-70, 1997.
- GALVAO, A. et al. A quadruple helix model of entrepreneurship, innovation and stages of economic development. **Review of International Business and Strategy**. v. 27, n. 2, p. 261-282 , 2017.
- GIBBONS, M. **The industrial-academic research agenda**. *In*: GEIGER, R. L. (Ed.). Research and higher education - the United Kingdom and the United States. London: SHRE and Open University Press, p. 89-100, 1992.
- GRUNDEL, I. ; DAHLSTROM, M. A Quadruple and Quintuple Helix Approach to Regional Innovation Systems in the Transformation to a Forestry-Based Bioeconomy. **Journal of The Knowledge Economy**. v. 7, p. 963–983, 2016.
- HADDAD, P. R. **Setores Produtivos Potenciais**. Belo Horizonte: SEBRAE/MG, P. 47, 2007.
- JENSEN, C; TRAGARDH, B. Narrating the Triple Helix concept in 'weak' regions: lessons from Sweden. **International Journal of Technology Management**. v. 27, n. 5, p. 513-530, 2004.
- JOHNSON, B.; LUNDEVALL, B. **Promoting Innovation Systems as a Response to the Globalising**. Learning Economy. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, p. 38. 2000.
- JOHNSON, W. H. A. Roles, resources and benefits of intermediate organizations supporting triple helix collaborative R&D: The case of Precarn. **Technovation**. v. 28, n. 8, p. 495-505, 2008.

- KWON, K. S et al. Has globalization strengthened South Korea's national research system? National and international dynamics of the Triple Helix of scientific co-authorship relationships in South Korea. **Scientometrics**. v. 90, n. 1, p.163-176, 2012.
- LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E. Políticas para promoção de arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas: vantagens e restrições do conceito e equívocos usuais. Relatório de Atividades de Divulgação do Referencial Conceitual, Analítico e Propositivo. IE/UFRJ, p. 1-9, set. 2004.
- LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. The Triple Helix as a Model of Innovation Studies. **Science & Public Policy**, Surrey, UK, v. 25, n.3, p. 195-203, 1998.
- LEYDESDORFF, L. The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics. **Scientometrics**, v.58, n.2, p. 445-467, 2003.
- LEYDESDORFF, L.; FRITSCH, M. Measuring the knowledge base of regional innovation systems in Germany in terms of a Triple Helix dynamics. **Research Policy**. v. 35, p. 1538-1553, 2006.
- LEYDESDORFF, L.; SUN, Y. National and International Dimensions of the Triple Helix in Japan: University-Industry-Government Versus International Coauthorship Relations. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**. v. 60, n. 4, p.778-788, 2009.
- LEYDESDORFF, L.; PARK, H.W; LENGYEL, B. A routine for measuring synergy in university-industry-government relations: mutual information as a Triple-Helix and Quadruple-Helix indicator. **Scientometrics**. v.99, p. 27-35, 2014.
- LINDBERG, M., LINDGREN, M., & PACKENDORFF, J. Quadruple Helix as a Way to Bridge the Gender Gap in Entrepreneurship: The Case of an Innovation System Project in the Baltic Sea Region. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 5, n. 1, p. 94–113, 2014.
- LOMBARDI, P. et al. Modelling the smart city performance. *The European Journal of Social Science Research*. v. 25, n. 2, p 137-149, 2012.
- LOOY, B. V. et al. Combining entrepreneurial and scientific performance in academia: towards a compounded and reciprocal Matthew-effect? **Research Policy**. v. 33, p. 425-441, 2004.
- LOPES, B; MUYLDER, C. F. ; JUDICE, V. M. M. Inteligência Competitiva e o caso de um Arranjo Produtivo Local de Eletrônica Brasileiro. **Revista Gestão e Planejamento**. v.12, n.2 p. 213-231, 2011.
- LUNDVALL, B.. **Product Innovation and User-Producer Interaction**. Industrial Development Research Series, n.31. Aalborg University Press, p.39, 1985.
- LUNDVALL, B. Innovation as an interactive process: user-producer interaction to the national system of innovation: research paper. **African journal of science, technology, innovation and development**, v. 1, n. 2-3, p. 10-34, 2009.
- MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.
- MULYANINGSIH, H. D. Enhancing innovation in quadruple helix perspective: The case of the business incubators in Indonesia. **International Business Management**, v. 9, n. 4, p. 367–371, 2015.
- NELSON, R. R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University press, 1993.
- NORDBERG, K. Enabling Regional Growth in Peripheral Non-University Regions-The Impact of a Quadruple Helix Intermediate Organisation. **Journal of the Knowledge Economy**. v. 6, p. 334–356, 2015.
- OTTOBONI, Célia. Capacidade para inovar de indústrias eletroeletrônicas: estudo de múltiplos casos no Vale da Eletrônica em Minas Gerais. 386 p. Tese (Doutorado), Administração, Lavras: UFLA, 2011.

- PARK, H.W.; LEYDESDORFF, L. Longitudinal trends in networks of university-industry-government relations in South Korea: The role of programmatic incentives". **Research Policy**. v.39, p. 640-649, 2010.
- PAVITT, K. **What do firms learn from basic research?** In: FREEMAN, C. (Ed.). *Technology and the wealth of nations - the dynamics of constructed advantage*. OECD/Pinter Publishers. p. 29-39.x, 1993.
- PEREIRA, R. M; RODRIGUES, M. S.; OLIVEIRA, E. A. A. Q. O Papel das Agências de Inovação Acadêmicas para o Desenvolvimento Tecnológico. **Revista de Administração da FATEA - RAF**. v. 10, n. 10, p. 6-14, 2015.
- RODRIGUES, R.C.; CARVALHO, Z.V. O papel da formação e da difusão da cultura da inovação e do empreendedorismo como instrumento para o desenvolvimento da quintupla hélice. XXIII Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas. **Anais ...** Belém - PA, 2014.
- ROTHWELL, R. Towards the Fifth-generation Innovation Process. **International Marketing Review**. Bingley, UK. vol.11, n.1, p.7-31, 1994.
- SAAD, M; ZAWDIE, G. From technology transfer to the emergence of a triple helix culture: The experience of Algeria in innovation and technological capability development. **Technology Analysis & Strategic Management**. v. 17, n. 1, p. 89-103, 2005.
- SÁBATO, J.; BOTANA, N. Tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. **Revista de la Integración**, Comunidad Andina, p.15-36, nov. 1968.
- SCOTT, J. **Social network analysis**. 3. ed. London: Sage publications, 2013.
- STEIBER, A; ALANGE, S. The formation and growth of Google: A firm-level triple helix perspective. **Social Science Information Sur Les Sciences**. v. 52, n. 4, p. 575-604, 2013.
- STEKETEE, M.; MIYAOKA, A.; SPIEGELMAN, M. Social Network Analysis. In: WRIGHT, J. D. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. Orlando: Elsevier, 2.ed., 2015.
- THOMSON, J. C.; KILGORE, L.; LIONNAIN, T. N. The triple helix in action in the fitness sector: A case study of Chi & Co. **Local Economy**. v. 20, n. 8, p. 925-943, 2015.
- VAN HORNE, C.; DUTOT, V. Challenges in technology transfer: an actor perspective in a quadruple helix environment. **Journal of Technology Transfer**, v. 42, n. 2, p. 285-301, 2017.
- VILLARREAL, O.; CALVO, N. From the Triple Helix model to the Global Open Innovation model: A case study based on international cooperation for innovation in Dominican Republic. **Journal of Engineering and Technology Management**. v. 35, p. 71-91, 2015.
- WEBSTER, A. J.; ETZKOWITZ, H. **Academic-industry relations: the second academic revolution?** London: Science Policy Support Group - SPSG. No. 12. 1991.
- WOLFFENBÜTTEL, Alexandre Pinto. Avaliação do Processo de Interação Universidade-Empresa em Incubadoras Universitárias de Empresas: Um Estudo de Caso na Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da Unisinos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- YOON, J.; YANG, J; PARK, H. Quintuple helix structure of Sino-Korean research collaboration in science. **Scientometrics**. v. 113, p. 61-81, 2017.