

TENDÊNCIAS DA INCORPORAÇÃO DA QUÁDRUPLA E QUÍNTUPLA HÉLICES EM PESQUISAS SOBRE ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO

Suelen Jorge Felizatto Marostica¹

Juliana de Souza Corrêa²

Carlos Marcelo Faustino da Silva³

Abstract: *As studies in innovation ecosystems advance, new helices have been identified in the theories for the same beyond the Triple Helix model. Thus, the Quadruple Helix is linked to the importance of a “media and culture-based audience” to be more successful in achieving the goals of an ecosystem. The Quintuple Helix, on the other hand, brought a reflection on sustainability. Thus, this study seeks to investigate the research trends in the incorporation of Quadruple and Quintuple Helix. An integrative systematic review based on 38 documents from the Scopus database was conducted. Of this total, 25 brings an approach based on the quadruple helix, 7 brings an approach based on the quintuple helix and 5 brings both approaches.*

Key-words: *Quadruple helix, Quintuple helix, Innovation ecosystems, trends*

Resumo: Com o avanço de estudos na área de ecossistemas de inovação, novas hélices foram identificadas em teorias para além do modelo de Tripla Hélice. Assim, a Quádrupla Hélice está vinculada à importância de um “público baseado na mídia e na cultura” para obter mais sucesso em alcançar os objetivos de um ecossistema. Já a Quíntupla Hélice trouxe uma reflexão sobre sustentabilidade. Dessa forma, este estudo busca investigar as tendências de incorporação da Quádrupla e Quíntupla Hélices em pesquisas no tema. Foi conduzida uma revisão sistemática integrativa baseada em 38 documentos da base de dados Scopus. Desse total, 25 trazem abordagens especificamente baseadas na quádrupla hélice, 7 trazem abordagens baseadas na quíntupla hélice e 5 trazem ambas as abordagens.

Palavras-chave: *Quádrupla Hélice, Quíntupla Hélice, Ecossistemas de inovação, tendências.*

1. INTRODUÇÃO

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2183-0965>. E-mail: marostica.suelen@gmail.com

² Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9242-1870>. E-mail: julianadesouzacorrea@gmail.com

³ Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0362-5762>. E-mail: carlosmarcelofaustino@gmail.com

Ecossistema de inovação pode ser definido como o conjunto em evolução de atores, atividades e artefatos, e as instituições e relações, incluindo complementares e relações de substituição, que são importantes para o desempenho inovador de um ator ou de uma população de atores (Granstand & Holgersson, 2019).

Nesse sentido, dada a relevância da temática, a evolução dos ecossistemas de inovação e os conflitos sobre as melhores abordagens foram refletidos por Etzkowitz e Leydesforff (2000) na apresentação do modelo de Tríplice-Hélice. Nesse modelo, os autores destacam que a inovação surge da interação mútua entre Universidade, Indústria e Governo, ressaltando que não apenas devem ter relacionamento alinhado, mas também compreenderem uma transformação interna de cada uma de suas esferas.

Com o avanço dos estudos da área, novas hélices são identificadas em teorias, assim como a importância de seus papéis em um ecossistema. A Quádrupla-Hélice surgiu com o indicativo de que políticas e estratégias de conhecimento e inovação devem estar vinculadas à importância de um “público” para obter mais sucesso em alcançar seus objetivos (Carayannis & Campbell, 2009). Dessa forma, tem-se a premissa de adicionar às três hélices anteriores uma quarta hélice que os autores identificam como o “Público baseado na mídia e na cultura”. (Carayannis & Campbell, 2009, p.6).

Já a Quíntupla Hélice trouxe uma reflexão sobre sustentabilidade, partindo de reflexões sobre limitações e possibilidades do ambiente e de seus recursos em que se localizam os atores de um ecossistema (Carayannis & Rakhmatullin, 2014). Assim, estabelece-se o meio ambiente como uma hélice a ser considerada. Isso porque, segundo os autores, em um ecossistema de inovação também é preciso compreender a interação, o co-desenvolvimento e a co-evolução entre a sociedade e o meio ambiente.

Entretanto, não há um consenso na literatura de quais abordagens devem ser consideradas para o estudo de ecossistemas de inovação em geral. Assim, esse estudo busca investigar as tendências de incorporação da Quádrupla e Quíntupla Hélices em pesquisas de ecossistemas de inovação. Dessa forma, será feita uma revisão integrativa para avaliar quais os objetivos dos estudos que as integram, assim como os resultados apontados por eles.

A pesquisa mostra-se relevante pois a inclusão de outras hélices a partir do modelo da Tríplice Hélice é recente, além disso há carência de estudos que façam, por intermédio de uma revisão integrativa, uma análise do contexto dos trabalhos nesse tema.

2. METODOLOGIA

Para esta pesquisa o método adotado foi o de uma revisão sistemática integrativa (Whittemore, 2005). O conjunto de dados para esta pesquisa foi pesquisado na coleção principal da base de dados Scopus por ser mais abrangente no tema de pesquisa tratado, no cenário internacional.

A busca foi feita combinando as palavras “Quadruple Helix” e “Quíntuple Helix” com o operador booleano “AND” entre ambas e também o operador booleano “OR” antes do termo “Innovation Ecosystem” de forma que possa abranger publicações que agreguem tanto o tema das hélices quanto o tema da inovação (Ex: “Quadruple Helix” AND Innovation).

A respeito de critérios de inclusão: (i) serão consideradas publicações até o mês de maio do ano de 2021; (ii) apenas os artigos publicados em periódicos e, (iii) apenas os artigos na língua inglesa e portuguesa. E os critérios de exclusão serão: (i) tipo de publicação, não sendo considerados trabalhos nos formatos de tese, dissertação, livros e artigos não publicados em periódicos.

O string de busca foi o seguinte: TITLE-ABS-KEY ("quadruple helix" OR "quintuple helix" AND "innovation ecosystem*") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")). Para esta busca foram retornados um total de 38 documentos, que compõem a base de dados para responder à questão de pesquisa.

Para a análise realizada, foram lidos os 38 documentos em sua completude. Posteriormente foi feita a codificação dos dados. A partir da síntese e análise da relação entre os temas e categorias encontrados, o texto foi redigido e apresentado na forma de resultados e conclusões.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise e discussão dos resultados encontrados, conforme a metodologia de revisão integrativa explicitada na seção anterior, será dividida em três partes e baseada nos objetivos e resultados de cada estudo. A primeira parte abordará os estudos que adotam a teoria da Quádrupla Hélice para pesquisar o ecossistema de inovação. Em segundo lugar, serão apresentados os resultados dos artigos que sob o prisma do modelo da Quíntupla Hélice investigam as relações ecossistêmicas de inovação. Por fim, a última análise será feita com base nos trabalhos que usam a quarta e a quinta hélice para refletir as interações dos atores de inovação.

3.1 PESQUISAS SOBRE A QUÁDRUPLA HÉLICE

Dos 38 artigos considerados, foram identificados 25 que abordavam especificamente a quádrupla hélice. Considerando a incorporação dessa hélice enquanto sociedade civil e prevendo seu alinhamento com as demais, não é surpreendente que a maior parte das pesquisas tenha se direcionado para interpelações a respeito de inovação social. Nessa linha, Iqbal, Kousar e Ul Hameed (2018) conduziram uma pesquisa para investigar o efeito de fatores pessoais no desenvolvimento de negócios sociais de empreendedores no Paquistão e descobriram que os setores da hélice quádrupla moderam a relação entre os fatores pessoais e o empreendedorismo social. Apontam, sobretudo, o empreendedorismo social sob a perspectiva desse modelo como uma ferramenta viável para minimizar problemas da região.

Entretanto, cabe ressaltar o disposto no estudo de Bellandi, Donati e Cataneo (2020) que ao visar o desenvolvimento de uma estrutura conceitual para favorecer a governança da inovação social de parcerias entre a quádrupla hélice, constataram que as parcerias para inovação social funcionam bem se houver umnexo comum sólido entre os parceiros. Nesse sentido, apresentam a universidade como ator focal para entender os mecanismos que sustentam cada fase e o papel que ela pode desempenhar em tais parcerias.

Cabe destacar que a inovação social traz um aspecto importante a ser considerado: a participação da indústria como uma das principais hélices preocupa autores se atentam para regiões onde as empresas não atuam de forma tão intensiva. Considerando isso, o estudo de Nordberg, Mariussen e Virkkala (2020) que buscava compreender o papel da inovação social e atores quádrupla-hélice baseando-se numa comunidade de desenvolvimento rural, apontou que as comunidades permitem a coordenação de redes que ultrapassam as fronteiras entre a coordenação encontrada em diferentes hélices. Do mesmo modo, partindo da concepção de que áreas remotas ou rurais não possuem universidades, nem participação expressivas de empresas ou órgãos governamentais, Kolehmainen, Irvine, Stewart, Karacson, Szabó, Alarinta e Norerg (2015) investigaram a dinâmica de desenvolvimento baseado em conhecimento nessas regiões, e descobriram que a "comunidade" inserida pela perspectiva da quarta hélice acaba desempenhando seu papel de forma fundamental.

Por sua vez, García-Terán e Skoglund (2018) atentam para a perspectiva de que estabelecer uma linguagem comum entre esses atores com a tradução da linguagem técnica para ouvintes menos aprofundados é crucial. Ao investigarem como o modelo de inovação da quádrupla hélice funciona em uma iniciativa regional de energia renovável em Uppsala,

na Suécia, concluíram que uma comunicação funcional entre os diferentes atores representados sustenta todos os outros aspectos, e especialmente os financeiros.

Considerando ainda essa distinção entre ambientes com tecnicidade específicas e suas necessidades de interagirem com a sociedade, dois outros estudos aprofundaram a abordagem da quádrupla hélice sob a perspectiva da relação com as universidades. McAdam, Miller e McAdam (2016) exploraram os desafios das universidades ao gerenciar as partes interessadas da quarta hélice nos processos de comercialização de tecnologia. A partir dos resultados, constataram que o tipo de universidade impacta o envolvimento das partes interessadas da quarta hélice e, conseqüentemente, as atividades e processos de comercialização de tecnologia desenvolvida no ambiente acadêmico.

Ainda pelo aspecto da tecnologia, o estudo de Paredes-Frigolett (2015) procurou apresentar um modelo de pesquisa e inovação responsável (PRI) nos processos de roadmapping de tecnologia para a tomada de decisões estratégicas por empresas inseridas em sistemas de inovação de quatro hélices e descobriu que a inclusão de organizações da sociedade civil pode de fato ter repercussões positivas para alcançar os objetivos.

Nessa mesma temática, Van Honre e Dutot (2016) buscaram apresentar e testar uma estrutura de transferência de conhecimento e tecnologia em um ambiente de quádrupla hélice e identificaram vários desafios nesse processo. No entanto, apontam, percebe-se que um melhor entendimento dos atores diminui riscos e falhas, o que corrobora com o estudo anteriormente citado de García-Terán e Skoglund (2018) sobre a necessidade de uma linguagem comum entre atores.

Entretanto, apesar da expressiva influência acadêmica, alguns estudos apontam que é a indústria a hélice com maior influência em alguns ecossistemas. Galvão, Mascarenhas, Rodrigues, Marques e Leal (2017) estudaram a correlação positiva entre empreendedorismo e desenvolvimento econômico e constataram que embora a transferência de P&D e intenção empreendedora sejam os fatores de maior influência para o desenvolvimento econômico e as quatro dimensões da quarta hélice operem em consonância, a indústria teve maior peso. Igualmente, Medeiros, Mascarenhas, Rodrigues, Marques e Leal (2020) seguiram uma linha similar ao analisarem quais fatores de empreendedorismo e inovação influenciavam o desenvolvimento econômico contrastando o sul com o norte da Europa. E, do mesmo modo, apontam que a dimensão de indústria tem forte influência nos países nórdicos.

Por essa perspectiva, destaca-se também a pesquisa de Dhewanto, Herliana, Yunita, Nur Rizqi e Williamson (2020) que deixando de lado grandes e impactantes corporações, optaram por examinar como as partes interessadas da quádrupla hélice influenciam a

capacidade das pequenas e médias empresas da Indonésia. Os resultados sugerem que as empresas desempenharam um papel importante como inovadoras e também influenciando as percepções dos consumidores. A instituição educacional forneceu uma fonte de recursos de conhecimento fundamental necessários para o ecossistema. Por sua vez, os departamentos governamentais moldaram a obtenção de resultados de qualidade, enquanto as entidades comunitárias acomodam a opinião e as necessidades das empresas. Um resultado importante a se atentar é que também concluíram que há a necessidade de os atores da hélice terem programas de colaboração mais explícitos.

A ideia de participação da sociedade para direcionar a tecnologia e, portanto, obter mais sucesso em sua recepção, também é pauta intensiva. Foi com essa premissa que Schütz, Heidingsfelder e Schraudner (2019) propuseram a identificação de formas desejáveis e produtivas de interação entre a comunidade científica e o público. Assim, a democratização do conhecimento é tida como um dos principais benefícios de incorporação de quarta hélice.

Isso é corroborado pelos estudos de Afonso, Monteiro e Thompson (2012) que apontam que os sistemas de inovação abordados pela quádrupla hélice geram uma democracia do conhecimento, cuja criação é transdisciplinar, não linear, híbrida e compartilhada. Nesse aspecto, a interdependência de instituições é, de fato, a característica distintiva das economias de inovação, mas as interações e cooperação entre todas as unidades produtivas intermediárias são benéficas. Campbell, Carayannis e Rehman (2015), ao buscarem desenvolver e testar uma estrutura conceitual de análise para uma comparação global de qualidade da democracia, apontam que a democratização do conhecimento, sobretudo, é requisito para o desenvolvimento de uma economia inovadora.

Assim, têm-se a participação da sociedade como um dos mais importantes apontamentos dos estudos que incorporam a quarta hélice. Paskaleva, Evans e Watson (2021) trazem inclusive a abordagem de co-criação, onde evidenciam como envolver as partes interessadas na co-produção de avaliação de impacto acarretando na melhora da capacidade dos projetos de entregar e medir os impactos que são importantes para as cidades e os cidadãos. Um estudo anterior de Vallance, Tewdwr-Jones e Kempton (2020) considerou a quádrupla hélice como um ponto de culminação em laboratórios urbanos de inovação sob essa mesma visão. Assim, forneceram uma ilustração detalhada do funcionamento de laboratórios urbanos à medida que os próprios cidadãos colaboram com os parceiros, evidenciando a importância dos atores que podem desempenhar um papel intermediário entre as hélices do ecossistema. Do mesmo modo, Roman, Varga, Cvijanovic

e Reid (2020) também reiteraram a relevância desse ponto. Considerando que a participação da sociedade civil em estratégias ainda é baixa, o artigo dos autores buscou subsidiar formas de gerar engajamento e facilitação da participação da sociedade civil e identificou uma série de mecanismos que os governos podem utilizar para facilitar esses processos.

Esses estudos remetem a concepção da própria Quádrupla Hélice, também apontada no estudo de Carayannis e Campbell (2009), que através da participação da sociedade enfatiza um ecossistema de inovação que incentiva a coevolução de diferentes modos de conhecimento e inovação, bem como equilibra modos de inovação não linear no contexto de sistemas de inovação multinível.

Por outro lado, Popa, Blok e Wesselink (2020) trazem o destaque de que as interações entre a quádrupla hélice a partir da perspectiva processual tornam-se mais adequadas pois evitam questões de títulos e identidades. Dessa forma, constataram que os processos de co-criação de valor devem se entrelaçar sem problemas. Entretanto, destacam, muitas vezes esses processos sofrem atrito por causa de recursos limitados que podem levar ao desempenho superior em um processo de valor e desempenho inferior em outros.

A interação entre os atores é bastante discutida. Malik, Sharma, Pereira e Temouri (2021) em uma abordagem voltada para o fator humano destacam a importância de gerenciar a confiança e a dinâmica de poder entre os membros das comunidades. Marques, Marques, Braga e Ratten (2021) trazem resultados a respeito da motivação das partes interessadas regionais no que diz respeito a transferência de tecnologia e a percepção das partes interessadas sobre a implementação da estratégia de especialização inteligente em territórios. Esse tipo de interação também foi objeto do estudo de Afzal, Siddiqui e Gope (2018) que analisam como os modelos de hélices tripla e quádrupla são caracterizados em geral e no contexto de países específicos, estudando quão eficazes são as relações entre os atores nesta região e investigando a relação e padrões de coevolução dentro deles. Assim, seus resultados mostram que extensão do relacionamento dentro de: despesas governamentais com P&D em volume, educação empresarial pós-escolar e treinamento, financiamento de empreendedores com produções de alta tecnologia, é positivo e significativo. Enquanto: novas ideias vindas de universidades em uma série de publicações científicas, o apoio e as políticas governamentais e a dinâmica do mercado interno têm um impacto fraco.

A caracterização de pesquisas como essas é importante, porque justamente a interação é o que garante que o modelo é efetivo ao tratar dos ecossistemas de inovação. Com essa premissa, Campanella, Della Peruta, Bresciani e Dezi (2016) buscaram

determinar o efeito do modelo de quarta hélice sobre a rentabilidade e descobriram que organizações que progressivamente colocam em vigor diferentes conjuntos de regras e regulamentos tendem a se vincular dentro de um quadro de legitimação cada vez mais sólido, o que estimula o investimento, a rentabilidade e o desempenho. Apontam ainda que se torna fundamental alocar recursos escassos como capital em alavancas ligadas à mobilidade do capital, que envolve todos os setores institucionais, de investidores privados a intermediários financeiros, criando um fluxo financeiro entre fornecedores de tecnologia e usuários, a fim de promover inovação.

Por fim, cabe destacar que as análises de quádrupla hélice ainda encaixam a sociedade através de uma datificação, que por vezes, difere do esperado. Moradi e Dokhani (2020), por exemplo, ao investigarem a qualidade das interações online entre pesquisas no campo da saúde e os espaços da quádrupla hélice relacionaram a frequência da menção dessas áreas nas redes sociais. Pois, seguindo a linha de democratização do conhecimento já apontada nos estudos de Afonso *et al.* (2012) e Campbell *et al.* (2015), ressaltam a preocupação de alinhar se as pesquisas da universidade estão sendo incorporadas pela sociedade.

Ainda, Prónay e Buzás (2015) relacionam a quarta hélice com a necessidade de um marketing alinhado dos atores. Eles afirmam que o marketing pode contribuir para a aplicação comercial e uso de um produto ou tecnologia - ou mesmo uma propriedade intelectual universitária - em várias maneiras, e também para outros usos sociais, visto que é uma ferramenta, e não propriamente algo intrínseco dos negócios. Constatam, assim, que o marketing é importante para impulsionar que tanto os atores sociais quanto as demais as partes interessadas e o público propriamente interpretado pela quádrupla hélice estejam ativos nos processos do ecossistema.

3.2 PESQUISAS SOBRE A QUÍNTUPLA HÉLICE

Dos 38 artigos encontrados na base de dados para a realização do presente trabalho, sete contemplam somente a Quíntupla Hélice. As pesquisas apresentam como temas centrais a interação dos atores das hélices na gestão turística de uma cidade; o papel das universidades na formação de uma sociedade sustentável; desenvolvimento do ecossistema de inovação e políticas públicas; e sustentabilidade. Observa-se que os estudos são bastante recentes e essa temática tem espaço para diversas investigações.

O artigo que analisa a interação do ecossistema de inovação com cinco hélices para a gestão do turismo em uma cidade é de Sumarto, Sumartono, Muluk e Nuh (2020). O estudo aborda a troca entre governo, a indústria do turismo, instituições de ensino superior, mídia, sociedade e meio ambiente na gestão de vilas turísticas na cidade de Yogyakarta, Indonésia. Os autores concluem que é preciso encontrar soluções que otimizem a gestão do turismo a fim de aumentar o crescimento econômico e bem-estar das pessoas, por meio de sinergia entre governo, universidades, sociedade, meio ambiente e mídia.

Já o estudo de Crilly, Vemury, Humphrey, Rodriguez, Crosbie, Wilson e Heidrich (2020) foca no papel das universidades ao buscar explorar o papel das habilidades para comunidades sustentáveis dentro das instituições de ensino superior em específico com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de uma "linguagem comum de sustentabilidade" que pode ser compartilhada entre diferentes setores, disciplinas profissionais e partes interessadas. De acordo com essa pesquisa, percebe-se que há uma falta de integração entre os profissionais e que as universidades têm uma função importante para superar esse gargalo ao adotar práticas interdisciplinares. Nesse sentido, os autores desenvolveram um modelo de quinta hélice para a educação colaborativa em design sustentável.

A universidade também foi objeto de pesquisa de Liyanage e Netswera (2021). Tal autoria estudou como modelo da Quíntupla Hélice com produção de Conhecimento Modo 3 é usado para redesenhar as estruturas convencionais das universidades para facilitar a produção de conhecimento e inovação verde global para o desenvolvimento sustentável.

Outro viés que adota a abordagem da quíntupla hélice pode ser visto no estudo de Maruccia, Solazzo, Del Vecchio e Passiante (2020), o qual pretende analisar quantitativamente as relações entre a quinta hélice a partir da metodologia System Dynamics bem como discutir como a aplicação de métricas de análise de rede auxilia a compreensão de um sistema de inovação mapeado com um modelo de quinta hélice. Maruccia *et al.* (2020) identificaram pontos de alavancagem para ecossistemas de inovação sob uma perspectiva do modelo de quinta hélice, que envolve diferentes subsistemas em rede o que oferece interessantes percepções para guiar políticas públicas.

Nesse sentido, o tema de política regional voltado ao desenvolvimento sustentável na perspectiva da quinta hélice foi pesquisado por Andryeyeva, Tiutiunnyk, Burkynski, Khumarova e Kupnets (2020). Segundo os autores, o modelo de quinta hélice é uma forma de enfatizar a transformação da sociedade e o sistema econômico moderno em um paradigma internacional de desenvolvimento sustentável, atualizando os sistemas de inovação com relação à democracia e questões ambientais.

Durán-Romero, López, Beliaeva, Ferasso, Garone e Jones (2020) ao objetivar preencher a lacuna sobre quais os principais elementos de um modelo de Quíntupla Hélice que contribuem para as ecoinovações de Economia Circular também trazem conclusões acerca de prioridades para políticas públicas. Além disso, os autores também compreendem que as empresas precisam considerar as inovações ecológicas para obter métodos de produção mais limpos, fontes de energia renováveis e mudar o comportamento do consumidor e que a academia contribui com conscientização e realização de P & D. Assim, a atuação dos entes da Quíntupla Hélice é crucial para acelerar a transição para um modelo que enfatiza a eficiência de recursos no contexto de um mundo com recursos finitos.

A temática de desenvolvimento sustentável é enfatizada no trabalho de Barcellos-Paula, De la Veja e Gil-Lafuente (2021) que relaciona a Quíntupla Hélice aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O estudo propôs 20 indicadores relacionados ao modelo por meio de uma análise de caso nos países da América Latina e oferece soluções para os problemas identificados, como falta de integração e visão sistêmica para atingir os ODS.

3.3 PESQUISAS QUE ABORDAM A QUÁDRUPLA E A QUÍNTUPLA HÉLICE

Foram identificados cinco estudos que abordam ambas as teorias das hélices que são tema deste artigo. O quadro abaixo relaciona os autores e os temas centrais dos artigos.

Quadro 1 - Pesquisas que abordam a Quádrupla e Quíntupla Hélice

| Autores | Tema central |
|---|--|
| Alhassan, Schillo, Lemay e Pries (2015) | Biocombustíveis e aspectos sócio-ambientais |
| Grundel e Dahlstrom (2016) | Participação da sociedade civil na tomada de decisões para desenvolvimento sustentável |
| Carayannis, Campbell e Rehman (2019) | Inovação social |
| Morawska-Jancelewicz (2021) | Inovação social a partir das |

| | |
|------------------------------|--|
| | universidades |
| Carayannis e Campbell (2021) | Desenvolvimento e evolução de sistemas de inovação |

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Alhassan *et al.* (2015) discutem sobre diferenças nas percepções entre pesquisadores e usuários no contexto de pesquisa em biocombustíveis com base nas teorias da Tríplice, Quádrupla e Quíntupla Hélice, levando em conta aspectos sociais e ambientais. Já Grundel e Dahlstrom (2016) buscam compreender as pré-condições para a transformação de carayannie um sistema regional de inovação nas Quádrupla e Quíntupla hélices, voltado ao desenvolvimento de uma bioeconomia de base florestal sustentável em Värmland, Suécia. Os autores concluem que o envolvimento de mais atores, com diferentes visões, incluindo a sociedade civil, para a tomada de decisão é crítico, a fim de se alcançar a sustentabilidade com base na gestão de recursos naturais florestais. Assim, uma mudança de comportamento do consumidor e padrões tecnológicos são necessários.

Carayannis e Campbell (2009) trazem uma abordagem que adota os modelos de inovação de Quádrupla Hélice e Quíntupla Hélice que são capazes de promover a inovação social, ajudando a estudar o papel, a natureza e a dinâmica dos ecossistemas fractais cooperativos sociais, dando ênfase na sociedade civil, estruturas políticas, meio ambiente e sustentabilidade. Dando sequência no estudo integrado, Carayannis e Campbell (2021) afirmam que é possível a coexistência e coevolução de diferentes paradigmas de conhecimento e inovação. Para os autores, a Quádrupla Hélice trouxe a dimensão da democracia para o conhecimento e a Quíntupla Hélice tem como aspecto constituinte a proteção ambiental.

A pesquisa de Morawska-Jancelewicz (2021), por outro lado, busca refletir sobre os novos papéis das universidades polonesas no contexto do modelo da Quádrupla e Quíntupla Hélice. Para o autor a universidade tem um papel importante na promoção da mudança de inovações técnicas para sociais e objetiva propor um modelo de universidade socialmente engajada que possa ser uma ferramenta para estimular e fortalecer suas funções dentro de um moderno sistema de inovação regional que permita um papel ativo das organizações da sociedade civil.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados mostram que embora haja uma sinergia de que a quádrupla hélice se refere às pessoas enquanto sociedade civil, as perspectivas de atuação ou consideração dessa hélice no ecossistemas são diversas. Há uma preocupação de incorporação da quádrupla hélice para que as demais hélices do ecossistema consigam acompanhar as tendências do que é esperado pela sociedade.

Conclui-se que sob a perspectiva do modelo de quádrupla hélice, despesas governamentais com P&D em volume, educação empresarial pós-escolar e treinamento e, financiamento de empreendedores com produções de alta tecnologia, por meio de capital de risco, são fatores impulsionadores para a evolução de um ecossistema de inovação. As pesquisas apresentam como temas centrais a interação dos atores das hélices na gestão turística de uma cidade; o papel das universidades na formação de uma sociedade sustentável; desenvolvimento do ecossistema de inovação e políticas públicas; e sustentabilidade.

Sob a perspectiva da quádrupla hélice, conclui-se que é preciso encontrar soluções que otimizem o crescimento econômico e bem-estar das pessoas, por meio de sinergia entre governo, universidades, sociedade, meio ambiente e mídia. Observa-se que os estudos são bastante recentes e essa temática tem espaço para diversas investigações.

De forma integrada, os modelos de quádrupla e quádrupla hélice trazem uma abordagem capaz de promover a inovação social, ajudando a estudar o papel, a natureza e a dinâmica dos ecossistemas fractais cooperativos sociais, dando ênfase na sociedade civil, estruturas políticas, meio ambiente e sustentabilidade. A pesquisa mostra que é possível a coexistência e coevolução de diferentes paradigmas de conhecimento e inovação, mas que ainda são necessários mais estudos de forma sistêmica que consolidem a contribuição de novas hélices adicionadas ao modelo de tripla hélice.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, O., Monteiro, S., & Thompson, M. (2012). A growth model for the quadruple helix. *Journal of Business Economics and Management*, 13(5), 849-865.

Afzal, M. N. I., Siddiqui, S., & Gope, J. (2018). A panel investigation of the triple helix (TH), quadruple helix (QH) relationship in ASEAN-5 economies. *Journal of Innovation Economics Management*, (3), 97-122.

Alhassan, E., Schillo, R. S., Lemay, M. A., & Pries, F. (2019). Research Outputs as Vehicles of Knowledge Exchange in a Quintuple Helix Context: The Case of Biofuels Research Outputs. *Journal of the Knowledge Economy*, 10(3), 958-973.

Andryeyeva, N., Tiutiunnyk, H., Burkynskyi, B., Khumarova, N., & Kupinets, L. (2020). Methodological approach of investment and innovation regional environmental policy using the smart specialization and quintuple helix models. *Ekonomia i Środowisko-Economics and Environment*, 74(3), 28-28.

Barcellos-Paula, L., De la Vega, I., & Gil-Lafuente, A. M. (2021). The Quintuple Helix of Innovation Model and the SDGs: Latin-American Countries' Case and Its Forgotten Effects. *Mathematics*, 9(4), 416.

Bellandi, M., Donati, L., & Cataneo, A. (2021). Social innovation governance and the role of universities: Cases of quadruple helix partnerships in Italy. *Technological Forecasting and Social Change*, 164, 120518.

Campanella, F., Della Peruta, M. R., Bresciani, S., & Dezi, L. (2017). Quadruple Helix and firms' performance: an empirical verification in Europe. *The Journal of Technology Transfer*, 42(2), 267-284.

Campbell, D. F., Carayannis, E. G., & Rehman, S. S. (2015). Quadruple helix structures of quality of democracy in innovation systems: the USA, OECD countries, and EU member countries in global comparison. *Journal of the Knowledge Economy*, 6(3), 467-493.

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2021). Democracy of climate and climate for democracy: The evolution of Quadruple and Quintuple Helix innovation systems. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-33.

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International journal of technology management*, 46(3-4), 201-234.

Carayannis, E. G., & Rakhmatullin, R. (2014). The quadruple/quintuple innovation helixes and smart specialisation strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond. *Journal of the Knowledge Economy*, 5(2), 212-239.

Colini, C. G., Rasoto, V. I., & Junior, S. L. (2018). Cidades Intensivas em Inovação—Uma Análise do Setor Eletroeletrônico e a Relação com a Hélice Sêxtupla da Rede de Inovação de Pato Branco no Paraná. *Cadernos de Prospecção*, 11(3), 830.

Crilly, M., Vemury, C. M., Humphrey, R., Rodriguez, S., Crosbie, T., Johnson, K., Wilson, A., & Heidrich, O. (2020). Common Language of Sustainability for Built Environment Professionals—The Quintuple Helix Model for Higher Education. *Energies*, 13(22), 5860.

Dhewanto, W., Herliana, S., Yunita, F., Nur Rizqi, V., & Williamson, I. O. (2021). Quadruple helix approach to achieve international product quality for Indonesian food SMEs. *Journal of the Knowledge Economy*, 12(2), 452-469.

Durán-Romero, G., López, A. M., Beliaeva, T., Ferasso, M., Garonne, C., & Jones, P. (2020). Bridging the gap between circular economy and climate change mitigation policies through eco-innovations and Quintuple Helix Model. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120246.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.

Galvão, A., Mascarenhas, C., Rodrigues, R. G., Marques, C. S., & Leal, C. T. (2017). A quadruple helix model of entrepreneurship, innovation and stages of economic development. *Review of International Business and Strategy*.

García-Terán, J., & Skoglund, A. (2019). A processual approach for the quadruple helix model: The case of a regional project in Uppsala. *Journal of the Knowledge Economy*, 10(3), 1272-1296.

Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90, 102098.

Grundel, I., & Dahlström, M. (2016). A quadruple and quintuple helix approach to regional innovation systems in the transformation to a forestry-based bioeconomy. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(4), 963-983.

Van Horne, C., & Dutot, V. (2017). Challenges in technology transfer: an actor perspective in a quadruple helix environment. *The Journal of Technology Transfer*, 42(2), 285-301.

Iqbal, J., Kousar, S., & Ul Hameed, W. (2018). Antecedents of sustainable social entrepreneurship initiatives in Pakistan and Outcomes: Collaboration between quadruple helix sectors. *Sustainability*, 10(12), 4539.

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

Kholiavko, N., Grosu, V., Safonov, Y., Zhavoronok, A., & Cosmulese, C. G. (2021). Quintuple Helix Model: Investment Aspects of Higher Education Impact on Sustainability. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 43(1), 111-128.

Kolehmainen, J., Irvine, J., Stewart, L., Karacsonyi, Z., Szabó, T., Alarinta, J., & Norberg, A. (2016). Quadruple helix, innovation and the knowledge-based development: Lessons from remote, rural and less-favoured regions. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(1), 23-42.

Labiak Junior, S. (2012). *Método de análise dos fluxos de conhecimento em sistemas regionais de inovação*, UFSC.

Liyanage, S. I. H., & Netswera, F. G. (2021). Greening Universities with Mode 3 and Quintuple Helix Model of Innovation–Production of Knowledge and Innovation in Knowledge-Based Economy, Botswana. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-31.

McAdam, M., Miller, K., & McAdam, R. (2018). Understanding Quadruple Helix relationships of university technology commercialisation: a micro-level approach. *Studies in Higher Education*, 43(6), 1058-1073.

Malik, A., Sharma, P., Pereira, V., & Temouri, Y. (2021). From regional innovation systems to global innovation hubs: Evidence of a Quadruple Helix from an emerging economy. *Journal of Business Research*, 128, 587-598.

Marques, C., Marques, A. V., Braga, V., & Ratten, V. (2021). Technological transfer and spillovers within the RIS3 entrepreneurial ecosystems: a quadruple helix approach. *Knowledge Management Research & Practice*, 19(1), 127-136.

Maruccia, Y., Solazzo, G., Del Vecchio, P., & Passiante, G. (2020). Evidence from network analysis application to innovation systems and quintuple helix. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120306.

Medeiros, V., Marques, C., Galvão, A. R., & Braga, V. (2020). Innovation and entrepreneurship as drivers of economic development: Differences in European economies based on quadruple helix model. *Competitiveness Review: An International Business Journal*.

Moradi, S., & Dokhani, F. (2020). Using the quadruple helix model for evaluation of health science researches: case study of D8 countries. *Library Hi Tech*.

Morawska-Jancelewicz, J. (2021). The Role of Universities in Social Innovation Within Quadruple/Quintuple Helix Model: Practical Implications from Polish Experience. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-42.

Nordberg, K., Mariussen, Å., & Virkkala, S. (2020). Community-driven social innovation and quadruple helix coordination in rural development. Case study on LEADER group Aktion Österbotten. *Journal of Rural Studies*, 79, 157-168.

Paredes-Frigolett, H. (2016). Modeling the effect of responsible research and innovation in quadruple helix innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 126-133.

Paskaleva, K., Evans, J., & Watson, K. (2021). Co-producing smart cities: A Quadruple Helix approach to assessment. *European Urban and Regional Studies*, 09697764211016037.

Popa, E. O., Blok, V., & Wesselink, R. (2020). A processual approach to friction in quadruple helix collaborations. *Science and Public Policy*, 47(6), 876-889.

Prónay, S., & Buzás, N. (2015). The evolution of marketing influence in the innovation process: toward a new science-to-business marketing model in quadruple helix. *Journal of the knowledge economy*, 6(3), 494-504.

Prónay, S., & Buzás, N. (2015). The evolution of marketing influence in the innovation process: toward a new science-to-business marketing model in quadruple helix. *Journal of the knowledge economy*, 6(3), 494-504.

Roman, M., Varga, H., Cvijanovic, V., & Reid, A. (2020). Quadruple Helix models for sustainable regional innovation: Engaging and facilitating civil society participation. *Economies*, 8(2), 48.

Schütz, F., Heidingsfelder, M. L., & Schraudner, M. (2019). Co-shaping the future in quadruple helix innovation systems: uncovering public preferences toward participatory research and innovation. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 5(2), 128-146.

Sumarto, R. H., Sumartono, S., Muluk, M. R., & Nuh, M. (2020). Penta-Helix and Quintuple-Helix in the management of tourism villages in Yogyakarta City. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 14(1), 46-57.

Vallance, P., Tewdwr-Jones, M., & Kempton, L. (2020). Building collaborative platforms for urban innovation: Newcastle City Futures as a quadruple helix intermediary. *European Urban and Regional Studies*, 27(4), 325-341.

Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of advanced nursing*, 52(5), 546-553.