

Estado da publicação: O preprint não foi submetido para publicação

MODELOS DE HÉLICES TRIPLA, QUÁDRUPLA E QUÍNTUPLA: O PAPEL DAS UNIVERSIDADES

Fernando Quaresma, Lúcia Córdula, André Pontes-Silva, Eloise Schott, Leidson Lima dos Santos, Francisco Gilson Rebouças Porto Júnior

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.8086>

Submetido em: 2024-02-12

Postado em: 2024-03-05 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

ARTIGO

DR. FERNANDO RODRIGUES PEIXOTO QUARESMA¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8407-0310>

<quaresma@mail.uft.edu.br>

ME. LÚCIA CÓRDULA DOS SANTOS¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3425-4426>

<lucia.cordula@uft.edu.br>

ANDRÉ PONTES-SILVA³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3983-5342>

<contato.andrepsilva@gmail.com>

DRA. ELOISE SCHOTT²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3852-1894>

<eloise@uft.edu.br>

LEIDSON LIMA DOS SANTOS²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8407-0310>

Universidade Federal do Tocantins

<leidson.lima@gmail.com>

DR. FRANCISCO GILSON REBOUÇAS PORTO JÚNIOR¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5335-6428>

<gilsonporto@mail.uft.edu.br>

¹ Universidade Federal Fluminense. Niterói (RJ), Brasil.

² Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins (TO), Brasil.

³ Universidade Federal de São Carlos. São Carlos (SP), Brasil.

MODELOS DE HÉLICES TRIPLA, QUÁDRUPLA E QUÍNTUPLA: O PAPEL DAS UNIVERSIDADES

RESUMO: Este artigo buscou realçar a relevância da universidade na lógica dos modelos de hélice como aceleradores dos processos de inovação e aprendizagem. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, dos últimos 3 anos (2020-2023) usando as bases de dados PubMed da National Library of Medicine National Institutes of Health, Web of Science (WOS) e Business Source Complete (EBSCO), utilizando os termos: "Triple Helix", "quadruple helix", " Quintuple Helix", "Sextuple Helix", "Universities" e "Innovation". Após triagem e verificação de elegibilidade, treze estudos foram preenchidos os critérios de inclusão. Os artigos revisados demonstram a importância dos pesquisadores acadêmicos em arquiteturas helicoidais para enfrentar os atuais e críticos desafios socioeconômicos, sociotécnicos e sociopolíticos. A atuação das universidades como verdadeiros especialistas na produção de conhecimento público, podem fornecer conhecimento específico bem como atuar como mediadoras entre os diferentes atores.

Palavras-chave: inovação organizacional, universidade, hélice tripla

TRIPLE, QUADRUPLE AND QUINTUPLE HELIX MODELS: THE ROLE OF UNIVERSITIES

ABSTRACT: This article sought to highlight the relevance of universities in the logic of helix models as accelerators of innovation and learning processes. It is an integrative literature review of the last 3 years (2020-2023) using the PubMed databases of the National Library of Medicine National Institutes of Health, Web of Science (WOS) and Business Source Complete (EBSCO), using the terms: "Triple Helix",

"quadruple helix", " Quintuple Helix", "Sextuple Helix", "Universities" and "Innovation". After screening and checking eligibility, thirteen studies met the inclusion criteria. The articles reviewed demonstrate the importance of academic researchers in helical architectures to face the current critical socio-economic, socio-technical and socio-political challenges. The role of universities as true specialists in the production of public knowledge can provide specific knowledge as well as acting as mediators between the different actors.

Keywords: organizational innovation, university, triple helix

MODELOS DE TRIPLE, CUÁDRUPLE Y QUÍNTUPLE HÉLICE: EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES

RESUMEN: Este artículo pretende destacar la relevancia de las universidades en la lógica de los modelos helicoidales como aceleradores de procesos de innovación y aprendizaje. Se trata de una revisión bibliográfica integradora de los últimos 3 años (2020-2023) utilizando las bases de datos PubMed de la National Library of Medicine National Institutes of Health, Web of Science (WOS) y Business Source Complete (EBSCO), utilizando los términos: "Triple Helix", "quadruple helix", " Quintuple Helix", "Sextuple Helix", "Universities" e "Innovation". Tras el cribado y la comprobación de elegibilidad, trece estudios cumplieron los criterios de inclusión. Los artículos revisados demuestran la importancia de los investigadores académicos en arquitecturas helicoidales para hacer frente a los críticos retos socioeconómicos, sociotécnicos y sociopolíticos actuales. El papel de las universidades como verdaderas especialistas en la producción de conocimiento público puede aportar conocimientos específicos, además de actuar como mediadoras entre los distintos actores.

Palabras clave: innovación organizativa, universidad, triple hélice

INTRODUÇÃO

O cenário atual repleto de desafios como disparidades econômicas crescentes, alterações climáticas, esgotamento de recursos entre outros, suscitou o debate sobre sistemas de inovação capazes de renovar e melhorar as formas de fazer negócios para beneficiar diferentes públicos, tais como utilizadores, cidadãos, governos, nações, regiões, indústrias e organizações (MIRON; GHERASIM, 2018).

Precisamos mudar a forma como encaramos os negócios e a sociedade. Os velhos métodos se desgastaram. Estamos a passar por uma crise de democracia e uma crise climática. Ambos são o resultado de uma forma limitada de pensar (CARAYANNIS; KOLDBYE, 2020).

As características de uma sociedade baseada no pensamento inovador sublinham a importância de processos de alavancagem ancoradas em arquiteturas helicoidais que permitem melhor performance econômica, social, tecnológica, ecológica, cultural e relacional. Diferentes perspectivas sistêmicas, tanto nas ciências como nos mercados, são utilizadas para explicar as novas características da sociedade contemporânea.

Para exemplificar essas arquiteturas helicoidais consideremos um cubo (aquela peça utilizada para prender hélices) representando essa sociedade, com cinco hélices presas a ele: (a) instituições acadêmicas que fornecem a base do conhecimento; (b) as empresas transformam ideias em produtos tangíveis; (c) os governos oferecem estrutura regulatória; (d) a sociedade civil impulsiona a mudança e; (e) o meio ambiente fornece recursos essenciais. Quando essas hélices giram em harmonia, impulsionam o empreendedorismo, alimentam a inovação e promovem o desenvolvimento econômico em uma sociedade que valoriza o conhecimento como sua força motriz.

As arquiteturas mais populares usadas em estudos de inovação, reconhecem os modelos em Tríplice Hélice (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995), Quádrupla Hélice (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009) e Quíntupla Hélice (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2010) (n)-Hélice ou multi-hélice.

Esses sistemas surgiram como uma resposta à evolução em direção à Sociedade 5.0 (CAI; LATTU, 2022), que visa colocar os seres humanos no centro da inovação, dando sustentação e resistência ao torque das forças de propulsão.

O modelo da Tríplice Hélice, introduzido por Etzkowitz e Leydesdorff (1995), destaca como a colaboração entre instituições acadêmicas, empresas e governos pode estimular o empreendedorismo, a inovação e o desenvolvimento econômico em uma sociedade que valoriza o conhecimento.

O desenvolvimento do modelo proposto por Carayannis e Campbell da Quádrupla (2009) e Quíntupla Hélice (2010) acoplaram ao cubo, a democracia (sociedade pública ou civil) e a ecologia (ambientes naturais da sociedade), as duas últimas consideradas espécies ameaçadas (CARAYANNIS; CAMPBELL; GRIGOROUDIS, 2022).

De acordo com Campbell (2019) “a Hélice Tríplice representa um modelo básico de inovação para a ‘economia do conhecimento’, enquanto a Hélice Quádrupla descreve a ‘sociedade do conhecimento’ e a ‘democracia do conhecimento’, enquanto a Hélice Quíntupla também se refere a ‘ecologia social, interações sociedade-natureza, [e] transição socioecológica’”. Cai & Luttu (2022) neste contexto, destacam o surgimento de uma percepção emergente: “à medida que a consciência sobre a inovação socialmente responsável se expande e a sociedade civil ganha destaque no cenário político de ciência e tecnologia, cresce a preferência pelo modelo da Hélice Quádrupla. Este modelo, mais do que nunca, parece ser a ferramenta ideal para abordar as complexidades em evolução da nossa sociedade moderna” (CAI; LATTU, 2022).

Cai e Etzkowitz (2020) identificaram que papel da universidade na transição da sociedade industrial para a sociedade do conhecimento tem gerado controvérsia por ser simultaneamente analítico e normativo, teórico, prático e relevante para políticas. Para os autores, à medida que estudiosos e profissionais de vários campos de pesquisa disciplinares e interdisciplinares (por exemplo, inteligência artificial, teoria política, sociologia, ética profissional, ensino superior, geografia regional e comportamento organizacional) juntam-se aos estudos da Hélice Tríplice ou encontram suas perspectivas integradas, novas direções aparecem para a Hélice Tríplice (CAI; ETZKOWITZ, 2020).

Neste cenário, entre os intervenientes da inovação da (n)-Hélice, a universidade pode assumir o papel de liderança inovadora por concentrar o potencial criativo e talentos inventivos (ROSSONI; DE VASCONCELLOS; DE CASTILHO ROSSONI, 2023), sua missão, incluindo a empresarial, de criar inovação através da pesquisa e em última análise, por utilizar conhecimento como premissa para a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PINHEIRO; LUCAS; PINHO, 2015).

Dessa forma, foi elaborado uma revisão integrativa com objetivo de responder a seguinte questão: Como a universidade se encaixa nos modelos de Tripla Hélice, Quádrupla Hélice e Quíntupla Hélice Quádrupla discutidos na literatura?

MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura (CRONIN; GEORGE, 2023), dividida em seis etapas: formulação da pergunta norteadora, busca ou amostragem na literatura, coleta de

dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

Devido à natureza intrínseca deste estudo, que se baseou em dados secundários, não é necessário submeter o projeto a um comitê de ética, conforme as diretrizes estabelecidas na Resolução do Conselho Nacional de Pesquisa Nº 510/16 para pesquisas com essa abordagem metodológica (BRASIL, 2016).

A pergunta norteadora da pesquisa foi construída com base na estratégia PICO (P: Pacientes/População, I: Intervenção, C: Comparação, o: Outcome/Desfecho) adaptada. A adaptação deste método para o contexto das arquiteturas helicoidais, advém da flexibilidade do método para abranger áreas mais abrangentes, permitindo investigações com foco em modelos de hélice tripla, quádrupla e quádrupla. Assim, P de população (universidade, organizações públicas, empresas e sociedade civil), I de Intervenção (relações helicoidais para gerar inovação). O elemento C, de contexto/controle, não foi empregado. Para o elemento O Outcomes/desfecho: impacto da implementação de estratégias de colaboração. Ajustando-se o objeto de estudo à estratégia PICO, tem-se como questão norteadora: Como a universidade se encaixa nos modelos de Tripla Hélice, Quádrupla Hélice e Quádrupla Hélice discutidos na literatura?

Para formular a expressão de busca, utilizou-se dois vocabulários controlados da área da saúde, Medical Subject Headings (Mesh) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Emtree. Os descritores foram combinados com operadores booleanos, representados pelos termos conectores AND e OR e inter-relacionados com componentes da estratégia PICO, na seguinte estrutura: (P) AND (I) AND (C) AND (O). Os parênteses foram aplicados quando no uso de diferentes operadores booleanos na mesma expressão de busca, enquanto as aspas (“”), nos termos compostos por duas ou mais palavras. Cabe destacar que a expressão de busca foi ajustada as regras definidas em cada base específica.

Em relação a busca na literatura, pesquisaram-se às principais bases de dados na área da saúde, acessada pelo portal de periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), nas bases: MEDLINE/via portal de serviços PubMed da National Library of Medicine National Institutes of Health, Web of Science (WOS) e Business Source Complete (EBSCO) Business Source Premier. Utilizou-se a seguinte estratégia de busca no MEDLINE (via PubMed): "Triple Helix" OR "quadruple helix" OR " Quintuple Helix" OR "Sextuple Helix" OR "Universities" OR "Innovation".

A estratégia de busca foi adaptada nas demais bases de dados. A última atualização ocorreu em fevereiro de 2024. Foram incluídos estudos realizados nos setores públicos e privados, que traziam em seus resultados o efeito dos modelos helicoidais (n)-Hélice, estudos disponíveis na íntegra em acesso aberto; escritos em inglês, português ou espanhol; estudos de revisão sistemática e avaliações; publicados entre 2020 e 2023. A escolha por uma escala temporal com prazos muito próximos, foi definida por permitir uma análise comparativa e atualizada da evolução dos modelos (n)-Helix na mesma janela temporal investigada.

Os critérios de exclusão foram estudos duplicados e que não responderam à questão de pesquisa. Alguns artigos permaneceram na investigação, mas foram excluídos posteriormente, quando a análise aprofundada revelou que, em última análise, esses artigos não tratavam do papel das universidades nas arquiteturas helicoidais. Os títulos identificados foram salvos e exportados para o gerenciador de referências Zotero® e, posteriormente, foram importados para o Rayyan® (OUZZANI et al., 2016).

No sentido de ajustar os estudos identificados dentro dos critérios de elegibilidade propostos, foi utilizado o fluxograma Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – PRISMA (MOHER et al., 2009).

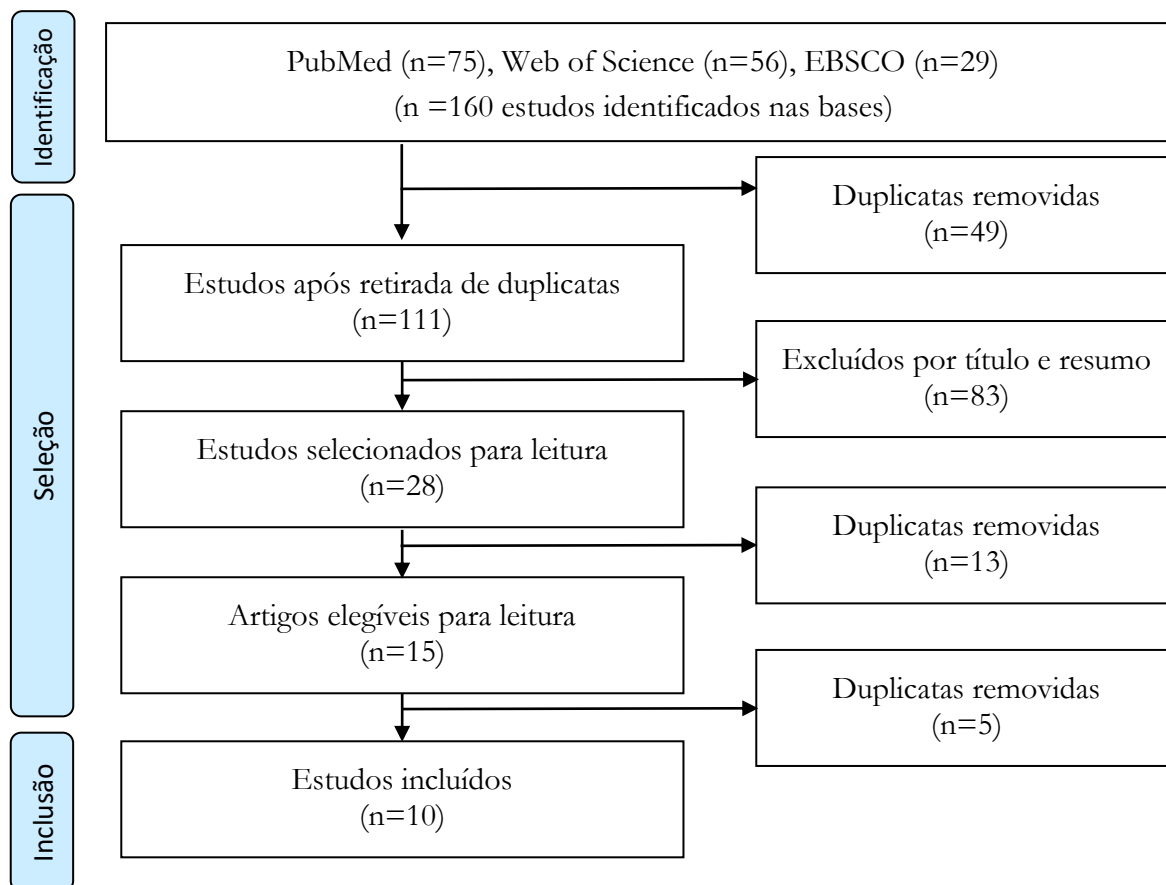
Na fase de coleta de dados, para evitar o viés de aferição, os estudos foram avaliados por dois revisores independentes (Quaresma, FRP e Santos, LC), que examinaram as publicações no formato duplo cego, com checagem dos resumos e leitura na íntegra de cada estudo selecionado, conforme aqueles que abordavam, em específico, o objeto de estudo da presente revisão integrativa e que atendiam os critérios de inclusão. Ao final das análises os estudos foram classificados em quatro categorias ‘inclusão’, ‘exclusão’, ‘incerteza’ ou ‘talvez’. Os avaliadores se reuniram para resolver os conflitos apontados pelo Rayyan® quanto à classificação dos títulos e resumos. Em caso de desacordo entre os revisores, um terceiro revisor (Porto-Júnior, FGR) tomou a decisão final sobre a inclusão no estudo na pesquisa.

Para a extração dos dados foi elaborado instrumento que considerou os seguintes aspectos: artigo, autor/ano, jornal, título, coordenação do estudo e principais resultados. Os dados extraídos foram organizados em planilhas eletrônicas Excel®, versão 2022, para análises e sínteses.

RESULTADOS

Os estudos selecionados foram agrupados e, de acordo com a estratégia adotada resultaram em três etapas descritas na **Figura 1**.

Figura 1 - Fluxograma do Prisma para a triagem dos artigos selecionados para o estudo.



Fonte: autoria própria.

A estratégia da pesquisa recuperou 160 registros foram exportados para o sistema Rayyan®. Destes, foram excluídos 132 por duplicatas e não estarem alinhados aos objetivos da pesquisa.

Dos 28 restantes, 13 foram classificados como ‘incerteza’ ou ‘talvez’, pois os revisores levantaram dúvidas quanto ao escopo destes artigos e os critérios de inclusão. A partir da pré-análise dos revisores 14 publicações foram incluídas para leitura na íntegra.

Os principais veículos de publicação foram *Technovation* (2), *Technological Forecasting and Social Change* (2) os demais todos com um artigo selecionado *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, *Journal of Technology Management & Innovation*, *Land use Policy*, *Management Theory and Studies for Rural Business*, *Brill* e *Journal of the Knowledge Economy* (**Tabela 1**).

A maioria das publicações são oriundas da Europa (8) e América do Norte (2) e os principais resultados indicam que existem diferentes abordagens sistêmicas para estudar a inovação e os modelos helicoidais (hélice tripla, quádrupla e quádrupla) representam modelos de cooperação mais promissores (**Tabela 2**).

Tabela 1 - Artigos incluídos na revisão integrativa.

Artigo	Autor/ano	Jornal	Título
1	(JAMES et al., 2023)	<i>Technovation</i>	Apresentando ética teoria para o modelo de hélice tripla: supererrogatório atua em crise inovação.
2	(HASCHE; HÖGLUND; LINTON, 2020)	<i>Journal of Small Business & Entrepreneurship</i>	Hélice quádrupla como uma rede de relacionamentos: criando valor dentro de um sistema de inovação regional sueco.
3	(GONZÁLEZ-MARTINEZ et al., 2021)	<i>Journal of Technology Management & Innovation</i>	Revisão sistemática da literatura sobre o conceito da sociedade civil no quadro da hélice quádrupla.
4	(BELLANDI; DONATI; CATANEO, 2021)	<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	Inovação social governança e o papel de universidades: casos de quádrupla hélice parcerias na Itália.
5	(ROMAN; FELLNHOFER, 2022)	<i>Land Use Policy</i>	Facilitando a participação da sociedade civil no planejamento regional: implementação do modelo de hélice quádrupla em finlandês regiões.
6	(KHOLIIVKO et al., 2021)	<i>Management Theory and Studies for Rural Business</i>	Quintuplicar modelo helicoidal: investimento aspectos de mais alto Educação impacto sobre sustentabilidade.
7	(MARUCCIA et al., 2020)	<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	Evidência da análise de rede aplicativo para sistemas de inovação e quintuplicar hélice.
8	(CARAYANNIS; CAMPBELL, 2022)	<i>Brill</i>	Em direção a um emergente unificado teoria de hélice arquiteturas (EUTOHA): foco sobre o quintuplicar inovação estrutura de hélice como o dispositivo integrativo.
9	(BARTOLONI et al., 2022)	<i>Technovation</i>	Em direção a projetando soluções da sociedade 5.0: o novo quintuplo hélice - abordagem de design thinking para tecnologia.
10	(CARAYANNIS; CAMPBELL, 2021)	<i>Journal of the Knowledge Economy</i>	Democracia de Clima e Clima para a Democracia: a Evolução do Quádruplo e Sistemas de inovação em quintupla hélice

Fonte: autoria própria.

Tabela 2 – Coordenação do estudo e principais resultados.

Artigo	Coordenação do estudo	Principais resultados
1	Reino Unido	O funcionamento do modelo da Tríplice Hélice em tempos de crise, mostra que as considerações éticas e as ações dos indivíduos dentro das instituições são importantes. Da mesma forma, para os intervenientes acadêmicos, industriais ou governamentais que procuram colaborar com outras vertentes da hélice, deve ser dada consideração à cultura, à ética e às relações individuais das instituições, uma vez que estas terão impacto na forma como os projetos de inovação ocorrem na prática.
2	Suécia	A quarta hélice, representada pela sociedade civil ou usuários finais, deve ser vista como parte de um todo (uma arena) onde a criação de valor social é gerada pelas relações dinâmicas (atividades, recursos e intervenientes) entre a academia, a indústria e o governo.
3	Espanha	As relações da sociedade civil com as relações helicoidais indicam primeiro que o conceito de sociedade civil não está claramente definido pela literatura. Segundo que ao se estudar os outros intervenientes os principais temas sobre temas discutidos são: modelos de hélice tripla, quádrupla e quádrupla; inovação; ecossistemas para empreendedorismo e transferência de tecnologia; regiões inteligentes e; sociedade civil.
4	Itália	Os resultados mostram que as parcerias de hélice quádrupla para a inovação social funcionam sem problemas se existir umnexo comum sólido entre os parceiros. O estudo aponta ainda que o processo de governança pode ser melhorado a partir da: identificação de umnexo comum entre os atores; construção de estratégias partilhadas; implementação e feedback de aprendizagem.
5	Finlândia	A operacionalização da hélice quádrupla no contexto do planejamento regional apresenta três mecanismos principais: troca de informações; feedback e; co-criação.
6	Ucrânia	As universidades proporcionam a geração, transferência e difusão de conhecimento sustentável na sociedade e nos negócios. A sinergia do ensino superior (universidades), das empresas (indústria), do governo, do público (sociedade civil) é capaz de criar uma base para o desenvolvimento sustentável da economia nacional, aumentar o nível de proteção ambiental, garantir a utilização racional de recursos exaustivos, criar novos produtos verdes e elevar o padrão de vida da população do país.
7	Itália	Os benefícios de acoplar a Análise de Rede com a modelagem de Dinâmica de Sistemas e evidências valiosas de relacionamentos entre hélices. O estudo também apresenta um mapa de sistemas que serve para identificar as variáveis centrais para compreensão profunda da estrutura e das relações entre os intervenientes.
8	Estados Unidos	A Hélice de Inovação Quádrupla, na verdade, incorpora as Hélices Tripla e Quádrupla e fornece a melhor maneira de avançar no uso da abordagem de arquiteturas helicoidais para enfrentar os atuais e críticos desafios socioeconômicos, sociotécnicos e sociopolíticos, aproveitando seu conhecimento altamente eficaz.
9	Itália	A partir da criação de um modelo que combinava uma estrutura do ecossistema de inovação em Quádrupla Helix (QH) organizada em um processo de Design Thinking (DT), foi implementada práticas do modelo proposto na área de serviços de saúde. A abordagem QH-DT pode ajudar todos os intervenientes envolvidos a conceber e desenvolver tecnológicas que vão ao encontro das necessidades e expectativas dos diferentes intervenientes, perfeitamente alinhadas com o paradigma 5.0.
10	Estados Unidos	Para que um sistema de inovação seja um sistema de inovação de Hélice Quádrupla/Quádrupla, o regime político que acolhe estas hélices precisa de ser democrático na essência, e não apenas na forma. O próximo estágio na evolução dos sistemas de inovação pode ser que isso também exija uma “democracia do clima”, onde as democracias, como facilitadoras da inovação, estão criando inovações que consideram o a ecologia como um motor crucial para mais inovação e para uma inovação responsável.

Fonte: autoria própria.

DISCUSSÃO

O estudo indicou a importância dos pesquisadores acadêmicos em arquiteturas helicoidais para enfrentar os atuais e críticos desafios socioeconômicos, sociotécnicos e sociopolíticos.

A análise de modelos (n)-Helix (multi-hélice) que se baseiam em iniciativas inovadoras para acelerar o conhecimento emergente. Cada "Hélice" apresenta uma perspectiva única sobre como as sociedades geram, disseminam e promovem o conhecimento (TARATORI et al., 2021). Esses modelos servem como ferramentas de orientação, direcionando os tomadores de decisão por meio de uma abordagem transdisciplinar que engloba todas as sinergias entre instituições acadêmicas, empresas e governos (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995); a sociedade pública ou civil (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009); e os ambientes naturais da sociedade (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2010).

Os processos de inovação contemporâneos são amplamente influenciados por fatores não tecnológicos, caracterizados por uma natureza sistêmica e em rede. A presença da universidade na rede ou sistema de inovação possibilita a integração e fortalecimento das atividades de todas as entidades envolvidas, culminando na aquisição de uma competência coletiva que impulsiona os processos de inovação (MORAWSKA-JANCELEWICZ, 2022).

As arquiteturas helicoidais de inovação como a Tríplice Hélice (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995), Quádrupla Hélice (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009) e Quíntupla Hélice (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2010) desempenham um papel importante da participação das universidades em tais estruturas por representar uma expressão do envolvimento público e comunitário no âmbito (BELLANDI; DONATI; CATANEO, 2021).

O modelo da Tríplice Hélice aborda as relações entre universidade, indústria e governo (JAMES et al., 2023). Representa um modelo central para a produção de conhecimento e inovação, mas onde a ênfase é colocada na economia (economia do conhecimento), em relação ao sistema de ensino superior e ao Estado (governo), mas onde o estatuto de um sistema político, especialmente se é democrático ou não democrático, não importa realmente (CARAYANNIS; CAMPBELL; GRIGORODIS, 2022). O conceito de inovação na Hélice Tripla propõe a existência de uma universidade empreendedora, que interage e compartilha conhecimento com a indústria e o governo em um contexto de inovação aberta. No entanto, alguns pesquisadores (LYKEN-SEGOSEBE et al., 2020; PELLIN; MENEGHATTI; LAGO, 2022) observaram que engajar a academia em colaborações de hélice precisam superar barreiras técnicas, culturais, confiança e das relações pessoais, a fim de estabelecer parcerias bem-sucedidas de longo prazo.

O modelo da Quádrupla Hélice representa uma evolução significativa em relação à perspectiva tradicional da Hélice Tripla. Enquanto o modelo anterior enfoca principalmente os atores da academia, do governo e da indústria, este modelo vai além, reconhecendo o crescente papel desempenhado pela sociedade civil (MORAWSKA-JANCELEWICZ, 2022). Essa abordagem mais abrangente e inclusiva reflete a complexidade e a interconexão dos agentes envolvidos na promoção da inovação e do desenvolvimento econômico (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009).

No entanto, alguns autores (CAI; LATTU, 2022; ETZKOWITZ; ZHOU, 2017) destacam que a transformação da Tríplice Hélice em Quádrupla Hélice não é necessária, uma vez que a sociedade civil não possui a mesma estrutura institucional das esferas da universidade, indústria ou governo. Em

vez disso, enfatizou-se que a Tríplice Hélice evoluiu de maneira mais eficaz dentro de um quadro social amplo que promove a liberdade de expressão e a iniciativa de formação de organizações.

Para Bellandi, Donati e Caetano (2021) o papel da universidade na promoção e inclusão da sociedade civil ainda não atingiu seu protagonismo, mantendo os típicos padrões de cima para baixo onde a academia criam soluções, muitas vezes sem ouvir quem receberá, passivamente.

Esse entendimento está intrinsecamente ligado a uma percepção emergente, onde, com a crescente conscientização pública sobre a importância da inovação socialmente responsável e o reconhecimento do papel da sociedade civil no desenvolvimento da ciência e tecnologia nas políticas governamentais, há uma tendência crescente de considerar o modelo da Quádrupla Hélice como mais oportuno e adequado para abordar as novas características da sociedade (MILLER; MCADAM; MCADAM, 2018).

Conforme explicado por Campbell (2019), enquanto a Tríplice Hélice representa um modelo fundamental de inovação para a 'economia do conhecimento', a Quádrupla Hélice aborda a 'sociedade do conhecimento' e a 'democracia do conhecimento'. A Quintupla Hélice além de incorporar elementos relacionados acima, acrescenta as 'interações sociedade-natureza'.

A Quintupla Hélice aborda a transição socioecológica da sociedade e da economia no século XXI, trazendo uma perspectiva ecologicamente sensível para a discussão da inovação e produção de conhecimento (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2010). No entanto, é menos popular em estudos empíricos em comparação com o modelo Quádrupla Hélice, provavelmente porque a ligação da hélice ambiental com as outras quatro hélices é um desafio (CAI; LATTU, 2022).

A Hélice de Inovação Quintupla, na verdade, incorpora as Hélices Tripla e Quádrupla e fornece a melhor maneira de avançar no uso da abordagem de arquiteturas helicoidais para enfrentar os atuais e críticos desafios socioeconômicos, sociotécnicos e sociopolíticos, aproveitando seu conhecimento altamente eficaz, que pode ser implementada a partir de uma Teoria Unificada Emergente de Arquiteturas Helicoidais (EUTOHA) que foca na Hélice de Inovação Quintupla como o dispositivo integrativo (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2022).

As universidades ocupam um lugar especial neste modelo pelas seguintes razões: (a) no âmbito da atividade educativa, formam pessoal altamente qualificado para a economia nacional; (b) no âmbito da atividade extracurricular, desenvolvem uma nova consciência verde da geração jovem que é crucial para um maior desenvolvimento sustentável da economia nacional; (c) no âmbito da atividade de investigação, desenvolvem tecnologias regenerativas inovadoras e tecnologias amigas do ambiente (KHOLIYAVKO et al., 2021; ROSSONI; DE VASCONCELLOS; DE CASTILHO ROSSONI, 2023).

Apesar disso, poucas contribuições exploraram o conceito da transição socioecológica e as coligações das universidades, governo, sociedade civil e empresas podem que frequentemente apresentam objetivos, interesses e agendas divergentes devido à natureza diferente dos atores envolvidos (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2022).

Neste cenário, entre os intervenientes da inovação da (n)-Hélice, a universidade pode assumir o papel de liderança inovadora por concentrar o potencial criativo e talentos inventivos (ROSSONI; DE VASCONCELLOS; DE CASTILHO ROSSONI, 2023), sua missão, incluindo a empresarial, de criar inovação através da pesquisa e em última análise, por utilizar conhecimento como premissa para a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PINHEIRO; LUCAS; PINHO, 2015).

O modelo Tripla Hélice evoluiu agora para o modelo quádrupla, quádrupla Hélice e até mesmo para o Sêxtupla - empreendedorismo (LÓPEZ-RUBIO; ROIG-TIERNÓ; MAS-TUR, 2021). Sobre qual modelo (n)-Hélice adotar, Leydesdorff em parceria com Etzkowitz emitiram uma advertência: “Enquanto não formos capazes de operacionalizar e mostrar o desenvolvimento no caso relativamente simples de três dimensões, deveremos ser cautelosos ao generalizar para além do modelo Tríplice Hélice para qualquer outro modelo de n-hélices” (LEYDESDORFF; PARK; LENGYEL, 2014).

Tal como acontece com todos os estudos, nossa revisão também apresenta diversas limitações. Embora este estudo tenha uma abordagem centrada no papel da universidade nos modelos de arquiteturas helicoidais para o processo de inovação, ressaltamos a importância de futuras pesquisas para explorar as perspectivas pública e social considerando a missão das universidades patrocinadas pelo governo.

Outra limitação é o fato de ter recorrido um período curto da literatura. Apesar desse recuo temporal com prazos muito próximos, acreditamos que este estudo produz implicações atualizadas e importantes para o campo de investigação das interações universidade, indústria/empresa, governo e sociedade civil. Contudo, isso não diminui a relevância dos resultados obtidos, os quais consideramos pertinentes para os tomadores de decisão, governos, atores do setor privado e demais envolvidos no desenvolvimento e inovação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, estudamos como a universidade se encaixa nos modelos de Tripla Hélice, quádrupla Hélice e quádrupla Hélice quádrupla. Encontramos a importância da interação entre as ‘hélices’ para ser um cenário de inovação avançado, mas, mesmo assim, o estudo também indica a complexidade de se alcançar a interação entre elas.

A atuação das universidades como verdadeiros especialistas na produção de conhecimento público, podem fornecer não apenas conhecimento específico, mas também atuar como mediadoras entre os diferentes atores.

Este estudo revela ainda que os principais veículos de publicação demonstram uma falta de consenso em pesquisas anteriores sobre como definir e operacionalizar a Quarta e quádrupla Hélice, mas há uma tendência para tornar as universidades como líderes na perspectiva melhorar o envolvimento comunitário e a uma nova consciência verde da geração jovem.

As implicações para os investigadores residem na oportunidade de abrir novos horizontes para o estudo de sistemas de inovação através da abordagem combinada arquiteturas helicoidais (n)-Hélice o papel das universidades.

Declaração de interesses conflitantes

Os autores declaram que não há potencial conflito de interesses com respeito à pesquisa, autoria e/ou publicação deste artigo.

Contribuição dos autores

Todos os autores - Conceptualização, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Validação, Visualização, Escrita (rascunho original, revisão e edição).

Agradecimentos

Nossos agradecimentos vão para o Programa de Pós-graduação em Ciências, Tecnologias e Inclusão – PGCTIn, da Universidade Federal Fluminense – UFF pela valiosa oportunidade de realizar o pós-doutorado em sua instituição. A Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PROPEAQ) e à Universidade Federal do Tocantins pelo apoio e incentivo à pesquisa. Agradecemos a Érika da Silva Maciel e que fez comentários e sugestões úteis.

REFERENCIAS

BELLANDI, M.; DONATI, L.; CATANEO, A. Social innovation governance and the role of universities: Cases of quadruple helix partnerships in Italy. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 164, p. 120518, 1 mar. 2021.

BRASIL, C. N. DE P. Resolução No 510. Disponível em: <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2023.

CAI, Y.; ETZKOWITZ, H. Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. *Triple Helix*, v. 6, p. 1–38, 27 jun. 2020.

CAI, Y.; LATTU, A. Triple Helix or Quadruple Helix: Which Model of Innovation to Choose for Empirical Studies? *Minerva*, v. 60, n. 2, p. 257–280, 1 jun. 2022.

CAMPBELL, D. F. J. *Global Quality of Democracy as Innovation Enabler: Measuring Democracy for Success*. Cham: Springer International Publishing, 2019.

CARAYANNIS, E. G. et al. Social Business Model Innovation: A Quadruple/Quintuple Helix-Based Social Innovation Ecosystem. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 68, n. 1, p. 235–248, fev. 2021.

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, n. 3–4, p. 201–234, jan. 2009.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innovation and the Environment Relate To Each Other?: A Proposed Framework for a Trans-disciplinary Analysis of Sustainable Development and Social Ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSSED)*, v. 1, n. 1, p. 41–69, 1 jan. 2010.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Democracy of Climate and Climate for Democracy: the Evolution of Quadruple and Quintuple Helix Innovation Systems. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 12, n. 4, p. 2050–2082, dez. 2021.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Towards an Emerging Unified Theory of Helix Architectures (EUTOHA): Focus on the Quintuple Innovation Helix Framework as the Integrative Device. *Triple Helix*, v. 9, n. 1, p. 65–75, 4 abr. 2022.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J.; GRIGOROUDIS, E. Helix Trilogy: the Triple, Quadruple, and Quintuple Innovation Helices from a Theory, Policy, and Practice Set of Perspectives. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 13, n. 3, p. 2272–2301, 1 set. 2022.

CARAYANNIS, E.; KOLDBYE, C. Democracy and the environment are endangered species. Disponível em: <https://riconfigure.eu/wp-content/uploads/2020/01/Interview-with-Elias-Carayannis_2020_Final.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2024.

CRONIN, M. A.; GEORGE, E. The Why and How of the Integrative Review. *Organizational Research Methods*, v. 26, n. 1, p. 168–192, jan. 2023.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix -- University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. Rochester, NY, 1 jan. 1995. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=2480085>>. Acesso em: 11 fev. 2024

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship. 2. ed. London: Routledge, 2017.

KHOLIIVKO, N. et al. Quintuple helix model: investment aspects of higher education impact on sustainability. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, v. 43, n. 1, p. 111–128, 12 maio 2021.

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, n. 1, p. 27–35, 1 abr. 2014.

LÓPEZ-RUBIO, P.; ROIG-TIERNO, N.; MAS-TUR, A. A Research Journey from National Systems of Innovation to National Systems of Entrepreneurship: Introducing the Sextuple Helix. *International Journal of Innovation and Technology Management*, v. 18, n. 08, p. 2130008, dez. 2021.

LYKEN-SEGOSEBE, D. et al. Stimulating Academic Entrepreneurship through Technology Business Incubation: Lessons for the Incoming Sponsoring University. *International Journal of Higher Education*, v. 9, n. 5, p. 1, 22 jun. 2020.

MILLER, K.; MCADAM, R.; MCADAM, M. A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: toward a research agenda. *R&D Management*, v. 48, n. 1, p. 7–24, jan. 2018.

MIRON, D.; GHERASIM, I. A. Linking the triple helix (university-industry-government) to the quadruple helix of university-industry-government – civil society in the field of international business and economics. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, v. 12, n. 1, p. 612–625, 1 maio 2018.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, v. 6, n. 7, p. e1000097, 21 jul. 2009.

MORAWSKA-JANCELEWICZ, J. The Role of Universities in Social Innovation Within Quadruple/Quintuple Helix Model: Practical Implications from Polish Experience. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 13, n. 3, p. 2230–2271, 1 set. 2022.

OUZZANI, M. et al. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, v. 5, n. 1, p. 210, dez. 2016.

PELLIN, A.; MENEGHATTI, M. R.; LAGO, S. M. S. A inovação frugal em incubadoras de empresas: compreensão e perspectivas sob o ponto de vista dos gestores. *International Journal of Innovation*, v. 10, n. 2, p. 319–338, 22 jun. 2022.

PINHEIRO, M. L.; LUCAS, C.; PINHO, J. C. Social network analysis as a new methodological tool to understand university–industry cooperation. *International Journal of Innovation Management*, v. 19, n. 01, p. 1550013, fev. 2015.

ROSSONI, A. L.; DE VASCONCELLOS, E. P. G.; DE CASTILHO ROSSONI, R. L. Barriers and facilitators of university-industry collaboration for research, development and innovation: a systematic review. *Management Review Quarterly*, 26 abr. 2023.

SOUZA, M. T. DE; SILVA, M. D. DA; CARVALHO, R. DE. Integrative review: what is it? How to do it? *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*, v. 8, n. 1, p. 102–106, mar. 2010.

TARATORI, R. et al. Unveiling the Evolution of Innovation Ecosystems: An Analysis of Triple, Quadruple, and Quintuple Helix Model Innovation Systems in European Case Studies. *Sustainability*, v. 13, n. 14, p. 7582, jan. 2021.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.