

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**DAILA DOS PASSOS VITORINO**

**HÉLICE QUÍNTUPLA E A JORNADA DE *STARTUP DEEP TECH*:**  
**UMA AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DE ATORES DA HÉLICE QUÍNTUPLA AO**  
**LONGO DO CICLO DE VIDA DAS *DEEP TECHS***

ITAJUBÁ – MG

2024

DAILA DOS PASSOS VITORINO

**HÉLICE QUÍNTUPLA E A JORNADA DE *STARTUP DEEP TECH*:  
UMA AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DE ATORES DA HÉLICE QUÍNTUPLA AO  
LONGO DO CICLO DE VIDA DAS *DEEP TECHS***

Dissertação apresentada à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Itajubá, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de Concentração: Empreendedorismo e Inovação

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Andréa Aparecida da Costa Mineiro

ITAJUBÁ – MG  
2024

DAILA DOS PASSOS VITORINO

**HÉLICE QUÍNTUPLA E A JORNADA DE *STARTUP DEEP TECH*:  
UMA AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DE ATORES DA HÉLICE QUÍNTUPLA AO  
LONGO DO CICLO DE VIDA DAS *DEEP TECHS***

Dissertação apresentada à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Itajubá, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Administração.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andréa Aparecida da Costa Mineiro (Orientadora)  
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Miranda Neves  
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves do Amaral  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

ITAJUBÁ – MG  
2024

Dedico este trabalho a todas as mulheres que ousaram trilhar este caminho, que enfrentaram seus medos e superaram as barreiras invisíveis das crenças limitantes. Em especial, às Mães, que, com coragem e força, fizeram a difícil escolha de se afastar temporariamente do aconchego de suas famílias, na busca incessante por crescimento pessoal e profissional. Que essa jornada sirva de inspiração, lembrando que cada passo dado é um ato de amor e superação.

## AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata a Deus, que esteve presente em cada passo desta jornada, capacitando-me, guiando e segurando minha mão nas vezes em que decidi desistir. Ele me abençoou, colocando as pessoas certas no momento certo, sendo meu refúgio e sustento, iluminando meu caminho diante de cada desafio e me dando forças para continuar, quando parecia impossível, superando meus próprios limites físicos, mentais e emocionais.

Ao meu querido esposo, Wendel, meu companheiro de vida e maior incentivador, meu apoio nos momentos difíceis e o primeiro a comemorar cada pequena vitória ao meu lado. Ele sempre acreditou mais em mim do que eu mesma.

Aos meus filhos, Gabriel e Alice, a razão do meu sorriso e meu maior tesouro. Eles me surpreenderam tantas vezes com sua paciência e compreensão, ensinando-me recursos tecnológicos, ajustando suas rotinas, para não interromper as aulas online da mamãe e mostrando uma imensa maturidade, ao entender as razões de minha ausência em alguns momentos.

À toda a minha família e, especialmente aos meus pais, Ezequiel e Nazaré e ao meu sogro Jonas, pelo apoio constante em tudo que precisei e que sempre estavam prontos para ajudar. Sem o seu suporte e carinho não teria chegado até aqui.

Às minhas queridas amigas e companheiras de mestrado, Patrícia e Taisa, sou profundamente grata pelo apoio constante, pela parceria que tanto fortaleceu esta jornada e pelos momentos em que, com carinho, socorreram-me nas horas mais difíceis e que fizeram toda a diferença nesta árdua tarefa.

Aos professores da UNIFEI, meu sincero agradecimento pela dedicação e pelo respeito com que me trataram. De forma especial, agradeço à professora Giselle de Paula Queiroz Cunha, que, com sua orientação prática e objetiva, incentivou-me a nunca desistir e sempre foi uma inspiração para que eu superasse cada desafio com determinação.

E, por fim, o agradecimento mais especial vai para a minha orientadora, professora Andréa Aparecida da Costa Mineiro, que foi minha grande incentivadora, e sua presença foi crucial em todos os momentos. Obrigada por não desistir de mim, por se preocupar genuinamente com meu desenvolvimento acadêmico, com minha saúde e bem-estar, por estar sempre acessível e por guiar meus passos com clareza e paciência. A confiança que depositou em mim foi uma força constante, e sou imensamente grata por ter tido o privilégio de ter sido sua orientada nesta jornada. Muito obrigada por me ajudar a chegar até aqui!

Gratidão!

## RESUMO

O termo *Deep Tech* refere-se a empresas que desenvolvem tecnologias disruptivas fundamentadas em avanços científicos de ponta, como manufatura avançada, robótica, *blockchain*, agrotecnologia e inteligência artificial. Essas *startups*, frequentemente originadas em ambientes acadêmicos, emergem de descobertas científicas fundamentais e avançam para aplicações comerciais, caracterizando-se por ciclos de desenvolvimento mais prolongados em comparação às *startups* tradicionais. Envolvendo tecnologias emergentes e modelos de negócios ainda não amplamente testados, como realidade virtual e inteligência artificial, as *deep techs* exercem um impacto significativo em diversos setores, transformando vidas e reestruturando processos produtivos. Ao longo de seu ciclo de vida, essas *startups* dependem da atuação de múltiplos atores, com destaque para os delineados pelas Hélices de Inovação, desde a Hélice Tríplice até a Hélice Quíntupla. Contudo, enfrentam desafios específicos, principalmente no que se refere ao financiamento e à comercialização de suas tecnologias, demandando abordagens diferenciadas no contexto do sistema de inovação. Nesse cenário, a pesquisa tem como objetivo central analisar o papel dos atores da Hélice Quíntupla ao longo do ciclo de vida das *deep techs* no ecossistema de inovação. Para tal, propõem-se: (i) mapear a trajetória existente das *startups* dep tech investigadas; (ii) identificar os momentos no ciclo de vida de cada *startup*, com ênfase identificar marcos críticos em seu ciclo de vida, com foco nos desafios iniciais em: (iii) examinar a contribuição de governo, universidades, empresas, sociedade civil e meio ambiente em cada etapa; e (iv) propor diretrizes para programas de pré-aceleração direcionados ao desenvolvimento dessas empresas. A pesquisa utiliza uma abordagem qualitativa, envolvendo entrevistas em profundidade e análise documental, buscando compreender as dinâmicas entre os atores da Hélice Quíntupla no contexto das *deep techs*. Os resultados indicam que a origem universitária dessas *startups* é estratégica, pois facilita o acesso a redes de contatos, parcerias e potenciais investidores no ecossistema de inovação. Entretanto, o processo de consolidação é desafiador, especialmente devido ao longo período de pesquisa necessário antes de alcançar um produto comercializável, o que pode causar desmotivação e dificuldades para atrair investimentos. Investidores, muitas vezes, priorizam soluções prontas para o mercado, agravando os obstáculos enfrentados pelas *deep techs* nas fases iniciais. Como contribuição teórica, a pesquisa propõe um modelo adaptado de ciclo de vida organizacional para *startups deep techs*, incorporando características como ciclos de amadurecimento prolongados e a necessidade de suporte contínuo ao longo de todas as etapas. No âmbito prático, delineiam-se diretrizes para programas de pré-aceleração, enfatizando a importância da interação entre os atores da Hélice Quíntupla, o papel estratégico das universidades na provisão de infraestrutura e na mediação de parcerias, e a atuação governamental por meio de políticas públicas que priorizem financiamento e mitigação de riscos nas fases iniciais. Adicionalmente, a conexão com o ecossistema de inovação, mediada pelos atores da Hélice Quíntupla, destaca-se como elemento crucial para potencializar o acesso a recursos essenciais, fomentar parcerias estratégicas e acelerar o desenvolvimento das *deep techs* rumo à maturidade empresarial, consolidando-as como agentes transformadores de inovação e desenvolvimento tecnológico.

**Palavras-chave:** *startup*; *deep tech*; hélice quíntupla; ciclo de vida.

## ABSTRACT

The term Deep Tech refers to companies that develop disruptive technologies based on cutting-edge scientific advances, such as advanced manufacturing, robotics, blockchain, agrotechnology and artificial intelligence. These startups, often originating in academic environments, emerge from fundamental scientific discoveries and move towards commercial applications, characterized by longer development cycles compared to traditional startups. Involving emerging technologies and business models that have not yet been widely tested, such as virtual reality and artificial intelligence, deep techs have a significant impact on various sectors, transforming lives and restructuring production processes. Throughout their life cycle, these startups depend on the actions of multiple players, especially those outlined by the Innovation Helixes, from the Triple Helix to the Fivefold Helix. However, they face specific challenges, especially in terms of financing and commercializing their technologies, requiring different approaches in the context of the innovation system. In this scenario, the main objective of this research is to analyze the role of the Fivefold Helix actors throughout the life cycle of deep techs in the innovation ecosystem. To this end, it is proposed to: (i) map the existing trajectory of the deep tech startups investigated; (ii) identify the moments in the life cycle of each startup, with an emphasis on identifying critical milestones in their life cycle, focusing on initial challenges; (iii) examine the contribution of government, universities, companies, civil society and the environment at each stage; and (iv) propose guidelines for pre-acceleration programs aimed at the development of these companies. The research uses a qualitative approach, involving in-depth interviews and document analysis, seeking to understand the dynamics between the actors of the Fivefold Helix in the context of deep techs. The results indicate that the university background of these startups is strategic, as it facilitates access to networks, partnerships and potential investors in the innovation ecosystem. However, the consolidation process is challenging, especially due to the long period of research required before reaching a marketable product, which can cause demotivation and difficulties in attracting investment. Investors often prioritize market-ready solutions, aggravating the obstacles faced by deep techs in the early stages. As a theoretical contribution, the research proposes an adapted organizational life cycle model for deep tech startups, incorporating characteristics such as prolonged maturation cycles and the need for continuous support throughout all stages. On a practical level, it outlines guidelines for pre-acceleration programs, emphasizing the importance of interaction between the players in the Fivefold Helix, the strategic role of universities in providing infrastructure and mediating partnerships, and government action through public policies that prioritize funding and risk mitigation in the early stages. In addition, the connection with the innovation ecosystem, mediated by the Fivefold Helix actors, stands out as a crucial element in boosting access to essential resources, fostering strategic partnerships and accelerating the development of deep techs towards business maturity, consolidating them as transforming agents of innovation and technological development.

**Keywords:** *startup; deep tech; quintuple helix; life cycle.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de Vida de <i>Startup</i>	26
Figura 2 - Atores da Hélice Quíntupla da Inovação	33
Figura 3 – Proposição de modelo de CVO para <i>Deep Tech</i>	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Modelo de ciclo de vida proposto por Greiner e suas Críticas	16
Quadro 2 - Síntese dos modelos de CVO, Estágios e Ênfase	20
Quadro 3 - Modelo de ciclo de vida das <i>Startups</i> e suas Críticas	24
Quadro 4 - Artigos selecionados para a Revisão Integrativa	36
Quadro 5 – Síntese dos Objetivos	37
Quadro 6 – Síntese das Definições	39
Quadro 7 – Áreas de Atuação	41
Quadro 8 - Caracterização dos especialistas	46
Quadro 9 - Caracterização dos entrevistados	47
Quadro 10 - Síntese do processo metodológico adotado no estudo	49
Quadro 11 - Síntese das <i>Deep Techs</i> em fase de Estruturação	51
Quadro 12 - Síntese das <i>Deep Tech</i> Investigadas - Em fase de Escalabilidade	52
Quadro 13 - Síntese das principais contribuições dos atores da 5H nos estágios do CVO das <i>deep techs</i> em fase de estruturação	67
Quadro 14 - Síntese das principais ocorrências dos atores da 5H nos estágios do CVO das <i>deep techs</i> em fase de escalabilidade	76
Quadro 15 - Principais desafios das <i>Deep Techs</i> e Diretrizes	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5H	Hélice Quíntupla
ANPROTEC	Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores
APL	Arranjo Produtivo Local
CEU	Centro de Empreendedorismo da UNIFEI
CVO	Ciclo de Vida Organizacional
DTF	<i>Deep Technology Forecasting</i>
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
HQ	Hélice Quádrupla
HT	Hélice Tríplice
HT	Triple Helix
INCIT	Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Itajubá
INOVAI	Associação Itajubense de Inovação e Empreendedorismo
IPO	<i>Public Offerings of Shares</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONGs	Organizações não governamentais
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UCEs	Unidades de Contexto Elementar
UEG	Universidade-empresa-governo
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
WOS	<i>Web of Science</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
2.1 Ciclo de vida da <i>Startup</i>	14
2.2 Contextualização sobre as hélices - Hélice Quíntupla	27
2.3 <i>Deep Tech</i>	34
2.4 Síntese do Referencial Teórico	42
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>45</b>
3.1 Classificação	45
3.2 Procedimento da Pesquisa	45
3.2.1 Desenho de pesquisa	45
3.2.2 Preparação para coleta de dados	45
3.2.3 Teste-piloto (pré-teste)	47
3.2.4 Coleta de dados	47
3.2.5 Análise dos dados	48
3.3 Aspectos Éticos da Pesquisa	49
3.4 Objeto do estudo	50
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>53</b>
4.1 Trajetória das <i>startups deep tech</i> investigadas	53
4.1.1 <i>Deep Techs</i> em fase de Estruturação	53
4.1.2 <i>Deep Techs</i> em fase de Escalabilidade	58
4.2 Atores da Hélice Quíntupla e sua atuação ao longo Ciclo de Vida das <i>Deep Techs</i>	62
4.2.1 <i>Deep Techs</i> em fase de estruturação	62
4.2.1.1 Momento de Ideação	62
4.2.1.2 Momento de Estruturação	65
4.2.2 <i>Deep Techs</i> em fase de Escalabilidade	68
4.2.2.1 Momento de Ideação	68
4.2.2.2 Momento de Estruturação	71
4.2.2.3 Momento de Gestão e Escalabilidade	72
4.2.2.4 Momento de Repouso e inquietação	74
4.3 Principais desafios ao longo do ciclo de vida das <i>Deep Techs</i>	77
4.3.1 <i>Deep Techs</i> em fase de Estruturação	77
4.3.2 <i>Deep Techs</i> em fase de Escalabilidade	80
4.4 Discussões e Proposição de Diretrizes para um Programa de Pré-Aceleração	81
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A inovação é essencial para o desenvolvimento sustentável de um país e para a melhoria do posicionamento competitivo das empresas. Ela contribui para o aumento da eficiência na produção, criação de novos produtos, geração de emprego e renda, além de ajudar na resolução de problemas estruturais, como a escassez fiscal, atendimento às demandas crescentes da sociedade e a sustentabilidade do planeta (Planes-Satorra; Paunov, 2019). Para o desenvolvimento da inovação, existe um conjunto de empresas nascentes, denominadas *startups*, que desempenham um papel fundamental na introdução da inovação, ruptura do padrão tecnológico e de mercado, apoiando o desenvolvimento econômico. Essas empresas nascem de um modelo de negócio ágil, enxuto e escalável, capaz de gerar valor para seu cliente resolvendo um problema real, do mundo real (Associação Brasileira de *Startups* - ABSTARTUPUS, 2021).

Além das *startups*, há também as *Deep Techs*. O termo '*Deep Tech*' foi cunhado por Swati Chaturvedi (2014), para definir uma nova categoria de *startups*, que são construídas sobre descobertas científicas tangíveis e que têm a capacidade de perturbar vários mercados (Chaturvedi, 2014 *apud* Pansera; Peregrino, 2024). Elas se referem às tecnologias revolucionárias com potencial para enfrentar muitos dos desafios globais do desenvolvimento econômico, da saúde pública e das alterações climáticas (Romasanta *et al.*, 2021). As *Deep Techs* são empresas estabelecidas em tecnologias radicais e de ponta, baseadas em descobertas científicas (tecnologias profundas), e que entre os anos de 1990 a 2000 eram chamadas de empresas de base tecnológica, como manufatura avançada e robótica, *blockchain*, agrotecnologia e inteligência artificial. Começam em laboratórios universitários, sem uma aplicação específica e evoluem da investigação fundamental, para a aplicação comercial mais lentamente que as *startups* baseadas num modelo de negócio offline para online (Reisdorf; Rudek; Canciglieri, 2023).

Esse processo de desenvolvimento da tecnologia profunda demanda um longo ciclo de vida. Há diferentes modelos de ciclo de vida organizacional na literatura, mas a proposta inicial veio de Chandler (1962) até as teorias contemporâneas do Ciclo de Vida Organizacional (CVO). Esses modelos fornecem um quadro útil para entender o desenvolvimento das organizações. Eles podem ser adaptados, para refletir a natureza dinâmica e complexa das *startups*, sendo crucial para uma gestão eficaz dessas empresas em um ambiente altamente competitivo.

No entanto, assim como qualquer outra organização, as *startups* ou *Deep Techs* passam por estágios distintos de desenvolvimento ao longo de sua jornada. Compreender o ciclo de

vida dessas empresas é crucial para empreendedores e investidores, pois fornece *insights* valiosos sobre os desafios e oportunidades que podem surgir em cada fase do processo. Portanto faz-se necessário analisar as teorias e modelos propostos na literatura e fazer um recorte da contribuição das perspectivas sobre o ciclo de vida das *startups*, proporcionando uma visão abrangente e elucidativa sobre este tema fundamental na trajetória das empresas.

Ao longo do ciclo de vida das *startups* e também das *deep techs*, distintos atores emergem, contribuindo para seu desenvolvimento. No contexto de inovação, destacamos os atores do modelo de hélices de inovação, da Hélice Tríplice a Hélice Quíntupla.

A proposta da Hélice Tríplice (HT), desenvolvida em 1995, envolve as interações dinâmicas entre os diversos atores do ecossistema de inovação (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995). Inicialmente estruturado como um modelo duplo, universidade e empresa, evoluindo para a dinâmica tripla, envolvendo universidade, empresa e governo (UEG), a chamada HT serve como uma metáfora, para identificar os atores do ecossistema e explicar sua dinâmica no âmbito da inovação e empreendedorismo, essenciais para alavancar o crescimento econômico e o desenvolvimento social de um país (Almeida; Rocha, 2019; Etzkowitz; Zhou, 2017; Mineiro *et al.*, 2018).

Para além da HT, Carayannis e Campbell (2009) apresentam, em seus estudos, uma nova hélice, denominada pelos autores de Hélice Quádrupla (HQ), que adiciona a essa conexão a sociedade civil organizada, a qual, por sua vez, é representada por perspectivas de mídia e cultura (indústrias criativas, cultura, valores, estilo de vida e arte). Além da HQ, os mesmos autores propuseram a Hélice Quíntupla (5H), que é uma evolução dos modelos de inovação que explicam as interações entre diferentes atores no ecossistema de empreendedorismo, incorporando o meio ambiente. A 5H emergiu com a evolução das demandas sociais e a crescente preocupação com a sustentabilidade, incluindo o meio ambiente como um componente fundamental (Carayannis; Barth; Campbell, 2012).

Embora tenhamos consciência do crescente interesse e investimento em *Deep Techs*, em todo o cenário global, ainda existem lacunas significativas na compreensão dos fatores que impulsionam a capacidade de inovação dessas empresas, as barreiras enfrentadas ao longo de seu ciclo de vida e as oportunidades de desenvolvimento sustentável. A natureza disruptiva e complexa das *Deep Techs* exige abordagens de gestão e estratégias que diferem das aplicadas em *startups* tradicionais e empresas de tecnologia aplicada. Sendo assim, a literatura existente sobre empreendedorismo e inovação tecnológica ainda não oferece um entendimento aprofundado e completo dos microfundamentos que suportam o processo de criação e trajetória das *Deep Techs*, os seus desafios e os impulsionadores de crescimento (Borini, 2024).

Além da criação e trajetória, a participação dos diversos atores das hélices, ao longo do ciclo de vida das *startups deep techs*, é relevante para seu amadurecimento, contudo diversas lacunas são percebidas. Couto (2019) aponta que diversos tipos de ciclo de vida organizacional são alvo de críticas. Uma crítica comum aos modelos de ciclo de vida organizacional é sua presunção de uma trajetória linear de crescimento e desenvolvimento, o que não reflete a realidade das *startups deep techs*, em que a incerteza e a volatilidade são constantes. Além disso, esses modelos, muitas vezes, negligenciam os estágios iniciais cruciais e crescimento das *startups*, concentrando-se predominantemente na evolução das grandes corporações.

De forma adicional, às *Deep Techs* frequentemente envolvem atores migrando entre diversas áreas, como da ciência social para atividades econômicas. Os meios tradicionais de financiamento podem não se alinhar com as necessidades únicas dessas iniciativas inovadoras (Pansera; Peregrino, 2024). As *Deep Techs* - são tipos específicos de empreendimentos empresariais, baseados em tecnologias disruptivas, que exigem capital e pesquisa intensivos, além de exigir processos de desenvolvimento demorados. Essas características tornam as *Deep Techs* mais difíceis de financiar e comercializar que outros tipos de empreendimentos empresariais. No geral, os sistemas de inovação atuais não são muito bem concebidos para *Deep Techs*. Portanto as *deep techs* estão emergindo como uma nova área de pesquisa, com várias *perspectivas teóricas e práticas para serem preenchidas*.

*Mediante os desafios e lacunas apresentadas, emerge o problema desta pesquisa que envolve o entendimento do ciclo de vida de deep techs, bem como a identificação do papel dos atores da 5H ao longo do seu ciclo de vida.* Nesse sentido, o objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar o papel dos atores da Hélice Quíntupla ao longo do ciclo de vida de *startups deep tech* dos ecossistemas de inovação. Para concretizar este objetivo, buscou-se (i) mapear a trajetória existente das *startups dep tech* investigadas; (ii) identificar os momentos no ciclo de vida de cada *startup*, com ênfase identificar marcos críticos em seu ciclo de vida, com foco nos desafios iniciais; (iii) examinar a contribuição de governo, universidades, empresas, sociedade civil e meio ambiente em cada etapa; e (iv) propor diretrizes para programas de pré-aceleração direcionados ao desenvolvimento dessas empresas.

A presente pesquisa será organizada, além desta introdução, em cinco seções adicionais: a segunda seção apresentará a fundamentação teórica do estudo proposto; na terceira, apresentação da metodologia escolhida para a realização da pesquisa, que será pautada em um estudo de múltiplos casos; na quarta, serão relatados os resultados encontrados ao longo do estudo e suas discussões e, na última, será apresentada a conclusão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial está dividido em três partes: a primeira aborda o ciclo de vida organizacional e sua aplicação ao contexto de *startups*; na sequência, discorre-se sobre Modelo de Hélices de Inovação e, por fim, um contexto sobre *Deep Techs*.

### 2.1 Ciclo de vida da *Startup*

O ciclo de vida organizacional, apresentado por Chandler (1962), Scott e Bruce (1987), Mucci Adizes (2004), Frezatti, Bido (2008) e Schein (2010), descrevem as diferentes fases de desenvolvimento que as organizações enfrentam ao longo de sua existência. Assim como os seres vivos, as empresas nascem, crescem, amadurecem e, eventualmente, enfrentam declínio ou transformação. Compreender esses estágios é essencial aos líderes e gestores, pois permite antecipar desafios, identificar oportunidades e implementar estratégias eficazes para o crescimento e sustentabilidade organizacional.

Dessa forma, exploram-se as teorias e modelos propostos pelos autores citados acima, cada um oferecendo uma perspectiva única sobre o ciclo de vida das organizações. Apresenta-se um recorte das teorias da evolução do desenvolvimento das organizações sob a ótica apresentada por Adizes (2004), Chandler (1962) e Schein (2010); e dos modelos apresentados por Greiner (1972) e Scott e Bruce (1987) que tratam da evolução das fases/estágios nas organizações, no sentido de proporcionar uma visão abrangente e elucidativa sobre esse tema fundamental na gestão empresarial.

Em 1962, Alfred Chandler, um historiador empresarial e teórico organizacional, se destacou por suas significativas contribuições ao estudo da evolução das organizações ao longo do tempo. Embora suas pesquisas se concentrem principalmente em estratégia e estrutura organizacional, seus conceitos também oferecem uma valiosa perspectiva sobre o ciclo de vida das organizações. Bellingieri (2012) realiza uma análise detalhada das ideias de Chandler (1962) relacionadas ao ciclo de vida organizacional, abordando diferentes estágios desse processo de evolução.

O primeiro estágio discutido é o da evolução da estrutura organizacional, que descreve como as organizações passam por uma transformação estrutural em resposta às mudanças no ambiente externo, ao mesmo tempo em que ajustam suas operações para atender às necessidades internas. Este estágio é marcado por períodos de reestruturação significativa, nos quais as empresas reagem às modificações no mercado, às inovações tecnológicas e à intensificação da concorrência.

O segundo estágio refere-se à estratégia e estrutura, no qual Chandler destaca a interdependência entre esses dois aspectos dentro das organizações. Nesse estágio, as empresas ajustam suas estruturas para facilitar a implementação de suas estratégias e alcançar seus objetivos. Esse processo envolve a criação de departamentos funcionais específicos e a adoção de hierarquias de gestão para melhorar a coordenação e o controle, garantindo que os recursos sejam alocados de forma eficiente para a execução das metas estabelecidas.

No estágio seguinte, Chandler aborda as decisões de investimento, focando em como as empresas fazem escolhas estratégicas sobre onde alocar seus recursos ao longo do tempo. As decisões de investimento não apenas determinam a direção futura dos negócios, mas também influenciam a estrutura organizacional e o desempenho da empresa à medida que ela cresce e evolui. Chandler examina como essas escolhas afetam a capacidade das empresas de se adaptar e prosperar em um ambiente de negócios dinâmico.

Outro aspecto importante discutido por Chandler é a resposta à mudança tecnológica, que destaca como as organizações enfrentam e respondem à introdução de novas tecnologias. O estágio da mudança tecnológica é crucial para o desenvolvimento das empresas, já que a inovação pode criar oportunidades, mas também exige que as organizações adaptem suas estruturas e processos para se manterem competitivas. Este momento de transição representa um desafio significativo, mas também uma chance para as empresas se reinventarem e aproveitar as novas tecnologias de forma eficaz.

Por fim, Chandler sugere que, embora não tenha desenvolvido explicitamente um modelo de ciclo de vida organizacional, as indústrias e empresas individuais passam por fases distintas de desenvolvimento ao longo do tempo. Esse processo evolutivo está intimamente ligado aos ciclos de vida setoriais, nos quais as empresas se adaptam às mudanças no setor em que atuam. Chandler analisa como as empresas, ao longo de sua trajetória, se ajustam e evoluem em resposta às fases de amadurecimento e declínio de seus setores, destacando a importância de compreender essas dinâmicas para uma gestão estratégica eficaz.

Assim, a abordagem de Chandler oferece uma visão detalhada e interconectada da evolução das organizações, com ênfase na forma como diferentes fatores, como mudanças externas, inovações tecnológicas e decisões estratégicas, influenciam o ciclo de vida das empresas.

Em suma, Alfred Chandler oferece uma visão holística da evolução organizacional, destacando a importância da estratégia, da estrutura e da adaptação às mudanças do ambiente externo. Embora suas teorias não se concentrem especificamente no ciclo de vida

organizacional, elas embasam estudos sobre como as organizações mudam e se desenvolvem ao longo do tempo.

Em 1972, o "Modelo de Greiner", proposto por *Larry E. Greiner* em seu artigo seminal "Evolution and Revolution as Organizations Grow", publicado na revista *Harvard Business Review*, descreve os estágios de crescimento e as crises de crescimento que as organizações enfrentam à medida que progridem. Greiner (1972) identificou cinco estágios de crescimento e cinco crises de crescimento associadas, cada qual seguida por uma nova fase de crescimento. No Quadro 1, abaixo está uma explicação detalhada de cada estágio e crise, de acordo com o modelo de Greiner:

**Quadro 1-** Modelo de ciclo de vida proposto por Greiner e suas Críticas (continua)

<b>Estágio</b>	<b>Descrição</b>	<b>Críticas</b>
Criatividade	Nesse estágio inicial, a organização é geralmente pequena e liderada por um empreendedor visionário. A ênfase está na inovação e na busca de oportunidades de mercado	A crise de criatividade ocorre quando a organização atinge um ponto, em que a liderança e sua estrutura informal não são suficientes, para lidar com a complexidade crescente e o volume de trabalho. Isso pode resultar em sobrecarga de trabalho, falta de controle e decisões tomadas de forma reativa. Para superar essa crise, a organização precisa de mais estrutura e sistemas formais de gestão
Direção	No estágio de direção, a organização implementa uma estrutura de gestão mais formalizada para lidar com o crescimento. Há uma clara distinção entre a liderança e os subordinados	A crise de liderança ocorre quando a estrutura hierárquica estabelecida se torna uma barreira para a tomada de decisões ágil e flexível. Isso pode resultar em burocracia, conflitos internos e falta de inovação. Para superar essa crise, a organização precisa descentralizar a tomada de decisões e promover a participação dos funcionários
Delegação	Nesse estágio, a organização descentraliza ainda mais a autoridade e delega responsabilidades para unidades de negócios ou departamentos	A crise de autonomia ocorre quando as unidades descentralizadas se tornam muito autônomas e a coordenação entre elas se torna um desafio. Isso pode levar à competição interna, conflitos de interesse e duplicação de esforços. Para superar essa crise, a organização precisa de mecanismos eficazes de coordenação e comunicação entre as unidades descentralizadas

Quadro 1- Modelo de ciclo de vida proposto por Greiner e suas Críticas (Conclusão)

Estágio	Descrição	Críticas
Coordenação	No estágio de coordenação, a organização busca integrar suas operações e sistemas para garantir eficiência e consistência	A crise de controle ocorre quando a organização se torna excessivamente burocrática e focada no controle, inibindo a flexibilidade e a inovação. Isso pode resultar em lentidão na tomada de decisões, resistência à mudança e falta de adaptação ao ambiente. Para superar essa crise, a organização precisa simplificar seus processos, promover a comunicação aberta e incentivar a inovação
Colaboração	No estágio final, a organização busca formas de colaboração mais flexíveis e adaptáveis, tanto internamente quanto com parceiros externos	A crise de burocracia ocorre, quando a organização se torna excessivamente complacente e avessa ao risco, prejudicando a capacidade de inovação e adaptação. Isso pode resultar em estagnação, perda de competitividade e resistência à mudança. Para superar essa crise, a organização precisa promover uma cultura de inovação e empreendedorismo, incentivar a experimentação e estar aberta a novas ideias e abordagens

Fonte: Adaptado de Greiner (1972)

Em resumo, observa-se que o "Modelo de Greiner", concebido por Larry E. Greiner em 1972, apresenta uma estrutura teórica que descreve os estágios de desenvolvimento e os desafios enfrentados pelas organizações ao longo de sua trajetória evolutiva.

No ano de 1987, encontram-se estudos que discorrem sobre “O Modelo Funcional”, proposto por Scott e Bruce (1987), que descreve os estágios de desenvolvimento pelos quais as organizações passam, que são: Sobrevivência, Crescimento, Expansão e Maturidade. O estágio de Sobrevivência é caracterizado pelo momento inicial da organização, cujo foco principal está na sobrevivência e na estabilização das operações. As preocupações primárias estão relacionadas à obtenção de receitas suficientes para cobrir os custos e estabelecer uma base operacional sólida, com a atenção voltada à identificação do mercado-alvo, à entrega do produto ou serviço e à construção das bases para o crescimento futuro. Nessa fase, a organização está lidando com desafios iniciais, como desenvolver sua marca, estabelecer processos operacionais e garantir recursos financeiros adequados para sustentar as operações. Já no estágio de Crescimento, a organização experimenta um aumento significativo em suas operações e recursos, o que pode incluir uma expansão do mercado, aumento das vendas, contratação de

mais funcionários e ampliação das instalações físicas. A empresa está focada em aproveitar as oportunidades de crescimento que surgem e em consolidar sua posição no mercado, buscando novos mercados ou segmentos de clientes, lançando novos produtos ou serviços e investindo em marketing e expansão de capacidades. O principal desafio dessa fase é gerenciar efetivamente o crescimento para garantir que os recursos sejam alocados de forma adequada e que a qualidade do produto ou serviço não seja comprometida. Posteriormente, no estágio de Expansão, a organização busca ativamente aumentar sua participação de mercado e expandir suas operações para novas áreas geográficas ou setores de negócios, o que pode envolver aquisições, fusões ou parcerias estratégicas para alcançar crescimento rápido e ganhos de eficiência. Durante esse estágio, a empresa está focada em aproveitar sinergias e oportunidades de escala para aumentar sua competitividade e posição no mercado, enfrentando desafios significativos relacionados à integração de novos negócios, gestão de mudanças organizacionais e garantia de que a cultura e os valores da empresa sejam preservados. Por fim, no estágio de Maturidade, a organização alcança um ponto em que o crescimento se estabiliza e as operações atingem um nível de equilíbrio, com uma presença estabelecida no mercado e uma operação eficiente que aproveita suas vantagens competitivas e maximiza seus recursos. Durante essa fase, o foco está na manutenção da posição da empresa no mercado, garantindo a satisfação do cliente e explorando oportunidades de inovação incremental, enquanto enfrenta desafios como a entrada de novos concorrentes, a obsolescência de produtos ou serviços e a necessidade de adaptação a mudanças no ambiente de negócios.

Em 2004, observa-se na literatura o “Modelo do ciclo de vida corporativo”, apresentado por Adizes, cujas etapas são denominadas “Estágios de Crescimento” e envolvem as seguintes fases: Nascimento, Crescimento, Maturidade e Declínio.

No estágio de Nascimento, a organização está começando sua existência, sendo caracterizada pela energia e entusiasmo dos fundadores, que estão focados em estabelecer a organização e obter aceitação do mercado. Durante essa fase, a liderança é centralizada e as decisões são tomadas de forma rápida e flexível, havendo uma ausência de procedimentos formais e de uma estrutura organizacional definida. A principal preocupação nessa etapa é garantir a sobrevivência da organização e superar os desafios iniciais, como a obtenção de financiamento e a conquista de clientes.

Em seguida, no estágio de Crescimento, a organização experimenta um rápido crescimento e expansão, com aumento na demanda por produtos ou serviços, enquanto atrai mais clientes e recursos. Nesse momento, a estrutura organizacional começa a se desenvolver, e as responsabilidades passam a ser distribuídas entre os membros da equipe. A comunicação e

a coordenação tornam-se mais complexas à medida que a organização cresce, e a principal preocupação é gerenciar esse crescimento de forma eficaz, garantindo que a organização mantenha sua agilidade e capacidade de inovação.

Posteriormente, no estágio de Maturidade, a organização atinge um ponto de estabilidade e consolidação, já possuindo uma posição sólida no mercado, com operações bem estabelecidas. Nesse estágio, a estrutura organizacional é formalizada, os processos são padronizados, e a hierarquia está claramente definida, com ênfase na eficiência e no controle. A principal preocupação nessa fase é manter a relevância no mercado e evitar a complacência, exigindo que a organização continue inovando e se adaptando às mudanças no ambiente externo.

Por fim, no estágio de Declínio, a organização começa a enfrentar desafios e sinais de deterioração, muitas vezes provocados por mudanças no mercado, problemas internos ou obsolescência de produtos ou serviços. Durante essa fase, pode ocorrer uma diminuição nas vendas, nos lucros ou na participação de mercado, enquanto a cultura organizacional pode se tornar resistente à mudança, e a liderança enfrenta dificuldades em adaptar-se às novas circunstâncias. A principal preocupação é identificar os sinais de declínio e tomar medidas para revitalizar a organização, o que pode incluir reestruturação, redefinição da estratégia ou mesmo aquisição ou fusão com outras empresas.

O modelo de ciclo de vida organizacional, apresentado por Adizes (2004), oferece uma estrutura para entender as mudanças e desafios enfrentados pelas organizações, ao longo do tempo. Ele destaca a importância de adaptar as práticas de gestão e a estrutura organizacional de acordo com as necessidades de cada estágio do ciclo de vida.

Schein (2010) é um dos principais teóricos da cultura organizacional, e sua obra discorre sobre o ciclo de vida organizacional. Schein (2010) aponta como a cultura organizacional evolui ao longo do tempo e como isso está relacionado aos estágios de desenvolvimento das organizações. Na evolução da cultura organizacional, a cultura é fundamentalmente moldada pela história e pela experiência compartilhada da organização ao longo do tempo. Conforme a organização evolui e enfrenta diferentes desafios e oportunidades, sua cultura também evolui em resposta a essas mudanças. Nos estágios de desenvolvimento, as organizações passam por diferentes fases ao longo de sua existência, sendo que cada estágio é caracterizado por padrões distintos de comportamento, valores e crenças compartilhadas pela equipe. No aprendizado organizacional, destaca-se a importância do aprendizado na evolução da cultura e no ciclo de vida da organização. Esse é o momento em que as organizações aprendem com suas experiências, influenciando a cultura organizacional e os processos de tomada de decisão ao

longo do tempo. Em liderança e mudança cultural, destaca-se a importância do papel dos líderes na formação e transformação da cultura organizacional. Nesse estágio, os líderes têm o poder de moldar os valores e comportamentos da organização, e a mudança cultural pode ser facilitada por meio de estratégias de liderança eficazes. Por fim, na fase de resistência à mudança, as organizações podem enfrentar resistência quando tentam transformar sua cultura. Nesse momento, os líderes buscam entender essa resistência e encontrar meios para superá-la, promovendo uma cultura de mudança positiva.

Em resumo, Schein (2010) oferece uma perspectiva única sobre o ciclo de vida organizacional, destacando a importância da cultura organizacional, na evolução e no desenvolvimento das organizações, ao longo do tempo. Suas ideias mostram como as organizações podem entender e gerenciar sua cultura para se adaptar às mudanças do ambiente interno e externo.

O recorte apresentado, a partir dos estudos dos teóricos Chandler (1962), Greiner (1972), Scott e Bruce (1987), Adizes (2004) e Schein (2010) abordam pontos relevantes sobre estratégia, estrutura, crescimento e cultura organizacional em seus modelos. É evidente que todos convergem para a necessidade de adaptação contínua e aprendizado ao longo do ciclo de vida organizacional. Essa compreensão abrangente é essencial para promover o crescimento sustentável e a resiliência em um ambiente empresarial em constante evolução. Observa-se, no Quadro 2, uma síntese dos estágios do Ciclo de Vida Organizacional (CVO).

**Quadro 2 - Síntese dos modelos de CVO, Estágios e Ênfase**

(continua)

<b>Autores</b>	<b>Modelo de Ciclo de Vida Organizacional</b>	<b>Principais Estágios</b>	<b>Ênfase para o Ciclo de Vida</b>
Alfred Chandler (1962)	Contribuições à história empresarial e à teoria organizacional, explorando a evolução das organizações em resposta a mudanças na estrutura, estratégia e sistemas de gestão.	Evolução da Estrutura Organizacional, Estratégia e Estrutura, Decisões de Investimento, Resposta à Mudança Tecnológica, Ciclos de Vida Setoriais.	Ênfase na adaptação e na resposta às mudanças para manter a competitividade e sustentabilidade.
Larry Greiner (1972)	"Modelo de Greiner", fase de crescimento organizacional x crises de crescimento.	Fase de Criatividade, Fase de Direção, Fase de Delegação, Fase de Coordenação, Fase de Colaboração.	Propõe estratégias para superar as crises de crescimento e continuar o desenvolvimento.

**Quadro 2 - Síntese dos modelos de CVO, Estágios e Ênfase**

(conclusão)

<b>Autores</b>	<b>Modelo de Ciclo de Vida Organizacional</b>	<b>Principais Estágios</b>	<b>Ênfase para o Ciclo de Vida</b>
Scott e Bruce (1987)	Modelo Funcional.	Sobrevivência, Crescimento, Expansão e Maturidade.	Evolução e os desafios enfrentados pelas organizações, ao longo de seu ciclo de vida, destacando a importância de cada estágio - desde a sobrevivência inicial até a maturidade consolidada.
Ichak Adizes (2004)	Teoria do ciclo de vida organizacional.	Nascimento, Crescimento, Maturidade, Declínio	Adaptação e gestão eficaz, durante cada estágio, para o sucesso organizacional.
Edgar Schein (2010)	Exploração da evolução da cultura organizacional, ao longo do tempo e sua influência no ciclo de vida organizacional, especialmente durante os períodos de mudança e transformação.	Evolução da cultura organizacional e sua influência no ciclo de vida.	Ênfase na compreensão da cultura organizacional para facilitar a gestão da mudança.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Adicionalmente às distintas abordagens do ciclo de vida organizacional, é relevante contemplar a análise do ciclo de vida, em relação ao perfil das empresas, incluindo as *startups* como um exemplo representativo.

No mundo empreendedor, as *startups* desempenham um papel fundamental na inovação e no desenvolvimento econômico. No entanto, assim como qualquer outra organização, as *startups* também passam por estágios distintos de desenvolvimento ao longo de sua jornada. Compreender o ciclo de vida das *startups* é crucial, para os empreendedores e investidores, pois fornece percepções valiosas sobre os desafios e oportunidades que podem surgir em cada fase do processo. Portanto faz-se necessário analisar as teorias e modelos propostos na literatura e fazer um recorte da contribuição das perspectivas sobre o ciclo de vida das *startups*, proporcionando uma visão abrangente e elucidativa sobre esse tema fundamental nas trajetórias das empresas. Desde a proposta inicial de Chandler (1962) até as teorias contemporâneas do Ciclo de Vida Organizacional (CVO), a evolução dessas ideias tem proporcionado questionamentos sobre como as empresas se desenvolvem ao longo do tempo. No entanto, no contexto específico das *startups*, essas teorias enfrentam desafios significativos de aplicação, o que tem gerado críticas e a necessidade de adaptação dos modelos tradicionais. Observa-se que em todos os modelos e proposições apresentadas neste estudo, as *startups* passam por estágios distintos de concepção, desenvolvimento, entrada no mercado, crescimento acelerado e, em

alguns casos, encerramento das operações. Dentro desse ciclo, eventos críticos, como crises ou mudanças no mercado, podem desencadear pontos de inflexão que determinam o curso futuro da empresa.

Além dos modelos mais estabelecidos, também existem alguns poucos modelos de ciclo de vida focados especificamente em *startups*. Entre eles estão os propostos por Churchill e Lewis (1983) que, embora não tenham sido inicialmente concebidos para esse tipo de organização, têm sido amplamente adotados nesse contexto. Também merecem menção os modelos de Block e MacMillan (1985), Gaibrath (1982) e Kazanjian e Drazin (1988), mais recentemente, o de Passaro, Quinto e Rippa (2016), em que esse último apresenta algumas distinções em relação aos anteriores.

Gaibrath (1982) propõe um modelo de ciclo de vida organizacional e segundo sua abordagem, as organizações passam por diferentes estágios, desde a fase de nascimento até a maturidade e, eventualmente, declínio. Esses estágios incluem períodos de crescimento acelerado, consolidação, e adaptação às mudanças no ambiente externo e interno. O modelo de Gaibrath (1982) destaca a importância da inovação, da adaptação e da liderança eficaz, ao longo do ciclo de vida da *startup*, apontando para informações importantes a gestores que buscam compreender e administrar o crescimento e a evolução de suas organizações.

O modelo proposto por Churchill e Lewis (1983) representa um marco significativo na compreensão das dinâmicas empresariais emergentes. Fundamentado em uma extensa pesquisa empírica, o *framework* delineado por esses autores oferece uma estrutura conceitual robusta, para analisar o desenvolvimento temporal das *startups*, identificando distintas fases que atravessam desde sua concepção até sua maturidade, ao considerar os estágios de existência, sobrevivência, sucesso, decolagem e maturidade. O modelo de Churchill e Lewis (1983) fornece uma visão abrangente das transformações internas e externas que as *startups* experimentam, ao longo de seu ciclo de vida, destacando a importância de estratégias adaptativas e de gestão eficaz para promover a sustentabilidade e o sucesso organizacional.

Segundo Block e MacMillan (1985), o ciclo de vida organizacional das *startups* é um processo dinâmico que envolve várias fases críticas, desde a concepção até o crescimento sustentável. Inicialmente, na fase de iniciação, empreendedores identificam uma oportunidade de mercado e desenvolvem um conceito inovador. Em seguida, na fase de lançamento, ocorre a criação do produto ou serviço, muitas vezes, apoiada por um modelo de negócio disruptivo. À medida que a *startup* avança para a fase de crescimento, a empresa foca em escalabilidade, expansão de mercado e aquisição de clientes, enfrentando desafios como gestão eficiente e manutenção da inovação. Finalmente, na fase de maturidade, a *startup* busca consolidar sua

posição no mercado, otimizando processos e maximizando a sustentabilidade financeira, enquanto continua a inovar para se manter competitiva. Esse ciclo de vida exige um equilíbrio constante entre empreendedorismo e inovação, fatores essenciais para a sobrevivência e sucesso das *startups*.

O modelo de ciclo de vida organizacional das *startups*, proposto por Kazanjian e Drazin (1988), aponta quatro estágios cruciais no desenvolvimento de novas empresas. Na fase de concepção e desenvolvimento, a *startup* se concentra na identificação de oportunidades de mercado e na formulação de ideias inovadoras, culminando na criação de um produto ou serviço inicial. A seguir, na fase de comercialização e validação, a empresa testa suas ofertas no mercado, busca a validação do conceito e estabelece uma base inicial de clientes. O terceiro estágio, de crescimento e expansão, é caracterizado pela escalabilidade, aumento da capacidade produtiva e ampliação da base de clientes, enfrentando desafios como gestão de recursos e manutenção da qualidade. Por fim, na fase de estabilização e consolidação, a *startup* procura otimizar operações, assegurar a sustentabilidade financeira e solidificar sua posição no mercado, ao mesmo tempo em que continua a inovar para manter-se competitiva. Esse modelo destaca a necessidade de uma gestão estratégica adaptativa, ao longo de cada estágio, sublinhando a importância da flexibilidade e da capacidade de resposta às mudanças ambientais para o sucesso em longo prazo das *startups*.

O modelo de ciclo de vida organizacional das *startups*, proposto por Passaro, Quinto e Rippa (2016), apresenta uma abordagem estruturada e dinâmica, composta por quatro estágios principais. O primeiro consiste na ideação, envolve a identificação de oportunidades de mercado e a geração de ideias inovadoras. O segundo estágio envolve a intenção, fase de enriquecimento, em que as ideias são refinadas e o modelo de negócio é desenvolvido e testado. No terceiro estágio, denominado de começo, a *startup* lança seus produtos ou serviços no mercado, focando na obtenção de feedback e validação dos clientes iniciais. A quarta fase ou estágio é chamada de expansão – caracterizada pela escalabilidade, cuja empresa busca aumentar sua capacidade de produção e ampliar sua base de clientes, enfrentando desafios relacionados à gestão de recursos e operações. Esse modelo destaca a importância de uma gestão estratégica adaptativa e a necessidade de inovação contínua, em cada fase do ciclo de vida, enfatizando que o sucesso, em longo prazo das *startups*, depende de sua capacidade de evoluir e se adaptar às mudanças do ambiente empresarial. Para evidenciar as limitações desses modelos, elaboramos o Quadro 3.

**Quadro 3 - Modelo de ciclo de vida das *Startups* e suas Críticas**

Modelos	Estágios	Críticas
Gaibrath (1982)	(i) Prova do protótipo; (ii) modelo de comercialização; (iii) modelo de produção; (iv) crescimento natural; e (v) manobra estratégica.	Enfatiza o desenvolvimento estrutural da empresa e ignora os problemas financeiros das <i>startups</i> . Não considera o contexto de países emergentes.
Churchill e Lewis (1983)	(i) Existência; (ii) sobrevivência; (iii) sucesso; (iv) decolagem; e (v) maturidade.	Esse modelo ignora a etapa de concepção da ideia do negócio, bem como o do protótipo, que são fundamentais para negócios de base tecnológica. Não considera o contexto de países emergentes.
Block e MacMillan (1985)	(i) Conclusão de conceito e teste do produto; (ii) conclusão do protótipo; (iii) primeiro financiamento; (iv) conclusão dos testes iniciais; (v) teste de mercado; (vi) começo da produção; (vii) indicador de vendas; (viii) primeira ação competitiva; (ix) novo design; e (x) mudança de preço.	Por mais que esse modelo apresente marcos das <i>startups</i> , em vez de estágios delimitados, os autores não adentram as especificidades da estrutura organizacional. Não considera o contexto de países emergentes.
Kazanjian e Drazin (1988)	(i) Concepção e desenvolvimento; (ii) comercialização; (iii) crescimento; e (iv) estabilidade.	Focado no produto e na tecnologia e pouco no negócio da <i>startup</i> . Não aborda a estrutura organizacional. Não considera o contexto de países emergentes.
Ries (2011)	(i) Construir-Medir-Aprender; (ii) Produto Mínimo Viável (MVP) (iii) Pivô ou Perseverança; (iv) Pivô ou Perseverança; (v) Contabilidade Inovadora (vi) Desenvolvimento Contínuo; (vii) Cultura de Aprendizado	Propõe uma metodologia que foca menos na execução de planos de negócios tradicionais e mais na adaptação rápida através do aprendizado contínuo sobre o que os clientes realmente querem e precisam
Passaro, Quinto e Rippa (2016)	(i) Ideação; (ii) intenção; (iii) começo; e (iv) expansão.	Diferentemente dos outros autores, esse modelo enfatiza o processo de ideação e intenção. Porém, ao focar mais no processo de concepção, não explora devidamente o processo de crescimento estrutural da <i>startup</i> . Não considera o contexto de países emergentes.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Uma ideia recorrente em todos os modelos é a divisão do ciclo de vida da *startup*, em estágios distintos, o que permite uma compreensão mais clara e sequencial do processo de desenvolvimento. Todos os modelos reconhecem a importância de etapas como concepção, desenvolvimento, comercialização e crescimento para o progresso da *startup*.

No entanto, as divergências surgem na abordagem específica de cada modelo. Por exemplo, enquanto alguns modelos enfatizam o desenvolvimento estrutural da empresa, outros priorizam o produto e a tecnologia. Além disso, há diferenças na consideração, dada à estrutura organizacional da *startup*, com alguns modelos negligenciando esse aspecto. Outra divergência significativa é a falta de consideração do contexto de países emergentes, em muitos dos modelos, o que limita sua aplicabilidade em ambientes empresariais diversos.

Antunes *et al.* (2022) fizeram uma discussão teórica inicial sobre o ciclo de vida das *startups*, apresentando seis fatores cruciais para o desenvolvimento de ferramentas ou modelos que visam melhorar a gestão dessas empresas. Entre os fatores, destacam-se: (i) Estrutura Organizacional; (ii) Governança Corporativa; (iii) Fontes de Financiamento; (iv) Fatores Críticos de Sucesso. (v) Riscos e incertezas; e (vi) Gestão de Riscos. Cada um desses elementos não apenas influencia diretamente o sucesso das *startups*, mas também se complementam, criando um ambiente propício para a inovação, crescimento e sustentabilidade em longo prazo dessas empresas emergentes.

Churchill e Lewis (1983) e Greiner (1982) destacaram que a estrutura organizacional é apontada como fundamental, no ciclo de vida das *startups*, evoluindo conforme aumenta a complexidade da gestão. Sugere-se, portanto, uma arquitetura organizacional flexível e ambidestra, especialmente para *startups* inovadoras. Além disso, uma governança corporativa consiste no conjunto de princípios e práticas que regulam o poder dentro da organização, é crucial para garantir a transparência, minimizar conflitos e atrair recursos (Cumming; Johan, 2009; Instituto Brasileiro de Governança Corporativa, 2019).

Já as fontes de financiamento consideram os recursos próprios, investidores anjo, *crowdfunding*, *Venture Capital Private Equity* e ofertas públicas de ações (IPO), sendo essenciais, para superar as limitações financeiras, ao longo do ciclo de vida (Grando, 2012; Ries, 2011). Os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) influenciam diretamente a trajetória da *startup* e podem ser agrupados, em fatores individuais (habilidades do empreendedor), grupais (dinâmica entre fundadores e equipe), organizacionais (gestão interna) e ambientais (condições econômicas e regulamentações de mercado).

Finalmente, os "Riscos e Incertezas" representam grandes desafios para *startups*, nas áreas operacionais, de gestão, no relacionamento com *stakeholders* e no ambiente competitivo

(Burnett; McMurray, 2008; Grimaldi; Grandi, 2005; Smilor; Gill, 1986). Para auxiliar na gestão de riscos, o apoio de incubadoras, aceleradoras e dos parques tecnológicos é crucial, pois fornecem suporte especializado e oportunidades de networking que favorecem a sobrevivência e o crescimento dessas empresas (Grimaldi; Grandi, 2005).

Por fim, nessa linha de pensamento, Antunes *et al.* (2022) desenvolveram um modelo para o ciclo de vida de *startups*, apresentado na Figura 1.

**Figura 1 - Ciclo de Vida de Startup**

		<b>Estratégia: Crescimento da Firma</b>				
		Objetivo: Validar a ideia e do conceito do produto	Objetivos: Desenvolver o prototipo do produto e sua viabilidade Estruturar e comercializar o produto Buscar financiamento para o produto e empresa	Objetivos: Maximizar o lucro Profissionalizar a gestão da empresa	Objetivos: Consolidar e manter os retornos financeiros constantes Diversificar a linha de produtos inovadores	
<b>Estrutura Organizacional</b>		Mínimo e informal	Centralizada e funcional	Descentralizada e funcional	Diversificada (matricial, de equipes, e outros)	
	<b>Governança Corporativa</b>	Sem mecanismos de governança	Mecanismos de governança incipientes	Governança Corporativa básica	Governança Corporativa	
<b>Financiamento</b>		<i>Bootstrap</i>	Capital semente e investidores anjos	<i>Venture Capital</i>	<i>Private Equity</i> e/ou IPO	
<b>Riscos e Incertezas</b>		Riscos operacionais	Riscos operacionais e de gestão	Riscos dos <i>stakeholders</i>	Riscos operacionais e ambientais	
<b>Apoio ao Negócio</b>		Eventos e programas	<i>Coworking</i> , incubadoras e aceleradoras	Parques e polos científicos-tecnológicos	Estrutura própria*	
<b>Fatores Críticos</b>		Individual e grupal	Individual, grupal e poucos fatores do organizacional	Organizacional e ambiental	Organizacional e ambiental	
		Ideação	Estruturação	Gestão e Escalabilidade	Repouso e Inquietação	<b>Tempo</b>

Fonte: Antunes *et al.* (2022)

Na Figura 1, Antunes *et al.* (2022) apresentam, de maneira resumida, o ciclo de vida das *startups*, considerando, para isso, os elementos críticos do seu negócio. Em outras palavras, como o passar do tempo (frações temporais), seta horizontal, as *startups* desenvolvem suas ações (movimentos) para conseguir concluir seus objetivos. Essas ações, portanto, ocorrem, em seus elementos críticos, seta vertical, transformando, com o tempo, a estrutura organizacional, a governança, o financiamento, o apoio aos negócios, os fatores críticos de sucesso e os riscos e incertezas. Assim que esse conjunto de ações permite alcançar os objetivos daquele momento, novos objetivos emergem até o ponto em que a organização deixa de ser uma *startup* e alcance o status de média ou grande corporação. Além disso, à medida que os objetivos são alcançados,

a estratégia de crescimento da *startup* vai sendo concluída, dando espaço para a estratégia de maximização da riqueza. Por fim, todo esse processo reflete a mutabilidade desses negócios, associada, diretamente, com a sua individualidade, ou seja, o seu próprio ritmo de crescimento e desenvolvimento.

## **2.2 Contextualização sobre as hélices - Hélice Quintupla**

O modelo de inovação de Hélice Tríplice (HT) nasceu das iniciativas laterais da universidade-empresa-governo (UEG) da Nova Inglaterra, a partir da década de 1920, para renovar uma economia industrial em declínio. As iniciativas partiram da liderança política da região, embora um líder acadêmico, o reitor Compton do *MIT*, tenha desempenhado papel fundamental, na invenção de uma nova organização *pro bono* de capital de risco, com o apoio das comunidades empresariais e políticas. Paralelamente, outro grupo de hélices duplas universidade-governo e indústria-universidade convergiu no Vale do Silício, no início da década de 1990, graças a *Joint Venture Silicon Valley*. Uma iniciativa liderada por acadêmicos e apoiada por líderes políticos e empresariais locais, que produziram a versão mais dinâmica do modelo até o momento. As interações UEG, que formam uma “Hélice Tríplice” de inovação e empreendedorismo, são a chave para o crescimento econômico e o desenvolvimento social baseados no conhecimento. Indo além da coevolução das instituições mediante interações mútuas, trata-se da transição das principais esferas de dupla para HT (Leydesdorff; Etzkowitz, 1998).

Etzkowitz e Leydesdorff (1995) iniciaram as discussões sobre HT, composta pela interação da UEG, cuja junção auxilia no entendimento dos processos de inovação por meio de sua interação. Os papéis desempenhados pelos componentes são: a universidade atua no desenvolvimento do conhecimento; a indústria coloca esse conhecimento em prática; e o governo atua no desenvolvimento de políticas públicas, para financiar e minimizar as dificuldades, para a implantação e desenvolvimento da cultura de inovação. A HT defende que a interação entre universidade, setor produtivo e governo é fundamental para aprimorar a inovação em uma sociedade baseada no conhecimento (Fe, 2009).

De forma complementar, a proposta da HT, desenvolvida em 1995, envolve as interações dinâmicas entre os diversos atores do ecossistema de inovação (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995). Inicialmente estruturado como um modelo tripartite, envolvendo UEG, a chamada HT, serve como uma metáfora para identificar os atores do ecossistema e explicar sua dinâmica, no âmbito da inovação e empreendedorismo, essenciais para alavancar o crescimento

econômico e o desenvolvimento social de um país (Almeida; Rocha, 2019; Etzkowitz; Zhou, 2017; Mineiro *et al.*, 2018).

Para atingir esse desenvolvimento, a HT propõe que a inovação surja dos conjuntos de esforços entre instituições de ensino e pesquisa, setor produtivo e governo, formando uma espiral contínua que gera um processo complexo e dinâmico. Nesse modelo, as universidades assumem um papel empreendedor, com a combinação do ensino e pesquisa e transferência de tecnologia para o setor empresarial, transformando o conhecimento gerado em um valor econômico e social. Sob o ponto de vista das empresas, a parceria com as universidades visa encurtar a distância, para a introdução de inovações no mercado, com custos e prazos menores. Já o governo normatiza o ecossistema e apoia financeiramente os projetos, aumentando a atratividade das atividades de P&D quanto aos riscos tecnológicos inerentes (Abrahão; Ghesti, 2023).

Vale mencionar, de forma individual, o papel de cada um dos atores. A academia, composta por universidades e centros de pesquisa, é a principal fonte de conhecimento e inovação. Seu papel é gerar novos conhecimentos, por meio de pesquisa e desenvolvimento e formar profissionais qualificados que possam atuar nos diversos setores da economia. O importante é que essas instituições produzam conhecimento técnico ou científico, quantificado por meio de publicações ou registros de propriedade industrial. Nessa relação, a universidade atua como um espaço onde o conhecimento é coletado, organizado e divulgado, além de ser o local de geração de novos conhecimentos, tanto práticos quanto teóricos (Lima; Torkomian, 2023).

A empresa é o motor econômico da hélice, convertendo conhecimentos e inovações em produtos e serviços que atendem às necessidades do mercado. Ela também é um importante financiador de pesquisas e desenvolvimento, colaborando com a academia para transformar ideias em soluções práticas. Há uma tendência reducionista na literatura em português, ao traduzir "indústria" simplesmente como "indústria", excluindo implicitamente empresas de serviços e comércio da discussão. Além disso, nessa hélice, também estão incluídas entidades associativas do setor produtivo, como câmaras de comércio, entidades de apoio, associações industriais e sindicatos patronais, que, muitas vezes, são alocadas em outras categorias, como frutos das relações entre as hélices (como no caso do Sistema S, que são entidades do setor produtivo) (Lima; Torkomian, 2023).

O governo desempenha um papel crucial na criação de políticas públicas, regulação e incentivos que fomentam a inovação e exerce funções tradicionais, que são essenciais para o fomento da inovação, como garantir um ambiente econômico estável, por meio de legislações

claras e rigorosas e garantir a segurança jurídica nos contratos. Ele atua como um facilitador, criando um ambiente propício para que as outras esferas possam colaborar de forma eficaz. O governo é responsável por garantir que as práticas inovadoras estejam alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável e o bem-estar social. Além disso, sua atuação é diretamente ligada ao incentivo à pesquisa, ciência, tecnologia e inovação, promovendo o desenvolvimento desses setores. Outras funções relevantes incluem o poder de compra governamental e o investimento em infraestrutura estratégica, que contribuem diretamente para o desenvolvimento econômico (Cai, 2022; Lara *et al.*, 2020).

Embora o modelo da Tríplice Hélice seja reconhecido por sua importância teórica e gerencial, ele enfrenta algumas críticas. Cai e Etzkowitz (2020) mencionam que os críticos veem a Tríplice Hélice mais como um conceito normativo que um quadro analítico neutro, destacando uma possível falta de fundamentação teórica. Nesse sentido, novas abordagens surgiram, ao longo dos anos, pautadas na inclusão da sociedade no modelo. Partindo desse pressuposto, Carayannis e Campbell (2009) propõem que ao modelo HT seja adicionada a sociedade civil organizada, como representante de uma quarta hélice.

A Hélice Quádrupla (HQ) considera a sociedade civil organizada associada à mídia, às indústrias criativas, cultura, valores, estilos de vida, arte e classe criativa (Carayannis; Campbell, 2009; Carayannis; Rakhmatullin, 2014). Mineiro e Castro (2020), em uma revisão sistemática da literatura do período de 1995 a 2017, apontam que, além da sociedade criativa, as representações mais frequentes da sociedade foram: (i) sociedade civil e comunidade ampla; (ii) sociedade pública e civil baseada em mídia e cultura; (iii) usuários de inovação (grupos que representam consumidores); (iv) classe criativa; e (v) organizações não governamentais (ONGs) e associações.

A representação como usuária da inovação considera o desenvolvimento de inovações pertinentes a ela, assim sendo os cidadãos conduzem à inovação. Os cidadãos não apenas estariam envolvidos no trabalho de desenvolvimento, como também na capacidade de propor novos tipos de inovações, conectando-se com suas partes interessadas na indústria, academia ou governo (Mineiro, 2019).

Nesse olhar de usuária da inovação, os usuários estão no centro do modelo e se incentiva o desenvolvimento de inovações que sejam pertinentes para eles e nota-se que é a grande impulsionadora dos processos inovativos (Carayannis; Barth; Campbell, 2012; Carayannis; Campbell, 2009; Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Etzkowitz; Zhou, 2017; Leydesdorff; Park; Lengyel, 2014; Mineiro *et al.*, 2018).

Quanto às associações, Mulyaningsih (2015) ressalta que as associações não apenas promovem o fortalecimento das empresas de TIC, mas também desempenham um papel crucial na criação de um ambiente colaborativo que favorece a inovação. Ao fomentar a cooperação entre diferentes atores dentro desses parques, as associações auxiliam na otimização de recursos, compartilhamento de conhecimento e no desenvolvimento de projetos de inovação conjunta. Além disso, essa interação facilita o intercâmbio de boas práticas e a criação de redes de suporte, essenciais para o crescimento sustentável das empresas.

Complementando essa visão, Mineiro, Castro e Amaral (2023) enfatizam que as associações também possuem uma função estratégica no suporte à expansão de mercado. Atuando como ponte entre empresas associadas e novos mercados, elas viabilizam a internacionalização, a inserção em cadeias globais de valor e a diversificação das atividades econômicas das empresas. Ademais, essas entidades fornecem capacitação contínua, o que não apenas melhora a competitividade das empresas, mas também assegura que elas estejam em conformidade com normativas regulatórias, evitando barreiras legais que possam prejudicar sua atuação no mercado. Essas características colocam as associações como agentes essenciais, para a sobrevivência e crescimento das empresas de TIC, em ambientes altamente competitivos, além de potencializarem sua capacidade de inovação e adaptação quanto às rápidas mudanças tecnológicas e de mercado.

Além desses entendimentos, a HQ também pode ser vista como: organizações financeiras (Colapinto; Porlezza, 2012); organizações intermediárias (Van Horne; Dutot, 2017); e coletivos ou comunidades (Mineiro, 2019).

Enquanto organização financeira, Colapinto e Porlezza (2012) apontam como um dos principais impulsionadores do processo de inovação o financiamento e destacam a necessidade das organizações financeiras para fomentar o crescimento da receita e a comercialização nos ambientes de inovação (Mineiro; Castro; Amaral, 2019).

Já as organizações intermediárias podem assumir diferentes formas: algumas são internas às universidades, como os escritórios de transferência de tecnologia; outras atuam de maneira externa, como associações sem fins lucrativos ou patrocinadas pelo governo; e há também aquelas que funcionam entre esses dois mundos, como incubadoras e parques científicos (Van Horne; Dutot, 2017).

Essa diversidade de organizações intermediárias é essencial para conectar os diferentes atores dentro de um sistema de inovação. Lindberg, Lindgren e Packendorff (2014) reforçam essa ideia, ao argumentar que, para que a sociedade civil tenha uma participação ativa em programas e projetos de inovação, essas organizações precisam assumir papéis fundamentais

na articulação entre governo, empresas, universidades e a própria sociedade. Sem essa articulação, é difícil garantir que os interesses da sociedade sejam levados em conta de maneira eficiente e que as inovações realmente tenham um impacto positivo e abrangente.

De forma adicional, têm-se os coletivos ou comunidades que são sistemas abertos, orgânicos, apartidários e horizontais, que conectam empresas e outros atores em um ecossistema de inovação. Eles têm a mesma importância que outros atores da tríplice hélice (governo, universidade e empresas), pois refletem as demandas da sociedade e possuem grande capacidade de mobilização e representação social (Mineiro; Amaral; Castro, 2019).

Nesse sentido, a quarta hélice pode ter diferentes definições, dependendo do contexto em que está inserida e do valor que entrega para as atividades de inovação (Hasche; Hölund; Linton, 2020). Além disso, a sociedade pode desempenhar diversos papéis no ecossistema de inovação, como: 1) promover a conexão entre os atores da tríplice hélice (governo, universidade e empresas), cidadãos e usuários (Nordberg, 2015); 2) transformar a sociedade por meio de mudanças no comportamento do consumidor, padrões de produção, normas e valores (Grundel; Dahlstrom, 2016); 3) fortalecer regiões ao atrair novas entidades (Kolehmainen *et al.*, 2016); 4) colaborar com parceiros do ecossistema para cocriar ambientes inovadores e impulsionar o desenvolvimento regional (McAdam; Miller; McAdam, 2016); 5) participar de processos de cocriação para o desenvolvimento de inovação aberta (Mineiro *et al.*, 2018); 6) gerar múltiplas interações entre agentes intra e inter-hélices (Mineiro *et al.*, 2018); e 7) mobilizar os atores envolvidos (Mineiro; Castro; Amaral, 2019).

Independente da abordagem associada à sociedade, a combinação das quatro perspectivas – universidade, empresa, governo e sociedade civil organizada – aponta para a conceitualização, contextualização, design, implementação e evolução dos ecossistemas de inovação e empreendedorismo, com crescimento inteligente e sustentável (Carayannis; Rakhmatullin, 2014).

Em um mundo de hiperconexão, em que a interação entre pessoas, tecnologias e tanto a inteligência humana quanto a artificial se entrelaçam de formas surpreendentes, surgem desafios para encontrar caminhos viáveis e sustentáveis para o futuro. Nesse contexto, emergem discussões, a respeito da Hélice Quíntupla (5H) da inovação, conforme conceituada por Carayannis e Campbell (2009) que representa uma evolução adicional aos modelos anteriores. Esse modelo captura efetivamente a natureza e meio ambiente fortemente acoplada e interdependente do ecossistema de inovação (Carayannis; Campbell, 2022).

O design do modelo 5H é baseado em uma sociedade que exige soluções sustentáveis e expõe uma preocupação crescente com os problemas ecológicos. O desafio do aquecimento

global é acompanhado pelo desafio da sustentabilidade no século XXI. A 5H 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). Essa hélice representa um motor de novos conhecimentos e inovações, em resposta aos desafios ambientais, sendo uma abordagem mais ampla na perspectiva das transformações socioecológicas e dos ambientes naturais (Grundel; Dahlstrom, 2016; Lara *et al.*, 2020).

A Hélice Quíntupla se concentra na interação entre universidades, governo e indústria, incorporando mais dois elementos: a sociedade civil e o meio ambiente. O modelo da 5H pode ser um paradigma de referência, para a previsão social e tecnológica, em uma tentativa sistêmica de olhar para o futuro da ciência, da tecnologia digital, da sociedade, da economia e de suas interações, a fim de promover benefícios sociais, econômicos e ambientais (Cai, 2022). O meio ambiente, enquanto ator, introduz a dimensão ecológica ao modelo. Esse elemento enfatiza a necessidade de que todas as inovações e desenvolvimentos ocorram de forma sustentável, respeitando os limites ecológicos e contribuindo para a preservação do planeta para as futuras gerações.

Nesse contexto, Cai (2022) aborda que a produção de conhecimento do Modo 3 e as HQ ou 5H ajudam a 'converter a “destruição criativa” (pelo menos parcialmente) em uma “aprendizagem criativa” e uma “coevolução criativa” (Carayannis; Campbell, 2009, p. 58).

Carayannis, Campbell e Grigoroudis (2021) resumiram o tema central do modelo HQ e 5H em dois aspectos. Primeiro, o avanço adicional do conhecimento e da inovação é seriamente restringido sem democracia ou democracia do conhecimento. Segundo, a proteção ambiental também atua como um impulsionador, para mais conhecimento e inovação, o que deve resultar em uma situação ganha-ganha para a sustentabilidade ambiental e a inovação sustentável.

Outros autores trazem reflexões sobre a abordagem de 5H. A Figura 2 demonstra a atuação de cada ator na HQ, destacando seus principais papéis no ecossistema de inovação: governo (regulador e fomentador da inovação); universidades e empresas (produtores da inovação); sociedade e meio ambiente (indutores da inovação).

**Figura 2** - Atores da Hélice Quintupla da Inovação



Fonte: Abrahão e Ghesti (2023)

O governo pode oferecer incentivos fiscais, subsídios e outras formas de apoio, para encorajar a indústria a investir em inovação, especialmente em áreas que têm potencial para beneficiar a sociedade e o meio ambiente. A sociedade civil atua como uma força de fiscalização e advocacia, assegurando que as políticas públicas sejam justas, inclusivas e alinhadas com as necessidades da população. Isso inclui pressão para que as inovações sejam acessíveis e beneficiem a maioria da sociedade.

A importância fundamental da estrutura de 5H, na gestão eficiente daecoinovação, propõe uma visão ampla que incorpora questões ambientais e sociais em um sistema dinâmico para o desenvolvimento sustentável. Podemos observar que uma abordagem centrada em ecossistemas, ancorada na 5H, promove uma rápida circulação de conhecimento e recursos cruciais, para enfrentar os desafios da ecoinovação, como os altos custos em P&D e a complexidade de integração de tecnologias sustentáveis (Planes-Satorra; Paunov, 2019).

O estudo acrescenta uma estrutura metodológica inovadora, baseada nas projeções da 5H, usando o Índice de Ecoinovação e destaca tendências significativas, nos papéis da

academia, indústria, governo, sociedade civil e ambiente natural na ecoinovação, com foco particular em suas contribuições para líderes de ecoinovação e grupos de recuperação.

A sustentabilidade é um foco central dessa interação, em que a indústria deve buscar práticas que minimizem impactos ambientais, como o desenvolvimento de tecnologias verdes e a adoção de processos produtivos mais eficientes. Organizações da sociedade civil frequentemente lideram iniciativas de proteção ambiental, influenciando políticas e práticas que preservem os recursos naturais. A conscientização pública e a mobilização social são cruciais para a manutenção de um ambiente saudável. Com isso, a proposta de Abrahão e Ghesti (2023), reforça a sustentabilidade inserida de forma transversal nas demais hélices.

### **2.3 Deep Tech**

O termo '*Deep Tech*' foi cunhado por Swati Chaturvedi (2014), para definir uma nova categoria de *startups*, que são construídas sobre descobertas científicas tangíveis e que têm a capacidade de perturbar vários mercados” (Chaturvedi, 2014 *apud* Pansera; Peregrino, 2024). “*Deep Tech*” é um termo usado pelo capital empreendedor de alto risco, para se referir às tecnologias revolucionárias com potencial para enfrentar muitos dos desafios globais do desenvolvimento econômico, da saúde pública e das alterações climáticas (Romasanta *et al.*, 2021).

As *deep techs* são empresas estabelecidas em tecnologias radicais e de ponta, baseadas em descobertas científicas (tecnologias profundas), como manufatura avançada e robótica, blockchain, agrotecnologia e inteligência artificial. Começam em laboratórios universitários, sem uma aplicação específica e evoluem da investigação fundamental para a aplicação comercial mais lentamente que as *startups* baseadas num modelo de negócio offline para online (Reisdorf; Rudek; Canciglieri, 2023). As empresas que se fundamentam em descobertas científicas, nas áreas de engenharia, matemática, física, biotecnologia e medicina, têm dado origem ao conceito de *deep techs*. Esse termo refere-se a tecnologias emergentes caracterizadas por longos ciclos de pesquisa e desenvolvimento, com frequência, acompanhados de modelos de negócios ainda não amplamente testados, como realidade virtual, inteligência artificial e linguagem generativa (World Economic Forum, 2024). No campo da inovação tecnológica, o conceito de *deep tech* se destaca por ser fundamentalmente disruptivo e baseado em descobertas científicas avançadas e engenharia de ponta. Diferente das tecnologias convencionais, que focam em melhorias incrementais, a *deep tech* busca revolucionar e criar soluções inéditas, para mercados ainda inexplorados, enfrentando desafios complexos e urgentes da sociedade. Abrangendo áreas como inteligência artificial, biotecnologia, robótica, energia renovável e

novos materiais, essas tecnologias têm o potencial de redefinir setores inteiros e abordar questões globais críticas, como mudanças climáticas, segurança alimentar e saúde pública (Sarquis, 2024).

O desenvolvimento de tecnologias *deep techs* é um processo que ocorre na vanguarda do avanço tecnológico em áreas específicas de pesquisa. Esse percurso, como descrito no mesmo relatório, envolve desde a pesquisa científica básica até a criação de tecnologias que eventualmente são aplicáveis em contextos práticos. A natureza desse desenvolvimento implica desafios consideráveis de tempo e escala, influenciados por variáveis complexas e incertezas críticas, o que pode prolongar significativamente o período necessário para que um projeto alcance a fase de comercialização (Distrito, 2021; Pansera; Peregrino, 2024).

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, por meio de uma revisão integrativa da literatura, destinada a aprofundar o entendimento do tema por meio da análise de trabalhos já existentes. As revisões integrativas são particularmente adequadas, para examinar amplamente o estado da arte, ao combinar estudos empíricos e teóricos, permitindo uma visão abrangente do tema e a identificação de lacunas na pesquisa (Whittemore; Knafl, 2005; Souza; Silva; Carvalho, 2010).

A metodologia adotada para esse capítulo segue um processo estruturado, em cinco etapas principais, conforme preconizado por Whittemore e Knafl (2005), sendo: (i) identificação do escopo da pesquisa; (ii) pesquisa de literatura abrangente; (iii) seleção criteriosa dos estudos a serem incluídos; (iv) mapeamento e análise dos estudos selecionados; e (v) apresentação dos resultados obtidos. Esse método sistemático e explícito permite uma análise detalhada das contribuições existentes sobre o tema estudado, garantindo rigor metodológico e oferecendo insights significativos para a compreensão e o desenvolvimento do conhecimento na área.

A delimitação do escopo da análise se deu, por meio de artigos que foram pesquisados nas bases *Web Of Science (WOS)* e Scopus, o período não foi delimitado, sendo considerado todo o período até o mês de junho de 2024. As buscas foram realizadas com o termo "*deep tech*" no campo Título. Foram selecionados trabalhos publicados em língua inglesa, a área escolhida foi Negócios, Gestão e Contabilidade, totalizando 54 artigos na base Scopus. Na base Web Of Science, foram encontrados 303 artigos, sendo utilizado o filtro na língua inglesa e as áreas predominantes foram Economia e Negócios, Ciências e outras tecnologias. Ao final dessa busca, totalizaram-se 357 artigos para as duas bases de dados.

Em seguida, foi realizado o refinamento da pesquisa, buscando alinhamento dos artigos ao recorte do tema estudado. Dos 357 trabalhos encontrados inicialmente, utilizando as buscas

realizadas nas duas bases de dados, WOS e Scopus, foram aplicados os filtros: (i) Área de conhecimento (escolhidas as áreas relacionadas à Administração, incluindo: Negócios, Gestão e Contabilidade – Economia de Negócios - Ciências e outras tecnologias) (171 exclusões); (ii) Tipo de documento (artigo) (118 exclusões); (iii) Estágio da publicação (finalizado) (27 exclusões); (iv) Palavra-chave exata (*Deep Tech*) (quatro exclusões); e (v) Idioma (inglês) (1(uma) exclusão). A seleção apresentou 36 artigos.

Dos 36 trabalhos encontrados, houve 26 exclusões, após a leitura dos títulos e resumos, por estarem fora do escopo da pesquisa ou duplicados. Desse modo, a busca foi finalizada, com a seleção de 10 artigos para leitura na íntegra, descritos no Quadro 4.

**Quadro 4 - Artigos selecionados para a Revisão Integrativa**

	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
1	<i>ThinkBox The cumulative transitions of the deep tech entrepreneur</i>	Borini <i>et al.</i> (2024)
2	<i>Identifying necessary conditions to deep-tech entrepreneurship</i>	Dionísio <i>et al.</i> (2023).
3	<i>Deep technology for the optimization of cryostorage</i>	Go e Hudson (2023)
4	<i>Designing a deep-tech venture builder to address grand challenges and overcome the valley of death</i>	Romme, Bell e Frericks (2023)
5	<i>New product development process and case studies for deep-tech</i>	Kruachottikul <i>et al.</i> (2023)
6	<i>Nurturing Deep Tech to Solve Social Problems: Learning from COVID-19 mRNA Vaccine Development</i>	Okuyama (2022)
7	<i>DEEP TECH: Unveiling the foundations</i>	Romasanta <i>et al.</i> (2021)
8	<i>The Impact of Venture Capital on the Deep Tech Startups' Growth An Empirical Analysis on Startups Leaving University Incubators</i>	Gebru e Awal (2021)
9	<i>Cultivating Invisible Impact with Deep Technology and Creative Destruction</i>	Siegel e Krishnan (2020)
10	<i>Deep Technology Tracing for High-tech Companies</i>	Wu <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os dados coletados foram compilados em tabelas, contendo título, resumo, objetivo, metodologia, conceitos, definições, áreas de atuação, envolvendo o surgimento das *deep tech* e principais soluções inovadoras entregues para a sociedade.

Os dados foram apresentados seguindo a seguinte sequência: objetivos da pesquisa, metodologias predominantes, os principais conceitos e definições abordadas sobre *deep techs*, as áreas de atuação/aplicação das *deep techs* e as principais soluções inovadoras que foram entregues à sociedade. Os resultados foram organizados, em relação aos objetivos da pesquisa, os principais conceitos e definições sobre *deep techs*, áreas do conhecimento que surgiram as *deep techs* e quais as soluções inovadoras elas se propõem a entregar para a sociedade.

Como forma de ressaltar a relevância dos estudos, foi elaborada uma síntese e categorização dos objetivos, dividindo os trabalhos em quatro blocos, conforme Quadro 5.

**Quadro 5 – Síntese dos Objetivos**

<b>Tema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Autores</b>
Conceitos e definições	O conceito de <i>Deep Technology (Deep Tech)</i> deve ser acessível não apenas a <i>startups</i> , mas também a indivíduos e grandes empresas que buscam identificar o que realmente é (e o que não é) considerado <i>Deep Tech</i> , descrevendo os fenômenos que o termo abrange.	Romasanta <i>et al.</i> (2021) e Siegel e Krishnan (2020)
Proposição de metodologias e ferramentas	Compartilham o objetivo de explorar avanços em <i>Deep Tech</i> , por meio de abordagens inovadoras e estruturadas, focadas na previsão, desenvolvimento e aplicação prática. Todos os autores destacam a importância de utilizar métodos e ferramentas, para identificar direções tecnológicas promissoras e personalizadas, contribuindo para a inovação e comercialização em áreas especializadas.	Go e Hudson (2023), Kruachottikul <i>et al.</i> (2023) e Wu <i>et al.</i> (2020)
Investimento x crescimento	Concentram-se em avaliar como o <i>Venture Capital</i> influencia o crescimento de empresas, especialmente no setor de tecnologia profunda, analisando tanto os impactos financeiros quanto a avaliação do potencial comercial das tecnologias em desenvolvimento.	Gebru e Awal (2021), Okuyama (2022) e Romme, Bell e Frericks (2023)
Desenvolvimento do Ecossistema Empreendedor para <i>Deep Tech</i>	Buscam aprimorar o ecossistema empreendedor para o empreendedorismo tecnológico profundo, identificando recursos essenciais e orientando pesquisas sobre fases e desafios, além de promoverem a autoavaliação contínua dos empreendedores.	Borini <i>et al.</i> (2024) e Dionísio <i>et al.</i> (2023)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

No que se refere ao tema “Conceitos e definições”, podemos observar que os objetivos evidenciam o conceito de *deep techs* e apoiam que tal conceito deve ser acessível não apenas a *startups*, mas também a indivíduos e grandes empresas (Romasanta *et al.*, 2021; Siegel; Krishnan, 2020). Isso sugere a importância de democratizar o entendimento e a aplicação dessas tecnologias para que elas possam ser amplamente adotadas em diversos setores. Ao passo que,

os autores Go e Hudson (2023) e Wu *et al.* (2020) apoiam seus estudos na “Proposição de Metodologias e Ferramentas”. Os autores compartilham a ideia de se apropriarem de métodos ou ferramentas que identifiquem uma solução, baseada em dados que automaticamente identificam as direções tecnológicas mais promissoras e personalizadas para empresas de alta tecnologia. Essa abordagem é complementada por Kruachottikul *et al.* (2023), que exploram como as *deep techs*, com seus recursos e ferramentas específicas, podem ser utilizadas para resolver desafios em áreas altamente especializadas, como a criobiologia.

Ampliando ainda mais essa perspectiva, propõem uma nova estrutura de desenvolvimento de produto para a pesquisa e inovação em *deep techs* testando sua aplicabilidade, em diferentes contextos, métodos de exploração, além da inovação até a comercialização (Kruachottikul *et al.*, 2023).

Os estudos de Gebru e Awal (2021), Okuyama (2022) e Romme, Bell e Frericks (2023) são norteados sob a ótica da “Análise de Investimento x Crescimento”. Okuyama (2022) explora como o Venture Capital influencia o crescimento das empresas por meio de indicadores como vendas líquidas e número de funcionários. Romme, Bell e Frericks (2023) investigam como um venture builder especializado pode avaliar melhor o potencial comercial das tecnologias em desenvolvimento. Gebru e Awal (2021) examinam o impacto do financiamento de capital de risco no crescimento de *startups* de *deep tech*, considerando o tempo de financiamento e a influência de setores específicos. Todos os estudos, portanto, se concentram em como o financiamento e a avaliação criteriosa podem impulsionar o sucesso e o crescimento de empresas, em diferentes contextos, especialmente no campo das *deep techs*. Em relação ao tema “Desenvolvimento do Ecossistema Empreendedor para *deep techs*”, Dionísio *et al.* (2023) identificam os recursos essenciais que um ecossistema empreendedor deve fornecer para apoiar esse tipo de empreendedorismo. Já Borini *et al.* (2024) orientam novas pesquisas, abordando as fases, transições e dilemas enfrentados pelos empreendedores de *deep techs*. Além disso, propõem uma estrutura que incentiva a autoavaliação dos empreendedores e outros atores do ecossistema, em cada etapa do processo, visando à melhoria contínua e ao retrato preciso das realidades enfrentadas no campo.

A metodologia predominante nas pesquisas foi o estudo de caso. Excetuam-se Romasanta *et al.* (2021) e Romme, Bell e Frericks (2023) que utilizaram a metodologia de revisão integrativa da literatura, destinada a aprofundar o entendimento do tema por meio da análise de trabalhos já existentes. Okuyama (2022) utiliza a metodologia de estudo exploratório com o objetivo de explorar possibilidades e cenários que ainda não foram descobertos. Os achados revelam que, em razão do caráter relativamente novo do termo *deep tech* há um

crecente interesse em estudos de caso, refletidos na realização de pesquisas em diferentes regiões.

Além disso, foram sintetizadas as principais definições relacionadas às *deep techs* a partir dos estudos examinados. Essas definições foram organizadas e resumidas de maneira detalhada para fornecer uma visão abrangente do conceito. As informações resultantes dessa síntese estão apresentadas no Quadro 6, que oferece uma visão clara e estruturada das diversas interpretações e definições.

**Quadro 6 – Síntese das Definições**

(continua)

Autores	Definição
Gebru e Awal (2021), Okuyama (2022), Romasanta <i>et al.</i> (2021) e Siegel e Krishnan (2020)	<p><b>Aplicação a grandes desafios Sociais e Ambientais:</b> inovações tecnológicas que ajudam a enfrentar grandes desafios sociais e ambientais, enfrentados pela humanidade, como prevenir desastres naturais e mitigar o aquecimento global por meio de estratégias de energia renovável.</p> <p>Elas se referem tanto a inovações radicais quanto a inovações incrementais que aprimoram tecnologias existentes, abordando problemas como saúde pública, mudanças climáticas e desenvolvimento econômico.</p>
Borini <i>et al.</i> (2024), Dionísio <i>et al.</i> (2023), Gebru e Awal (2021), Okuyama (2022), Romasanta <i>et al.</i> (2021), Romme, Bell e Frericks (2023) e Wu <i>et al.</i> (2020)	<p><b>Profundidade em investigação científica nas universidades:</b> soluções disruptivas em <i>Deep Tech</i> resultam de grandes avanços científicos e tecnológicos, que são únicos, difíceis de reproduzir e protegidos, acelerando mudanças importantes. Essas inovações baseiam-se em descobertas de engenharia ou ciência, caracterizadas por cinco dimensões: fundamental, complexa, distante, profunda e inovadora. Geralmente incubadas em ambientes de inovação, essas tecnologias são originadas em universidades, têm alto valor e potencial, para perturbar soluções existentes, gerando impactos socioeconômicos importantes, apesar da incerteza quanto aos resultados.</p>
Dionísio <i>et al.</i> (2023), Okuyama (2022), Romme, Bell e Frericks (2023), Siegel e Krishnan (2020) e Wu <i>et al.</i> (2020)	<p><b>Origens e Áreas de Atuação:</b> tecnologias avançadas, associadas à 4ª Revolução Industrial, que engloba tanto as ciências exatas quanto as ciências humanas, representada pelas ciências da vida, energia, tecnologia limpa, ciência da computação, ciência de materiais, com aplicações envolvendo inteligência artificial, Big Data, drones, computação quântica, modelos de automação e robótica.</p>
Borini <i>et al.</i> (2024) e Romasanta <i>et al.</i> (2021)	<p><b>Impactos significativos em longo prazo:</b> <i>startups</i> enfrentam desafios específicos, como longos tempos de maturação, longos períodos de desenvolvimento. A <i>deep tech</i> tem o potencial de gerar impactos múltiplos e substanciais em longo prazo.</p>
Borini <i>et al.</i> (2024), Dionísio <i>et al.</i> (2023), Kruachottikul <i>et al.</i> (2023) e Romasanta <i>et al.</i> (2021)	<p><b>Captção significativa de aporte financeiro na fase inicial:</b> empresas de <i>deep tech</i> são essenciais para a inovação tecnológica e, recentemente, passaram a atrair o interesse de programas de financiamento e investidores de capital de risco. Esses projetos exigem grandes investimentos iniciais e apresentam uma alta</p>

	intensidade de capital, além de um elevado nível de incerteza. Por causa dessas características, as abordagens, para apoiar e desenvolver essas empresas, precisam ser diferentes das usadas para <i>startups</i> tradicionais, considerando a complexidade e os riscos inerentes a esse tipo de empresa.
Go e Hudson (2023), Romme, Bell e Frericks (2023) e Wu <i>et al.</i> (2020)	<b>Integração de áreas diversas:</b> termo " <i>deep-tech</i> " refere-se a tecnologias altamente complexas, usando software avançado e novas formas de hardware, para integrar múltiplas inovações, em soluções disruptivas, como em saúde, robótica avançada, tecnologia limpa e armazenamento de energia.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O conceito de "*deep tech*" é pensado sob várias perspectivas, refletindo a complexidade e a evolução do termo. Diversos autores oferecem definições que, apesar de algumas sobreposições, apresentam nuances específicas que enriquecem nossa compreensão.

Siegel e Krishnan (2020) apontam que o termo *deep tech* é amplamente utilizado, para descrever tecnologias avançadas e inovadoras, que englobam tanto as ciências exatas quanto as ciências humanas. Eles sugerem que a *deep tech* pode ser aplicada a uma variedade de desafios, tanto em termos de inovação radical quanto em melhorias de tecnologias existentes. Gebru e Awal (2021) se alinham com essa visão, ao descrever *deep tech* como aquela que trabalha com inovações tangíveis, em áreas como inteligência artificial e energia renovável e que, frequentemente, abordam desafios sociais e ambientais significativos. Eles indicam que *deep tech* é um setor emergente, em tecnologia da informação e comunicação, impulsionado por inovações científicas e tecnológicas.

Ao longo do tempo, observamos uma expansão e diversificação, no que se refere ao conceito de *deep tech*. Dionísio *et al.* (2023) e Kruachottikul *et al.* (2023) oferecem perspectivas específicas sobre a evolução e o impacto da *deep tech*. Kruachotikul *et al.* (2023) veem a *deep tech* como uma nova onda de inovação que, ao contrário das inovações digitais mais antigas, promove avanços tecnológicos de alto valor e complexidade, com impactos significativos.

Por outro lado, Romme, Bell e Frericks (2023) apresentam uma visão diferenciada, ao contrastar *deep tech* com tecnologias predominantemente orientadas por software, como as "big-tech". Eles destacam a complexidade das inovações de *deep tech*, que combinam software com novas formas avançadas de hardware e enfrentam o "vale da morte", um desafio profundo que requer estratégias específicas para superação. Go e Hudson (2023) discutem a aplicação global da *deep tech*, enfatizando o uso avançado de análise de big data e automação para a otimização de processos e garantia de qualidade. Finalmente, Borini *et al.* (2024) argumentam que empreendedores de *deep techs* são indivíduos que combinam as funções de cientista e

empreendedor. Eles entendem que as *deep techs* requerem uma análise das transições entre diferentes ecossistemas – do conhecimento ao empreendedorismo e à inovação – para entender melhor as ações dos empreendedores e os desafios que enfrentam. Esses empreendedores têm o objetivo de levar suas descobertas além do ambiente acadêmico, transformando-as em produtos e serviços por meio da criação de *deep tech*. Assim, eles desempenham um papel crucial na comercialização de inovações científicas, conectando pesquisa e mercado.

Essas definições e perspectivas, ao mesmo tempo que ilustram a diversidade no entendimento de *deep techs*, destacam a importância de um conceito bem definido para consideração e exploração das oportunidades e desafios associados a essas tecnologias avançadas. Além das definições, vale destacar as áreas de aplicação do conhecimento em que se encontram *deep techs*. Essa síntese foi apresentada no Quadro 7.

**Quadro 7 – Áreas de Atuação**

<b>Área do conhecimento</b>	<b>Autores</b>
Educação Análises Financeiras Mineração de Patentes	Wu <i>et al.</i> (2020)
Robótica	Dionísio <i>et al.</i> (2023), Gebru e Awal (2021), Go e Hudson (2023) e Siegel e Krishnan (2020)
Biomedicina	Kruachottikul <i>et al.</i> (2023) e Okuyama (2022)
Aprendizado de Máquina Realidade Aumentada Blockchain Segurança Cibernética	Gebru e Awal (2021)
Genética	Go e Hudson (2023)
Materiais Mecatrônica Engenharia de Precisão Fotônica	Romme, Bell e Frericks (2023)
Inovação Gestão da Tecnologia	Borini <i>et al.</i> (2024) e Romasanta <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Ao analisar as diferentes aplicações, é possível identificar diferentes contribuições das *deep techs*. No campo da Biomedicina e Tecnologia da Saúde, Okuyama (2022) ressalta a importância da pesquisa tecnológica e da experiência clínica acumulada, para o desenvolvimento da vacina de mRNA. Identificou-se que anos de pesquisa tecnológica

aprofundada e experiência em desenvolvimento clínico com outras doenças e vírus aumentaram a prontidão tecnológica da BioNTech e da Moderna, contribuindo para o rápido desenvolvimento de vacinas contra a COVID-19. O aspecto dos investimentos que apoiaram a pesquisa e o desenvolvimento, em longo prazo das vacinas de mRNA, também foi destacado como um fator de sucesso para o desenvolvimento da vacina. Em outro exemplo, Kruachottikul *et al.* (2023) utilizam a Inteligência Artificial, para o desenvolvimento de um algoritmo com grande potencial, para aprimorar o diagnóstico médico, especialmente em áreas rurais, evidenciando a interseção entre biomedicina e IA. Identificou-se que a tecnologia, com TRL 3 e IRL 1, é uma versão alfa de um algoritmo de IA, liderado por médicos e especialistas em computação. É considerada uma *deep tech* com alto potencial para uso em hospitais, especialmente em áreas rurais com carência de pessoal e tecnologia. Além disso, pode ser adaptada para diferentes tipos de exames de imagens (raios X) e promete melhorar significativamente a precisão do diagnóstico médico.

No domínio da Internet das Coisas, Automação e Robótica, Siegel e Krishnan (2020) discutem a 'Destruição Criativa' como fator essencial para substituir tecnologias antigas pelas mais avançadas. Avanços recentes facilitaram essa transição, permitindo prototipagem mais rápida e acessível, mas a simples disponibilidade de ferramentas não garante o sucesso imediato na implementação de *deep techs*. Go e Hudson (2023) apresentam um sistema robótico, para armazenamento de criogênico, que utiliza automação e inteligência artificial, para monitoramento e intervenção remota, aumentando a eficiência e precisão do processo.

Outra contribuição é apresentada por Wu *et al.* (2020), que desenvolveram uma metodologia de rastreamento de *deep techs*, conhecida como *Deep Technology Forecasting* (DTF), que foi avaliada com dados de patentes e demonstrou eficácia na identificação de tecnologias emergentes.

Finalmente, um problema vital da economia europeia tem sido a capacidade limitada, para transformar invenções e avanços tecnológicos em novas empresas de sucesso, que ajudam a resolver grandes desafios mundiais, por exemplo, os desafios climáticos, a produção de energia e a pobreza. Romme, Bell e Frericks (2023) contribuem com um modelo prático para a criação de *deep techs* que abordam soluções para atender os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Foi criado o programa da HighTechXL que fomenta *deep techs* que estejam ligadas a pelo menos um ODS (Schakelaars *et al.*, 2023). Entre os ODS contemplados, tem-se: combate às alterações climáticas, produção de energia acessível e limpa, erradicação da pobreza, fome zero, saúde e bem-estar, emprego digno e crescimento econômico.

Por fim, as aplicações da *deep tech* são diversificadas e impactantes. No setor da saúde, a biotecnologia e a edição genética estão na vanguarda, prometendo tratamentos personalizados e curas para doenças anteriormente sem solução. Na agricultura, tecnologias avançadas estão revolucionando a produção agrícola, tornando-a mais eficiente e sustentável. No âmbito energético, as inovações em energias renováveis estão delineando um futuro mais verde e sustentável. Essas conexões mostram como diferentes áreas do conhecimento estão interligadas na busca por avanços em *deep techs*, contribuindo para a solução de distintos problemas.

#### **2.4 Síntese do Referencial Teórico**

As *deep tech* têm o potencial de revolucionar não apenas os negócios, mas também de enfrentar desafios sociais complexos, explorando mercados globais inexplorados. No entanto, pela alta complexidade fica evidente as dificuldades que as *deep techs* enfrentam ao longo de sua jornada. Sob a ótica do Ciclo de Vida Organizacional, percebe-se que se prolonga mais quando comparado com modelos de empresas tradicionais ou até mesmo de *startups*. Portanto isso acontece, pois investe-se muito tempo na fase inicial (pesquisa), para que essa tecnologia concebida, inicialmente dentro de laboratórios das universidades, seja consolidada ao ponto de transpor a barreira da ideia e tornar-se produto ou serviço (*deep tech*). Após esse estágio, outro desafio consiste no enfrentamento das barreiras que as *deep techs* têm para replicar e integrar tecnologia desenvolvida a sistemas tecnológicos existentes.

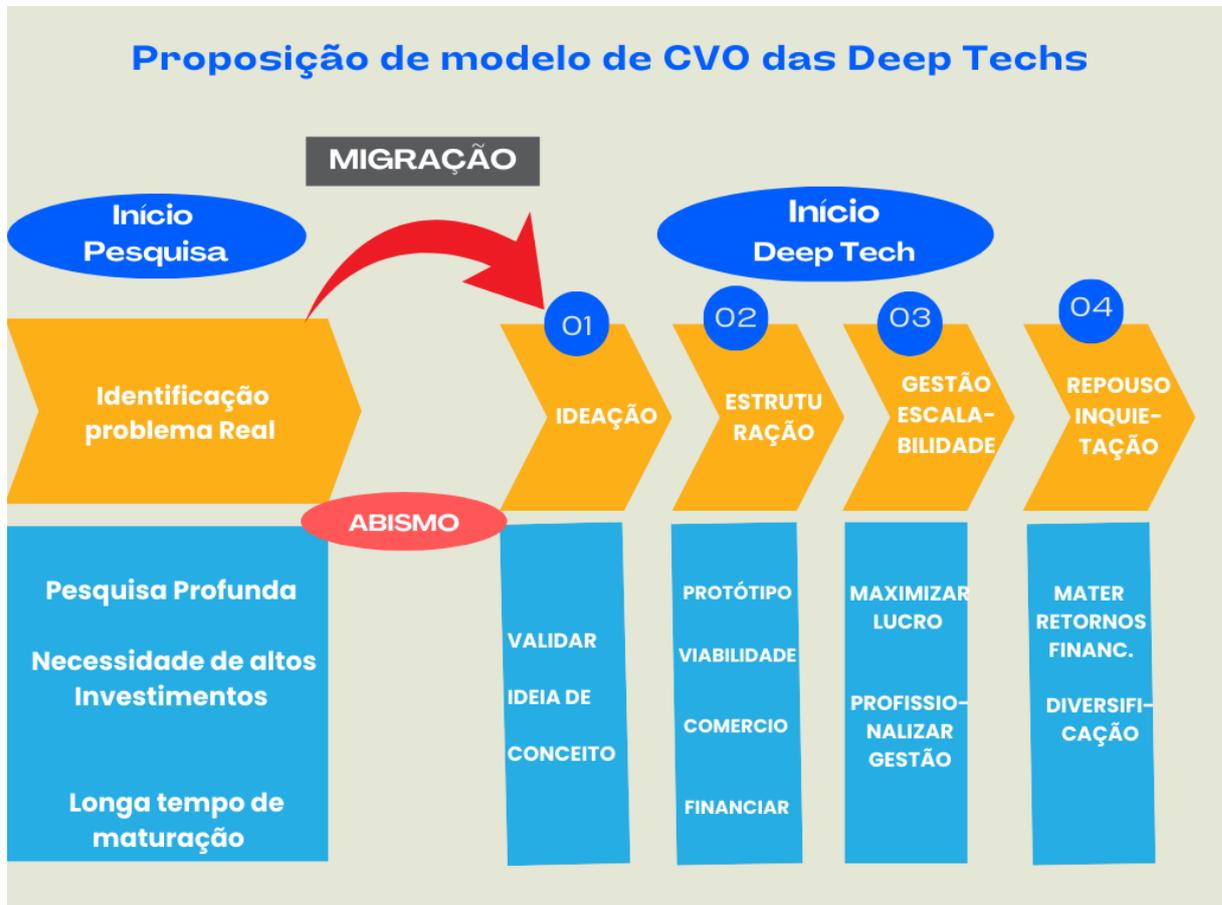
Com isso, é notório que o ciclo de vida das *deep techs* seja marcado por um longo período de pesquisas e isso implica diretamente maior investimento nessa fase inicial. Embora o desenvolvimento dessas tecnologias seja complexo, nota-se que esse é o momento ideal para explorar soluções que, até então, eram inviáveis. Ao longo da jornada de desenvolvimento de uma *deep tech*, vários atores, que compõem a Hélice Quíntupla, entram em cena em momentos distintos e contribuem para transformar uma ideia inovadora em produto ou serviço.

Ao longo do ciclo de vida das *deep techs*, diversos atores das hélices da Inovação desempenham papéis essenciais em sua jornada de desenvolvimento. Universidades e centros de pesquisa, por exemplo, são responsáveis por criar o conhecimento científico que sirva de base para essas tecnologias. Incubadoras e aceleradoras apoiam *startups* de tecnologia profunda, nos estágios iniciais, fornecendo recursos e redes de contatos cruciais. Investidores especializados, como fundos de capital de risco, contribuem com o capital necessário para contribuir ao crescimento, enquanto as parcerias com indústrias tradicionais facilitam a aplicação prática das inovações, contribuindo efetivamente para resoluções de problemas sócio-

ambientais. Todos esses atores da 5H, em conjunto, ajudam a transformar ideias disruptivas em soluções concretas e, comercialmente viáveis, dando origem às *startups deep tech*.

Com o crescimento do ecossistema de *deep tech*, observa-se um crescente movimento em abordagens inovadoras e modelos de negócios sustentáveis, que venham apontar para a necessidade de uma proposição de modelos de CVO que melhor se adequem à *startups deep tech*. Na Figura 3, apresentamos uma proposição de modelo de CVO para *deep tech*, adaptado do modelo proposto por Antunes *et al.* (2022).

**Figura 3** – Proposição de modelo de CVO para *Deep Tech*



Fonte: Adaptado de Antunes *et al.* (2022)

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Classificação**

Trata-se de uma pesquisa descritiva. A pesquisa descritiva caracteriza-se por apontar as particularidades de determinada população ou fenômeno ou por estabelecer relações entre variáveis (Gil, 2010). Quanto à abordagem do problema, esta pesquisa possui natureza aplicada, pois seu objetivo é gerar conhecimentos voltados para a aplicação prática e direcionados à solução de problemas específicos, envolvendo tanto verdades quanto interesses sociais (Silva; Menezes, 2005).

O método de pesquisa utilizado é o estudo de caso, descrito por Yin (2015) como um tipo de análise e apresentação das evidências de forma neutra. Segundo Yin (2015), quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco está contido em fenômenos contemporâneos, inserido na realidade e se colocam questões do tipo “como” e “por que”, o estudo de caso é a estratégia preferida. De acordo com Godoy (1995), o propósito essencial desse método é a análise intensiva de uma dada unidade social.

### **3.2 Procedimento da Pesquisa**

#### **3.2.1 Desenho de pesquisa**

A definição do desenho da pesquisa compreende o começo da pesquisa, a partir da designação da estrutura e das questões relacionadas (Gil, 2019) e, assim, buscam-se identificar e delimitar as fronteiras da pesquisa (Yin, 2018). . A fundamentação teórica e a definição do desenho foram construídas a partir da literatura, utilizando as bases de dados *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*.

#### **3.2.2 Preparação para coleta de dados**

Em um primeiro momento, foi realizada a pesquisa documental, que se caracteriza por analisar materiais que não receberam ainda um tratamento científico-analítico como objetos da pesquisa (Gil, 2010). Nesse sentido, objetivou-se analisar o contexto, em que os documentos foram produzidos, seus autores, sua autenticidade e confiabilidade, sua natureza e sua lógica interna (Cechinel *et al.*, 2016).

Os documentos a serem coletados se referem ao organograma, estatuto, relatórios de atividades, entre outros documentos disponíveis, no site da própria *startup*, como: mapa da inovação e histórico do desenvolvimento das *startups* que servirão de fontes de informações

por terem origem, em um determinado contexto histórico e social, pois retratam e fornecem dados sobre esse contexto. Os documentos ajudam a caracterizar as trajetórias de cada *startup deep tech*, objeto deste estudo, dentro dos Ecossistemas de Inovação.

Todavia há informações que não podem ser obtidas, por meio de pesquisa documental, por isso, foi utilizada a entrevista semiestruturada, que é uma forma de coletar dados subjetivos para realizar pesquisa qualitativa. A entrevista semi estruturada constitui um jogo de interlocuções, no qual o entrevistador quer saber algo e propõe ao entrevistado um exercício de preenchimento de lacunas (Godoy, 2018). Segundo os autores, o pesquisador realiza a entrevista, conforme sua cultura, sensibilidade, conhecimento do tema e contexto espacial, temporal e social em que a pesquisa está inserida.

O tipo de entrevista adotado foi a entrevista semiestruturada, tendo como justificativa dar ao entrevistado maior liberdade, para responder às questões levantadas, com base em suas próprias experiências, nível de instrução acadêmica e conhecimento sobre o tema abordado (Marconi; Lakatos, 2017). O propósito da entrevista foi o levantamento dos dados sobre o ciclo de vida de cada *startups deep tech* e a influência dos atores da Hélice Quíntupla em cada momento da *startup*.

O roteiro da entrevista foi construído com a ajuda de três especialistas, conforme quadro 8, na área que fizeram contribuições, em relação à lógica a ser construída na entrevista, ordem dos blocos, quantidade de questões, melhor formulação das questões, além de exclusões e adições que aumentaram a clareza do conteúdo do roteiro.

**Quadro 8** - Caracterização dos especialistas

<b>ESPECIALISTAS</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO</b>
Especialista 1	Professora em uma Instituição de Ensino Superior Pública. Mestre em Engenharia da Produção na área de Desenvolvimento de Produto e Inovação. Desenvolve estudos na área de Empreendedorismo, Inovação, <i>startups</i> , inovação aberta, movimento maker e tendências.
Especialista 2	Professora em uma Instituição de Ensino Superior Pública. Doutora em Administração na área de Empreendedorismo e Inovação. Mestre em Engenharia da Produção. Desenvolve estudos na área de Empreendedorismo, Inovação, investidores-anjo, empreendedorismo tecnológico e social, empresas de base tecnológica, inovação, Parques Tecnológicos, além dos modelos de Hélice Tríplice, Quádrupla ou Quíntupla.
Especialista 3	Professor em uma Instituição de Ensino Superior Pública. Doutor e Mestre em Engenharia da Produção. Desenvolve estudos na área empreendedorismo e Inovação e em Engenharia de Fatores Humanos e Usabilidade aplicada no desenvolvimento de produtos para a saúde, Gestão da Inovação Aberta, Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produto, Inovação aberta - Open Innovation

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

### 3.2.3 Teste-piloto (pré-teste)

O pré-teste da proposta metodológica foi realizado com um dos participantes selecionados para as entrevistas, realizado no final do mês de outubro tendo como objetivo principal garantir a eficácia e a adequação dos instrumentos de coleta de dados a serem usados no estudo. Esse processo de pré-teste permite identificar possíveis falhas, ambiguidades ou questões que possam comprometer a qualidade das informações descobertas, além de testar a validade, que se refere à capacidade dos instrumentos de medição, o que realmente se propõe a medir e a confiabilidade, que diz respeito à consistência das respostas ao longo do tempo.

Portanto, ao realizar o pré-teste, busca-se garantir que os instrumentos sejam adequados, para capturar as múltiplas dimensões do estudo, alinhadas à proposta metodológica do estudo de caso, conforme orientado por Yin (2018). No caso estudado, o pré-teste permitiu a revisão das perguntas associadas ao ciclo de vida, de modo a sintetizá-las para melhor entendimento dos entrevistados.

### 3.2.4 Coleta de dados

As entrevistas foram realizadas com sócios fundadores das *deep techs* investigadas ,apenas após o consentimento livre e esclarecido dos entrevistados, que manifestaram a sua concordância em participar da pesquisa. Os entrevistados estão especificados no Quadro 9, a seguir:

**Quadro 9** - Caracterização dos entrevistados

<i>Deep tech</i>	Entrevistados	Vínculo com a <i>Deep Tech</i>
Alfa	1	Sócio Fundador e pesquisador
Beta	2	Sócia Fundadora e Diretora científica Sócia Fundadora Diretora de desenvolvimento
Gama	1	Sócio Fundador e Diretor Geral Executivo
Delta	1	Sócia Fundadora e Pesquisadora
Épsilon	1	Fundador & CEO
Zeta	1	Sócio Fundador e Atual Diretor Executivo

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

As entrevistas foram realizadas de maneira remota, utilizando a plataforma de videoconferências *Google Meet* como meio principal de comunicação. A escolha por essa modalidade visa não apenas facilitar a participação dos entrevistados, eliminando possíveis barreiras geográficas, como também proporcionar flexibilidade, em relação aos horários, garantindo que as entrevistas possam ocorrer de maneira conveniente para todos os envolvidos.

Após a realização de cada entrevista, o conteúdo foi integralmente transcrito, o que permitirá uma análise detalhada e precisa das respostas fornecidas, garantindo que nenhum dado relevante seja perdido.

O roteiro que orienta as perguntas que foram feitas, durante as entrevistas, está disponível no Apêndice A deste documento. Esse roteiro (APÊNDICE A) foi elaborado, com base nos objetivos da pesquisa, tendo sua divisão separada em 7 (sete) blocos, subdivididos em história da *deep tech*; atuação da universidade, governo, empresa, sociedade e meio ambiente ao longo do ciclo de vida.

Os entrevistados foram contatados previamente e a participação de cada um foi agendada de acordo com sua disponibilidade. Esse processo de agendamento antecipado foi realizado com o objetivo de garantir a adequação das agendas tanto dos participantes quanto dos pesquisadores e, também, para garantir que os entrevistados estejam confortáveis e preparados para o encontro.

A escolha dos casos foi proposital e compôs o critério de amostragem teórica. Isso significa que as *startups deep techs* escolhidas, enquadram-se na definição presente no item 2.3 do referencial teórico, ou seja: (i) estão associadas a grandes desafios sociais ou ambientais; (ii) possuem profundidade científica; (iii) apresentam impactos em longo prazo; e (iv) precisam de aporte financeiro na fase inicial. A coleta de dados aconteceu entre os meses de agosto a novembro de 2024. Foram realizadas seis entrevistas com os sócios fundadores e/ou gestores das *deep techs* investigadas.

### **3.2.5 Análise dos dados**

Os dados foram tabulados, analisados e caracterizados de forma qualitativa. Para análise dos dados, as entrevistas foram transcritas na sua íntegra e realizada a análise de conteúdo. A análise de conteúdo aparece como um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens (Bardin, 2006). A análise de conteúdo de Bardin (2006) foi o suporte metodológico para este estudo. Trata-se de uma técnica metodológica que pode ser aplicada em discursos diversos e a todas as formas de comunicação, seja qual for a natureza do seu suporte.

A Análise de Conteúdo de Bardin (2006) é amplamente usada e reconhecida pela área de ciências humanas, sociais e amplamente usada no campo de Administração no Brasil. Quando a análise de conteúdo é escolhida como procedimento de análise, os dados em si constituem apenas dados brutos, que só têm sentido ao serem trabalhados de acordo com uma técnica de análise apropriada (Mozzato; Colet; Grzybovski, 2018).

A análise de conteúdo prevê três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Fundamentadas nessa forma de análise, as entrevistas seguiram um meio de interpretação previamente planejado e dividido nos seguintes passos: delimitação do objetivo (elaboração da pergunta do roteiro semiestruturado); constituição do *corpus* (depois de serem transcritas, cada entrevista retrata um *corpus* a ser analisado); codificação (definição das Unidades de Contexto Elementar - UCEs); categorização (divisão do conteúdo em classes temáticas, grupos e subgrupos, cálculo das frequências e percentual das UCEs); interpretação e inferência (compreensão dos significados e dedução dos resultados finais) (Bardin, 2006). A categorização dos dados envolve os trechos das narrativas mais pertinentes, considerando a grade fechada (atores da Hélice Quíntupla) dentro das dimensões do ciclo de vida proposto nessa dissertação. Posteriormente, foram analisadas as categorias e os trechos selecionados quanto à literatura. A Síntese do processo metodológico está representada no Quadro 10.

**Quadro 10** - Síntese do processo metodológico adotado no estudo

<b>Objetivos Específicos</b>	Mapeamento da trajetória das <i>startups deep techs</i> investigadas	Identificação dos marcos críticos no ciclo de vida dessas empresas, com ênfase nos principais desafios enfrentados	Examinar a atuação do governo, universidades, empresas, sociedade civil e meio ambiente em cada etapa do ciclo de vida dessas <i>startups</i>	Elaboração de uma proposta de diretrizes para um programa de pré-aceleração voltado ao fomento e desenvolvimento dessas empresas tecnológicas.
<b>Coleta de Dados</b>	Análise Documental Entrevistas Semiestruturadas			
<b>Análise dos Dados</b>	Análise de Conteúdo (temática)			

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

### 3.3 Aspectos Éticos da Pesquisa

Para a realização das entrevistas, optou-se pelo uso de videoconferências, por ser um modo mais fácil e rápido de acesso aos entrevistados que ficam em cidades diferentes. Os participantes da pesquisa foram escolhidos por serem fundadores de *startups deep techs*. O convite aos entrevistados foi feito por e-mail ou *whatsapp* e, com o aceite, foram agendadas as entrevistas, em horário determinado pelo participante. Junto com o convite foi enviado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para ciência do que se trata a pesquisa e o aceite em participar da pesquisa. No dia agendado para a realização da entrevista, o TCLE (Apêndice B) foi novamente apresentado ao entrevistado, solicitando seu aceite, para a participação na

pesquisa, bem como o aceite da gravação da videoconferência, registrada verbalmente ou por escrito por meio do chat. Logo após o consentimento do participante, deu-se início à entrevista.

Os participantes tiveram a informação de que poderiam desistir da entrevista a qualquer momento, inclusive após o término da videoconferência. Em média, as entrevistas tiveram a duração de uma hora. Ademais, no ato dos levantamentos de dados, que foram realizados, a transcrição de dados pessoais foi mantida em sigilo, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (Mineiro; Souza; Castro, 2018).

Vale ressaltar que os participantes terão a devolutiva dos resultados da pesquisa, por meio de Relatório Técnico Conclusivo, com os dados da *startup* investigada e análise feita pelos pesquisadores.

### 3.4 Objeto do estudo

Como objeto de pesquisa, propõe-se o estudo dos seguintes casos de *startups deep tech*: Alfa, Beta, Delta, Épsilon e Gama, Zeta dos ecossistemas de inovação dos municípios de Santa Rita do Sapucaí/MG; Juiz de Fora/MG e São Paulo/SP; Viçosa/MG, São José dos Campos/SP e Itajubá/MG respectivamente, a fim de desenvolver a teorização indutiva, ou seja, introduzir conhecimentos abstratos para serem generalizados além dos contextos específicos.

A trajetória da Alfa, assim como a da Beta, da Gama, da Delta, Épsilon e da Zeta tecnologias, denominadas como *deep techs*, foram marcadas pela inovação tecnológica e pelo impacto sustentável. As *startups* são frutos de ideias que surgiram dentro de laboratórios universitários e tiveram seu início marcado por programas institucionais (pré aceleração/aceleração), oferecidos pelos ecossistemas de inovação onde estão inseridos. Observa-se ao passo que as *deep techs* foram se desenvolvendo mais soluções foram apresentadas para vários setores da economia.

A Alfa é uma *startup* inovadora de biotecnologia natural, pioneira no uso de própolis e fitoextratos da biodiversidade brasileira na agricultura e saúde animal. A empresa transforma o potencial da biodiversidade nacional em soluções científicas práticas e comercialmente viáveis, desenvolvendo produtos eficazes que melhoram o desempenho pecuário e o rendimento agrícola. Com patentes registradas em 47 países, a Alfa se destaca no cenário global, sendo reconhecida por seus esforços em inovação e sua capacidade de competir em mercados internacionais. Atualmente encontra-se incubada no ecossistema na cidade de Santa Rita do Sapucaí/MG.

A Beta é uma *startup* inovadora dedicada à pesquisa, desenvolvimento e comercialização de fitoterápicos e bioprodutos originados da vasta biodiversidade brasileira,

com o objetivo de promover a saúde metabólica de maneira natural e sustentável. apresenta como foco: identificar, explorar e aplicar os potenciais terapêuticos de plantas e substâncias naturais presentes nas riquezas biológicas do Brasil, visando oferecer soluções de saúde que sejam tão eficazes quanto seguras para os consumidores.

A Delta é outra *startup* investigada que se encontra na fase de escalabilidade e com o desejo de uma de suas fundadoras de usar o conhecimento científico para explorar a riqueza da biodiversidade de microrganismos presentes nos solos tropicais brasileiros e seu enorme potencial para um modelo de agricultura mais sustentável.

A Gama é uma *startup* investigada que se encontra na fase de escalabilidade e que oferece soluções inovadoras que prometem transformar a gestão da irrigação, trazendo economia, satisfação e melhor qualidade de vida para os produtores rurais. Sua tecnologia oferece ao produtor rural redução de tempo e os recursos gastos com deslocamentos na propriedade, economia de combustível e manutenção de veículos, além de proteger seus ativos. Sua proposta é o gerenciamento da produção, por meio de equipamentos em campo conectados à plataforma de gerenciamento, promovendo uma gestão ágil e eficiente, resultando em aumento da produtividade.

A Épsilon é uma *startup* que desenvolve soluções para a propulsão de aeronaves elétricas de voo e decolagem vertical (Evtols). Atuam em inovação em motores elétricos oferecendo não apenas o conceito ‘*plug and play*’,<sup>1</sup> mas também integra inteligência artificial para um desempenho excepcional.

E a Zeta é uma *startup* investigada que se encontra na fase de escalabilidade e que atua no setor de desenvolvimento e comercialização de soluções de monitoramento autônomo aplicado a estruturas. Integrando tecnologias inteligentes, fornecemos informações e dados em tempo real, úteis para tomadas de decisão.

O Quadro 11 descreve as informações básicas de cada *startup deep tech* investigada.

**Quadro 11 - Síntese das *Deep Techs* em fase de Estruturação**

(Continua)

<i>Startup</i>	Breve Descrição	Área de atuação	Tempo de existência	Ecossistema
<b>Alfa</b>	Desenvolve soluções na área de biotecnologia natural que utiliza própolis e fitoextratos da biodiversidade brasileira para criar soluções inovadoras em agricultura e saúde animal, focando no	Biotecnologia	3 anos	Santa Rita do Sapucaí/MG

<sup>1</sup> *Plug and Play* (PnP) é a parte do Windows que permite que um sistema de computador se adapte a mudanças de hardware com intervenção mínima do usuário.

	aumento da produtividade pecuária e agrícola.			
<b>Beta P&amp;D</b>	Desenvolve soluções na área da saúde por meio de fitoterápicos e bioprodutos a partir da biodiversidade brasileira. Ênfase em saúde metabólica de forma natural e sustentável, explorando as potencialidades terapêuticas de plantas e substâncias naturais.	Saúde	2 anos	São Paulo/SP e Juiz de Fora/MG.
<b>Épsilon</b>	Desenvolve soluções tecnológicas avançadas para expandir áreas irrigadas de maneira sustentável. Tem como objetivo promover uma agricultura mais eficiente, mais rápida nos custos operacionais e melhorando a qualidade, segurança e produtividade da cultura.	Engenharia Elétrica		São José dos Campos/SP

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

**Quadro 12 - Síntese das Deep Tech Investigadas - Em fase de Escalabilidade**

<i>Startup</i>	<b>Breve Descrição</b>	<b>Área de atuação</b>	<b>Tempo de existência</b>	<b>Ecosistema</b>
<b>Gama</b>	Desenvolve soluções tecnológicas avançadas para expandir áreas irrigadas de maneira sustentável. Tem como objetivo promover uma agricultura mais eficiente, mais rápida nos custos operacionais e melhorando a qualidade, segurança e produtividade da cultura.	Usinas hidrelétricas, termelétricas, saneamento, mineração, hidrologia, industriais e agrícolas.	7 Anos	Itajubá/ MG
<b>Delta</b>	Desenvolve soluções para uma agricultura mais sustentável, realiza testes de eficiência de produtos e seleção de microrganismos para manejo de doenças e promoção do crescimento vegetal.	Agricultura	3 anos	Juiz de Viçosa/MG
<b>Zeta</b>	Fornecer soluções de monitoramento autônomo para estruturas (com destaque no sensoriamento de barragens e estruturas instáveis), integrando tecnologias para prover informações em tempo real e tomada de decisão segura, sustentável e inteligente	Engenharia Ambiental	6 anos	Itajubá/MG

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção de resultados e discussão foi organizada em quatro subseções de acordo com os objetivos específicos. Assim, inicialmente, apresenta-se a trajetória das *deep techs* investigadas, identificando os momentos do ciclo de vida. Em seguida, discute-se a atuação dos atores da Hélice Quíntupla ao longo da trajetória das *deep techs*. Na subseção posterior, são apresentados os principais desafios ao longo do ciclo de vida das *deep techs*. Por fim, apresentam-se as discussões, incluindo as diretrizes para um programa de pré-aceleração voltado ao fomento e desenvolvimento de *deep techs*.

### 4.1 Trajetória das *startups deep tech* investigadas

Conforme previamente exposto, a presente pesquisa abrange a análise de seis *startups* classificadas como *deep tech*. No que concerne ao ciclo de vida organizacional, verifica-se que essas *startups* encontram-se, especificamente nas fases de escalabilidade ou estruturação, sendo três em cada momento. Na sequência, é apresentada uma análise detalhada da trajetória dessas *deep techs*, abordando a trajetória de cada uma delas em relação ao estágio de desenvolvimento em que se encontram.

#### 4.1.1 *Deep Techs* em fase de Estruturação

A Alfa é uma *deep tech* de base tecnológica com foco em biotecnologia natural. Pioneira no cenário global, ela conquistou um feito inédito ao viabilizar o uso da própolis e de fitoextratos provenientes da biodiversidade brasileira na agricultura e na saúde animal. Essa abordagem inovadora não apenas aproveita o imenso potencial da rica biodiversidade nacional, mas também traduz os avanços da ciência em soluções práticas e comercialmente viáveis. A Alfa desenvolve produtos que se destacam pela eficácia comprovada na melhoria do desempenho pecuário e no aumento do rendimento de diversas culturas agrícolas. Seus esforços em inovação são amplamente reconhecidos, com patentes depositadas em 47 países, demonstrando sua capacidade de competir nos mais exigentes mercados internacionais.

A fase de ideação ocorreu em 2021, quando a Alfa se estabeleceu como uma *deep tech* focada em pesquisa aplicada, conectada ao ecossistema de inovação em Santa Rita do Sapucaí/MG, onde a empresa pôde interagir com outras *startups* e empreendedores do setor de tecnologia. Nessa época, os atuais sócios da Alfa se conheceram e construíram novas conexões a partir de vivências distintas. Um deles tinha um produto parado há anos, sem saber como aplicá-lo em novas áreas. Durante várias conversas no ano de 2020, juntos resolveram

aprimorar o produto e fundar uma *startup* de biotecnologia verde. Como *startup* recém-estabelecida, a Alfa já se posicionava para resolver problemas reais do agronegócio brasileiro, demonstrando compromisso com a sustentabilidade e com a geração de empregos na região.

Em 2022, a colaboração com indústrias parceiras começou a se fortalecer. Empresas fornecedoras de insumos foram qualificadas pela Alfa, com foco na padronização dos extratos de própolis utilizados. Essas parcerias ajudaram a Alfa a garantir a qualidade dos seus produtos. Durante 2022, a *deep tech* iniciou o processo de obtenção de conformidade regulatória com o MAPA e outros órgãos. Em 2023, a Alfa fortaleceu sua rede de parcerias com grandes players do agronegócio, como Agro Galaxy e Nortox, que foram fundamentais para a realização de testes de campo em larga escala. Essas parcerias permitiram à Alfa demonstrar a eficácia de seus produtos em condições reais, acelerando o interesse comercial. Neste período, as colaborações acadêmicas foram ampliadas, com universidades fornecendo suporte técnico e laboratorial para os testes dos bioinsumos, especialmente em áreas como microbiologia e bioquímica aplicada. A pesquisa conjunta com instituições internacionais também começou a ser explorada, reforçando a relevância científica dos produtos.

Em 2024, o lançamento de novos produtos representou um avanço significativo na capacidade da Alfa em atender às demandas do mercado. Parcerias de co-desenvolvimento permitiram que grandes indústrias utilizassem a tecnologia da Alfa em suas próprias linhas de produtos, assegurando royalties e expandindo a presença da empresa no mercado. O foco para os próximos anos será a nanoencapsulação e entrada em mercados internacionais que exige novas parcerias com indústrias globais, visando garantir acesso a cadeias de distribuição e certificações internacionais.

Diante disso, dentre as características que definem a Alfa como uma *deep tech* estão sua capacidade de transformar componentes naturais em ativos tecnológicos com alto valor agregado, revelando uma fonte rica de substâncias naturais capazes de atender às demandas globais de mercados que buscam soluções mais sustentáveis. Ademais, há uma conexão com a pesquisa, na qual a *deep tech* adota práticas de química verde, alinhando-se com o conceito de sustentabilidade para o agronegócio. Por fim, há o fomento a tecnologias disruptivas, pois a Alfa investe no desenvolvimento de bioinsumos sustentáveis, aproveitando própolis e fitoextratos da biodiversidade brasileira, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental dos defensivos químicos tradicionais.

Outra *deep tech* que compõem o estudo é a Beta: uma empresa inovadora dedicada à pesquisa, desenvolvimento e comercialização de fitoterápicos e bioprodutos originados da vasta biodiversidade brasileira, com o objetivo de promover a saúde metabólica de maneira natural e

sustentável. O foco é identificar, explorar e aplicar os potenciais terapêuticos de plantas e substâncias naturais presentes nas riquezas biológicas do Brasil, visando oferecer soluções de saúde que sejam tão eficazes quanto seguras para os consumidores.

A fase de concepção da Beta ocorreu em 2020, marcando o início de uma trajetória inovadora que uniu pesquisa acadêmica e potencial empreendedor. Este estágio foi caracterizado pela concepção da ideia e pela exploração das possibilidades tecnológicas, com foco em transformar resultados acadêmicos em soluções práticas no setor de saúde. As pesquisas realizadas pelas fundadoras, no Laboratório de Produtos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), priorizaram tecnologias baseadas em produtos naturais, enfatizando a utilização responsável e ética de matérias-primas. Esse compromisso com práticas sustentáveis seria expandido nas etapas seguintes, mas já figurava como um norte importante para as pesquisadoras.

No ano de 2021, a Beta entrou em uma fase crítica de transição e desenvolvimento inicial, caracterizada pela transposição de suas bases como *deep tech*. Esse período marcou a transformação de uma pesquisa acadêmica em uma iniciativa de negócios, com os primeiros passos para organizar a empresa e seu modelo de atuação. As fundadoras começaram a construir uma visão estratégica clara, alicerçada por mentorias e programas de aceleração. Apesar dos avanços, desafios relacionados ao suporte governamental e à utilização de recursos acadêmicos também ficaram evidentes. A participação no edital de aceleração da EMERGE foi um divisor de águas para a Beta em 2021. Por meio dele a EMERGE forneceu mentorias essenciais para transformar a visão acadêmica das fundadoras em um modelo de negócios viável. O ano de 2022 foi marcante para a Beta, consolidando sua estrutura como *deep tech* e ampliando seu alcance no mercado. Esta fase foi dedicada ao fortalecimento das tecnologias e ao estabelecimento de conexões estratégicas, especialmente com grandes empresas e a universidade. O foco esteve na elevação do nível de maturidade das inovações, no alinhamento às exigências regulatórias e na promoção de práticas sustentáveis. A empresa começou a estruturar uma rede de apoio com mentores e especialistas, ao mesmo tempo em que avançava em direção ao mercado. A parceria com o Laboratório Achê foi um ponto alto dessa fase. Este apoio foi essencial para elevar a maturidade tecnológica (*Technology Readiness Level* - TRL) da Beta, que passou do nível 3 para o nível 6. O Achê investiu diretamente na *deep tech*, financiando ensaios clínicos e laboratoriais, além de promover consultorias contínuas.

O ano de 2023 marcou o início de sua estruturação, com foco em diversificação de portfólio, ampliação de conexões e fortalecimento da presença da *deep tech* em ecossistemas de inovação. As fundadoras enfrentam desafios relacionados a financiamento e infraestrutura,

mas avançaram significativamente na exploração de novos mercados e na consolidação de práticas sustentáveis. Essa etapa representou a transição da empresa para um posicionamento mais diversificado, fortalecendo suas bases para competir em um ambiente dinâmico e desafiador. O ano de 2024 representa uma fase de estruturação estratégica para a Beta, com ações voltadas ao fortalecimento institucional, planejamento de longo prazo e avanços em diferentes frentes de atuação. A *deep tech* busca estabelecer uma base sólida para expansão futura, com foco em superar barreiras regulatórias, diversificar produtos e ampliar sua rede de parceiros. Esta etapa é marcada pelo crescente desenvolvimento da *startup* e pela implementação de iniciativas que alinham inovação tecnológica, sustentabilidade e impacto social. Para os próximos anos, a Beta possui um plano ambicioso para consolidar sua posição no mercado de biotecnologia e ampliar sua capacidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A meta é transformar a Beta em um centro de excelência para inovação em bioativos, combinando ciência, tecnologia e sustentabilidade.

Diante da trajetória da Beta, destaca-se algumas características que a definem como uma *deep tech*: surge da missão de integrar a ciência à natureza, criando produtos inovadores que possam atuar na prevenção e no tratamento de diversas condições relacionadas à saúde metabólica. Ainda, apresenta uma forte conexão com a pesquisa que teve início no Laboratório de Produtos Naturais da UFJF, oriunda das teses de doutorado das fundadoras, e se posiciona como um elo entre a medicina tradicional e os avanços tecnológicos no campo da biotecnologia. Por fim, há uma forte promoção de tecnologias inovadoras para promover a saúde integral e o bem-estar por meio da pesquisa e desenvolvimento de produtos fitoterápicos e suplementos alimentares eficazes e seguros, valorizando a riqueza da biodiversidade brasileira e buscando soluções que sejam inovadoras e sustentáveis.

A última *deep tech* desse grupo é a Épsilon. É uma *deep tech* que desenvolve soluções para a propulsão de aeronaves elétricas de voo e decolagem vertical (Evtols)<sup>2</sup>. Atua em inovação em motores elétricos oferecendo não apenas o conceito *plug and Play*, mas também integra inteligência artificial para um desempenho excepcional.

A história da Épsilon começa em 2016, quando seu fundador ingressou na Unifei para cursar Engenharia Elétrica. Durante sua trajetória acadêmica, a universidade se tornou um ponto de transformação, oferecendo um ambiente propício à exploração criativa e à inovação. O

---

<sup>2</sup> eVTOL | Uma aeronave de decolagem e aterrissagem vertical elétrica (*electric vertical take-off and landing* ou eVTOL em inglês) é uma variedade de aeronaves [VTOL](#) (decolagem e aterrissagem vertical) que usa energia elétrica para pairar, decolar e pousar verticalmente. Essa tecnologia surgiu graças aos grandes avanços na propulsão elétrica

fundador participou do projeto de extensão acadêmica “*Cheetah E-Racing*”, focado no desenvolvimento de carros elétricos, onde aprimorou suas habilidades técnicas e de gestão de projetos, além de se envolver em atividades que fortaleceram seu espírito empreendedor. Entre 2019 e 2020, a conexão do fundador com o ecossistema de inovação da Unifei se intensificou. Ele integrou um projeto em parceria com a Petrobras e professores da universidade, no qual ajudou no desenvolvimento de um motor de indução para substituir geradores síncronos em plataformas *offshore*. Essa experiência consolidou seu interesse por máquinas elétricas e por inovações de grande escala.

No entanto, sua interação com grandes empresas como a Petrobras evidenciou a falta de flexibilidade para inovações disruptivas, o que gerou a percepção de uma oportunidade para desenvolver sua própria tecnologia *deep tech*. Durante seu Trabalho de Conclusão de Graduação, o trabalho do fundador não apenas revisou a tecnologia de motores elétricos para aeronaves, mas também apontou oportunidades de mercado e lacunas tecnológicas, com foco em soluções sustentáveis para o setor de aviação. Esse projeto foi fundamental para a criação da Épsilon, transformando as bases teóricas em soluções práticas. Em 2022, o fundador deu um passo decisivo para consolidar sua ideia ao ingressar no programa Nexus, uma iniciativa de pré-aceleração vinculada ao Parque Tecnológico de São José dos Campos. O programa proporcionou um ambiente rico em aprendizado e troca de experiências, conectando-o a mentores especializados e empresas do ecossistema aeroespacial, um dos mais dinâmicos e estratégicos do Brasil. Essa etapa foi crucial para estruturar a Épsilon como uma *deep tech* focada no desenvolvimento de tecnologias de ponta, especialmente motores elétricos para aeronaves.

Em 2023, a Épsilon continuou seu desenvolvimento e seu fundador iniciou seu mestrado na USP, migrando para um projeto focado em tecnologias de acionamento para motores elétricos. Em 2024, a Épsilon avança em sua trajetória de inovação, entrando em uma fase de diversificação estratégica que amplia seu alcance e impacto. Continuando seu trabalho pioneiro no setor aeroespacial, a empresa diversifica suas atividades com colaborações em segmentos complementares, como agronegócio e logística urbana. Essa expansão reflete tanto a adaptação às demandas do mercado quanto o compromisso com sustentabilidade e inovação tecnológica.

Diante disso, dentre as características que definem a Épsilon como uma *deep tech* estão o foco no problema complexo: o desenvolvimento de tecnologias de ponta, especialmente motores elétricos para aeronaves. Além disso, apresenta uma forte conexão com a pesquisa, pois teve início na universidade, a partir de projetos de extensão acadêmica, aliados a projetos

de pesquisa e participação em programas de pré-aceleração e aceleração, e se posiciona na aviação que desafia os limites convencionais. Por fim, há a promoção de tecnologias inovadoras para promover uma busca constante por tecnologias inovadoras que promovam eficiência energética e reduzam o impacto ambiental, como o desenvolvimento de motores elétricos para aeronaves, capazes de transformar um setor historicamente dependente de combustíveis fósseis.

#### 4.1.2 *Deep Techs* em fase de Escalabilidade

A Gama, fundada em 2017, na cidade de Itajubá, no interior de Minas Gerais, surgiu da necessidade de seus idealizadores de contribuir para uma agricultura cada vez mais sustentável e, com o apoio do Centro de Empreendedorismo da UNIFEI (CEU) e de investidores anjos, avançou e conseguiu realizar suas primeiras vendas em 2018. No primeiro ano, as atividades aconteceram dentro de um pequeno laboratório até a ideia tornar-se um protótipo. O principal objetivo da *startup* é oferecer soluções inovadoras que prometem transformar a gestão da irrigação, trazendo economia, satisfação e melhor qualidade de vida para os produtores rurais.

Embora sua fundação tenha ocorrido em 2017, a Gama iniciou sua idealização entre 2014 e 2015, com o processo de formação de um dos sócios no mestrado e envolvimento com os programas do CEU para sua formação enquanto empreendedor. Em 2016, a Gama iniciou sua participação em Programas de pré-aceleração no CEU, onde houve validação e desenvolvimento dos primeiros protótipos. Em 2017, a *startup* inicia sua participação em feiras do agronegócio e suas primeiras tratativas comerciais.

Já em 2018, a Gama alcançou dois marcos importantes: o recebimento de um investimento de um investidor anjo e a realização de sua primeira grande venda, automatizando 28 pivôs de irrigação em parceria com a AgroSmart. Em 2019, ela é adquirida parcialmente pela multinacional Bauer, iniciando uma nova fase. Esse investimento não apenas trouxe capital, mas também uma infraestrutura consolidada.

Entre 2020 e 2022, a Gama diversificou seu portfólio e consolidou sua posição como referência em automação de irrigação. A criação de soluções “*white label*”<sup>3</sup> para parceiros internacionais foi uma estratégia que ampliou sua base de clientes e fortaleceu sua presença no mercado global. A ampliação do portfólio de produtos para incluir automação de bombas e monitoramento hídrico demonstrou o comprometimento da Gama com a inovação contínua. Em 2023 e 2024, ela divide suas vendas entre canais exclusivos, exportações e *white label* se consolidando como um *player* global.

---

<sup>3</sup> White Label é um modelo de negócio em que um produto ou serviço desenvolvido por determinada empresa pode ser revendido por outras empresas ou pessoas físicas sem divulgação dos direitos autorais

A Gama pode ser caracterizada como uma *startup deep tech*, dado que surge com o propósito de resolver um desafio complexo e mundial, que é a alimentação da população mundial, sua tecnologia oferece ao produtor rural redução de tempo e os recursos gastos com deslocamentos na propriedade, economia de combustível e manutenção de veículos, além de proteger seus ativos. Além disso, apresenta uma conexão com a pesquisa. O processo de pesquisa com o mestrado foi fundamental para a formação de um dos sócios, atualização tecnológica, mas também para desenvolver habilidades críticas de pesquisa. Ele buscou entender novos tópicos de computação e conectar conhecimentos de mercado com fundamentos acadêmicos. Essa jornada incluiu a leitura intensiva de artigos, discussões aprofundadas, habilidade de relacionar temas distintos, fortalecendo sua base tecnológica, capacidade de inovação, participação em projetos de robótica e explorando como a pesquisa poderia ser aplicada à criação de uma empresa. Por fim, há o fomento a tecnologias disruptivas, sendo os primeiros protótipos funcionais em laboratório.

Outra *startup* investigada foi a Zeta, que é uma *startup*, fundada em 2018, que atua no setor de desenvolvimento e comercialização de soluções de monitoramento autônomo aplicado a estruturas, integrando tecnologias inteligentes, fornecendo informações e dados em tempo real, úteis para tomadas de decisão. A parceria com uma empresa especialista em Engenharia de Minas foi um passo fundamental para a empresa, culminando na adoção de suas soluções por grandes *players* do setor, que se tornaram “*early adopters*” (cliente pioneiro) e parceiros em processos de inovação aberta.

Sua idealização iniciou-se em 2012, quando um dos sócios fundadores enfrentou o problema da falta de tecnologias eficientes para monitorar a segurança de grandes estruturas. Essa exposição ocorreu no contexto de projetos de usinas hidrelétricas e revelou uma demanda não atendida por soluções inovadoras de monitoramento, o que plantou a ideia inicial para a criação da Zeta.

Em 2015, foi registrada a patente da sua invenção, inspirado na ideia de um dispositivo que pudesse indicar de forma precisa se uma estrutura estava estável ou apresentava deslocamentos. Em 2016, o sócio fundador iniciou o mestrado e também uma sequência de participações no Centro de Empreendedorismo da UNIFEI (CEU), o que levou ao desenvolvimento da ideia, validação e protótipos. Em 2019, a Zeta alcançou um marco significativo ao lançar seu protótipo, o “*TrueLine*”, que chamou a atenção da *AngloGold Ashanti*, uma empresa sul-africana mineradora. Essa parceria validou a eficácia da tecnologia em um ambiente industrial real, proporcionando um “*case*” de sucesso que impulsionou a reputação da empresa.

Já em 2020, houve outro marco: a formalização do contrato com a Fundação Renova para monitorar os barramentos de Candonga. Isso levou ao início das operações comerciais da Zeta Este foi um passo importante para a consolidação da empresa como líder em tecnologia de monitoramento. Nos anos de 2021 a 2023, a empresa segue estratégias para aumentar a participação no mercado. Em 2024, a Zeta inicia seu processo de internacionalização, em Cascais, Portugal. A empresa foi contratada para monitorar um edifício histórico cuja fachada era tombada pelo patrimônio público, um projeto desafiador devido às exigências de preservação e às possíveis multas em caso de danos.

Diante do exposto, a trajetória da Zeta revela as características de uma *startup deep tech*, visto seu propósito, sua relação estrita com a universidade e o uso intensivo de tecnologias avançadas. A Zeta surge com o propósito de resolver um desafio complexo e mundial, que são os desastres ambientais. O rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG, em novembro de 2015, foi um ponto de virada da *startup*. O desastre revelou lacunas significativas nas tecnologias de monitoramento de segurança utilizadas até então, destacando a urgência de regulamentações mais rigorosas e soluções tecnológicas inovadoras. Outro destaque se dá a pesquisa na universidade, a *startup* escolheu a universidade por sua excelência em estudos hídricos e programas de apoio a *startups*, ao chegar na cidade, apresentou o projeto ao Instituto de Recursos Naturais (IRN) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e foi convidado a realizar um mestrado com base no desenvolvimento dessa tecnologia. Além disso, o uso intensivo de tecnologias da engenharia e laboratórios de precisão, o desenvolvimento da tecnologia TrueLine e a parceria com o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) como um parceiro potencial por sua experiência em telescópios de precisão, tecnologias ópticas avançadas, orientação técnica, acesso a laboratórios, além do laudo de calibração do TrueLine, emitido pelo LNA, foi um marco crucial que consolidou sua credibilidade.

A Delta é a terceira *startup* investigada que se encontra na fase de escalabilidade. Ela teve início, entre os anos de 2007 e 2011, com o desejo de uma de suas fundadoras de usar o conhecimento científico para explorar a riqueza da biodiversidade de microrganismos presentes nos solos tropicais brasileiros e seu enorme potencial para um modelo de agricultura mais sustentável.

O início da *deep tech* se deu quando a fundadora começou a explorar o campo da pesquisa científica aplicada ao aceitar uma oportunidade de estágio em um projeto inovador. Este projeto, desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a *spin-off* Rizoflora Biotecnologia, visava criar um biodinamicida para o controle de nematoides, utilizando micro-organismos como base. A UFV desempenhou um papel crucial nessa fase,

oferecendo apoio técnico e acesso à sua infraestrutura de ponta, indispensável para o avanço da pesquisa. Ao mesmo tempo, a fundadora começou a se inserir em uma rede de impacto regional em Minas Gerais, conectando-se com projetos e iniciativas locais que refletiam a potencialidade da pesquisa científica para solucionar problemas práticos no campo.

Entre 2011 e 2017, a fundadora da Delta dedicou-se à realização de seu mestrado e doutorado na Universidade Federal de Viçosa (UFV), mergulhando profundamente no campo do controle biológico e na criação de produtos à base de micro-organismos. Essa etapa foi marcada por intensas atividades de pesquisa, explorando não apenas a eficácia de diferentes micro-organismos no combate a pragas agrícolas, mas também a potencialidade de novos produtos biológicos no mercado. Entre 2017 e 2020, a fundadora da Delta ampliou sua atuação ao mergulhar em pesquisas aplicadas em parceria com uma multinacional do setor agrícola. Essa experiência prática foi decisiva para aprofundar o conhecimento sobre as demandas do mercado e para validar o modelo de terceirização de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Durante quase cinco anos, ela trabalhou diretamente no desenvolvimento de produtos para essa empresa, explorando soluções inovadoras e adquirindo uma compreensão detalhada do funcionamento do setor e de suas necessidades específicas.

O ano de 2021 marcou o início oficial da Delta, fundada por duas empreendedoras com o objetivo de transformar o agronegócio por meio da biotecnologia. O lançamento da *deep tech* aconteceu com a entrada no programa de pré-incubação do Tecnoparq da Universidade Federal de Viçosa (UFV), uma decisão estratégica que garantiu acesso a uma infraestrutura de ponta e suporte essencial para a construção do negócio. O ano de 2022 foi decisivo para a consolidação da Delta como uma empresa de destaque no setor de biotecnologia. Nesse período, a *startup* alcançou o credenciamento no Ministério da Agricultura, um marco crucial que a habilita a atuar oficialmente no desenvolvimento e comercialização de insumos biológicos e fertilizantes. Esse reconhecimento não apenas legitimou sua atuação no mercado, mas também reforçou sua credibilidade junto a clientes e parceiros.

No ano de 2023, a Delta alcançou uma posição de destaque no setor de biotecnologia, consolidando-se como líder no mercado de pesquisa aplicada. Com um portfólio robusto de serviços, a empresa atendeu grandes players nacionais e internacionais, fortalecendo sua posição como referência em inovação para o agronegócio. O futuro da Delta a partir de 2024 apresenta perspectivas promissoras, fundamentadas em uma estratégia sólida de inovação e expansão. A empresa planeja intensificar o desenvolvimento e o lançamento de bioinsumos, reafirmando seu compromisso com tecnologias de base biológica e de alto impacto no setor agrícola. Além disso, novos projetos de dar início a novas *deep tech*, ainda mais inovadores,

estão sendo estruturados, consolidando a posição da Delta como uma empresa pioneira no uso de biotecnologia avançada para atender às necessidades do mercado.

A Delta também pode ser vista com uma *deep tech* ao oferecer uma solução para um desafio complexo e global, focada em explorar a biodiversidade de microrganismos nos solos tropicais brasileiros, sua tecnologia visa promover uma agricultura mais sustentável, oferecendo testes de eficiência de produtos e selecionando microrganismos para manejo de doenças e promoção do crescimento vegetal. Além disso, a *deep tech* possui uma conexão com a pesquisa, que ocorreu pela fundadora, desde a iniciação científica até o doutorado. Isso permitiu o desenvolvimento de habilidades críticas de pesquisa e a aplicação de conhecimentos científicos para resolver problemas práticos no campo, especialmente no agronegócio. Por fim, há o fomento a tecnologias disruptivas, pois a *deep tech* investe no desenvolvimento de testes de eficiência para produtos biológicos inovadores, oferecendo consultoria especializada para escolher microrganismos ideais a serem investigados para o manejo de doenças.

## **4.2 Atores da Hélice Quintupla e sua atuação ao longo Ciclo de Vida das *Deep Techs***

A partir dos dados levantados por meio de documentos e entrevistas, os resultados desse objetivo foram organizados de acordo com os momentos do ciclo de vida sugeridos na síntese do referencial teórico, ou seja, ideação, estruturação, gestão e escalabilidade e repouso e inquietação, considerando o estágio atual das *Deep Techs* investigadas. Vale ressaltar que o momento de pesquisa foi especificado para ambos grupos no decorrer do item 4.1, referindo-se a um momento anterior à ideação, tanto em relação ao desenvolvimento do produto quanto ao amadurecimento dos próprios fundadores.

### **4.2.1 *Deep Techs* em fase de estruturação**

#### **4.2.1.1 Momento de Ideação**

A fase de ideação é o momento inicial do processo de inovação, que envolve a criação da ideia, a identificação e validação do problema, a definição de uma solução e o desenvolvimento dos primeiros protótipos. Ao analisar as *deep techs*, ficou evidente a atuação dos atores, sociedade e o meio ambiente, universidades, governo e empresas, e a importância que desempenham nesse processo.

A Hélice Quintupla e Quádrupla, meio ambiente e sociedade, aparecem de forma conjunta em alguns momentos. No que se refere ao meio ambiente, as *deep techs* desenvolvem soluções que apoiam a eficiência do agronegócios, evidenciam potenciais para transição

energética, reduzem o impacto ambiental dos defensivos químicos tradicionais, além de gerar impacto positivo à comunidade. Um dos fundadores relata:

A Alfa é a primeira empresa em todo o mundo a combinar biotecnologia natural, ou química verde, com tecnologias de simulação e análise *in silico*. Trabalhamos com própolis azul e fitoextratos da rica biodiversidade brasileira para potencializar os resultados no agronegócio. Esse é o nosso principal propósito (Alfa).

Nessa fase, a *deep tech*, embora ainda sem uma estrutura formal de empresa, começou a formar a base do negócio, com uma visão clara de sustentabilidade e impacto positivo para a comunidade (Beta).

O papel da universidade evidencia-se nos relatos dos fundadores, que apontam a instituição como um ponto de partida fundamental para o desenvolvimento de ideias inovadoras e pesquisas pioneiras. A universidade desempenha uma função central ao oferecer não apenas a base teórica e o suporte acadêmico, mas também por atuar como um catalisador na transformação de conhecimentos em soluções práticas. Os relatos demonstram esse papel:

A conexão com universidades foi fundamental desde o início. Com um forte histórico acadêmico, utilizei minha rede de contatos com instituições como a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o Inatel para iniciar colaborações em pesquisas. Estabelecemos parcerias para conseguir bolsas de iniciação científica, o que contribuiu no futuro para a validação científica dos produtos em desenvolvimento (Alfa).

Desde cedo, a universidade teve um papel central e transformador nessa trajetória (...), funcionando não apenas como um espaço dedicado à formação acadêmica tradicional, mas também como um ambiente fértil para a exploração criativa, o desenvolvimento de ideias inovadoras e a realização de experimentações práticas (Épsilon).

A universidade foi o eixo central deste estágio. A pesquisa nasceu no Laboratório de Produtos Naturais Bioativos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), sob a orientação da professora Elita, que futuramente viria a se tornar uma das sócias fundadoras da *deep tech*. Durante o doutorado, nós pesquisadoras começamos a desenvolver tecnologias com potencial para aplicações no mercado, mesmo que ainda estivessem focadas no âmbito acadêmico. O laboratório da universidade ofereceu a base intelectual e experimental para os nossos estudos, consolidando-se como o berço da Beta. O trabalho desenvolvido foi essencial para formar o alicerce científico que sustentaria as etapas subsequentes da empresa (Beta).

Esses relatos destacam como o ambiente acadêmico facilita a transição de pesquisas acadêmicas em iniciativas empreendedoras de impacto, reforçando sua relevância no ecossistema de inovação. Outro importante papel desempenhado pela universidade nesse momento das *deep techs* é a existência de programas de aceleração. Todas as *deep techs* participaram de alguma jornada de aceleração ou incubação, sendo duas dentro de universidade e uma ancorada pela prefeitura associada ao governo municipal.

Já o governo tem importância no apoio oferecido por incubadoras locais e editais de fomento. Em alguns casos, o governo é parceiro de importantes ambientes de inovação que contam com programas com jornadas de formação empreendedora, o relato abaixo aponta:

O grande facilitador que identificamos foi a incubadora de Santa Rita do Sapucaí, mantida em grande parte pelo município, que já foi projetada seguindo as exigências da Anvisa e do Mapa. O espaço contava com toda a estrutura necessária, como fluxos adequados, depósitos e sala de treinamento. Isso fez uma grande diferença, porque, sem essa certificação prévia, enfrentaríamos atrasos consideráveis. Ganhar esses meses foi crucial, porque evitou custos altos com aluguel e equipamentos parados, além de reduzir a pressão financeira. Esse foi um grande diferencial da incubadora de Santa Rita do Sapucaí/MG, já que outras não possuem a certificação do Mapa e da Anvisa, apesar de terem boas instalações. Isso atraiu muita atenção de visitantes e destacou nossa vantagem (Alfa).

Na incubadora, existia uma prática que chamavam de "café com empreendedor". Periodicamente, eles convidam especialistas, como advogados para falar sobre patentes e contadores para discutir questões tributárias. Isso já fazia parte da cultura do espaço. Além disso, sempre que havia visitas de outros estados ou de empresas, a incubadora enviava previamente um resumo das empresas que iriam visitar a incubadora e perguntava a todos quem aceitava receber visitantes. A Berotec sempre esteve de portas abertas. Esse processo resultou em diversos contatos interessantes, alguns dos quais ainda estão em andamento como potenciais oportunidades de faturamento. Foi uma experiência muito enriquecedora, mesmo sem haver outras empresas de biotecnologia no local (Alfa).

Outra *deep tech*, a Épsilon, tem o governo com participação indireta no programa Nexus, uma iniciativa de pré-aceleração vinculada ao Parque Tecnológico de São José dos Campos. O programa proporcionou um ambiente rico em aprendizado e troca de experiências, fazendo a conexão entre a *deep tech* com mentores especializados e empresas do ecossistema aeroespacial, um dos mais dinâmicos e estratégicos do Brasil.

Essa etapa foi crucial para que eu pudesse estruturar melhor a ideia de negócio da Épsilon como uma *deep tech* focada no desenvolvimento de tecnologias de ponta, especialmente motores elétricos para aeronaves (Épsilon).

No que se refere ao ator empresas, percebe-se nesse momento a importante participação de grandes corporações na jornada com seus próprios programas de aceleração com aporte financeiro, além das parcerias com outras *startups* no ambiente onde estão inseridas. Os relatos reforçam essas participações:

(...) a gente participou de uma seleção da Emerge, e nossa tecnologia foi selecionada, e a partir daí, a gente ganhou um investimento para poder fundar a *deep tech*. Neste programa, começaram a nos mostrar as ferramentas essenciais que precisávamos aprender para empreender. Nos ensinaram sobre modelos de negócio, como elaborar estratégias, e como estruturar a empresa de forma sólida. Desde entender a importância de ter um contador até saber como apresentar nosso produto para uma indústria, eles nos ajudaram a nos organizar e a dar os primeiros passos com confiança (Beta).

O fato de estar próximo a outras empresas criou um ambiente rico de aprendizado e troca de experiências, onde pudemos compartilhar e aprender sobre estratégias de inovação e gestão. Essa interação foi fundamental para aprimorar nossas práticas e nos proporcionar novas perspectivas sobre como melhorar nossos processos e impulsionar o crescimento da nossa *deep tech* (Alfa).

Os trechos relatam a presença do ator na empresa como financiador e também formador dos sócios e do negócio. Os fundadores, por meio dessa parceria, revisaram seu modelo de negócios e revisaram a estratégia da empresa. Além disso, os relatos em relação a outras *startups*, demonstram como a colaboração e o engajamento entre as empresas, contribuem para fomentar a criatividade, superar desafios e consolidar redes de apoio indispensáveis à transformação de projetos iniciais em empreendimentos bem-sucedidos.

#### **4.2.1.2 Momento de Estruturação**

A fase de estruturação de uma *deep tech* é o momento em que a ideia inicial é consolidada em um modelo de negócios viável. Nesse estágio, foi possível perceber a presença de todos os atores da Hélice Quíntupla, os quais serão detalhados.

No que se refere ao meio ambiente, nota-se os aspectos de sustentabilidade sendo tratados na essência do negócio e no propósito apontado pelos fundadores. Duas *deep techs* tem na sua solução a redução de emissões de gases e do uso de produtos químicos nocivos. As *deep techs* apresentam um compromisso com a preservação do meio ambiente e a mitigação dos impactos das atividades humanas. Essas tecnologias de ponta, ao aliarem inovação e responsabilidade ambiental, têm o potencial de oferecer alternativas mais eficientes e ecológicas em setores como energia, agricultura e gestão de resíduos. Uma das *deep techs* busca desenvolver soluções que protejam o meio ambiente e promovam práticas agrícolas regenerativas.

A Beta reforçou seu compromisso com a sustentabilidade em 2023, lançando projetos voltados para o reaproveitamento de resíduos e a criação de novos bioativos. Um dos destaques foi a busca por formas de transformar subprodutos de extrações vegetais em insumos ativos, alinhando suas práticas de produção a modelos mais circulares e de menor impacto ambiental.

Em relação à sociedade, uma das *deep techs* atua com os pequenos produtores, eles entendem que o projeto Própolis Azul, por exemplo, visa impactar positivamente comunidades rurais ao aumentar a produtividade e reduzir custos.

No que se refere às empresas, todas as *deep techs* evidenciam a participação de grandes corporações, ou parcerias com *startups* do ecossistema para busca de novos mercados,

desenvolvimento de parcerias setoriais, financiamento, criação de novos mercados, pontos essenciais para o crescimento das *deep techs* analisadas. Os trechos abaixo evidenciam esses apontamentos:

A Alfa fortaleceu sua rede de parcerias com grandes players do agronegócio, como Agro Galaxy e Nortox, que foram fundamentais para a realização de testes de campo em larga escala. Essas parcerias permitiram à Alfa demonstrar a eficácia de seus produtos em condições reais, acelerando o interesse comercial (Alfa).

A parceria com o Laboratório Achê foi um ponto alto dessa fase. Este apoio foi essencial para elevar a maturidade tecnológica (*Technology Readiness Level - TRL*) da Beta, que passou do nível 3 para o nível 6. O Achê investiu diretamente na *startup*, financiando ensaios clínicos e laboratoriais, além de promover consultorias contínuas. Esses esforços resultaram em uma documentação robusta e na realização de ensaios conforme as Boas Práticas de Laboratório (BPL), essenciais para atender às exigências regulatórias e fortalecer a credibilidade da tecnologia (Beta).

Um dos impactos mais significativos dessa fase para a Épsilon foi a oportunidade de estabelecer parcerias com outras *deep techs* dentro do ecossistema aeroespacial, um setor altamente técnico e regulamentado. (...) não apenas foram abertas as portas para o diálogo com outras *startups* e empresas estabelecidas no parque, mas também foi um incentivo a exploração de sinergias entre diferentes projetos tecnológicos. Esse ambiente colaborativo revelou o potencial de alavancar recursos e conhecimento coletivo para superar os desafios inerentes ao desenvolvimento de *deep techs*.

As colaborações com empresas parceiras buscam expandir o portfólio de produtos e alcançar novos mercados por meio de co-desenvolvimento e transferências tecnológicas. Outro importante caminho de parceria com empresas, relaciona os programas de aceleração de grandes corporações, que por meio de suas jornadas apoiam financeiramente os projetos, ajudando no desenvolvimento de novas tecnologias.

O papel do governo também mostra-se presente nesse momento, o governo atua como um facilitador na promoção de políticas públicas, incentivos financeiros e suporte técnico destinados a estimular o empreendedorismo e a inovação.

A Alfa finalmente recebeu apoio governamental significativo, com um aporte financeiro de R\$250 mil do governo do Paraná para o projeto de desenvolvimento do Própolis Azul. Essa iniciativa foi crucial para fortalecer a atuação da empresa em regiões carentes e fomentar a sustentabilidade socioeconômica.

A Alfa, *deep tech* com sede em Curitiba recebeu apoio do Governo do Estado por meio do programa Paraná Anjo Inovador, está se destacando no cenário da biotecnologia natural com inovações a partir do própolis, que visam a agricultura e saúde animal, além de explorar áreas de sanitização médico-hospitalar, cuidados pessoais e saúde humana. Atualmente, a equipe da *deep tech* estuda as propriedades da própolis azul, identificada em Morretes, no Litoral do Paraná.

Outra *deep tech*, olha o governo como importante financiador, por meio de instituições como a FINEP, essencial para o desenvolvimento das próximas etapas da empresa.

Já a universidade está presente nesse momento como um importante aliado em relação a uso da infraestrutura, como laboratórios especializados, colaborações com outros pesquisadores, parceiro estratégico para validar e aprimorar suas tecnologias, especialmente em áreas que exigem alta especialização técnica.

O quadro 13 apresenta uma síntese das principais atividades dos atores da Hélice Quintupla nos momentos do ciclo de vida das *deep techs* em fase de estruturação.

**Quadro 13** - Síntese das principais contribuições dos atores da 5H nos estágios do CVO das *deep techs* em fase de estruturação (Continua)

ESTÁGIO PESQUISA				
Universidade	Governo	Empresas	Comunidade	Meio Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Origem das pesquisa, desenvolvimento e suporte técnico (Unifei, Inatel, UFJF)</li> <li>- Base intelectual e experimental adquirida em Laboratórios</li> <li>- Auxílio redação de Patentes (NITs)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de apoio governamental na fase inicial</li> <li>- Dificuldades em preencher os requisitos em edital, pois não contempla a pesquisa em si</li> </ul>	Não houve	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspiração para tecnologias com foco em sustentabilidade</li> </ul>
ESTÁGIO IDEIAÇÃO				
Universidade	Governo	Empresas	Comunidade	Meio Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mentoria acadêmica contínua</li> <li>- Suporte técnico e programas de empreendedorismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformidade regulatória em parcerias com órgão governamentais (ANAC, MAPA, ANVISA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mentorias empresariais, colaboração (Petrobrás, Emerge)</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foco inicial em tecnologias para redução de impacto ambiental.</li> </ul>
ESTÁGIO ESTRUTURAÇÃO				
Universidade	Governo	Empresas	Comunidade	Meio Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suporte técnico laboratórios (USP, UFV, UNIFEI)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoio financeiro governo estado Paraná (Anjo Inovador)</li> <li>- Editais FAPESP E FINEP</li> <li>- Muitas barreiras burocráticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parcerias para teste aeroespaciais</li> <li>- Diversificação de parceiro e expansão de portfólio</li> <li>- Contratos exclusivos com parceiros para garantir a qualidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto Própolis azul impactou pequenos produtores</li> <li>- Redução barreiras mobilidade urbana (aviação)</li> <li>- Inclusão da comunidade na cadeia produtiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de bioativos com menor impacto ambiental</li> <li>- Desenvolvimento de produtos com tecnologias verdes</li> <li>- Desenvolvimento de motores elétricos com redução de impactos</li> </ul>

	- Cumprimento de procedimentos regulatórios (cada esfera exige um protocolo)  - Busca por conseguir selos de certificação	dos insumos  - Licenças de softwares especializados		ambientais
--	---	---	--	------------

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

## 4.2.2 *Deep Techs* em fase de Escalabilidade

### 4.2.2.1 Momento de Ideação

O momento de ideação envolve o surgimento da ideia e identificação do problema, validação do problema, solução, além do desenvolvimento dos primeiros protótipos. Nesse momento, com as *deep techs* analisadas, foi possível perceber a atuação dos seguintes atores relacionados à *Quíntupla Hélice*: meio ambiente, universidade, governo e empresas.

No que se refere ao meio ambiente, as *deep techs* surgem pautadas na solução de problemas que envolvem a sustentabilidade, seja no que se refere a desastres ambientais, problemas relacionados ao cultivo do solo ou soluções para ajudar a eficiência do agronegócio, um dos entrevistados relata:

O impacto devastador do rompimento da barragem do Fundão, em Mariana/MG, não só despertou a atenção do país, mas também deu a mim um propósito maior para continuar desenvolvendo minha ideia, visando prevenir futuros desastres e salvar vidas. O desastre ambiental em Mariana/MG reforçou a necessidade de tecnologias que pudessem prevenir catástrofes ecológicas, solidificando o compromisso da Zeta com a sustentabilidade (Zeta).

No que diz respeito à universidade, elas desempenharam um papel essencial na formação dos sócios das *deep techs* investigadas. Na fase de ideação, as *startups* participaram de ações e programas de fomento à ideia, além de contribuírem para o desenvolvimento da proposta, associando-a a pesquisas. Os depoimentos a seguir ilustram esse fato.

(...) primeiramente, a universidade foi um campo gravitacional que me trouxe, porque eu sabia do polo tecnológico, mas a universidade...Ah!!! Porque nas obras de hidrelétricas, os diretores, os projetistas, todos eram ex-alunos da UNIFEI, cara. O pessoal da Enel, Green Power, da ANEEL, que ia lá fiscalizar as hidrelétricas, todos eram ex-alunos da UNIFEI. Então, isso me fez pensar: "Poxa, lá é o ninho das cobras; eu preciso encontrar esse pessoal. Esse lugar é onde as coisas acontecem." E foi assim que eu vim parar aqui. A universidade teve um papel crucial na minha trajetória profissional, que me trouxe até aqui. Em segundo lugar, o endosso, chancela, infraestrutura, e o nome Unifei também foi fundamental para o projeto e para a *startup* até hoje. Quando alguém pergunta: "Mas vocês estão onde?" Respondemos: "Nós

estamos em Itajubá, na Universidade Federal de Itajubá." Portanto, nos apoiamos no nome Unifei (Zeta ).

(...) Bom, eu acho que tudo começa um pouco dentro da universidade, onde a gente, lá no início, eu falo que a faculdade, ela sempre foi um cenário onde a gente aprendeu a aprender. Eu sempre vi a faculdade não como um diploma, mas sim como um lugar onde eu aprendi a aprender (Gama).

Particpei do Laboratório de Ideação, um programa incrível que eles oferecem aqui no Tecnoparq da UFV. Foi uma experiência muito enriquecedora! Inscrevi minha ideia no concurso de ideias em 2017 e, para minha alegria, ela ficou em primeiro lugar naquele ano. Como prêmio, recebi mil reais, o que foi um incentivo maravilhoso para seguir em frente com o projeto. (Delta).

É importante ressaltar que todos os sócios participaram de programas de pré-aceleração do Centro de Empreendedorismo da Unifei (CEU) e, no caso da Delta, dos programas oferecidos pela UFV, dentro das imediações do TecnoParq. Os fundadores destacam o nascimento dos negócios em um ambiente fértil de criatividade e inovação proporcionado pela universidade. Durante os anos de formação da graduação dos empreendedores, eles atuaram em projetos de robótica, *hackathons*, *Startup Weekend*, experiências que serviram como catalisadoras para a formação de habilidades técnicas e empreendedoras. A academia foi o ponto central desse momento, fornecendo não apenas o espaço físico, mas também o suporte intelectual e técnico necessário para a concepção inicial das ideias, os sócios relatam:

(...) a gente começou a Gama dentro do ambiente de empreendedorismo, participamos de um *hackathon* já com a ideia um pouco mais formada, mas onde a gente ganhou corpo mesmo foi lá no processo de pré-aceleração. Participou duas vezes do processo de pré-aceleração e nesse processo de pré-aceleração, a primeira rodada que a gente fez foi mais pra ganhar corpo no *hardware* (Gama).

Após o período de pré-aceleração, ingressei no LAB001, um laboratório voltado ao desenvolvimento de *startups*. Ali, não só aprimorei meu projeto, como também construí uma rede de contatos valiosa e essencial para o futuro da Zeta . Essas conexões abriram portas e me prepararam para a fase de incubação, um processo intenso que exigiu resiliência e a capacidade de transformar minha visão em um produto funcional e competitivo (Zeta).

A UFV continuou sendo uma parceira estratégica, oferecendo acesso a programas de ideação e incubação por meio do Tecnoparq. Essa participação foi fundamental para construir uma ponte entre a pesquisa acadêmica e o empreendedorismo, permitindo que ideias inovadoras pudessem se transformar em soluções viáveis para o mercado (Delta).

Sobre o papel do governo, uma das *deep techs* investigadas destaca o apoio a laboratórios especializados, que ajudaram no desenvolvimento técnico do produto na fase inicial. O suporte indireto do governo continuou, por meio de programas públicos que promovem a inovação, oferecendo acesso à ambientes propícios ao desenvolvimento de tecnologias disruptivas. Ao focar no desenvolvimento de tecnologias que poderiam prevenir

desastres, a Zeta começou a atrair a atenção de organizações comprometidas com a segurança pública e a proteção ambiental. Os fundadores relatam sobre os laboratórios:

(...) identificamos o LNA (Laboratório Nacional de Astrofísica) como um parceiro potencial por sua experiência em telescópios de precisão e tecnologias ópticas avançadas. A conexão com os diretores foi transformadora. Eles não apenas abriram as portas, mas nos orientaram tecnicamente, identificando desafios e fornecendo acesso a laboratórios. O laudo de calibração do TrueLine, emitido pelo LNA, foi um marco crucial que consolidou sua credibilidade (Zeta).

O governo foi uma peça-chave nesse processo, oferecendo um apoio fundamental, mesmo sendo de forma indireta, ao nos proporcionar acesso às estruturas compartilhadas, laboratórios e instrumentos, do parque tecnológico. Isso fez toda a diferença, pois nos ajudou a reduzir os riscos financeiros e permitiu que eu fizesse investimento no que realmente importa para o crescimento da *deep tech*: a pesquisa e o desenvolvimento (Delta).

No que se refere à atuação das empresas na fase de ideação, as *deep techs* identificam a presença de parceria com outras *startups*, onde as empresas apoiaram com investimento, conexões com os primeiros clientes permitindo os primeiros testes em campo, além da relevância de grandes corporações como chancela da funcionalidade de seus produtos, os fundadores ressaltam:

Na primeira rodada de investimentos na INCIT, a Zeta recebeu um aporte de 150 mil reais, correspondentes a 42% de participação na empresa. Esse recurso foi crucial para o desenvolvimento do primeiro produto, o Q-Line, que envolvia a compra de equipamentos como um laser da Suíça, com alcance de 500 metros e precisão de um milímetro. O montante de 150 mil reais aportados, foram liberados no valor mensal de 25 mil reais ao longo de seis meses, o que permitiu financiar o projeto e a evolução do produto (Zeta).

A Gama conheceu a Bauer em 2017, durante uma feira em Ribeirão Preto, onde teve a oportunidade de explorar o mercado e se apresentar a diversos *players* do setor. Apesar de inicialmente receberem uma abordagem mais limitada de outras empresas, a Bauer demonstrou interesse, pois enfrentava dificuldades em adaptar sua tecnologia ao cenário nacional e buscava soluções para competir no mercado (Gama).

#### 4.2.2.2 Momento de Estruturação

A fase de estruturação é marcada pela formalização jurídica da *deep tech*, entrada no mercado e início do processo de monetização da empresa. Os dados do estudo revelam que, nessa fase, percebe-se a presença dos seguintes atores: meio ambiente e empresa.

O papel do Meio Ambiente permanece central na atuação da Delta e houve uma intensificação no trabalho com produtos biológicos e a busca contínua por práticas agrícolas de baixo impacto ambiental. A empresa reafirmou sua missão de oferecer soluções que promovam

uma agricultura mais equilibrada e responsável, consolidando-se como uma referência no desenvolvimento de tecnologias alinhadas às necessidades do planeta.

Eu comecei a me inserir em uma rede de impacto regional em Minas Gerais, conectando-me com projetos e iniciativas locais que mostravam como a pesquisa científica poderia realmente ajudar a resolver problemas práticos no campo. Foi nesse momento que percebi a sustentabilidade surgindo como uma preocupação cada vez mais central (Delta).

Outro importante ator nesse momento são as empresas, a parceria entre as *deep techs* e as empresas proporcionou às *startups* condições singulares para a continuidade dos negócios, como a formalização jurídica e conquista de mercados. Por exemplo, a parceria com a empresa de mineração possibilitou que a Zeta minimizasse o seu risco e que os sócios pudessem sobreviver, além disso foi por meio de uma parceria comercial que a empresa iniciou suas operações comerciais. O depoimento a seguir ilustra esse fato:

(...) Quando o Esper entrou, foi um divisor de águas. Estávamos prestes a abrir o CNPJ, e ele trouxe uma energia incrível que renovou o projeto (...). No fim, restamos eu e o Esper. Nessa fase, meu orientador de mestrado, já sabia de tudo e me surpreendeu dizendo: "Eu invisto e quero ser sócio." Foi quando negociamos, ele entrou como sócio e investidor, e abrimos o CNPJ juntos. A BVP Engenharia também se uniu, marcando nossa primeira rodada de investimentos e formando uma sociedade com seis pessoas. A partir daí, estávamos prontos para crescer, com energia, determinação e um time focado no mesmo objetivo. A virada veio quando, por meio de um investidor da BVP, conseguimos instalar o TrueLine na barragem Mina Cuiabá, da AngloGold Ashanti, sem custos para eles, em um contrato que foi um grande investimento para criar um case de sucesso. Com essa validação, finalmente conseguimos nosso primeiro contrato remunerado, monitorando os barramentos metálicos de Candonga, que seguravam a lama da barragem de Fundão e protegiam a hidrelétrica Risoleta Neves. Foi um marco que consolidou nossa tecnologia e abriu caminho para novas oportunidades (Zeta) .

Outro fundador relata a parceria com uma grande corporação internacional, que levou a um processo de aquisição, mas também à encontrar um mercado antes inatingível. Nessa mesma direção, outro caso relatado mostra que a parceria com uma empresa multinacional trouxe credibilidade e confiança aos próprios empreendedores. Desde sua fundação, a *deep tech* estabeleceu alianças estratégicas com empresas renomadas no setor agrícola, como Bayer e Syngenta. Simultaneamente, a conexão com a comunidade de *deep techs* possibilitou a troca de experiências e o aprimoramento do modelo de negócio, reforçando a cultura de inovação e colaboração. Os depoimentos a seguir evidenciam o papel das empresas na fase de estruturação das *deep techs*:

A Bauer demonstrou interesse, pois enfrentava dificuldades em adaptar sua tecnologia ao cenário nacional e buscava soluções para competir no mercado. Após uma proposta de parceria, a Gamainiciou testes para adaptar sua tecnologia aos painéis da Bauer, especialmente em condições desafiadoras na Bahia, onde problemas de internet e

energia exigiam soluções robustas. Durante aproximadamente um ano, ocorreram validações e adaptações do produto, com apoio das revendas da Bauer, que também incentivaram os testes e a integração da Gamacomo fornecedora (Gama).

No nosso primeiro trabalho, feito para uma multinacional canadense, que é nosso cliente até hoje, tivemos a dificuldade de precificação. Eles solicitaram um serviço, eu fiz a precificação e começamos a executar. Porém, gastamos muito mais tempo e material do que imaginávamos. No fim, acabamos pagando para desenvolver nosso POC (prova de conceito). No entanto, essa experiência nos deu confiança e fortaleceu nossa percepção do nosso próprio trabalho. Isso impactou positivamente nossa abordagem com os outros clientes, pois passamos a nos sentir mais seguros e assertivos, pelo serviço entregue ao nosso primeiro cliente (Delta).

Ainda no que se refere ao papel das empresas, a parceria entre o público-privado se mostrou importante para a efetivação dos negócios das *deep techs*. No caso da Zeta, a Fundação Renova, um consórcio criado em resposta ao desastre de Mariana, colaborou com *deep tech* na implementação de soluções que poderiam evitar novos desastres. E após anos de planejamento a *AngloGold Ashanti*, uma das maiores empresas de mineração do mundo, mostrou interesse na tecnologia, firmando um contrato com a Zeta para validar o sistema em suas operações. Essa parceria se tornou um marco para a empresa, fornecendo um "case" de sucesso e aumentando a visibilidade da Zeta. Na mesma época, o sócio da *deep tech* foi entrevistado pela Fundação Renova, que se interessou pela tecnologia como uma solução de monitoramento promissora, consolidando o reconhecimento da Zeta como um agente inovador no setor.

#### 4.2.2.3 Momento de Gestão e Escalabilidade

O momento de gestão e escalabilidade envolve tração, aumento da fatia de mercado e profissionalização para escalar. Os dados do estudo revelam o papel significativo do meio ambiente, da universidade, governo e empresas para as *deep techs* nesse momento do ciclo de vida.

Os achados revelam que a preocupação com a sustentabilidade e o Meio Ambiente são evidenciados nos valores e propósito de todas as *deep techs*. A atuação da Zeta, por exemplo, ajudou a proteger ecossistemas sensíveis, evitando novos danos ambientais através do uso de tecnologia avançada de monitoramento. Na Gama, ocorrem iniciativas práticas, como ações anuais de reflorestamento e a recuperação de áreas naturais próximas às operações, reforçam o alinhamento entre a missão da empresa e a proteção ambiental. Os relatos elucidam essa prática:

A sustentabilidade está claramente no nosso núcleo do trabalho, temos iniciativas tanto internas quanto externas. Internamente, isso começa com a identidade do grupo, que é "todo mundo verde". Um exemplo é a reflorestação ao redor de um lago próximo à Bauer. Limpamos a área e estamos transformando-a em um espaço verde semelhante a um parque. Esse é apenas um exemplo das ações que promovemos dentro da empresa. Externamente, realizamos campanhas ligadas à sustentabilidade. Por

exemplo, no início do ano, fizemos a campanha "Mundo Verde", onde clientes que compravam pivôs plantavam árvores e ganhavam desconto. Além disso, em parceria com cooperativas, para cada 10 equipamentos modernizados, revitalizamos as nascentes locais. Essas iniciativas reforçam nossos valores tanto internamente quanto junto aos nossos clientes e parceiros (Gama).

Nosso compromisso com o meio ambiente é claro: buscamos levar ao agronegócio, não só no Brasil, mas em todo o mundo, tecnologias de baixo impacto ambiental. Esses produtos, baseados em micro-organismos benéficos, são parte essencial de nossa missão de promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Assim, a sustentabilidade está no coração do nosso trabalho e é um dos nossos maiores compromissos (Delta).

No contexto da universidade, destaca-se sua contribuição expressiva na formação de mão de obra altamente qualificada e ao impulsionar o aprimoramento contínuo de tecnologias. Uma das *deep techs* analisadas reconheceu a importância da parceria com a universidade para o refinamento de seus sensores e a otimização de sua tecnologia. Os laboratórios de pesquisa são essenciais nos experimentos de novos produtos. Tal colaboração resultou na ampliação de suas soluções, possibilitando o atendimento a um maior número de setores.

O apoio do governo foi fundamental nessa fase das *deep techs*. No caso da Delta, observa-se que a atuação por meio do projeto RHAÉ (Recursos Humanos em Áreas Estratégicas), financiado pelo CNPq, por meio do qual a *deep tech* conseguiu expandir sua equipe, foi determinante para o aumento da capacidade operacional da empresa. Isso permitiu que ela atendesse a demandas maiores e mais complexas, consolidando sua posição como referência no setor. Além disso, a atuação do governo, por meio das regulações, também ajudou a *deep tech* a consolidar seu mercado de atuação. Os depoimentos a seguir ilustram o fato:

(...) E um grande crescimento da nossa empresa se deu com um projeto do CNPq, chamado RHAÉ (Recursos Humanos em Áreas Estratégicas), que é de Recursos Humanos, que a gente aprovou lá em 2022. e a gente começou a ser contemplado com as bolsas em 2022. Então, isso ajudou muito a nossa empresa, porque a gente saiu de duas pessoas para sete. Você imagina, uma empresa tem duas pessoas, vai passar para sete, onde desses sete, duas são de iniciação científica, e três são doutores? (Delta).

A consolidação da Delta como uma empresa de destaque no setor de biotecnologia. Nesse período, a *deep tech* alcançou o credenciamento no Ministério da Agricultura, um marco crucial que a habilitou a atuar oficialmente no desenvolvimento e comercialização de insumos biológicos e fertilizantes. Esse reconhecimento não apenas legitimou sua atuação no mercado, mas também reforçou sua credibilidade junto a clientes e parceiros (Delta).

Já a atuação das empresas, a maior contribuição está nas parceiras para as *deep techs*. Os dados evidenciaram que as parcerias com grandes corporações permitiu o crescimento das *deep techs*, os relatos abaixo, exemplificam esses momentos:

Um dos contratos mais marcantes foi com a mineradora Taboca, do grupo peruano Minsur, localizada na floresta amazônica, onde operam 11 barragens desde a década de 1970. Fechamos um contrato para monitorar todas as barragens e implementar o sistema de alerta de emergência, o Sinori, que é uma sirene portátil com tecnologia LoRa integrada ao nosso sistema. O Sinori trabalha em conjunto com os sensores ATTs e o *software* Lead Pro, que monitora as estruturas em tempo real, detecta riscos de rompimento e aciona automaticamente as sirenes em áreas críticas, como casas, salas de controle e espaços abertos. Esse projeto na Taboca foi um marco, cobrindo 11 barragens e fortalecendo nossa expertise no setor (Zeta).

(...) Após uma proposta de parceria, a Gama iniciou testes para adaptar sua tecnologia aos painéis da Bauer, especialmente em condições desafiadoras na Bahia, onde problemas de internet e energia exigiam soluções robustas. Durante aproximadamente um ano, ocorreram validações e adaptações do produto, com apoio das revendas da Bauer, que também incentivaram os testes e a integração da Gama como fornecedora. Essa parceria começou em 2017, com os primeiros testes em 2018. No final de 2018 e início de 2019, a colaboração culminou na aquisição da Gama pela Bauer (Gama).

#### 4.2.2.4 Momento de Repouso e inquietação

A etapa de repouso e inquietação evidencia a diversificação e manutenção dos retornos. Nesse momento, o papel da universidade e das empresas foi singular para as *deep techs*. Embora as *deep techs* se enquadrem no momento de escalabilidade, há situações onde elas exemplificam claramente sua estratégia de diversificação dos produtos.

A universidade continuou contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias e o foco na adaptação das soluções para diferentes contextos, além disso é na universidade que elas buscam sua mão de obra capacitada.

Contudo, neste momento são as empresas que se destacam, seja pela diversificação, busca pela internacionalização e as parcerias, via ecossistema, com outras *startups*, buscando o aprimoramento contínuo de seus produtos, bem como a realização de novos negócios.

No que se refere a diversificação, a Gama se apoia em uma grande multinacional do ramo, que auxiliou na diversificação de seu portfólio e consolidou sua posição como referência em automação de irrigação. A criação de soluções “*White Label*” para parceiros internacionais foi uma estratégia que ampliou sua base de clientes e fortaleceu sua presença no mercado global. Além disso, outra *deep tech* aponta que a empresa já estabeleceu quatro casos de monitoramento ferroviário em regiões estratégicas, como parte de um processo de diversificação, ancorado também na parceria entre outras empresas.

No que se refere à internacionalização, foram parceiros empresariais que abriram as portas do mercado internacional para as *deep techs* estudadas. Já a Zeta expandiu suas operações para fora do Brasil a partir de uma conexão de uma empresa parceira, a BVP Engenharia. Essa empresa conectou a Zeta à empresa portuguesa Jetsi, após trabalhos anteriores realizados nas Olimpíadas do Brasil. Em Cascais, Portugal, a empresa foi contratada para monitorar um

edifício histórico cuja fachada era tombada pelo patrimônio público, um projeto desafiador devido às exigências de preservação e as possíveis multas em caso de danos. Outra *deep tech*, por meio de parceiros empresariais internacionais, intensifica o desenvolvimento e o lançamento de bioinsumos, a nível global, reafirmando seu compromisso com tecnologias de base biológica e de alto impacto no setor agrícola.

No contexto de outras empresas dentro do ecossistema, uma das *startups* relata a parceria com empresas que podem promover a atualização de seus produtos de forma mais rápida, como exemplificado:

Só pra fechar, vou falar mais um pouquinho sobre nosso ecossistema e falar da importância: a Zeta, esta semana, fechou um contrato com a empresa Wonder que tem todo o código e algoritmo de IA e nós vamos colocar IA no nosso *software* em parceria com a Wonder. Não seria interessante para a Zeta, desenvolver a própria IA, ia requerer muitos recursos e um time grande. Nós precisamos agregar valor e interpretação (Zeta).

O quadro 14 apresenta uma síntese das principais ocorrências dos atores da Hélice Quintupla nos estágios do ciclo de vida das *deep techs* em fase de escalabilidade.

**Quadro 14** - Síntese das principais ocorrências dos atores da 5H nos estágios do CVO das *deep techs* em fase de escalabilidade (continua)

ESTÁGIO IDEIAÇÃO				
Universidade	Governo	Empresas	Comunidade	Meio Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa, desenvolvimento e suporte técnico (Unifei, UFV);</li> <li>- Infraestrutura de laboratórios e mentoria acadêmica contínua;</li> <li>- Continuidade do suporte técnico e programas de incubação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de apoio governamental na fase inicial.</li> <li>- Apoio indireto por programas de inovação e empreendedorismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interação com outras empresas do ecossistema local de <i>startups</i> e mentores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feedback de produtores agrícolas e <i>startups</i> locais;</li> <li>- Auxílio às necessidades locais e impacto social positivo;</li> <li>- Ampliação das conexões e suporte a pequenos produtores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade de soluções sustentáveis e segurança ambiental reforçadas por eventos como o acidente de Mariana;</li> <li>- Foco em tecnologias que previnem desastres e promovem uso eficiente de recursos naturais;</li> <li>- Produtos e soluções voltados para eficiência hídrica e sustentabilidade agrícola</li> </ul>
ESTÁGIO ESTRUTURAÇÃO				
Universidade	Governo	Empresas	Comunidade	Meio Ambiente

Programa de incubação e suporte técnico para redução de custos	- Participação em discussões para promoção de Políticas públicas para inovação; - Busca por editais de pesquisa e desenvolvimento	Conexão com grandes empresas e expansão de portfólio (agricultura, automação e monitoramento avançado).	Expansão de impactos regionais e geração de empregos	Intensificação de soluções tecnológicas para proteção ambiental
<b>Universidade</b>	<b>Governo</b>	<b>Empresas</b>	<b>Comunidade</b>	<b>Meio Ambiente</b>
Busca contínua por colaboração com universidades (mentorias e infraestrutura)	Exploração de programas de fomento à internacionalização	Transferência de tecnologias e entrada em novos mercados globais (Portugal, América Latina)	Foco em cadeias sustentáveis e novas parcerias.	Integração de práticas ecológicas e ampliação do impacto positivo no meio ambiente.
<b>ESTÁGIO DE REPOUSO E INQUIETAÇÃO</b>				
<b>Universidade</b>	<b>Governo</b>	<b>Empresas</b>	<b>Comunidade</b>	<b>Meio Ambiente</b>
Parcerias contínua com universidades para desenvolvimento de novos produtos e serviços com foco na inovação global	Busca por novos programas de fomento para internacionalização.	Parcerias com foco em energias renováveis;  Produtos adaptados para atender novas demandas		Integração de práticas ecológicas (ESG).

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

### 4.3 Principais desafios ao longo do ciclo de vida das *Deep Techs*

Neste objetivo, os dados foram analisados a partir dos desafios das *deep techs* em fase de estruturação e na sequência, as que estão na fase de escalabilidade.

#### 4.3.1 *Deep Techs* em fase de Estruturação

Diversos desafios são enfrentados pelos empresários ao longo do ciclo de vida das *deep techs*. No momento da pesquisa, eles relatam sobre o acesso a laboratórios, longo período de desenvolvimento, rigorosos métodos científicos, normas regulatórias, transição da mentalidade do pesquisador que não possui uma mente de empresário, além do abismo que existe entre a pesquisa e o negócio. No momento de ideação, falta investimento, entendimento dos mecanismos de governança e conhecimento das exigências regulatórias básicas, há muitas incertezas tecnológicas e ambientais, falta infraestrutura adequada para o desenvolvimento de pesquisa e inovação .

No momento da pesquisa os empresários buscam resolver problemas reais da sociedade, frequentemente relacionados a questões ambientais, por meio de soluções tecnológicas viáveis. Contudo, precisam de uma infraestrutura mínima adequada, como: laboratórios, softwares e

instrumentos - geralmente disponíveis em instituições de ensino, como institutos e universidades. Outro desafio evidenciado é o longo período necessário para o desenvolvimento dessas pesquisas, devido à exigência para seguir protocolos rigorosos de métodos científicos, normas regulatórias e certificações impostas por órgãos governamentais, ainda na fase embrionária. Os empresários ressaltam a morosidade para o avanço das pesquisas.

Outro desafio identificado é a transição da mentalidade do pesquisador. Embora muitos relatem o desenvolvimento de soluções tecnológicas com elevado potencial de comercialização, a primeira barreira a ser superada é o pesquisador adquirir uma visão empreendedora, algo que, em muitos casos, não é inicialmente pretendido. Além disso, há a falta de preparo dos empreendedores. Em geral, os pesquisadores/empreendedores são profissionais técnicos, altamente qualificados em suas áreas de especialização, mas encontram dificuldades ao transitar para o universo empresarial. Aspectos como gestão financeira, planejamento estratégico, marketing e captação de recursos muitas vezes não fazem parte de sua formação inicial, o que os deixa vulneráveis a erros que podem comprometer o desenvolvimento do negócio. Os fundadores das três *deep techs* relatam diferentes situações relativos a sua formação:

Para submeter meu projeto ao edital da Nexus Mercado?". A partir disso, você vai construindo o pitch e desenvolvendo o modelo Canvas de negócios. Mas, na época, eu nem sabia como fazer isso. Pesquisei na internet a questão do Pitch, mas a escrita do projeto era mais complexa (...). Nesse período, o próprio Parque Tecnológico eu precisava escrever o projeto e depois apresentar um pitch. Coisas que eu nem imaginava como fazia.

Nunca imaginei que seguiria pelo caminho do empreendedorismo, mas começamos a conhecer esse novo mundo. Precisamos aprender a forma de apresentar, a forma de falar, tudo foi mudando, porque viemos de um meio muito acadêmico. Esse processo ainda está em andamento, e sentimos que há lacunas a preencher. Por isso, queremos trazer uma pessoa da área de negócios para o time, justamente porque nossa formação é muito diferente de tudo o que envolve o universo do empreendedorismo (Beta).

Nos dois primeiros anos, era só resolver os problemas. Eu não sabia essa questão da gestão, tipo definir objetivos, metas, quem somos, o tradicional que normalmente se faz num plano de negócio não faziam parte da minha formação, tive que correr atrás. Passei esse período todo na incubadora, e realmente sentia falta de experiência como CEO. A parte administrativa era um grande desafio, porque eu atuava em várias frentes ao mesmo tempo. Naquela época, eu era basicamente um pesquisador que achava que estava se transformando em empresário. (Alfa).

Essas situações continuam e juntamente com a dificuldade de acesso a laboratórios, as ideias passam muitas vezes por um abismo até chegar no momento de ideação. Nesse momento, não há mecanismos de governança corporativa formalizados, e as decisões geralmente permanecem concentradas nos fundadores. O financiamento, frequentemente realizado por meio do bootstrap, emerge como uma estratégia viável para sustentar as operações iniciais e

validar o conceito do produto, uma vez que o alto nível de risco e a ausência de comprovações concretas de mercado dificultam o acesso a investidores externos. Do ponto de vista dos financiadores, os riscos associados a essas iniciativas são considerados elevados, enquanto a expectativa de retorno é baixa, os empreendedores relatam:

A questão do investimento, só após 3 anos de existência, que nós recebemos investimento do governo do estado do Paraná. Nós somos em 11 sócios e desde o início nós decidimos não ter investidor anjo, para não ter que dividir lucros e decisões e mantivemos tudo com dinheiro do nosso bolso. (...) Por exemplo, estamos no famoso Vale da Morte agora! Estamos há cinco anos investindo agora tem que dar lucro, pelo amor de Deus!

O que eu vejo do governo, nesse sentido, seria um incentivo relacionado às chamadas de fomento específicas para a realidade das *deep techs* precisa muito dessas chamadas de fomento para poder injetar capital na sua empresa, porque é isso que vai sustentar os salários da equipe, o pró-labore da equipe, que, no caso, sou eu e uma das sócias, que não temos vínculo empregatício em nenhum outro lugar, e estamos dedicadas 100% à *startup*. Como será possível conduzir a nossa vida pessoal, se não temos outra fonte de renda? Se para a *deep tech* evoluir é necessário 100% da nossa dedicação? A conta não fecha! Estamos no vale tentando superar, mas estamos no vale da morte! E a gente precisa de receber investimento para isso, para em contrapartida podermos ofertar empregos, e impostos.

O investimento é um fator essencial para as *deep techs*, principalmente no momento de transição da pesquisa para a ideação, contudo o entendimento de exigências regulatórias básicas também apresenta-se como um desafio financeiro e de entendimento dos sócios:

Aí surgiram as exigências legais, como vestuário, copa, cozinha, sala de treinamento, entre outras. Esse foi o primeiro custo, que, embora razoável, foi necessário para a infraestrutura. O segundo custo, foi a aquisição da licença de um *software* específico, que custou 150 mil reais, pois para registrar patentes é necessário ter a licença oficial, já que o uso sem ela é considerado irregular (Alfa).

Além disso, os movimentos de riscos e incertezas são outro desafio. Os riscos são predominantemente de ordem operacional, relacionados à execução do conceito e ao desenvolvimento tecnológico inicial, apresentando alto nível de incerteza e complexidade. Diferente de outros tipos de negócios, as *deep techs* muitas vezes não têm um produto pronto para o mercado em curto prazo, o que aumenta a percepção de risco e exige um comprometimento financeiro a longo prazo. Uma das empreendedoras relata sobre os recursos de editais de fomento:

O recurso proveniente dessas chamadas possibilita não apenas o sustento de nossas vidas pessoais, mas também a execução de atividades estratégicas para impulsionar o desenvolvimento de nossas soluções tecnológicas e expandir nossos produtos e serviços impactando de forma positiva no mercado, na área da saúde (Beta).

Contudo, apesar da existência desse financiamento, alguns fundadores relatam as dificuldades desses editais:

Atualmente, nosso sustento depende de bolsas de fomento, mas, caso elas se encerrem antes de conseguirmos captar novos recursos, a empresa não sobreviverá. Entretanto, o que percebo como uma grande dificuldade nas chamadas de fomento são as inúmeras exigências. Por exemplo, há a necessidade de apresentar contrapartidas para participar. Como uma *startup* em fase inicial, que ainda carece de incentivos governamentais, pode se manter? (...) No nosso caso, recebemos um investimento *pré-seed*, que foi bastante limitado e precisou ser direcionado integralmente para atender às obrigações administrativas da *startup*, sem permitir qualquer retirada pelas sócias. Sem esse tipo de incentivo, como conseguiremos oferecer uma contrapartida para ingressar em uma chamada de fomento e, assim, viabilizar e conduzir um projeto? (Beta).

Todos os empreendedores relataram que esses aspectos dos editais precisam ser melhorados. O governo precisa entender como ocorrem as etapas do processo de consolidação das *deep techs* para que os editais de fomento possam contemplar essas *deep techs* e que os requisitos não sejam pontos de exclusão para as mesmas.

Outro desafio evidenciado é a falta de infraestrutura adequada para o desenvolvimento de pesquisa e inovação. Como foi relatado:

(...) quando deixamos o ambiente universitário, enfrentamos desafios significativos. Enquanto ainda somos alunos de pós-graduação e direcionados a laboratórios, contamos com orientadores e mentores de negócios que são relevantes para o avanço das ideias. No entanto, surge o problema do conflito de interesses ao utilizar essa infraestrutura para fins empresariais. Como resolver essa questão? (...) A resposta seria, na minha opinião, o governo poderia investir em infraestrutura das universidades, permitindo que gerenciasse infraestruturas completas, com laboratórios acessíveis à comunidade (Beta).

Por fim, os desafios apontados pelas *deep tech* no momento de estruturação são pontos de reflexão para novas possibilidades de formação de empreendedores e políticas públicas mais direcionadas para esse grupo.

#### **4.3.2 Deep Techs em fase de Escalabilidade**

As *deep techs* na fase de escalabilidade já possuem uma visão ampliada acerca dos desafios do processo de inovação e do negócio. Os dados revelam que os principais desafios são os mesmos apresentados para as empresas na fase de estruturação, como: longo período da pesquisa, falta de financiamento por parte do governo, editais de fomento com requisitos que não se encaixam no modelo das *deep techs*, despreparo dos fundadores na formação como empreendedores, incerteza do mercado, desafios que estão atrelados à etapa de desenvolvimento do produto, a linguagem própria do mercado, as questões fiscais, tributárias e de importação.

A Gama relata que os desafios são intensos, especialmente no chamado "vale da morte". O fundador relembra momentos de dúvida, questionando se o caminho escolhido realmente daria certo ou se estava sozinho acreditando na ideia. Outro ponto apontado pelo fundador é a dependência da equipe:

O principal desafio que enfrentamos é o impacto do desfalque quando algum membro da equipe sai da empresa, já que muitas vezes a pessoa ausente detinha o conhecimento específico necessário para a pesquisa. Acredito que para nosso ramo, o mais importante é selecionar pessoas altamente qualificadas e que vivam a filosofia da empresa (Gama).

Outra *deep tech* relata a necessidade de investimento e a importância do recebimento de apoio como investimento anjo. Contudo, um dos entraves ressaltados pelo fundador são os altos impostos, como o valor de impostos sobre a importação do laser, que dobraram seu custo original, o que levou a buscar programas de apoio governamental, mas não encontraram soluções adequadas. A falta de isenção fiscal e de políticas públicas favoráveis ao setor de *startups*, especialmente as *deep techs*, foi uma das principais “dores” enfrentadas, nesse período, segundo o fundador.

Outro desafio ressaltado são os medos e a insegurança. Não se trata de uma brincadeira; a sensação de insegurança é constante, pois não há garantias de que o empreendimento se manterá sustentável. Esse medo é acompanhado por uma preocupação constante, muitas vezes solitária, já que o empreendedor sente a necessidade de lidar com seus receios de forma interna, sem compartilhá-los com os outros. Nesse sentido, um dos empreendedores relata:

(...) É importante contar com uma rede de apoio, composta por mentores, colegas e, claro, clientes, pois cada palavra de incentivo, como um simples "Que legal o que você está fazendo", pode servir como um impulso, mesmo quando a insegurança é forte (Gama).

Apesar desse apoio, o medo do fracasso nunca desaparece completamente, e o empreendedor se vê dividido entre o orgulho dos avanços e a angústia de não saber o que o futuro reserva.

Ademais, a Zeta, lista outro desafio, que é a dificuldade de se inserir em um mercado de grandes corporações, refletido no relato:

Ao final de 2019, enfrentamos o desafio de apresentar nossa solução inovadora em um mercado dominado por grandes empresas, como as mineradoras, que ainda lidavam com os impactos dos rompimentos em Mariana e Brumadinho. Muitas portas se fecharam inicialmente, mas uma oportunidade surgiu graças a um investidor da BVP Geotecnia e Hidrotecnia, que nos conectou à AngloGold Ashanti. Instalamos o TrueLine na barragem Cuiabá, em Sabará (MG), sem custos para eles – um investimento que validou nossa tecnologia e gerou um *case* de sucesso muito importante para Zeta, (Zeta).

Por fim, outro desafio apontado foi a burocracia das universidades que impediu que contratos de parcerias fossem firmados, como mostra o depoimento:

Outro desafio muito grande que enfrentamos é que nossos clientes não conseguiam firmar convênios com a universidade por causa da burocracia, isso dificultava e muito a colaboração das empresas com a universidade. Esses fatores me levaram a criar uma empresa de pesquisa e ela precisa ser ágil, com uma equipe altamente qualificada, capaz de oferecer respostas rápidas ao mercado (Gama).

#### **4.4 Discussões e Proposição de Diretrizes para um Programa de Pré-Aceleração**

O ciclo de vida organizacional é uma abordagem teórica que explica as etapas pelas quais as organizações evoluem, desde sua concepção até a maturidade ou declínio. Modelos clássicos, como os de Chandler (1962), Scott e Bruce (1987), Mucci Adizes (2004), Frezatti, Bido (2008) e Schein (2010), destacam que o sucesso organizacional está diretamente relacionado à capacidade de adaptação às mudanças externas, à estruturação interna e ao enfrentamento de crises. As fases de concepção, crescimento, maturidade e possíveis transições refletem desafios e oportunidades distintas, sendo o aprendizado contínuo essencial para a sobrevivência e evolução dessas organizações.

Além dos modelos associados às empresas tradicionais, temos proposições do Ciclo de Vida Organizacional para o contexto das *startups*. Neste caso, o ciclo de vida apresenta especificidades devido à inovação constante, ritmo acelerado de evolução e altos níveis de incerteza. Modelos como os de Churchill e Lewis (1983), Block e MacMillan (1985) e Passaro, Quinto e Rippa (2016) descrevem etapas que vão desde a ideação e desenvolvimento de protótipos até o crescimento acelerado e a estabilização. Contudo, essas abordagens frequentemente não contemplam particularidades regionais, especialmente em economias emergentes e no caso de *deep techs*. Isso evidencia a necessidade de teorias mais inclusivas, que considerem fatores culturais, econômicos e institucionais, além de desafios específicos dessas *startups*.

O presente estudo de caso foi realizado com *startups deep techs* brasileiras, como Alfa, Beta P&D e Épsilon (em estágio de estruturação), e Zeta, Gama e Delta, em estágio de escalabilidade. A Alfa utiliza a biodiversidade brasileira para criar bioinsumos sustentáveis, enquanto a Beta P & D desenvolve fitoterápicos e bioprodutos voltados à saúde metabólica. A Épsilon desenvolve motores elétricos para aeronaves de decolagem vertical (eVTOLs), integrando inteligência artificial para otimizar o desempenho, posicionando-se como referência

no mercado de aviação avançada. A Zeta por sua vez, inova no monitoramento autônomo de estruturas, integrando tecnologia de ponta. A Gama promove eficiência e sustentabilidade na agricultura com sistemas automatizados de irrigação que economizam recursos e aumentam a produtividade. Ao passo que a Delta utiliza microrganismos tropicais para criar biotecnologias sustentáveis, conectando a biodiversidade brasileira às demandas globais do agronegócio.

Todas essas *deep techs*, se alinham às definições e características propostas por Reisdor, Rudek e Canciglieri (2023), Romasanta *et al.*, (2021), Gebru e Awal (2021), Borini *et al.* (2024), Dionísio *et al.* (2023), Romasanta *et al.* (2021), Kruachottikul *et al.* (2023) e Go e Hudson (2023). Os casos analisados mostram o potencial do Brasil em transformar sua biodiversidade em soluções tecnológicas com impacto significativo, combinando conhecimento acadêmico e capacidades inovadoras. As soluções disruptivas desenvolvidas por *deep techs* estão intrinsecamente relacionadas ao aprofundamento das investigações científicas realizadas nas universidades. Essas inovações, fundamentadas em avanços científicos e tecnológicos significativos, destacam-se por sua singularidade, complexidade e proteção por direitos de propriedade intelectual, o que lhes confere um papel estratégico no campo da inovação. Baseadas em descobertas científicas ou de engenharia, essas tecnologias têm o potencial de promover mudanças transformadoras em diversas áreas, sendo essenciais para a transposição do conhecimento acadêmico para o mercado.

Tais *startups* representam a convergência entre a pesquisa acadêmica e a aplicação de soluções práticas, evidenciando a importância estratégica das universidades, do governo e a colaboração com o setor empresarial, representados nos modelos de inovação da Hélice Tríplice a Hélice Quíntupla (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995; Carayannis; Campbell, 2009; Carayannis; Rakhmatullin, 2014; Etzkowitz; Zhou, 2017). No contexto analisado, foi possível perceber a atuação de todos os atores da Hélice Quíntupla. A universidade desempenha papel central, contribuindo para a geração de conhecimento, validação científica, suporte técnico, desenvolvimento de tecnologias, infraestrutura laboratorial, programas de pré-aceleração e orientação especializada. Esses fatores auxiliam pesquisadores na transição para o empreendedorismo. O governo complementa esse papel com políticas públicas, editais de fomento e ambientes propícios à inovação, como parques tecnológicos. Empresas parceiras também são cruciais, fornecendo recursos financeiros, suporte técnico e acesso a mercados estratégicos. A comunidade, ao integrar-se às cadeias produtivas, beneficia-se de inovações locais, enquanto o meio ambiente é uma prioridade estratégica nas soluções sustentáveis promovidas pelas *deep techs*. Adicionalmente, a seleção das *startups* investigadas baseou-se em critérios que evidenciam sua essência inovadora, destacando o caráter disruptivo de suas

soluções, a forte conexão com a pesquisa acadêmica, o impacto global e o compromisso com a sustentabilidade, reforçando a Hélice Quíntupla enquanto valores da *deep tech*.

Os atores da Hélice Quíntupla apoiam as *deep tech* de forma distinta ao longo do seu ciclo de vida. O ciclo de vida de *startups* é apontado por Antunes *et al.* (2022), onde cada fase é nomeada por momentos. Esses momentos são ideação, estruturação, gestão e escalabilidade e repouso e inquietação. Após análise das seis *startups* selecionadas, percebe-se que 3 estão em fase de estruturação, e 3 em escalabilidade (estágio avançado de maturidade), todas com proposta de inovação disruptiva.

Pássaro, Quinto e Rippa (2016) e Antunes *et al.* (2022) evidenciam estágios semelhantes para as empresas, contudo para este estudo optou-se pelo modelo de Antunes *et al.* (2022), analisando os atores da Hélice Quíntupla em cada um dos momentos.

No estágio de ideação, o foco está na validação da ideia e do conceito do produto, com esforços voltados para transformar descobertas científicas em propostas de valor viáveis. Contudo, os riscos operacionais são elevados, devido à incerteza de aceitação do mercado e à dependência de financiamentos públicos ou pessoais. A validação inicial envolve tanto a viabilidade técnica quanto a identificação de aplicações comerciais, o que demanda alinhamento com as necessidades de mercado. Nesse momento destaca-se o propósito voltado a valores ambientais e o forte papel da universidade, por meio dos seus laboratórios técnicos e infraestrutura.

Na fase de estruturação, as *startups* desenvolvem protótipos, testam sua viabilidade e buscam financiamento externo. Apesar de ser uma etapa crítica, com altos custos de pesquisa e desenvolvimento, muitas *startups* enfrentam o "vale da morte", um período desafiador em que a sobrevivência depende de estratégias como integração em *coworkings*, incubadoras e aceleradoras. Foi possível perceber fortemente o governo enquanto financiador e parcerias estratégicas empresariais, seja com financiamento ou acesso a mercados.

No estágio de escalabilidade, as *startups* profissionalizam sua gestão e buscam maximizar lucros, com financiamento proveniente de *venture capital*. A governança corporativa torna-se crucial para atrair investidores e mitigar riscos, enquanto o acesso a parques tecnológicos e polos de inovação oferece suporte estratégico essencial, reforçando o papel das empresas nesse momento.

Por fim, o estágio de maturidade, ou "inquietação", é marcado por esforços contínuos para diversificar produtos e manter relevância no mercado. *Startups* bem-sucedidas nesse estágio investem em inovação incremental e disruptiva, evitando estagnação. A governança

corporativa plenamente estabelecida garante sustentabilidade e atração de investidores institucionais.

Assim, foi possível constatar a presença e a relevância da atuação dos diversos atores da Hélice Quíntupla ao longo dos diferentes estágios do ciclo de vida das *deep techs*. Observou-se que a universidade desempenha um papel de destaque em todos os momentos, tanto no caso das *deep techs* em estágio de estruturação quanto naquelas em fase de escalabilidade.

Apesar do alto potencial, as *deep techs* enfrentam desafios significativos, como o "vale da morte" – a fase crítica de monetização e viabilidade financeira, como apontado por Dionísio *et al.* (2023), Romasanta *et al.* (2021) e Kruachottikul *et al.* (2023). Entre os casos analisados, três *startups* superaram essa barreira e alcançaram maturidade, enquanto outras três ainda buscam consolidar seus modelos de negócio. Essas experiências ilustram a necessidade de suporte contínuo, especialmente em contextos onde a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico exigem investimentos elevados e compromissos de longo prazo.

O processo de transformar pesquisas acadêmicas em *startups* deep-tech enfrenta desafios significativos em diferentes estágios de desenvolvimento, exigindo estratégias específicas para superar barreiras. Inicialmente, o pesquisador precisa adotar uma mentalidade empreendedora, um desafio agravado pela falta de formação nessa área e pela escassez de financiamento para a fase inicial de pesquisa. Essa lacuna, conhecida como "abismo", resulta no abandono de muitas tecnologias promissoras antes mesmo de alcançarem o mercado.

Sobre o desafio do financiamento, vale destacar que as *deep techs* têm atraído maior interesse de investidores de capital de risco e programas de financiamento. Contudo, devido à sua natureza complexa e ao longo prazo necessário para maturação de suas inovações, o suporte financeiro inicial não é suficiente. No geral, tem-se que cada etapa do ciclo de vida de uma *deep tech* apresenta desafios e objetivos específicos, exigindo adaptação, inovação e alinhamento entre desenvolvimento técnico e viabilidade comercial, conforme observa-se no modelo de Antunes *et al.* (2022).

Nesse contexto, o Quadro 15 apresenta os principais desafios identificados, bem como diretrizes para a formulação de um programa de pré-aceleração, destinado ao Centro de Empreendedorismo e Inovação da UNIFEI.

**Quadro 15 - Principais desafios das *Deep Tech*, Momentos e Diretrizes (Continua)**

<b>Desafios</b>	<b>Momentos</b>	<b>Diretrizes</b>
Falta de visão empreendedora e despreparo inicial dos pesquisadores	Momentos de Pesquisa e Estruturação	Implementar programas de capacitação e mentoria para pesquisadores, integrando noções de empreendedorismo em currículos de pós-graduação e oferecendo <i>workshops</i> voltados para a transição de pesquisa para negócios.
Longo período de pesquisa	Momento de Pesquisa	Promover rodas de conversas específicas para <i>deep techs</i> , oferecendo suporte técnico e jurídico para atender às exigências científicas e regulatórias. Isso pode incluir acesso facilitado a consultorias especializadas, laboratórios compartilhados com infraestrutura de ponta e parcerias com órgãos reguladores para otimizar processos de certificação e validação. Além disso, buscar linhas de financiamento que considerem o longo ciclo de desenvolvimento como parte do planejamento.
Jornada desafiadora e solitária do idealizador da <i>deep tech</i>	Momento de Pesquisa e Ideação	Propor eventos mensais entre a comunidade de <i>startup</i> para compartilhamento das “dores” vivenciadas por cada <i>deep tech</i> e convidar representantes do ecossistema para fazer uma escuta e auxiliar nas questões pontuais de cada.
Falta de financiamento governamental e incompatibilidade dos editais com o modelo das <i>deep techs</i>	Momentos de Pesquisa e Estruturação	Participação em grupos de discussão para a proposição de políticas públicas nas esferas municipal, estadual e federal, com o intuito de promover momentos de discussão com ênfase à necessidade de oferta de editais de fomento para incluir categorias específicas para <i>deep techs</i> , alertando para a necessidade de adaptação dos requisitos e prazos às necessidades das <i>deep techs</i> , aumentando os incentivos fiscais para inovação e empreendedorismo.  Promover a articulação estratégica entre as <i>deep techs</i> e atores-chave do ecossistema de inovação, incluindo investidores e parceiros institucionais, visando ampliar as oportunidades de financiamento, colaboração e desenvolvimento sustentável dos negócios emergentes.
<b>Desafios</b>		<b>Diretrizes</b>
Desafios em entender a linguagem do mercado e lidar com questões fiscais e tributárias	Momentos de Pesquisa e Estruturação	Promover a uma trilha de aprendizagem estratégica para as <i>deep techs</i> :  a) <i>Workshops</i> de imersão sobre modelagem de negócios, validação de mercado, prototipação e <i>pitches</i> . b) Mentorias para uso de ferramentas como Business Model Canvas e MVP (Produto

		<p>Mínimo Viável).</p> <p>c) Mentorias sobre adoção de Metodologia <i>Lean Startup</i>.</p> <p>d) Palestras de Estratégias em escalabilidade e gestão de propriedade intelectual.</p> <p>e) Cursos para auxiliar na escrita de projetos para submissão de propostas à editais de financiamento com foco em negócios inovadores;</p> <p>f) Participação em eventos de conexão para inserção em ecossistemas de inovação.</p>
Falta de infraestrutura para pesquisa e inovação	Momentos de Pesquisa	<p>Propor eventos que possibilitem parcerias público-privadas que permitam acesso facilitado aos laboratórios, consultorias regulatórias e suporte técnico, além de acelerar os processos de validação e certificação.</p> <p>Desafios semestrais - Realizar um chamamento das empresas, onde terão o momento de apresentarem os desafios aos grupos de pesquisas no intuito de promover o estreitamento dessas relações. Fazer um credenciamento prévio dos grupos de pesquisa, suas expertises e infraestrutura que possam ser oferecidas na resolução dos desafios apresentados.</p> <p>Fomentar eventos de parcerias com centros de inovação e laboratórios compartilhados, buscando maneiras de acesso a equipamentos de ponta para <i>deep techs</i>, em especial as que se encontram em fase inicial</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Como produto técnico desta dissertação, apresentam-se as diretrizes, do Quadro 15, para a criação de um Programa de Pré-Aceleração voltado para *deep techs*, a ser implementado no Centro de Empreendedorismo e Inovação da UNIFEI (CEU). Essas diretrizes foram elaboradas com base na análise dos desafios identificados por meio de entrevistas com fundadores das *deep techs* investigadas, considerando as especificidades enfrentadas por esse tipo de empresa.

O presente estudo revelou que as *deep techs* possuem elevado potencial de impacto socioeconômico ao desafiar soluções tradicionais e oferecer novas possibilidades em setores estratégicos. Entretanto, seu desenvolvimento é caracterizado por incertezas nos resultados e alta demanda por investimentos, evidenciando a importância de políticas públicas, editais de fomento e parcerias intersetoriais - sustentadas pela abordagem da Hélice Quíntupla - para superar barreiras e ampliar as condições para a conversão de ciência em soluções práticas.

O sucesso dessas *deep tech* exige comprometimento contínuo durante todas as etapas de pesquisa e desenvolvimento. Assim, é fundamental alinhar investimentos a longo prazo com estratégias de suporte específicas, capazes de superar os desafios tecnológicos e

mercadológicos, garantindo que as *deep techs* alcancem seu pleno potencial de inovação e impacto.

Por fim, o fortalecimento de ecossistemas de inovação onde as *deep techs* estão inseridas, com estratégias adaptadas às realidades das *deep techs*, é essencial para maximizar seu impacto. Políticas públicas, parcerias e incentivos financeiros devem reconhecer a complexidade dessas *startups* e oferecer infraestrutura, mentorias e suporte contínuo. Assim, ao conectar ciência, tecnologia e mercado, as *deep techs* podem transformar conhecimento em soluções práticas e sustentáveis, promovendo avanços que beneficiam a sociedade e o meio ambiente.

## 5 CONCLUSÃO

As conclusões apresentadas são com base nos resultados obtidos, de acordo com a proposta metodológica, visando proporcionar uma análise abrangente e detalhada da atuação dos atores da Hélice Quíntupla, no ciclo de vida das *deep techs*. A combinação de pesquisa bibliográfica e estudo de casos permitiram uma compreensão profunda dos fatores que influenciam o surgimento, desenvolvimento e sustentabilidade dessas empresas inovadoras. Além disso, os resultados esperados contribuíram para o avanço do conhecimento sobre *deep techs* e ofereceram *insights* valiosos para empreendedores, investidores, formuladores de políticas e acadêmicos interessados no tema.

Dessa forma, conclui-se que as *startups* investigadas no estudo atendem às características de *deep techs* descritas na literatura, destacando-se por sua conexão intrínseca com a pesquisa científica avançada, o desenvolvimento de tecnologias disruptivas e o foco em resolver problemas socioambientais. A Alfa, por exemplo, utiliza a biodiversidade brasileira para criar produtos sustentáveis direcionados à agricultura e à saúde animal, adotando práticas de química verde e soluções inovadoras alinhadas à sustentabilidade. A Beta, por sua vez, desenvolve fitoterápicos e bioprodutos com base em pesquisa acadêmica, promovendo saúde metabólica de forma natural, enquanto busca impacto social e práticas sustentáveis. No setor aeroespacial, a Épsilon inova ao desenvolver motores elétricos para aeronaves de decolagem vertical (eVTOLs), integrando pesquisa e tecnologia para melhorar a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental. Já a Gama foca em soluções automatizadas para irrigação, promovendo economia de recursos e eficiência na agricultura, conectando pesquisa aplicada a inovações práticas e se destacando como referência global. A Zeta aplica tecnologias avançadas de monitoramento autônomo para prevenção de desastres ambientais e proteção de patrimônios históricos, unindo ciência e mercado de forma eficaz. Por fim, a Delta transforma a biodiversidade tropical em biotecnologias voltadas à agricultura sustentável, evidenciando seu compromisso com o impacto ambiental positivo. Assim, fica evidente que as *startups* investigadas se enquadram no conceito de *deep techs*, conforme estabelecido na literatura, por integrarem pesquisa, inovação e impacto disruptivo em suas respectivas áreas de atuação.

A presente pesquisa revelou, de forma abrangente, os papéis desempenhados pelos atores da Hélice Quíntupla no ciclo de vida das *startups deep techs*. Entre os achados mais relevantes, destaca-se a importância da universidade como principal ponto de partida dessas *startups*, fornecendo a base para o desenvolvimento de inovações científicas e tecnológicas. A universidade não apenas oferece infraestrutura, conhecimento e acesso a pesquisadores

altamente qualificados, mas também facilita conexões estratégicas com outros atores do ecossistema de inovação. Por outro lado, o governo emergiu como um pilar essencial na formulação de políticas públicas, financiamento de pesquisas de forma indireta na maioria das vezes, criando um ambiente propício para que *deep techs* possam prosperar em meio a desafios significativos, como o longo período necessário para transformar pesquisa científica em produtos comercializáveis.

A atuação do setor empresarial e as parcerias estratégicas também se mostraram cruciais. Empresas e investidores atuam como vetores para transformar as descobertas científicas em soluções práticas e escaláveis, fornecendo recursos financeiros e acesso a mercados. A sociedade civil, representada por associações, usuários e organizações intermediárias, desempenha um papel estratégico ao conectar demandas sociais com inovações e promover iniciativas de sustentabilidade. Por fim, o meio ambiente, como componente adicional da Hélice Quíntupla, orienta a necessidade de que as inovações estejam alinhadas com práticas sustentáveis e ecologicamente responsáveis.

Como contribuição teórica, a pesquisa propôs um modelo adaptado de ciclo de vida organizacional para *startups deep techs*. Este modelo incorpora características específicas dessas empresas, como o foco intensivo em pesquisa e desenvolvimento (P&D), que se apresenta como um ciclo de amadurecimento mais longos, adicionado ao modelo de Antunes et.al. (2022). Além da pesquisa, encontra-se também o momento de ideação até a consolidação de mercado, conforme proposto por Antunes et. al. (2022). O modelo enfatiza a necessidade de suporte contínuo ao longo do ciclo de vida, destacando os movimentos e os desafios próprios em cada etapa.

Como contribuição prática, com base nos achados da pesquisa, foi delineada uma diretriz específica para programas de pré-aceleração voltados às peculiaridades das *deep techs*, considerando os desafios do ciclo de vida encontrados nas trajetórias das *deep techs*. Entre os aspectos propostos, destaca-se a criação de mecanismos de interação entre os atores da Hélice Quíntupla, como a promoção de redes de mentorias entre universidades, empresas e governo, fortalecendo o desenvolvimento tecnológico desde a fase de pesquisa. Conclui-se que a universidade, enquanto agente central, desempenha papel estratégico no fornecimento de infraestrutura e na mediação de parcerias, enquanto o governo deve atuar como facilitador por meio de políticas públicas que priorizem o financiamento e a mitigação de riscos nas etapas iniciais.

Essas diretrizes articulam a conexão das *deep techs* com empresas consolidadas e agentes de inovação e conexão com outros ecossistemas de inovação, permitindo ampliar o

suporte e dar maior visibilidade para essas *startups*. A proposta apresentada busca oferecer suporte estruturado para superar os desafios enfrentados por essas *startups*, potencializando seu amadurecimento e inserção no mercado, enquanto promove sinergias estratégicas entre os atores do ecossistema de inovação.

Apesar dos avanços significativos alcançados, o estudo apresentou algumas limitações. Seus achados são restritos a um número limitado de casos, não sendo possível nenhuma generalização. Estudos futuros poderiam adotar abordagens quantitativas para validar os resultados em maior escala. Além disso, a aplicação do modelo proposto e das diretrizes pode variar dependendo do contexto socioeconômico e das políticas de inovação de cada país ou região.

A pesquisa abre caminho para novas investigações que explorem a conexão entre inovação para *deep techs*, comparando estratégias regionais e internacionais de suporte a startups. Estudos futuros também poderiam investigar a viabilidade de financiamento colaborativo para *deep techs*, com modelos híbridos envolvendo *crowdfunding* e capital de risco.

Por fim, concluir esta pesquisa foi, acima de tudo, uma jornada de transformação pessoal e profissional. Estar imersa nesse universo complexo e desafiador permitiu um aprendizado profundo sobre a resiliência dos empreendedores e a intrínseca conexão entre suas trajetórias e os diversos atores do ecossistema de inovação. Cada entrevista realizada foi carregada de emoção e reflexão, trazendo histórias que revelaram como a jornada de uma *startup* se entrelaça, de forma indissociável, com a vida pessoal de quem a conduz.

Os relatos de superação, frequentemente marcados por momentos de apoio de figuras-chave no ecossistema, foram poderosos e inspiradores. Essas conexões humanas, repletas de determinação e coragem, destacaram-se como um componente essencial na construção de inovações disruptivas. Que este trabalho sirva como um incentivo para maior sinergia entre a pesquisa acadêmica, políticas públicas e iniciativas privadas, fortalecendo o impacto positivo das *deep techs* na sociedade e promovendo um futuro mais sustentável e tecnológico para o planeta.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, A.; GHESTI, G. Bônus tecnológico: estímulo à inovação na hélice quádrupla. **Revista INGI: indicação geográfica e inovação**, Aracaju, v. 7, n. 3, p. 2123-2143, jul./set. DOI: 10.51722/Ingi.v7.i3.254.
- ADIZES, I. **Gerenciando ciclos de vida corporativos**. São Paulo: Instituto Adizes, 2004.
- ALMEIDA, M. R. S. de; ROCHA, A. M. Mudanças relacionadas à transferência de tecnologia advindas do Decreto 9283/18 nos ambientes de inovação. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL*, 5., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ENPI, 2019. v. 5, p. 851-858.
- ANTUNES, L. G. R.; VASCONCELOS, F. F.; OLIVEIRA, C. M.; CORREA, H. L. Ciclo de vida para *startups* de países emergentes: proposição teórica inicial. *In: EGPE*, 12., 2022, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: EGPE, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE *STARTUPS*. **Mapeamento do ecossistema Brasil-2021**. São Paulo: ABSTARTUP, 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BECKER, H. **Métodos de pesquisa em ciências sociais**. 2ª Ed. São Paulo: Hucitec, 1994.
- BELLINGIERI, J. C. Alfred Chandler e a teoria histórica da grande empresa. **Revista Hispeci & Lema On Line**, Bebedouro, ano 3, n. 3, nov. 2012. Disponível em: <http://www.unifafibe.com.br/hispecielemaonline>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- BLOCK, Z.; MACMILLAN, I. C. Milestones for successful venture planning. **Harvard Business Review**, Boston, v. 63, n. 5, p. 184, 1985.
- BORINI, F. M.; SANTOS, F. J. dos; GOMES, L.; TOMMASO, S. ThinkBox: the cumulative transitions of the *deep tech* entrepreneur. **Revista de Gestão RAUSP**, São Paulo, v. 59, n. 1, p. 67-72, 2024.
- BURNETT, H. H. M.; MCMURRAY, A. J. Exploring business incubation from a family perspective: how start-up Family firms experience the incubation process in two Australian incubators. **Small Enterprise Research**, Sussex, v. 16, n. 2, p. 60-75, 2008.
- CAI, Y. Neo-Triple Helix model of innovation ecosystems: integrating triple, quadruple and quintuple helix models. **Triple Helix**, Leiden, v. 9, n. 1, p. 76-106, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10029>.
- CAI, Y.; ETZKOWITZ, H. Theorizing the Triple Helix model: past, present, and future. **Triple Helix**, Leiden, v. 7, p. 189-226, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10003>.
- CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. J. O modelo de inovação Quintuple Helix: o aquecimento global como desafio e impulsionador da inovação. **Journal**

of **Innovation and Entrepreneurship**, London, v. 1, n. 1, 2012. DOI:

<https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. “Mode 3” and “Quadruple Helix” toward a 21 st century fractal innovation ecosystem. **International Journal of Technology Management**, Geneva, v. 46, n. 3/4, p. 201, 2009.

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**, Leiden, v. 9, n. 1, p. 65-75, 2022. DOI: <http://doi.org/10.1163/21971927-bja10028>.

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**, London, v. 13, p. 2272-2301, June 2021. DOI: <http://doi.org/10.1007/s13132-021-00813-x>.

CARAYANNIS, E. G.; RAKHMATULLIN, R. The Quadruple/Quintuple Helices and smart specialization strategies for and inclusive sustainable inclusive growth in Europe and beyond. **Journal of Economic Knowledge**, Madrid, v. 5, p. 212-239, 2014.

CECHINEL, A.; FONTANA, S. A. P.; DELLA, K. G. P.; PEREIRA, A. S.; PRADO, S. S. do. Estudo/análise documental: uma revisão teórica e metodológica. **Criar Educação**, Criciúma, v. 5, n. 1, 2016. DOI: 10.18616/ce.v5i1.2446.

CHANDLER, A. D. **Strategy and structure**: chapters in the history of the American Industrial Enterprise. Cambridge: MIT, 1962.

CHURCHILL, N. C.; LEWIS, V. L. The five stages of small business growth. **Harvard Business Review**, Boston, v. 61, n. 3, p. 30-50, 1983.

COLAPINTO, C.; PORLEZZA, C. Innovation in creative industries: from the quadruple helix model to the systems theory. **Journal of the Knowledge Economy**, Madrid, v. 3, n. 4, p. 343-353, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0051-x>.

COUTO, M. H. G. **Análise do ciclo de vida das startups**: características, agentes e riscos associados. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

CUMMING, D.; JOHAN, S. **Venture capital and private equity contracting**: na international perspective. Burlington: Elsevier, 2009.

DIONÍSIO, E. A.; INÁCIO JUNIOR, E.; MORINI, C.; CARVALHO, R. de Q. **Identificando as condições possíveis para o empreendedorismo de tecnologia profunda**. 2023. Trabalho Acadêmico (Departamento de Política Científica e Tecnológica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.

DISTRITO. **Deep Tech report 2021**: um olhar sobre o ecossistema de inovação e novas tecnologias. 2021. Disponível em: <https://materiais.districto.me/report/deep-tech-2021#:~:text=Um%20olhar%20sobre%20o%20ecossistema,apenas%20em%20um%20vi%C3%A9s%20mercado%20B3gico>. Acesso em: 10 mar. 2023.

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**, Amsterdam, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

ETZKOWITZ, H.; LEIZERDORFF, L. Hélice Tríplice: relações universidade indústria governo um laboratório para o desenvolvimento econômico baseado no conhecimento. **EASST Review**, Amsterdam, v. 14, p. 14-19, 1995.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190003>.

FE, M. T. G. El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. **ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura**, Madrid, v. 185, n. 738, p. 739-755, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>.

FREZATTI, F.; BIDO, D. de S.; MUCCI, D. M. Análise crítica do modelo Greiner para segmentar os estudos de controle gerencial em empresas familiares. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 715-732, 2008.

GAIBRAITH, J. The stages of growth. **Journal of Business Strategy**, Boston, v. 3, n. 1, p. 70-79, 1982.

GEBRU, E. K.; AWAL, A. L. M. A. **The impact of venture capital on deep-tech startup’s growth: an empirical analysis on startups leaving university incubators**. 2021. 64 p. Thesis (Master of Science) - KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 200 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GO, K. J.; HUDSON, C. Deep technology for the optimization of cryostorage. **Journal of Assisted Reproduction and Genetics**, London, v. 40, n. 8, p. 1829-1834, Aug. 2023. DOI: [10.1007/s10815-023-02814-y](https://doi.org/10.1007/s10815-023-02814-y).

GODOY, A. S. Reflexão a respeito das contribuições e dos limites da história de vida na pesquisa em administração. **Administração: ensino e pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 161-175, 2018.

GRANDO, N. **Empreendedorismo inovador: como criar start-ups de tecnologia no Brasil**. São Paulo: Évora, 2012.

GREINER, L. E. Evolution and revolution as organizations grow. **Harvard Business Review**, Boston, v. 50, p. 3-11, May/June 1972.

GREINER, L. E. Evolution and revolution as organizations grow. **Harvard Business Review**, Boston, v. 76, n. 3, p. 55-64, 1982.

GRIMALDI, R.; GRANDI, A. Business incubators and new venture creation: an assessment

of incubating models. **Technovation**, Essex, v. 25, n. 2, p. 111-121, 2005.

GRUNDEL, I.; DAHLSTROM, M. A Quadruple and Quintuple Helix approach to regional innovation systems in the transformation to a fores-try-based bioeconomy. **Journal of The Knowledge Economy**, London, v. 7, p. 963- 983, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0411-7>.

HASCHE, N.; HÖGLUND, L.; LINTON, G. Quadruple helix as a network of relationships: creating value within a Swedish regional innovation system. **Journal of Small Business & Entrepreneurship**, London, v. 32, n. 6, p. 523-544, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/08276331.2019.1643134>.

INOVAI. **Itajubá Hardtech**: o ecossistema. Disponível em: <https://inovai.org.br/itajuba-hardtech/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. **Governança corporativa para startups & scale-ups**. São Paulo: IBGC, 2019.

KAZANJIAN, R. K.; DRAZIN, R. A stage-contingent model of design and growth for technology based new ventures. **Journal of Business Venturing**, Saint Louis, v. 5, p. 137-150, 1988.

KOLEHMAINEN, J.; IRVINE, J.; STEWART, L.; KARACSONYL, Z. Quadruple Helix, innovation and the knowledge-based development: lessons from remote, rural and less-favoured regions. **Journal of The Knowledge Economy**, London, v. 7, p. 23-42, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0289-9>.

KRUACHOTTIKUL, P.; DUMRONGVUTE, P.; TEA-MAKORN, P.; KITTIKOWIT, S.; AMRAPALA, A. New product development process and case studies for deep-tech academic research to comercialization. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, London, v. 12, n. 1, p. 1-25, Dec. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00311-1>.

LARA, J. E.; JECKEL, L. F.; SILVA, W. A.; BAHIA, E. T. Business-to-business: estudo sobre os negócios da construção civil de pequeno porte. **Revista Gestão e Conexões**, Vitória, v. 9, n. 2, maio/ago. 2020. DOI: [10.13071/regec.2317-5087.2020.9.2.27643.8-31](https://doi.org/10.13071/regec.2317-5087.2020.9.2.27643.8-31).

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. A hélice tripla como modelo para estudos de inovação. **Ciência e Política Pública**, Lisboa, v. 25, n. 3, p. 195-203, 1998.

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**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p. 27-35, Apr. 2014.

LIMA, J. C. F.; TORKOMIAN, A. L. V. Triplíce Helix socioeconômica. *In*: AMARAL, M. G.; MINEIRO, A. A. C.; FARIA, A. F. (org.). **As hélices da inovação**. Curitiba: CRV, 2022. v. 1, p. 217-244.

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**, London, v. 5, n. 1, p. 94-113, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0098-3>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**: projetos de pesquisa/pesquisa bibliográfica/teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso. São Paulo: Atlas, 2017.

MCADAM, M.; MILLER, K.; MCADAM, R. Situated regional university incubation: a multi-level stakeholder perspective. **Technovation**, Essex, v. 50/51, p. 69-78, 2016.

MINEIRO, A. A. C. A. **Hélice quádrupla e quántupla e seus relacionamentos em parques científicos e tecnológicos consolidados no Brasil**. 2019. 258 p. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

MINEIRO, A. A. C.; CASTRO, C. C. A Hélice quádrupla e sua relação com a visão de futuro dos parques científicos e tecnológicos consolidados no Brasil. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, Niterói, v. 6, n. 2, p. 71-89, 2020.

MINEIRO, A. A. C.; CASTRO, C. C.; AMARAL, M. Quem são os atores da hélice quádrupla e quántupla?: casos múltiplos em parques científicos e tecnológicos consolidados. *In: SEMINÁRIOS DE ADMINISTRAÇÃO*, 22., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: SemeAd, 2019.

MINEIRO, A. A. C.; SOUZA, D. L.; VIEIRA, K. C.; CASTRO, C. C.; BRITO, M. J. Da hélice quádrupla a quántupla: uma revisão sistemática. **Economia & Gestão**, Belo Horizonte, v. 18, n. 51, p. 77-93, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.1984-6606.2018v18n51p77-93>.

MINEIRO, A. A. C.; SOUZA, T. A.; CASTRO, C. C. A operacionalização das Hélices Quádrupla e Quántupla a partir de uma meta-síntese. *In: ENCONTRO DA ANPAD*, 42., 2018, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: ANPAD, 2018.

MINEIRO, A. A. C.; SOUZA, T. A.; CASTRO, C. C. Who are the actors of quadruple and quintuple helix? Multiple cases in consolidated science and technology parks. *Journal of the Knowledge Economy*, v. s13132, p. 1-19, 2023.

MOZZATO, A. R.; COLET, D. S.; GRZYBOVSKI, D. O potencial da história de vida como estratégia de pesquisa qualitativa em administração: você pode me contar a sua história? **Caderno de Administração**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 170-186, 2018.

MULYANINGSIH, H. D. Enhancing innovation in quadruple helix perspective: the case of the business incubators in Indonesia. **International Business Management**, Leeds, v. 9, n. 4, p. 367-371, 2015.

NORDBERG, K. Enabling regional growth in peripheral non-university regions: the impact of a Quadruple Helix intermediate organisation. **Journal of the Knowledge Economy**, London, v. 6, p. 334-356, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0241-z>.

OKUYAMA, R. Nurturing *deep tech* to solve social problems: learning from COVID-19 mRNA vaccine development. **Pathogens**, San Francisco, v. 11, n. 12, p. 1469, Dec. 2022. DOI: [10.3390/pathogens11121469](https://doi.org/10.3390/pathogens11121469).

PANSERA, C.; PEREGRINO, F. (org.). **A FINEP e a neointustrialização: startups, deep techs e seus ecossistemas: uma contribuição à 5ª CNCTI**. São Paulo: Expressão Popular, 2024. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/images/a-finep/5CNCTI/26\\_07\\_2024\\_FINEP\\_startup\\_web.pdf](http://www.finep.gov.br/images/a-finep/5CNCTI/26_07_2024_FINEP_startup_web.pdf). Acesso em: 21 jun. 2024.

PASSARO, R.; QUINTO, I.; RIPPA, P. The start-up lifecycle: an interpretative framework proposal. *In: HIGHER EDUCATION AND SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT*, 27., 2016, Bergamo. **Proceedings** [...]. Bergamo: RSA AiIG, 2016.

PLANES-SATORRA, S.; PAUNOV, C. **The digital innovation policy landscape in 2019**. Paris: OECD, 2019. (OECD science, technology and industry policy papers, 71). DOI: <https://doi.org/10.1787/6171f649-en>.

REISDORFER, L. B.; RUDEK, M.; CANGIOLIERI, O. Product lifecycle management and open innovation in the *Deep Tech* start-ups development. *In: NOËL, F.; NYFFENEGGER, F.; RIVEST, L.; BOURAS, A. (ed.). Product Lifecycle Management: PLM in transition times: the place of humans and transformative technologies: PLM 2022*. Cham: Springer, 2023. (IFIP advances in information and communication technology, 667). DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-25182-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-25182-5_11).

RIES, E. **The lean startup: how today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses**. New York: Crown Business, 2011.

ROMASANTA, A.; AHMADOVA, G.; WAREHAM, J.; PRIEGO, L. P. **Deep Tech: unveiling the foundations**. Rochester: SSRN, 2021. (ESADE working papers series, 276). DOI: 10.2139/ssrn.4009164.

ROMME, A. G. L.; BELL, J.; FRERICKS, G. Designing a deep-tech venture builder to address grand challenges and overcome the valley of death. **Journal of Organization Design**, London, v. 12, p. 217-237, 2023.

SARQUIS, D. Deep Tech na América Latina: transformação e potencial em um mercado emergente. **MIT Technology Review**, Rio de Janeiro, jan. 2024. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/deep-tech-na-america-latina-transformacao-e-potencial-em-um-mercado-emergente/>. Acesso em: 18 maio 2024.

SCHEIN, E. H. **Cultura organizacional e liderança**. São Paulo: Atlas, 2010.

SCOTT, M.; BRUCE, R. Cinco estágios de crescimento em pequenas empresas. **Long Range Planning**, London, v. 20, n. 3, p. 45-52, 1987.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Feira do empreendedor Sebrae 2024**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/feiradoempreendedor/feira-do-empreendedor-sebrae-2024,4bf8b214e5002910VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 10 maio 2024.

SIEGEL, J.; KRISHNAN, S. Cultivating invisible impact with deep technology and creative destruction. **Journal of Innovation Management**, Porto, v. 8, n. 3, p. 6-19, 2020. DOI: [https://doi.org/10.24840/2183-0606\\_008.003\\_0002](https://doi.org/10.24840/2183-0606_008.003_0002).

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. e atual. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

SMILOR, R. W.; GILL, M. D. **The new business incubator**: linking talent, technology, capital, and know-how. London: Lexington Books, 1986.

SOUZA, M. T. D.; SILVA, M. D. D.; CARVALHO, R. D. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, p. 102-106, 2010.

VAN HORNE, C.; DUTOT, V. Challenges in technology transfer: an actor perspective in a quadruple helix environment. **Journal of Technology Transfer**, New York, v. 42, n. 2, p. 285-301, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9503-6>.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, New York, v. 52s, p. 546-553, 2005.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Meeting the UN SDGs**: how cultivating interconnected ecosystems can help us get back on track. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2024/10/meeting-the-un-sdgs-how-cultivating-interconnected-ecosystems-can-help-get-back-on-track/>. Acesso em: 18 maio 2024.

WU, H.; ZHANG, K.; LV, G.; LIU, Q.; YU, R.; WEIHAO, Z.; CHEN, E.; MA, J. Deep technology tracing for high-tech companies. **Computer Science**, Ithaca, Jan. 2020. DOI: 10.48550/arXiv.2001.08606.

YIN, R. K. O estudo de caso como método de pesquisa. *In*: YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2014. p. 3-6.

YIN, R. K. O estudo de caso como método de pesquisa. *In*: YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2018. p. 3-6.

## APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA

### ROTEIRO DE ENTREVISTA:

**Objetivo da Pesquisa:** Analisar o papel dos atores da Hélice Quíntupla ao longo do ciclo de vida de *startups deep tech* do ecossistema de inovação

<p><b>1° BLOCO: IDENTIFICAÇÃO DO (S) RESPONDENTE (S)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nome da <i>Deep Tech</i></li> <li>• Qual é a sua relação (vínculo) com a <i>Deep Tech</i>?</li> <li>• Você poderia se apresentar, por favor?</li> </ul>
<p><b>2° BLOCO: HISTÓRIA E ATUALIDADE DA DEEP TECH</b></p> <p>A. Conte-nos a história da <i>Deep Tech</i>? Como ela surgiu?</p> <p>B. Quando iniciou a pesquisa dessa <i>Deep Tech</i>? Quando essa pesquisa começa a se tornar um negócio?</p> <p>C. Atualmente em qual estágio do ciclo de vida a <i>Deep Tech</i> se encontra?</p>
<p><b>3° BLOCO: ATUAÇÃO DA UNIVERSIDADE</b></p> <p>D. Na sua opinião, como você enxerga a atuação da universidade no ciclo de vida da <i>Deep Tech</i>? Saberá me dizer quando isso ocorreu e de que forma?</p> <p>E. De que forma a universidade contribuiu para o desenvolvimento e validação da ideia de negócio da <i>Deep Tech</i>?</p>
<p><b>4° BLOCO: ATUAÇÃO DO GOVERNO</b></p> <p>F. Na sua opinião, como vocês enxergam a atuação do governo no ciclo de vida da <i>Deep Tech</i>? Saberá me dizer quando isso ocorreu e de que forma?</p>
<p><b>5° BLOCO: ATUAÇÃO DO SETOR PRODUTIVO</b></p> <p>G. Como vocês enxergam a atuação das outras empresas no ciclo de vida da <i>Deep Tech</i>? Saberá me dizer quando isso ocorreu e de que forma?</p>
<p><b>6° BLOCO: ATUAÇÃO DE REPRESENTANTES DA COMUNIDADE</b></p> <p>H. Na sua opinião, como vocês enxergam a atuação de representantes da sociedade (comunidade) no ciclo de vida da <i>Deep Tech</i>? Saberá me dizer quando isso ocorreu e de que forma?</p>
<p><b>7° BLOCO: ATUAÇÃO DO MEIO AMBIENTE</b></p> <p>I. A <i>Deep Tech</i> é uma empresa que se preocupa com a preservação do meio ambiente? Poderia citar algumas ações nesse sentido?</p> <p>J. A <i>Deep Tech</i> se preocupa em conscientizar seus colaboradores em relação à “sustentabilidade”?</p> <p>K. Qual a contribuição que a <i>Deep Tech</i> pretende deixar em relação à preservação do planeta para as futuras gerações?</p>

## APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada: “Hélice Quíntupla e a Jornada de *Startup Deep Tech*: Uma avaliação da Interação de atores da Hélice Quíntupla ao longo do ciclo de Vida das *Startups*”.

A pesquisadora responsável pela pesquisa é **Daíla dos Passos Vitorino**, matrícula 2022014759, mestranda em Administração pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). A pesquisa tem como objetivo analisar o papel dos atores da Hélice Quíntupla, no ciclo de vida de *startups deep tech* do ecossistema de inovação.

Sua participação nesta pesquisa é fundamental para compartilhar sua percepção sobre a atuação dos atores da HQ em cada fase do ciclo de vida na empresa que você faz parte.

Os possíveis riscos aos quais você poderá ser exposto são próprios do processo de entrevista, como:

- a) Cansaço e desconforto; risco de grau mínimo; para minimizá-lo lhe oriento a escolher um local confortável e calmo em sua casa para se acomodar durante a realização da entrevista, além de poder solicitar pausas, caso deseje;
- b) Possibilidade de constrangimento ao responder alguma questão; risco de grau mínimo; mitigado pela possibilidade de você não responder questões que não queira, sem prejuízo algum;
- c) Estresse, inclusive pelo fato de ser usada a videoconferência; sendo que caso tenha problemas técnicos que o impossibilite de continuar você pode interromper a entrevista e remarcar-la, de acordo com sua disponibilidade ou simplesmente encerrá-la sem remarcação, sem nenhum prejuízo;
- d) Quebra de sigilo e de anonimato, devido a possibilidade de extravio ou exposição indevida da gravação da videoconferência; riscos de grau máximo; minimizado pelo fato de só a pesquisadora e seu orientador terem acesso às gravações, os cuidados com o armazenamento seguro serão tomados e assim que transcritas as entrevistas os arquivos da gravação de imagem e voz serão destruídos. Você ainda pode se recusar a participar ou ainda solicitar a exclusão dos dados, mesmo que a entrevista já tenha acontecido.

Como contribuições desta pesquisa objetiva-se apresentar contribuições práticas e gerenciais no sentido de como a interação dos atores da HQ podem contribuir para o desenvolvimento das *deep tech*. Em segundo, no campo socioeconômico, colaborar para melhorar a conexão entre os atores da HQ para o fortalecimento das *deep tech*. E por fim, contribuir no campo teórico no aprofundamento das dinâmicas de atuação do governo, da universidade e da sociedade e meio ambiente nos diferentes estágios do ciclo de vida das *Startups*.

Como participante de uma pesquisa, em conformidade com a legislação brasileira, você possui diversos direitos, incluindo o anonimato, a confidencialidade, o sigilo e a preservação da privacidade, mesmo após o término ou interrupção, são eles:

- a) A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- b) A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- c) A plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados colhidos de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- d) O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- e) O acesso aos resultados da pesquisa;
- f) O ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- g) A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- h) O acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você e por um pesquisador da equipe de pesquisa, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento ao pesquisador responsável.

Durante todo o período da pesquisa ou após o encerramento você tem o direito de solicitar qualquer tipo de esclarecimento, bastando, para isso, entrar em contato com a pesquisadora responsável, por e-mail: [daila@unifei.edu.br](mailto:daila@unifei.edu.br) ou telefone (35) 98827-2429.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que explicito isto verbalmente ou por escrito por meio do chat, com a frase: “Eu, (seu nome completo), de forma livre e esclarecida, declaro que aceito participar da pesquisa como estabelecido neste “TERMO”.

Se optar por permitir a gravação da videoconferência, peço-lhe que explicito isto verbalmente ou por escrito por meio do chat, com a frase: “Eu, (seu nome completo), de forma livre e esclarecida, declaro que aceito a gravação da videoconferência para fins acadêmicos.