

Publicação da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores

locus científico

Volume 10 | Número 01 | Dezembro de 2025

ISSN 1981-6804

Ecossistemas Colaborativos e a Sustentabilidade

Como Vértice: a contribuição do CIS para a inovação em hélice no BH-TEC

Camila Viana, Gabriel Shinji Kuriyama,
Wallace Carrieri

Ecossistemas Colaborativos e a Sustentabilidade como Vértice: A Contribuição do CIS para a Inovação em Hélice no BH-TEC

Camila Viana¹, Gabriel Shinji Kuriyama², Wallace Carrieri³

Resumo

Frente às múltiplas crises contemporâneas, o trabalho adota uma abordagem de pesquisa-ação e sistematiza práticas realizadas entre 2022 e 2024, com base na metodologia da quíntupla hélice, que integra governo, academia, setor produtivo, sociedade civil e meio ambiente. Os resultados incluem desde diagnósticos e capacitações em ESG até programas de aceleração de negócios sustentáveis, articulação com políticas públicas e iniciativas de engajamento comunitário e ambiental. O estudo conclui que, ao articular múltiplos atores em torno de soluções sistêmicas e territorializadas, o CIS reafirma o papel dos parques tecnológicos como espaços de inovação responsável, colaborativa e voltada à transformação social e ecológica.

Palavras-chave: ecossistemas de inovação, hélice quíntupla, sustentabilidade, colaboração, BH-TEC, CIS.

Abstract

In the face of multiple contemporary crises, this work adopts an action-research approach and systematizes practices carried out between 2022 and 2024, based on the quintuple helix methodology, which integrates government, academia, the productive sector, civil society, and the environment. The outcomes range from ESG diagnostics and training programs to sustainable business acceleration initiatives, engagement with public policies, and community and environmental outreach. The study concludes that, by bringing together diverse stakeholders around systemic and place-based solutions, the CIS reaffirms the role of science and technology parks as spaces for responsible, collaborative innovation aimed at social and ecological transformation.

Keywords: innovation ecosystems, quintuple helix, sustainability, collaboration, BH-TEC, CIS.

¹ Camila de Oliveira Viana, Parque Tecnológico de Belo Horizonte. E-mail: camila@bhtec.org.br

² Gabriel Shinji Kumm Kuriyama, Parque Tecnológico de Belo Horizonte. E-mail: gabriel@bhtec.org.br,

³ Wallace Carrieri, Parque Tecnológico de Belo Horizonte. E-mail: wallace@bhtec.org.br

1. Introdução

Em um cenário marcado por múltiplas crises — climática, ecológica, social e econômica — torna-se cada vez mais evidente que o modelo econômico dominante, baseado em crescimento ilimitado, exploração intensiva de recursos naturais e externalização de impactos socioambientais, contribuiu significativamente para alterações sistêmicas no planeta. As mudanças climáticas, a perda acelerada da biodiversidade e o aumento das desigualdades são expressões concretas dessa disfunção estrutural.

Diante desse contexto, os ambientes de inovação têm sido chamados a transcender abordagens lineares de desenvolvimento e adotar modelos de governança mais complexos, colaborativos e orientados por princípios de justiça socioambiental. Os chamados ecossistemas colaborativos emergem como uma resposta a esse desafio, articulando múltiplos atores — governo, academia, empresas, sociedade civil e meio ambiente — em torno de soluções sistêmicas, baseadas em redes, interdependência e valores compartilhados.

Este artigo apresenta a experiência do Centro de Inteligência em Sustentabilidade (CIS), criado em 2022 no Parque Tecnológico de Belo Horizonte (BH-TEC), como catalisador de inovação sustentável a partir da aplicação do modelo da quíntupla hélice. A partir da análise de suas práticas — que incluem projetos colaborativos, eventos, diagnósticos e pesquisas — discutimos como a articulação entre os diferentes vértices da hélice, tendo a sustentabilidade como vetor de transformação, pode fortalecer ecossistemas de inovação. Além de apresentar resultados concretos, o artigo também traz reflexões sobre os aprendizados e desafios enfrentados, com o objetivo de inspirar a replicação da iniciativa em outros contextos.

Embora descritas individualmente para fins de sistematização, as hélices da inovação não operam isoladamente, senão em permanente interconexão. O modelo da quíntupla hélice pressupõe sinergias entre ciência, mercado, governo, sociedade e meio ambiente em ações concretas, como se verá nas práticas desenvolvidas pelo CIS.

2. Metodologia

Este artigo adota uma abordagem de pesquisa-ação aplicada, ancorada na experiência do Centro de Inteligência em Sustentabilidade (CIS) do BH-TEC entre 2022 e 2024. A pesquisa-ação caracteriza-se pela integração entre ação prática e reflexão crítica, promovendo a construção conjunta de conhecimento com os próprios atores envolvidos no processo (THIOLLENT, 2011; GREENWOOD & LEVIN, 2007).

No caso do CIS, a metodologia foi desenvolvida com base em ciclos iterativos de diagnóstico, intervenção e avaliação participativa, nos quais foram envolvidos empreendedores, pesquisadores, gestores públicos e representantes da sociedade civil. Esses ciclos permitiram a identificação de desafios, a proposição de soluções sustentáveis e a análise de seus efeitos em tempo real, fortalecendo o processo de aprendizagem coletiva e a adaptação contínua das práticas.

As ações sistematizadas incluíram o desenvolvimento da Metodologia CIS, a implementação de programas de formação e aceleração, parcerias com universidades, iniciativas junto a escolas públicas e o apoio à formulação de políticas públicas de impacto. As fontes de dados mobilizadas compreenderam documentos institucionais, registros de atividades, entrevistas semiestruturadas, observações diretas e instrumentos de avaliação aplicados ao longo do período.

A análise das ações foi orientada pelo referencial da quíntupla hélice da inovação, com atenção especial à transversalidade da sustentabilidade e de seu papel como vértice estruturante. Essa abordagem permite refletir sobre como a inovação pode emergir de processos colaborativos, enraizados em territórios específicos e sensíveis às urgências sociais e ecológicas contemporâneas

3. Da Tríplice à Quíntupla Hélice: uma evolução da inovação colaborativa

O conceito de inovação em hélice tem como origem a tríplice hélice, proposta por Etzkowitz e Leydesdorff (1995), que identifica a interação entre universidade, governo e empresas como motor do desenvolvimento baseado em conhecimento. Essa configuração permite uma sinergia produtiva onde políticas públicas, pesquisa acadêmica e iniciativa privada coproduzem soluções inovadoras.

Com o tempo, o modelo evoluiu para incorporar novos atores e dimensões. A quádrupla hélice acrescenta a sociedade civil, reconhecendo o papel de cidadãos, movimentos sociais e organizações comunitárias como coprodutores de inovação e como agentes de legitimação social. A quíntupla hélice, por sua vez, introduz uma dimensão ecológica ao sistema, colocando o meio ambiente como condição estrutural e estratégica para a inovação (CARAYANNIS & CAMPBELL, 2010).

Essa inovação teórica desloca o foco da inovação meramente tecnológica e econômica para uma abordagem mais transdisciplinar, inclusiva e ecossistêmica, promovendo a coevolução entre conhecimento, governança, economia, cultura e natureza. Com isso, a natureza deixa de ser tratada como recurso instrumental e passa a ser entendida como ator estruturante dos sistemas de inovação (CARAYANNIS et al., 2012; CAVALINNI et al., 2016).

Além disso, a teoria propõe novos critérios para o sucesso da inovação, que vão além do crescimento econômico e incluem impactos sociais e ambientais positivos, reforçando o papel da inovação responsável (OWEN et al., 2013). A sociedade civil assume um papel mais ativo, pressionando por transformações orientadas por justiça social, diversidade e preservação ambiental. Os territórios, por sua vez, tornam-se espaços vivos de experimentação e aprendizado colaborativo, valorizando saberes locais e soluções adaptadas (MOULAERT et al., 2005).

É a partir desse referencial conceitual que se analisam, na próxima seção, as práticas sistematizadas no CIS BH-TEC.

4. Desenvolvimento

Esta seção apresenta os fundamentos da atuação do CIS BH-TEC, sua missão institucional e a estrutura de ações desenvolvidas.

4.1 O Centro de Inteligência em Sustentabilidade: conceito, missão e estrutura

O Centro de Inteligência em Sustentabilidade (CIS) foi criado em 2022 como uma iniciativa estratégica do BH-TEC, visando consolidar a sustentabilidade como um dos eixos da atuação do parque. Desde sua origem, o CIS tem adotado uma abordagem multidisciplinar, colaborativa e aplicada, buscando aproximar práticas empresariais, produção científica, políticas públicas e engajamento social.

Sua missão é clara: promover a sustentabilidade nas mais diversas áreas do conhecimento e setores produtivos, conectando empresas, universidades, poder público e sociedade em torno de projetos inovadores com impacto positivo. O CIS atua como um hub de articulação, conhecimento e ação, que opera transversalmente em todo o ecossistema do BH-TEC, integrandoativamente a sustentabilidade ao parque tecnológico.

A integração da sustentabilidade como vértice da quíntupla hélice exige um entendimento profundo do papel dos parques tecnológicos como ambientes de inovação já estruturados por interações em rede entre academia, governo e setor produtivo. A incorporação de novos elementos, como a sociedade civil e o meio ambiente, demanda escuta ativa, consultas e diagnósticos que permitam captar as múltiplas perspectivas dos atores envolvidos. É possível organizar a atuação do CIS BH-TEC em três frentes principais:

1. Boas práticas em sustentabilidade: Disseminação de Conhecimento, Capacitação e Treinamento em Sustentabilidade;
2. Novos negócios sustentáveis: Fomento às soluções de inovação sustentável e impacto social e ambiental positivo;
3. Popularização: Publicações e Programas Formativos e educativos.

Importante destacar, que, em cada uma destas linhas de atuação, ações de pesquisa e desenvolvimento são frequentemente realizadas, sendo a elaboração e a aplicação de ferramentas e metodologias próprias presentes em todas as frentes de trabalho. Essa atuação se traduz em um conjunto consistente de entregas e resultados, conforme detalhado na seção seguinte.

4.2 Resultados e práticas do CIS sob a ótica da inovação em hélice

Esta seção sistematiza as práticas e aprendizados do CIS a partir da lente da quíntupla hélice. As experiências aqui descritas foram documentadas por meio de observação, análise de documentos e relatos dos participantes.

4.2.1 Empresas e Iniciativa Privada (Setor Produtivo)

Desde sua criação, em 2022, o Centro de Inteligência em Sustentabilidade (CIS) tem desempenhado papel estratégico na indução de práticas de sustentabilidade e ESG no ecossistema do BH-TEC. Reconhecendo que essas agendas exigem compreensão contextual e ações adaptadas à realidade local, o CIS iniciou suas atividades com uma abordagem investigativa. Foram realizadas duas práticas iniciais de mapeamento, baseadas em entrevistas e questionários: uma pesquisa com empresas residentes, para identificar o grau de conhecimento e internalização de temas ESG e socioambientais em seus modelos de negócio, e um diagnóstico institucional sobre o estágio de maturidade da sustentabilidade na própria governança do BH-TEC.

Essas ações iniciais permitiram identificar barreiras e potencialidades da integração ESG no contexto das empresas e centros de pesquisa. A partir disso, o CIS estruturou um modelo de apoio à inovação sustentável, combinando serviços consultivos, capacitação técnica, monitoramento de indicadores e fomento a conexões estratégicas. Entre os principais resultados, destacam-se:

- **Serviços consultivos em sustentabilidade:** o CIS desenvolveu metodologias próprias de ESG Roadmapping, diagnóstico de maturidade e acompanhamento personalizado para startups e empresas residentes. Realizou, por exemplo, o diagnóstico de sustentabilidade das 10 startups do programa de pós-aceleração "Conexões BH-TEC", totalizando mais de 80 horas de assessoria especializada.
- **Capacitação do ecossistema:** foram promovidos dois Workshops ESG para Startups, além de palestras, mentorias e atividades formativas, com mais de 40 horas de conteúdo técnico e aplicado. Esses encontros foram essenciais para sensibilizar e qualificar os empreendedores sobre a importância da sustentabilidade desde os estágios iniciais de seus negócios.
- **Monitoramento de indicadores ESG:** com base em uma matriz de indicadores, foi estruturado um modelo de acompanhamento semestral com empresas residentes do BH-TEC, com mais de 40 horas de assessoria técnica dedicada à coleta e análise de dados que apoiam decisões estratégicas e o aprimoramento contínuo das práticas sustentáveis.
- **Fomento a conexões estratégicas:** as rodadas de negócio realizadas no I e II Congresso de Inovação e Sustentabilidade (2023 e 2024) viabilizaram mais de 100 reuniões entre startups, empresas residentes e organizações de referência em sustentabilidade, como Instituto Ethos, GlobeScan, Natura e Grupo Boticário. Essas conexões geraram parcerias, mentorias e oportunidades de negócios sustentáveis.
- **Fomento a novos negócios sustentáveis:** destaca-se a implementação de programas de aceleração voltados para soluções sustentáveis e de impacto socioambiental, como o Nautilus, que apoia nove negócios. O CIS também contribuiu para a criação de spinoffs no Programa Summit, promovido pelo Escalab, com foco em sustentabilidade como eixo de inovação. Desde 2022, mantém ainda parceria com a Wetlands Construídos para implantação de um sistema ecológico de tratamento de esgoto no BH-TEC, tornando o parque um espaço demonstrativo de tecnologias sustentáveis.

Essas iniciativas demonstram como o setor produtivo, articulado em um ambiente de inovação como o parque tecnológico, pode ser mobilizado para gerar impactos ambientais e sociais

positivos. Ao integrar ESG aos modelos de negócio, o CIS reposiciona a sustentabilidade não como custo ou obrigação, mas como vetor de competitividade, inovação e resiliência.

4.2.2 Academia e Pesquisa Científica

No modelo da hélice quíntupla de inovação (CARAYANNIS et al., 2012), a academia exerce papel estruturante, contribuindo para a produção, circulação e validação do conhecimento científico, enquanto participa da resolução de problemas sociais e ambientais complexos. Desde sua fundação, o CIS promove conexões entre ciência e os demais eixos da hélice (governo, setor produtivo, sociedade civil e meio ambiente), consolidando um espaço de aprendizagem e cocriação no BH-TEC.

As parcerias acadêmicas foram fundamentais desde os primeiros passos do CIS. Destaca-se a atuação com o EcoJusLab – Laboratório de Direito Ambiental Econômico da Faculdade de Direito da UFMG – no desenvolvimento de uma metodologia de autodiagnóstico ESG, aplicada a empresas residentes e startups em workshops. Essa cooperação traduziu o conhecimento jurídico-ambiental em práticas operacionais, conectando ciência e mercado.

Como parte da sistematização, observou-se maior inserção do CIS no meio acadêmico por meio da orientação de dez Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), participação em bancas via TCCLab e orientação de estágio, consolidando uma agenda de pesquisa aplicada. A recente parceria com a PUC Minas reforçou essa atuação. Estudantes de Engenharia de Software passaram a desenvolver soluções baseadas em demandas reais do CIS BH-TEC, sob a lógica de aprendizagem baseada em problemas. Nesse período, mais de 100 estudantes participaram das atividades do CIS BH-TEC.

Para ações voltadas à educação básica (como a Jornada CIS, em 2023 e 2024, e o evento EcoParque 2023), foram estabelecidas parcerias com núcleos da UFMG, como a Estação Ecológica, o Departamento de Química (via projeto “1000 Futuros Cientistas”), a empresa júnior do ICB e o DESA, evidenciando a força da abordagem interdisciplinar. Essa integração é coerente com a hélice quíntupla, que valoriza o caráter transdisciplinar da inovação sustentável (LEITNER et al., 2018).

Em 2024, destacou-se o desenvolvimento da Metodologia CIS, voltada à integração entre sustentabilidade e inovação em negócios emergentes. A partir de estudos, ideação colaborativa e validação com especialistas, foi concebida para apoiar o amadurecimento de negócios e soluções em sustentabilidade. Fundamentada em conceitos como inovação responsável (RRI), economia de impacto e circularidade, propõe um percurso de aceleração que atua nos eixos de negócio e produto/solução, orientando empreendedores na incorporação de critérios ESG e na geração de valor.

Essas iniciativas mostram como o conhecimento científico pode ser mobilizado não apenas como insumo técnico, mas como vetor de transformação social e ambiental. No modelo da hélice quíntupla, a universidade se reposiciona como agente de engajamento territorial, cocriando soluções com múltiplos atores e respondendo criticamente às urgências do século XXI (CARAYANNIS et al., 2022; ETZKOWITZ & LEYDESDORFF, 2000).

A partir dessas experiências, foram produzidos trabalhos científicos, como os submetidos à Conferência Anprotec 2024, buscando disseminar boas práticas em inovação sustentável (VIANA et al., 2024).

4.2.3. Políticas Públicas e Governo

Embora o BH-TEC não seja órgão público, sua atuação envolve forte articulação com o setor governamental, reforçando o eixo "governo" da hélice quíntupla. O parque tem participado de discussões junto às casas legislativas municipais e estaduais, conquistando apoios para suas atividades. Além das emendas que viabilizam melhorias, a presença de equipe especializada em sustentabilidade qualificou o BH-TEC como prestador de serviços à Assembleia Legislativa de Minas Gerais. A equipe do CIS, por sua *expertise* técnica, atuou na análise dos principais desafios climáticos do Estado e coordenou um programa de aceleração de soluções.

Em alinhamento ao decreto da Estratégia Nacional de Negócios de Impacto, o CIS BH-TEC realizou, em 2024, o I Fórum Sudeste de Negócios e Investimentos de Impacto, reunindo representantes do ecossistema regional — incluindo secretarias estaduais, agências de fomento, universidades, startups e investidores. Com mais de 40 participantes, o evento resultou na formalização de um coletivo local, funcionando como arena de deliberação pública, conectando diversos atores no fortalecimento de políticas de desenvolvimento sustentável.

O CIS também tem ampliado a presença do BH-TEC em chamadas públicas e editais voltados à sustentabilidade, contribuindo tecnicamente na elaboração de propostas e articulando projetos com instituições públicas e privadas. Exemplos incluem a chamada IMPACTHON da Caixa e o edital SNCT do CNPq. Essa participação permite o intercâmbio de dados, conhecimento científico e práticas, contribuindo para o aperfeiçoamento das políticas públicas.

Outra frente relevante é o apoio direto a políticas regionais de desenvolvimento sustentável, por meio da oferta de dados e mapeamentos produzidos pelo CIS. Essas ações fortalecem o papel do parque como *hub* de conhecimento aplicado, mediando interesses entre universidades, setor produtivo e governos locais.

4.2.4 Sociedade Civil e Engajamento Comunitário

A integração do CIS na dimensão social da inovação ocorre por meio de iniciativas educativas, projetos com escolas, articulação comunitária e eventos formativos que aproximam ciência, tecnologia e sustentabilidade da sociedade. Essas ações reforçam o papel do BH-TEC como articulador da hélice quíntupla, conectando ensino, governo, setor produtivo, sociedade civil e meio ambiente em torno de objetivos transformadores. Entre as ações realizadas, destacam-se:

- Publicação de dois artigos de opinião — sobre a COP 27 e desenvolvimento sustentável e povos originários — em jornais como Estado de Minas, O Tempo e Portal BHAZ, ampliando o debate público sobre sustentabilidade.
- O evento “Ecoparque: Educação, Inovação e Sustentabilidade”, que mobilizou mais de 260 estudantes da rede pública e privada em atividades imersivas de ciência e inovação.

- O programa Jornada Científica de Inovação Sustentável, que impactou mais de 300 estudantes da educação básica, com mais de 300h de atividades relacionadas aos ODS. A primeira edição, dedicada ao ODS 6 (Água Potável e Saneamento), foi realizada com o Instituto Casa Viva e envolveu visitas a laboratórios, startups e empresas júnior, culminando na apresentação de soluções no EcoParque. Em 2024, a segunda edição focou no ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ampliou o alcance à rede pública, em parceria com a Escola Monsenhor Artur de Oliveira, reforçando o compromisso com letramento científico, democratização da inovação e engajamento socioambiental.

O CIS também promoveu a aproximação do BH-TEC com comunidades e povos tradicionais – como a indígena Abya Ayala, presente em eventos no Parque. Além disso, duas associações foram beneficiadas com recursos arrecadados em eventos: a Associação Tingui (Vale do Jequitinhonha) e uma associação do Rio Grande do Sul.

Essas práticas mostram que é possível aproximar a sociedade dos ecossistemas de inovação, não apenas como beneficiária, mas como protagonista ativa. Ao colocar a educação básica no centro da estratégia de engajamento social, o CIS reafirma que ambientes de inovação são também espaços de cidadania, inclusão e sustentabilidade — onde os desafios do presente encontram respostas colaborativas para o futuro, ampliando a legitimidade social das transformações em curso.

4.2.5 Meio Ambiente como Estratégia de Inovação

Na lógica da hélice quíntupla, o meio ambiente deixa de ser tratado como externalidade e passa a ocupar papel central nos processos de inovação (Carayannis et al., 2012). Nesse sentido, o CIS tem buscado incorporar a dimensão ecológica à estratégia do BH-TEC por meio de ações práticas e estruturantes.

Entre elas, destaca-se a abordagem do meio ambiente como parte da infraestrutura essencial do parque — considerando não apenas os espaços construídos, mas também as áreas naturais preservadas. Essa visão se materializa em projetos de revisão da gestão ambiental, como a atualização do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), o levantamento de dados sobre biodiversidade, e o acompanhamento contínuo de indicadores de sustentabilidade, incluindo consumo de água e energia. A partir desses estudos, o CIS promove capacitações temáticas sobre economia circular e mudanças climáticas e outras, para as empresas residentes, contribuindo para a difusão de práticas regenerativas entre empresas, startups e parceiros institucionais.

Ao articular inovação tecnológica e o cuidado com o meio ambiente em que o Parque está inserido, o CIS reafirma o potencial dos ambientes de inovação em contribuir para a regeneração dos sistemas naturais, alinhando-se aos princípios fundantes da hélice quíntupla.

5. Reflexões e desafios para os ecossistemas colaborativos

A sistematização das práticas entre 2022 e 2024 evidencia o potencial do modelo da hélice quíntupla de inovação quando aplicado de forma concreta, colaborativa e contextualizada. Ao

adotar essa abordagem em um parque tecnológico, o CIS mostra que esses ambientes podem ir além da incubação de empresas e geração de patentes, atuando como plataformas vivas capazes de oferecer soluções a desafios como crise climática, inclusão social e inovação territorial. Essa visão se alinha ao conceito de “inovação com propósito”, defendido pela OCDE (2019), segundo o qual o crescimento regional depende da capacidade de responder a desafios locais de maneira inclusiva e resiliente. Nesse contexto, parques tecnológicos se tornam espaços estratégicos para catalisar a transformação produtiva, conectar atores e promover inovações sustentáveis.

Para fins didáticos, este artigo apresenta a atuação dos diferentes atores de forma segmentada. No entanto, na prática, tais divisões são artificiais. Trabalhar com sustentabilidade em profundidade exige integração, interdependência e escuta ativa, com foco na construção de futuros mais justos. Para que as hélices da inovação girem de forma fluida, é essencial que não sejam vistas isoladamente.

Um desafio central nesse processo é demonstrar, a cada público, o valor da integração da sustentabilidade em sua prática específica. Soma-se a isso o fato de que a sustentabilidade, por natureza, pressupõe transformação — e transformar requer abertura ao novo. Paradoxalmente, mesmo em ambientes voltados à inovação, essa abertura nem sempre está presente, especialmente quando implica rever valores, práticas e estruturas.

As ações relatadas neste artigo materializam o que Carayannis, Barth e Campbell (2012) definem como "Modo 5 de Inovação" — uma abordagem centrada na coprodução de conhecimento por redes multisectoriais orientadas por desafios complexos, e não apenas por demandas mercadológicas ou científicas. Ao articular ciência, mercado, políticas públicas, sociedade civil e meio ambiente, o BH-TEC e o CIS reforçam a ideia de que a inovação responsável e resiliente só emerge de sistemas colaborativos, sensíveis ao território e aos limites do planeta (LEITNER et al., 2018).

A experiência do CIS também se aproxima da reconceituação da inovação responsável a partir do Sul Global, como propõem Wakunuma et al. (2021). Segundo os autores, práticas de inovação oriundas de contextos como o brasileiro exigem o reconhecimento de modelos híbridos, que conciliem lógicas capital-oriented (baseadas em inovação tecnológica tradicional) com lógicas livelihood-oriented, voltadas à sustentabilidade de modos de vida, justiça social e valorização de saberes locais. Essa perspectiva amplia o escopo da RRI (Responsible Research and Innovation), frequentemente limitada a parâmetros do Norte Global, e valoriza abordagens situadas, participativas e sensíveis às desigualdades estruturais.

Por fim, ainda há um longo caminho para integrar plenamente a sociedade a esses ecossistemas, não apenas como receptora de resultados, mas como agente ativa do processo inovador. As comunidades tradicionais, com suas formas de organização baseadas na reciprocidade, escuta coletiva e responsabilidade compartilhada, oferecem referências valiosas para construir processos de inovação verdadeiramente colaborativos e sustentáveis — especialmente em contextos como o brasileiro, marcados por desigualdades e pluralidade de saberes.

6. Considerações finais

As evidências apresentadas ao longo deste artigo demonstram que a inserção estratégica da sustentabilidade como vértice estruturante da quíntupla hélice permite aos ecossistemas de inovação ampliarem seu impacto para além do crescimento econômico e tecnológico. A experiência do CIS BH-TEC evidencia como a integração entre ciência, setor produtivo, políticas públicas, sociedade civil e meio ambiente pode catalisar transformações profundas e coerentes com os desafios contemporâneos. Mais do que um conjunto de boas práticas, a atuação do CIS revela um paradigma emergente de inovação ancorado em valores como interdependência, justiça socioambiental e regeneração, reposicionando os parques tecnológicos como arenas vivas de transição para futuros sustentáveis.

Contudo, os caminhos para consolidar ecossistemas colaborativos requerem persistência, abertura ao diálogo intersetorial e comprometimento político-institucional. A sustentabilidade, compreendida em sua complexidade, não se impõe por decreto nem se limita a métricas convencionais: ela exige escuta ativa, mediação de interesses, protagonismo territorial e disposição para transformar estruturas. A trajetória do CIS inspira, mas também alerta para os desafios da escala, da perenidade e da construção de confiança entre atores diversos. Nesse horizonte, fortalecer capacidades locais, valorizar saberes plurais e institucionalizar a inovação com propósito aparecem como condições fundamentais para que a hélice da transformação continue girando de forma justa, inclusiva e sustentável.

Referências Bibliográficas

CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, v. 1, n. 2, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>. Acesso em: 20 maio 2025.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? A proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)*, v. 1, n. 1, p. 41-69, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4018/jsesd.2010010105>. Acesso em: 20 maio 2025.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

GREENWOOD, D. J.; LEVIN, M. *Introduction to action research: social research for social change*. 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2007.

GUSTON, David H. et al. Responsible innovation: motivations for a new journal. *Journal of Responsible Innovation*, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23299460.2014.885175>. Acesso em: 20 maio 2025.

HOLLIDAY, O. J. *Para sistematizar experiências*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; GTZ, 2006.

LEITNER, K. H.; BERGER, M.; PRANDNER, D. Innovation systems and quintuple helix: The roles of socioecological contexts. *European Planning Studies*, v. 26, n. 2, p. 254–271, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1377612>. Acesso em: 20 maio 2025.

MOULAERT, F.; MARTINELLI, F.; SWYNGEDOUW, E.; GONZÁLEZ, S. Towards alternative model(s) of local innovation. *Urban Studies*, v. 42, n. 11, p. 1969–1990, out. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00420980500279893>. Acesso em: 20 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Regions in Industrial Transition: Policies for People and Places*. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264312452-en>. Acesso em: 22 maio 2025.

OWEN, R.; BESSANT, J.; HEINTZ, M. Framework for responsible innovation. In: OWEN, R.; BESSANT, J.; HEINTZ, M. (ed.). *Responsible innovation: managing the responsible emergence of science and innovation in society*. Hoboken: Wiley, 2013. p. 27–50. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118551424.ch2>. Acesso em: 20 maio 2025.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-Ação*. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VIANA, C. ; CARRIERI, W.; SILVA, E. ; ASSIS, G. Jornada Científica de Inovação Sustentável: Integrando Educação e Sociedade em Ambientes de Inovação. In: *Conferência Anprotec*, 34, 2024, São José dos Campos, *Anais eletrônicos*, p. 677-682. Disponível em: <https://informativo.anprotec.org.br/anais-34-conferencia-anprotec>. Acesso em 20 mai. 2025.

WAKUNUMA, Kutoma *et al.* Reconceptualising responsible research and innovation from a Global South perspective. *Journal of Responsible Innovation*, v. 8, n. 1, p. 78–98, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23299460.2020.1860717>. Acesso em: 20 maio 2025.