

Economia e Administração Rural

O Sistema de Inovação Tecnológica da Hidroponia no Brasil: uma revisão de literatura

The hydroponics technological innovation system in Brazil: a literature review

Humberto Davi Zen¹, Janaína Balk Brandão¹, Raquel Breitenbach^{II}

^I Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

^{II} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, IFRS - Campus Sertão, Sertão, RS, Brasil

RESUMO

Esta pesquisa exploratória teve como objetivo avaliar o contexto da hidroponia no Brasil a partir da noção do Sistema de Inovação Tecnológica (e SIT). Especificamente, buscou-se caracterizar a estrutura, avaliar a dinâmica funcional e discutir o cenário atual do desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil. A metodologia adotada é a pesquisa bibliográfica, e a base de dados compreende os anais das quatro edições do Simpósio Brasileiro de Hidroponia e a primeira e única edição do Anuário Brasil Hidroponia em 2018. Para análise dos dados utilizou-se o software NVivo®12 Plus. Constatou-se um sistema de composição estrutural com elevado número de atores, predominantemente organizados em redes informais que têm como orientação tratativas sobre aspectos produtivos. No lado institucional, não há regulamentações ou legislações específicas para o SIT da hidroponia. As funções mais relevantes no SIT da hidroponia são a atividade empreendedora e a geração e difusão de conhecimento, enquanto as mais desafiadoras são a consolidação da legitimação enquanto atividade especializada e mobilização de recursos. Considerando as fases do ciclo de vida da inovação, o desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil se encontra predominantemente na fase de crescimento.

Palavras-chave: Atores; Crescimento; Funções; Hortaliças; Redes

ABSTRACT

This exploratory research aimed to understand the Technological Innovation System (TIS) of hydroponics in Brazil, assessing its structure, evaluating its functional aspects and identifying its stage in the life cycle as technological innovation. The chosen methodology is bibliographic research, and the database comprises the proceedings of the four editions of the Brazilian Hydroponics Symposium and the first and only edition of the Brazilian Hydroponics Yearbook, published in 2018. The data analysis comprised the full reading of the selected contents, using the NVivo®12 Plus software. It was found a system which

structural composition has a high number of actors, predominantly organized in informal networks focused on the discussions on productive aspects. On the institutional side, there are no specific regulations or legislation for the hydroponics TIS. The most relevant functions in the hydroponics SIT are entrepreneurial activity and knowledge generation and diffusion, while the most challenging are its legitimation as a specialized activity and resource mobilization. Considering the phases of the innovation life cycle, the development of the hydroponics SIT in The Brazil hydroponics SIT is predominantly in the growth stage.

Keywords: Actors; Growth; Functions; Vegetables; Networks

1 INTRODUÇÃO

Enquanto a agricultura tradicional realizada no solo enfrenta desafios como urbanização acelerada, desastres naturais, mudanças climáticas, uso indiscriminado de produtos químicos e pesticidas, etc., o cultivo hidropônico está ganhando popularidade em todo o mundo por conta do uso e gestão eficiente de recursos e produção de alimentos de qualidade (Sharma *et al.*, 2018). Ademais, a hidroponia pode colaborar para melhoria de renda e inserção em mercados por parte da agricultura familiar, propiciada pelo aumento da regularidade da oferta de frutas e hortaliças (BRANDÃO e ARBAGE, 2016).

Assim, a hidroponia é uma inovação tecnológica na agricultura capaz de superar questões críticas de escassez de recursos, apresentando-se inclusive como uma solução sustentável que pode ter um bom potencial em áreas desérticas, demonstrando boa rentabilidade aos agricultores (DE ANDA e TESOURA, 2017). A origem e expansão de uma inovação acontece por meio de funções estabelecidas em um ambiente formado por agentes, redes e instituições, que juntos contribuem e condicionam o processo inovativo e formam o Sistema de Inovação Tecnológica (SIT) (BERGEK *et al.*, 2008).

A produção científica sobre a hidroponia é ampla, mas focada essencialmente em aspectos técnicos/produtivos, como nutrição, manejo das plantas e configuração do sistema produtivo. Assim, a presente pesquisa surge da problemática de escassez de estudos que abordem o cultivo hidropônico enquanto uma inovação tecnológica perante o sistema global. Entende-se que o estudo da hidroponia segundo a

perspectiva de SIT trata-se de uma ferramenta com potencial de contribuição para o embasamento de projetos relacionados ao estímulo e expansão desta técnica de produção, o que auxilia no preenchimento de uma lacuna científica (VERMEULEN *et al.*, 2014).

Neste sentido, foi realizado um estudo bibliográfico cujo objetivo geral foi avaliar o contexto da hidroponia no Brasil a partir da noção de SIT. Os objetivos específicos foram: a) caracterização estrutural do SIT da hidroponia no Brasil; b) avaliação da dinâmica funcional do SIT e; c) discussão do cenário atual do desenvolvimento do SIT. Com isso, espera-se avançar na construção de uma base útil para a elaboração de pesquisas e projetos melhor embasados e com maior potencial de impacto no desenvolvimento da hidroponia no Brasil.

2 SISTEMAS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Uma inovação traz novos produtos, processos e formas de organização, ou aperfeiçoamentos dos já existentes para uso social e econômico (Rajalahti, 2012). O processo inovativo ocorre por meio de uma coevolução envolvendo mudanças tecnológicas, sociais, econômicas e institucionais (KLERKX *et al.*, 2012).

A noção de Sistema de Inovação Tecnológica (SIT) considera como componentes de um sistema de inovação os atores, redes e instituições (BERGEK *et al.*, 2008). O SIT envolve essencialmente a interação entre atores e estruturas do sistema e considera que a inovação vai além do desenvolvimento tecnológico, requerendo mudanças no sistema em si para que possibilite novas coordenações entre subsistemas (KLERKX *et al.*, 2012).

O avanço das análises do SIT como um objeto de estudo “estático” para um mais “dinâmico” possibilita contribuições para formulação de estratégias competitivas e de políticas de desenvolvimento (KÖNIG *et al.*, 2018). Bergek *et al.* (2008) apontam que a definição do SIT em foco é o primeiro passo para análise de como o sistema funciona. Neste momento, é definido o campo de conhecimento ou produto que será o objeto prático do estudo sendo que os níveis de agregação podem variar entre análises abrangentes, que

resultam em panoramas mais amplos do cenário estudado e aquelas específicas, que possibilitam alcançar detalhamento e profundidade.

Também é necessário definir quais as aplicações da tecnologia em foco serão abarcadas pelo estudo, para depois, delimitar o domínio espacial tomado como referência. Embora geralmente os SIT possuam um caráter global, o uso de recortes espaciais específicos do sistema serve para capturar aspectos de maior relevância para os agentes inseridos em um contexto nacional ou regional.

O segundo passo envolve a caracterização e análise dos componentes estruturais do SIT identificando os atores que o compõem, as redes e relações estabelecidas e as instituições influentes, como leis, cultura, normas do ambiente (BERGEK *et al.*, 2008). O processo inovativo (STEFANOSKI *et al.*, 2013) é em parte resultado da dinâmica interna do SIT, sendo também influenciado por aspectos exógenos oriundos do ambiente em que se desenvolve, ou seja, a abordagem deve considerar elementos de ordem microeconômica (ambiente interno da organização), mesoeconômica (ambiente externo imediato) e/ou macroeconômica (ambiente externo ampliado) (SANTINI *et al.*, 2006).

O terceiro passo é a descrição do funcionamento do SIT, que contempla as sete funções que acontecem no SIT, sintetizadas no Quadro 1. A análise dos processos chave e suas interações no sistema serve para identificar forças e fraquezas do processo inovativo, gerando informações para formulação de políticas e estratégias de desenvolvimento (KLERKX *et al.*, 2012).

Quadro 1 – Descrição do funcionamento do SIT contemplando as sete funções

a) Desenvolvimento e difusão de conhecimento (Função 1 – F1): captura a abrangência e profundidade da base de conhecimento do SIT e suas mudanças ao longo do tempo, bem como as formas de difusão e combinação de conhecimento no sistema. As abordagens da geração de conhecimento podem considerar as fontes ou mecanismos de aprendizado, como pesquisa e desenvolvimento da tecnologia, experiência de uso/fazer (*learning by using/ learning by doing*), assim como seu tipo (científico, tecnológico, produtivo, mercadológico, etc.). Os principais indicadores da geração de conhecimento são o número e tamanho de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), publicações, investimentos em P&D, registro de patentes, etc., além das curvas de aprendizado, ligadas à performance tecnológica alcançada). Já a difusão de conhecimento pode ser acessada pela análise do número de workshops e conferências orientados à área tecnológica, bem como tamanho das redes e sua intensidade ao longo do tempo;

Continua...

Quadro 1 – Conclusão

| |
|---|
| <p>b) Influência na direção da pesquisa (Função 2 – F2): os direcionamentos das tecnologias, aplicações, modelos de negócio, mercados, etc. relacionados a um SIT resultam de uma combinação de forças entre os componentes do sistema, como indústria, governo, mercado, sociedade, etc. A avaliação desta função passa pela abordagem destas forças, que podem ser visões, expectativas e crenças quanto a resultados potenciais da aplicação da tecnologia, razões de preço de produtos ou fatores de produção, relevância percebida para certos tipos e fontes de conhecimento, pressões regulatórias, regimes de taxação, articulações e mudanças de preferências pelo lado da demanda, debilidades ou crise nos modelos vigentes, etc.;</p> |
| <p>c) Atividade empreendedora (Função 3 – F3): A provação de alternativas no SIT alimenta e faz fluir o processo evolutivo da inovação por meio de práticas sobre possibilidades de ganhos econômicos, funcionamento da tecnologia, reações de fornecedores, competidores e consumidores frente aos resultados obtidos, etc. SITs com deficiências em atividades empreendedoras tendem a estagnar. A atividade empreendedora pode ser visualizada pelo número de novos entrantes ou movimentos de diversificação de atividades pelos atores já atuantes no SIT, diversidade de aplicações experimentais da tecnologia e amplitude de tecnologias complementares empregadas;</p> |
| <p>d) Formação de mercado (Função 4 – F4): Tecnologias em formação ou expansão nem sempre possuem mercados desenvolvidos, necessitando identificar e articular potenciais consumidores pelo lado da demanda e estabelecer e institucionalizar sua presença no mercado. São três fases na formação de mercado: incubação (<i>nursing markets</i> – espaço inicial de aprendizado e desenvolvimento), expansão (<i>bridging markets</i> – crescimento em termos de volume e número de atores envolvidos), e mercados de massa (<i>mass markets</i>). Esta função pode ser avaliada por meio das condições atuais do mercado e o que guia sua formação, as demandas de consumidores e usuários, condições econômicas e institucionais que potencializam a difusão da inovação;</p> |
| <p>e) Legitimação (Função 5 – F5): Uma nova tecnologia e seus proponentes devem ter aceitação no meio social amplo e alinhamento com instituições relevantes para que recursos sejam mobilizados, demandas se formem/ampliem e o SIT ganhe força política. O processo de legitimação pode ser via conformação às leis e normas vigentes, pela sua manipulação, ou pela criação de novas instituições, quando necessário. Esta função compreende a força da legitimidade do SIT perante o ambiente regulatório, as bases de valor construídas na sociedade, influências da legitimidade nas demandas, legislação e condutas relacionadas aos atores, o que/quem influencia na legitimidade do SIT, e ascensão e crescimento de grupos de interesse, suas ações de lobby e de articulação;</p> |
| <p>f) Mobilização de recursos (Função 6 – F6): a evolução do SIT demanda que o mesmo seja capaz de mobilizar diferentes recursos, como capital de competência e humano (formação nos campos tecnológico, empreendedorismo, gestão e finanças), capital financeiro para investimentos e ativos complementares (produtos, serviços e infraestrutura). Pode ser mensurada via mudanças de quantidade e qualidade de recursos humanos, volumes de capital e investimentos, e disponibilidade de produtos, serviços e infraestrutura complementares.</p> |
| <p>g) Desenvolvimento de externalidades positivas (Função 7 – F7): É indicativo da dinâmica geral e permite a identificação de ciclos virtuosos ou círculos viciosos entre as funções. O desenvolvimento de economias no contexto externo também é decisivo para a formação e crescimento do SIT. Por exemplo, uma modalidade de externalidade positiva é oriunda da concentração do SIT em uma certa região. Isto gera economias que são externas às firmas, mas internas à região, como a emergência de <i>pooled labor markets</i>, fornecedores de produtos e prestadores de serviço especializados, facilitação da formação de redes e do fluxo de informações e acumulação de conhecimento.</p> |

Fonte: Adaptado de Bergek *et al.* (2008) e Hekkert *et al.* (2007). Organização dos autores.

Após a descrição de “como” o SIT funciona é avaliado o “quão bem” o mesmo está funcionando. Uma das bases de avaliação indicadas é a análise do ciclo de vida de SITs, dividindo-as em formação, crescimento, maturidade e declínio (MARKARD, 2018). Como apresentado no Quadro 2, o autor emprega quatro parâmetros diferentes para sua abordagem: a) tamanho e base de atores; b) estrutura institucional e redes; c) performance e variação tecnológica e; d) contexto e relacionamento do SIT com contexto.

Quadro 2 – Fases do ciclo de vida de um SIT

| Fases | Formação | Crescimento | Maturidade |
|--|---|---|---|
| Tamanho e base de atores | Vendas próximas a zero; baixo crescimento; alto grau de integração vertical; taxas baixas de entrada/saída. | Vendas moderadas no início, mas crescendo rapidamente; médio a alto número de atores; associações e intermediários específicos emergem; alta taxa de entradas; alta competição e para definição de padrões. | Vendas altas; baixo crescimento; médio a alto número de atores; alta especialização; taxas de entrada/saída baixas; há atores dominantes; poucos conflitos. |
| Estrutura institucional e redes | Baixa estruturação; alto grau de incerteza; instituições cognitivas são centrais; redes pouco concisas; cadeias de valor incompletas. | Estruturação aumenta; mercados tomam forma; instituições específicas da tecnologia emergem; formalização crescente; colaborações em redes. | Elevado grau de estruturação; baixa incerteza; mercados, cadeias de valor e redes estabelecidos. |
| Performance e variação tecnológica | Parâmetros de performance pouco claros; performance baixa demais para existir; elevado grau de variação tecnológica. | Parâmetros de performance são claros; performance aumentando; variação tecnológica decrescente; potencial emergência de designs dominantes. | Performance elevando-se; potencial ampliação da tecnologia para novos contextos de aplicação. |
| Contexto e relacionamento do SIT com contexto | SIT depende do contexto e se adapta a ele; emergência dos primeiros laços. | Laços com o contexto se multiplicam e se formalizam; SIT tem impacto crescente no contexto; potencial surgimento de conflitos; codependência. | Alto número de laços fortes; interação entre SIT e contexto; codependência. |

Fonte: Adaptado de Markard (2018). Organização dos autores.

As funções do SIT são interdependentes, amplificando efeitos de certos mecanismos de estímulo ou bloqueio (Hekkert *et al.*, 2007). Avaliar o quão bem as funções estão se desenvolvendo permite a identificação de mecanismos de indução (*enablers*) ou bloqueio (*disablers*) da performance do processo inovativo, bem como sua dinâmica de influência nos padrões funcionais estabelecidos no SIT (Bergek *et al.*, 2008; Klerkx *et al.*, 2012).

3 METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado neste estudo foi a pesquisa bibliográfica (GIL, 2009). A base de dados utilizada compreende os anais das quatro edições do Simpósio Brasileiro de Hidroponia (SBH) e a primeira e única edição do Anuário Brasil Hidroponia (ABH). O SBH foi realizado nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2018, junto ao Encontro Brasileiro de Hidroponia (EBH), que é o principal evento do setor hidropônico na América Latina e acontece em Florianópolis/SC. Organizado pelo Laboratório de Hidroponia da Universidade Federal de Santa Catarina desde 2006, o ECB reuniu 540 participantes, 39 estandes de expositores e 48 empresas parceiras na sua 12^o edição, ocorrida no ano de 2018 (ENCONTRO HIDROPONIA, 2018). O SBH recebe artigos expandidos sobre cultivo hidropônico, focando nas áreas de conhecimento da entomologia, fitopatologia, nutrição de plantas, produção vegetal e tecnologia. A modalidade de submissão que dispensa a presença dos autores no evento facilita a publicação de trabalhos oriundos de todas as regiões do país.

O ABH foi publicado em 2018 pela Revista Hidroponia. Fundada em 2010, a Revista Hidroponia é uma publicação de circulação nacional e internacional com foco na produção editorial de conteúdos referentes ao cultivo sem solo, que divulga, estimula e fortalece o trabalho de produtores, fornecedores e autoridades do setor hidropônico (REVISTA HIDROPONIA, 2018).

A opção pela utilização desta base de dados considera sua relevância para o setor da hidroponia no Brasil, uma vez que o SBH representa o principal canal entre o ambiente acadêmico e o SIT da hidroponia no país, bem como o ABH é um retrato do SIT sob a perspectiva de seus próprios componentes. O acesso aos Anais do 1º e 2º SBH, de 2014 e 2015, se deu pela obtenção dos CD-ROMs distribuídos aos participantes do evento, sendo este seu único meio de divulgação, enquanto os anais da 3º e 4º edições, de 2016 e 2018, foram acessados pela página do ECB¹. Obteve-se um total de 86 resumos expandidos, sendo 15 em 2014², 21 em 2015, 23 em 2016 e 27 em 2018. O ABH foi obtido mediante a aquisição de um exemplar junto ao site da Revista Hidroponia³.

A análise dos dados compreendeu a leitura integral dos materiais selecionados, com apreciação individual dos trabalhos publicados nos anais do SBH e no ABH, bem como o registro das empresas expositoras e anunciantes observados nas publicações. Nesta etapa, utilizou-se o software NVivo®12 Plus para registro e organização das informações obtidas. Porém, isso foi possível nos anais do SBH, pois a plataforma de acesso ao conteúdo do ABH inviabiliza o uso do programa. O software NVivo® não substitui o trabalho analítico e criativo do pesquisador, mas otimiza o uso do tempo, dinamiza e qualifica a análise de dados qualitativos (MOZZATO *et al.*, 2016).

Os procedimentos dividiram-se em três etapas: a) Caracterização estrutural do SIT da hidroponia, delimitando o SIT, identificando os atores, redes e instituições que o compõe (BERGEK *et al.*, 2008). O estudo considerou todas as aplicações dos princípios do cultivo hidropônico na produção vegetal observados no SBH e ABH⁴. O domínio espacial considerado foi o recorte nacional do Brasil; b)

¹ Link de acesso aos anais da 3º e 4º edições do SBH: <http://www.encontrohidroponia.com.br/inscricao-2/anais>.

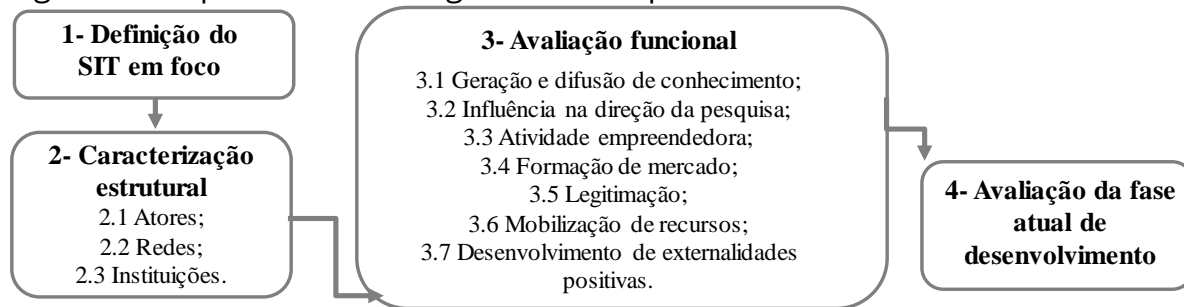
² Foram publicados 16 resumos em 2015, mas um deles estava indisponível no CD-ROM.

³ Link para aquisição do ABH: <http://www.revistahidroponia.com.br/anuario>.

⁴ O cultivo em substratos, denominado semi-hidropônico, também foi abarcado neste estudo. Esse sistema não se enquadra por completo na definição de hidroponia, devido ao emprego de materiais não inertes quimicamente que também podem fornecer nutrientes às plantas.

Análise funcional do SIT (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007); c) Os resultados obtidos foram discutidos tomando-se como base principal as fases do ciclo de vida de SITs (MARKARD, 2018), a fim de avaliar a situação atual do SIT da hidroponia quanto ao seu desenvolvimento. A Figura 1 apresenta o esquema de análise empregado neste trabalho.

Figura 1 - Esquema metodológico adotado para análise dos dados



Fonte: Autores/as (2020)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção 4.1 abarca a identificação dos atores, redes e instituições que compõe o sistema, construindo a base para a subseção 4.2., que faz a análise funcional do SIT.

4.1 Composição estrutural do SIT da hidroponia no Brasil

A produção se localiza no centro da cadeia de valor, pois é onde os princípios do cultivo hidropônico são aplicados para a obtenção de produtos. O elo da produção é composto por estabelecimentos comerciais da hidroponia, com cultivo de hortaliças para comercialização (ANUÁRIO, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2016). Em menor frequência, verificam-se cultivos hidropônicos com finalidades educativas e de recuperação e inclusão social em escolas, penitenciárias e entidades sociais (ANUÁRIO, 2018; FERNANDES e DEBIO, 2016).

A montante da produção existem: a) empresas fabricantes e fornecedoras, que ofertam aos sistemas de produção inputs (insumos em geral), materiais e equipamentos; b) empresas privadas prestadoras de serviços de capacitação e

consultoria técnica e de gestão; c) portais e revistas direcionados à oferta de informações referentes aos campos da hidroponia e horticultura; d) empresas públicas assistência técnica e extensão rural (ATER); e) institutos públicos e privados de pesquisa e tecnologia agropecuária; f) universidades (atividades de ensino, pesquisa e extensão); g) órgãos públicos das esferas municipal, estadual e federal e; h) instituições fornecedoras de crédito e seguros (bancos e agências de fomento).

A jusante da produção na cadeia de valor, encontram-se: a) distribuidores atacadistas - principalmente as centrais de abastecimento atacadistas (CEASAs) que intermediam a distribuição e comércio de hortaliças e frutas entre a produção e varejo; b) varejo de alimentos - destaque para os supermercados, que obtêm os produtos diretamente com os produtores ou por meio de distribuidores/intermediários; c) restaurantes - setor com crescente importância de mercado, demandando qualidade e diversidade de hortaliças para confecção e decoração de pratos, adquire diretamente de produtores ou junto ao varejo e/ou distribuidores; d) mercados institucionais (Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE e Programa de Aquisição de Alimentos - PAA) - escolas e hospitais que recebem doações de hortaliças hidropônicas oriundas de projetos de cultivo com finalidades didáticas ou sociais, ou adquirem por meio de chamadas públicas produtos da hidroponia; e) venda direta - por meio de feiras e entrega a domicílio, onde os produtores negociam diretamente com os consumidores e; f) consumidores - segmento final da cadeia de valor, cujas demandas regulam e orientam os elos anteriores. (ANUÁRIO, 2018; FREITAS e ROSSI, 2016; ROVER *et al.*, 2016; PELVINE e MARQUES, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2016)

Os principais canais de comercialização dos produtos hidropônicos, em quantidade, são distribuição atacadista, varejo e restaurantes (ANUÁRIO, 2018; PELVINE e MARQUES, 2015; ROVER *et al.*, 2016). Os mercados institucionais e a venda direta representam alternativas pouco exploradas, mas em pleno crescimento, já que é recente a entrada de produtores hidropônicos neste tipo

de canal (ANUÁRIO, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2016). Somado a isso, a principal rede formal no contexto do SIT da hidroponia no Brasil é a Associação Brasileira de Hidroponia, fundada em 2008 para representação do setor.

Outro tipo de rede com algum grau de formalização observado no SIT da hidroponia são as relações entre compradores e vendedores na cadeia de valor, assim como links entre empresas e universidades/grupos de pesquisa. Estas são orientadas para questões de ordem tecnológica, como obtenção de recursos necessários para a produção junto aos fornecedores ou a busca por nova estrutura, equipamentos ou insumos. Estas redes também podem se estabelecer em contextos de busca por conhecimento (ANUÁRIO, 2018).

Apesar de sua difícil detecção e avaliação, as redes informais são frequentes e influentes no SIT da hidroponia. É o caso da formação de grupos com produtores, especialistas e entusiastas da atividade para o compartilhamento de experiências, conhecimentos e soluções nos campos técnico e de mercado. Além disso, observam-se interações informais junto a redes com algum grau de formalização, como no caso de comentários e sugestões entre clientes e fornecedores durante transações de produtos.

De maneira geral, as redes do SIT da hidroponia, formais ou informais, têm atuação prática e ativa predominantemente voltada a elementos técnicos e de mercado. Já nas agendas políticas e de influência no ambiente institucional, não se verificam muitas mobilizações, embora estas sejam citadas no ABH como uma pauta relevante para o setor.

No que tange às instituições que tratam dos aspectos do SIT como culturas, normas, leis, regulações e rotinas pertinentes, não foram encontradas referências a leis ou regulamentações específicas para o cultivo hidropônico. Este cenário de desregulamentação é um aspecto discutido e criticado no ABH, apontando a falta de organização coletiva do setor perante o ambiente institucional (ANUÁRIO, 2018). Os aspectos de regulamentação observados restringem-se a normas dos

produtos resultantes do cultivo, sendo que estas também se aplicam aos produtos oriundos da produção tradicional a campo.

Outra influência do ambiente institucional sobre o SIT da hidroponia são exigências gerais do mercado e consumo de hortaliças. Neste caso, existe demanda de qualidade e durabilidade dos produtos, rastreabilidade, redução das perdas ao longo da cadeia, atenuação de efeitos nocivos da agricultura sobre o meio ambiente (ANUÁRIO, 2018) e busca por alimentos livres de agrotóxicos (SANTOS *et al.*, 2018).

4.2 Aspectos funcionais do SIT da hidroponia no Brasil

A análise das sete funções chaves para seu desenvolvimento ainda não visa determinar quão satisfatório é o contexto observado. Todavia, identifica o padrão funcional do SIT (BERGEK *et al.*, 2008). Quanto ao desenvolvimento e difusão de conhecimento (F1) obteve-se que a geração de conhecimento no SIT da hidroponia tem como principais fontes o segmento da produção e os atores a montante dele. Atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas por empresas fabricantes de insumos e equipamentos, universidades e institutos de pesquisa geram conhecimentos majoritariamente tecnológicos e científicos. A geração de conhecimento tecnológico tem como principal fonte as companhias multinacionais, cuja estratégia competitiva é a oferta de produtos diferenciados ao mercado, contando com investimentos em P&D (ANUÁRIO, 2018).

No SBH, o desenvolvimento tecnológico é limitado, com dois trabalhos voltados ao desenvolvimento de tecnologia (GONZALES e CANTERO, 2014; HENRÍQUEZ *et al.*, 2015). No Simpósio, foca-se na apresentação de conhecimento científico, podendo contemplar a avaliação de alternativas tecnológicas disponíveis no mercado. Neste sentido, são testados sistemas de cultivo (COSTA *et al.*, 2014), substratos comerciais (VALMORBIDA *et al.*, 2018), fertilizantes (ROVER *et al.*, 2018) ou iluminação artificial (ROCHA *et al.*, 2016), entre outros. No SBH,

predominam pesquisas científicas voltadas aos campos da produção vegetal e nutrição de plantas, que abarcam 49,4% e 16,4% dos trabalhos, respectivamente.

Acerca dos produtores hidropônicos, a experiência no uso da tecnologia resulta em ganhos pelo aprendizado produtivo e tecnológico (ANUÁRIO, 2018). Os conhecimentos codificados são complementados com conhecimentos tácitos específicos ao contexto de inserção do produtor, aumentando o potencial de performance de seu sistema. Ainda, os produtores são importantes fontes de conhecimentos mercadológicos, visto que o processo de venda da produção propicia o contato com as demandas e dinâmicas de funcionamento do mercado (ANUÁRIO, 2018). As características dos segmentos da distribuição, comercialização e consumo são base para a geração do conhecimento mercadológico.

Na difusão de conhecimento destacam-se: publicação do ABH e realização do ECB e SBH são exemplos; palestras com produtores, empreendedores e especialistas referência no setor; exposição de empresas fornecedoras; a reunião de produtores, técnicos e interessados; cursos de capacitação ofertados por diferentes atores interessados na expansão do setor; fortalecimento de serviços de assistência técnica e extensão rural; e o acompanhamento dos produtores por técnicos com fluxo bilateral de informações (ANUÁRIO, 2018).

Relativo à influência na direção da pesquisa (F2) os direcionamentos das atividades de pesquisa e desenvolvimento no SIT da hidroponia focam no rol de vantagens e potencialidades oferecidas pela tecnologia em relação ao cultivo no solo. Verificam-se esforços de aprimoramento dos sistemas já em uso, novas aplicações da hidroponia e ampliação da base de conhecimento em relação a áreas vistas como promissoras/relevantes. A Tabela 1 sintetiza os 50 termos mais frequentemente citados no conteúdo dos Anais do SBH, auxiliando na visualização do cenário das pesquisas nas quatro edições do evento o que difere um quadro de uma tabela visualmente é que o quadro é fechado nas laterais e a tabela é aberta. As tabelas e quadros ficam melhor dispostos em página única,

portanto, sempre que possível, realizar o arranjo dos textos para atender este item.

Tabela 1 – Os 50 termos mais recorrentes nos Anais do I, II, III e IV SBH⁵

| Palavra | Contagem | Percentual ponderado (%) |
|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| Cultivos | 1533 | 1,58 |
| Plantas | 1330 | 1,37 |
| Sistema | 766 | 0,79 |
| Produção | 706 | 0,73 |
| Hidroponicas | 660 | 0,68 |
| Hidropônicos | 622 | 0,64 |
| Solução | 620 | 0,64 |
| Frutos | 595 | 0,61 |
| Nutritivas | 501 | 0,52 |
| Substratos | 501 | 0,52 |
| Alface | 456 | 0,47 |
| Produto | 405 | 0,42 |
| Folhosas | 404 | 0,42 |
| Tratamentos | 375 | 0,39 |
| Resultou | 338 | 0,35 |
| Mudas | 334 | 0,34 |
| Dias | 330 | 0,34 |
| Água | 305 | 0,31 |
| Médias | 286 | 0,29 |
| Nutrientes | 282 | 0,29 |
| Solos | 228 | 0,24 |
| Teor | 226 | 0,23 |
| Crescimento | 215 | 0,22 |
| Teste | 212 | 0,22 |
| Desenvolvimento | 198 | 0,20 |
| Experimento | 194 | 0,20 |
| Concentrações | 192 | 0,20 |
| Culture | 185 | 0,19 |
| Hastes | 181 | 0,19 |

Continua...

⁵ Considerando na contagem as derivações de palavra oriundas do termo.

Tabela 1 – Conclusão

| | | |
|--------------|-----|------|
| Qualidade | 170 | 0,18 |
| Casca | 163 | 0,17 |
| Hortaliças | 154 | 0,16 |
| Sementes | 154 | 0,16 |
| Uso | 150 | 0,15 |
| Análise | 149 | 0,15 |
| Altura | 147 | 0,15 |
| Diâmetro | 147 | 0,15 |
| Arroz | 145 | 0,15 |
| Diferenças | 140 | 0,14 |
| Nft | 139 | 0,14 |
| Variáveis | 139 | 0,14 |
| Densidade | 138 | 0,14 |
| Colheita | 137 | 0,14 |
| Irrigação | 137 | 0,14 |
| Experimental | 135 | 0,14 |
| Vegetação | 133 | 0,14 |
| Transplante | 132 | 0,14 |
| Brasileira | 130 | 0,13 |
| Acúmulo | 129 | 0,13 |
| Pesos | 127 | 0,13 |

No topo das citações estão os termos cultivos, plantas, sistemas, produção, hidropônicas/hidropônicos. Em seguida, pode-se identificar os temas mais recorrentes das pesquisas publicadas no evento, como soluções nutritivas, substratos, frutos, alface, folhosas, etc. Dentre as 25 espécies citadas como tema de pesquisa, a alface é a espécie mais pesquisada, respondendo por 29,3% dos 75 estudos que tomaram uma espécie como foco, seguida pelo tomate (14,6%) e morango (12%). Da mesma forma, os sistemas Nutrient Film Technique (NFT) e em substrato predominaram enquanto os tipos mais pesquisados.

Estas espécies e sistemas de cultivo são os mais presentes no ambiente de exploração comercial observado no ABH, mostrando um alinhamento geral entre a pesquisa científica e o mercado da hidroponia. As pesquisas do SBH são relacionadas a melhorias na performance produtiva, qualidade e eficiência no

emprego de fatores de produção (COSTA *et al.*, 2014; VALMORBIDA *et al.*, 2018; PELVINE e MARQUES, 2015).

Sobre a atividade empreendedora (F3) constatou-se que a persistência e os ganhos de experiência dos produtores e pesquisadores pioneiros na adoção do cultivo hidropônico possibilitaram a geração e difusão de conhecimento (F1) e direcionaram o desenvolvimento inicial do setor no país (F2) (ANUÁRIO, 2018). A hidroponia está em expansão e estima-se que sua área está crescendo até 30% anualmente (Anuário, 2018). A entrada de novos produtores no mercado contribui para a geração de conhecimentos de validação de aplicações da tecnologia, de modelos de negócio, etc.

O desenvolvimento de pesquisas e investimentos na produção de espécies até então pouco exploradas no cultivo hidropônico, como minihortaliças, microgreens, brotos e flores comestíveis, permite que sejam obtidos novos conhecimentos tecnológico, produtivo ou mercadológico (ANUÁRIO, 2018). O emprego da hidroponia em projetos pedagógicos, de ressocialização e inclusão, também são atividades empreendedoras (ANUÁRIO, 2018; FERNANDES e DEBIO, 2016). Além de ganhos educacionais e sociais, são propiciados aprendizados e validação da tecnologia em outros campos da sociedade.

Quanto à formação de mercado (F4), estima-se que 35 a 40% das folhosas comercializadas no Brasil sejam hidropônicas (ANUÁRIO, 2018). Entretanto, no SBH não são observados estudos voltados à análise do mercado da hidroponia no país. Analisando os contextos apresentados no ABH, podem ser observadas características de mercado de massa em regiões que concentram grandes centros populacionais, onde o mercado potencial para a produção hidropônica estimulou investimentos na tecnologia (ANUÁRIO, 2018). Na comercialização, a maior regularidade de fornecimento, eficiência no uso de fatores de produção, melhor qualidade e maior durabilidade dos produtos hidropônicos são apontados como os principais contribuidores deste avanço de mercado (ANUÁRIO, 2018).

A preferência do mercado e dos consumidores por produtos mais limpos, com elevada qualidade física, maior durabilidade e boa apresentação têm impulsionado a competitividade da hidroponia. Com isso, o mercado potencial de produtos hidropônicos amplia-se para além varejo e atacado, sendo possível ganhos de participação em circuitos curtos de comercialização, a exemplo de feiras de produtores (ANUÁRIO, 2018).

Embora praticada há quase quarenta anos no país, a atividade ainda não tem expressão junto à Câmara Setorial de Hortaliças, e nem demonstra ter construído bases sólidas de valor junto à sociedade (ANUÁRIO, 2018). As pesquisas acadêmicas ainda não contemplam aspectos referentes à estrutura institucional para o SIT da hidroponia, expondo lacunas quanto à Legitimação (F5). Neste sentido, o ABH cita a Associação Brasileira de Hidroponia, criada em 2008 com o objetivo de representar o setor e seus interesses (ANUÁRIO, 2018). Entretanto, conflitos de interesse entre seus componentes são a principal razão da mesma não ter desenvolvido uma atuação significativa na busca por suas metas (ANUÁRIO, 2018). O SIT não possui mobilização nem estratégias de representação coletiva e enfrenta dificuldades para pleitear incentivos fiscais ou linhas de crédito especiais junto ao poder público. Também, não apresenta solidez jurídica para amparar o crescimento sustentável do setor.

Pelo lado da mobilização de recursos (F6), a adoção da produção hidropônica é altamente dependente do acesso a recursos externos, como energia elétrica, água, fertilizantes e insumos, cuja complexidade técnica requer qualificação da força de trabalho envolvida. Isto cria um contexto que demanda alto investimento inicial, exigindo capacidade de mobilização de capital financeiro próprio ou via crédito (ANUÁRIO, 2018). Esta função é condicionada pela realidade de cada interessado em ingressar na atividade, a começar pelo acesso a produtos, serviços e infraestrutura complementar à sua disposição.

No SBH, a abordagem da mobilização de recursos econômicos para o cultivo hidropônico se dá nos estudos de viabilidade financeira (FREITAS e ROSSI, 2016; ROVER *et al.*, 2016), bem como no estudo de caso do sistema de produção em

atividade na Bahia (RIBEIRO *et al.*, 2016). Além disso, a obtenção de capacidade técnica via contratação de mão de obra preparada ou qualificação do produtor também é um fator relevante (ANUÁRIO, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2016; FREITAS e ROSSI, 2016).

No que se refere ao acesso a produtos, serviços e infraestrutura complementar, ganha importância o desenvolvimento dos atores a montante da produção no SIT. A disponibilidade de empresas fornecedoras de inputs, equipamentos e estruturas condiciona as tecnologias às quais os produtores têm acesso. Da mesma forma, o acesso a recursos básicos para produção, como água e energia elétrica, também desempenham um importante papel na viabilização econômica e do cultivo hidropônico (ANUÁRIO, 2018; SOUZA *et al.*, 2016).

No desenvolvimento de externalidades positivas (F7) destaca-se a função das atividades empreendedoras (F3). A entrada de novos atores no sistema e sua integração nas redes contribui para a geração e difusão de conhecimento (F1), influência sobre direção da pesquisa (F2) e amplia a formação de mercado (F4). Esforços direcionados à expansão da hidroponia (F4) para regiões ainda não exploradas tendem a estimular a presença de atores a jusante e a montante, caso o contexto de mercado mostre-se favorável. Com isso, melhoram a mobilização de recursos na região (F6), legitimação do SIT (F5) e é favorecida a geração e difusão de conhecimentos (F1). A formação de mercado (F4) pela hidroponia, ao estimular a cadeia de valor do setor e elevar a confiabilidade no suprimento, eficiência produtiva, segurança e qualidade dos produtos tende a construir uma base de valor da atividade perante a sociedade (F5). Em termos práticos, as externalidades positivas que se observam são: a) consumidores/compradores mais familiarizados e com predileção pelos produtos hidropônicos; b) crescente disponibilidade de recursos humanos com algum grau de conhecimento em hidroponia para realização de funções manuais ou técnicas no sistema de cultivo; c) crescente oferta de serviços, insumos e equipamentos aos produtores, ampliando o rol de opções técnicas para o cultivo na região, entre outros.

Quanto aos círculos viciosos, destaca-se o efeito decorrente da limitada legitimação (F5) da hidroponia. A baixa representação e força política do setor debilita a exploração de potenciais incentivos externos à mobilização de recursos (F6) e formação de mercado (F4) no curto prazo. Além disso, a legitimação (F5) tem influência sobre a geração e difusão de conhecimento (F1) e formação de recursos humanos (F6) por meio do estímulo ao direcionamento de recursos para pesquisa e ensino voltados à área. Ainda, como as condições de mobilização de recursos (F6) variam de acordo com o contexto avaliado, elas podem tanto impulsionar como debilitar as atividades empreendedoras (F3), influenciando conseqüentemente na geração e difusão de conhecimento (F1) e formação de mercado (F4), sendo necessária atenção a este aspecto em projetos de expansão do SIT da hidroponia.

4.3 Análise do Ciclo de Vida do cultivo hidropônico enquanto inovação

Embora não seja possível determinar definitivamente a condição do SIT da hidroponia em relação aos fatores apontados por Markard (2018), as informações coletadas permitem uma aproximação na identificação da fase de desenvolvimento do sistema em relação ao seu 'ciclo de vida', considerando o período estudado.

Acerca do tamanho e base de atores, o SIT da hidroponia apresenta vendas crescentes e uma quantidade média de atores. Embora se observem aspectos de mercados de massa nos grandes centros de consumo, em regiões com menor concentração populacional a hidroponia está em expansão. A emergência de associações e intermediários ainda é incipiente, pois a ABH é pouco atuante. Acerca da definição de padrões, embora seja um aspecto levantado no ABH, ainda é uma discussão inicial no setor (ANUÁRIO, 2018).

Acerca da estrutura institucional e redes, as instituições do SIT são majoritariamente informais e ligadas a expectativas coletivas dos atores. A cadeia de valor do SIT da hidroponia é completa, mas ainda não completamente estabelecida, estando aberta à entrada de novos atores. Já na performance e variação tecnológica

dos sistemas, houve incrementos e emergência de designs dominantes, como no caso do NFT para as hortaliças folhosas e os substratos para as de fruto. Ainda, a aquaponia representa a emergência de um novo contexto de aplicação da hidroponia, uma característica verificada em SITs em fase madura.

O SIT da hidroponia apresenta impacto crescente sobre o contexto em que se insere, especialmente nos mercados, onde já construiu relações de codependência, como no caso do suprimento de distribuidores atacadistas, varejistas e restaurantes. Conflitos ainda não foram detectados, tendendo a surgir conforme o crescimento dos impactos do SIT sobre o contexto. O Quadro 3 sumariza as características observadas para o SIT da hidroponia, segmentando-as de acordo com a fase de desenvolvimento correspondente.

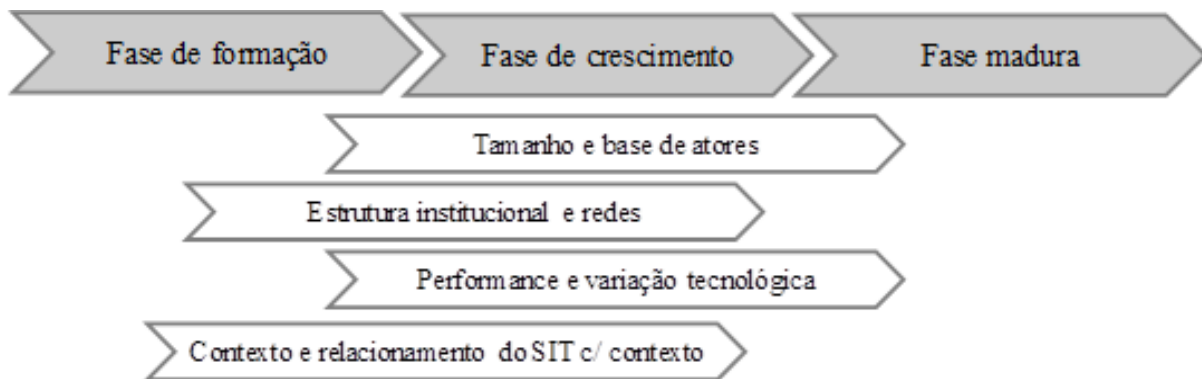
Quadro 3 – Características do SIT da hidroponia no Brasil conforme os ciclos de vida da inovação

| | Fase de formação | Fase de crescimento | Fase madura |
|---|---|---|--|
| Tamanho e base de atores | | Vendas crescentes; quantidade média de atores; associações e intermediários emergem; alta taxa de entradas, competição e lutas para definição de padrões. | |
| Estrutura institucional e redes | Baixa estruturação; Instituições cognitivas são centrais; Redes pouco concisas; | Estruturação aumenta; mercados tomam forma; instituições específicas da tecnologia emergem; formalização crescente; colaborações em redes. | |
| Performance e variação tecnológica | | Parâmetros de performance são claros; performance aumentando; variação tecnológica decrescente; potencial emergência de designs dominantes. | Potencial ampliação da tecnologia para novos contextos de aplicação. |
| Contexto e relacionamento do SIT com contexto | Emergência dos primeiros laços. | Laços com o contexto se multiplicam e se formalizam; SIT tem impacto crescente no contexto; potencial surgimento de conflitos; codependência. | |

Fonte: Elaborado pelos autores.

De maneira geral, o SIT da hidroponia no Brasil está na fase de crescimento (FIGURA 2). No que se refere ao tamanho e base de atores e performance e variação tecnológica, enquadra-se totalmente na fase de crescimento. Quanto à estrutura institucional e redes, assim como o contexto e relacionamento do SIT com o contexto, há fatores mais próximos à fase de formação.

Figura 2 - Fases de desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa

O SIT da hidroponia no Brasil apresenta mecanismos de indução e de bloqueio do seu desenvolvimento. No que se refere aos mecanismos de indução, citam-se: a) articulação de expectativas e visões para o desenvolvimento da hidroponia no país (F3), influenciando nos rumos de pesquisas (F2) e geração/difusão de conhecimento (F1) no setor; b) processos de aprendizado estabelecidos nas múltiplas dimensões do sistema e; c) construção de redes que facilitem trocas de conhecimento e recursos entre os agentes.

Quanto aos mecanismos com efeitos de bloqueio, destaca-se a incapacidade de formar redes fortes o suficiente para viabilizar funções importantes ao SIT. Outros mecanismos podem ter efeitos de indução ou bloqueio, dependendo do contexto analisado, como: a) debilidades de infraestrutura; b) falta de capacidade técnica e organizacional; c) estruturação do mercado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho empregou a noção de SIT para compreender o cenário da hidroponia no Brasil. O referencial teórico foi satisfatório, pois permitiu a caracterização estrutural do SIT da hidroponia no Brasil, análise dos aspectos funcionais do sistema, além da avaliação da fase no 'ciclo de vida' enquanto inovação. O emprego conjunto dos Anais do SBH e do ABH como base de dados foi essencial para o alcance dos objetivos deste trabalho.

Os resultados obtidos demonstram que a composição estrutural do sistema conta com um elevado número de atores, os quais desempenham diversas funções ao longo da cadeia de valor, principalmente nos elos da produção e a montante da mesma. Quanto às redes, verifica-se que apesar de haver uma associação para representação do setor em nível nacional, estas poderiam ser ampliadas. As principais redes são aquelas com algum grau de formalização e restritas a contextos regionais, havendo presença de redes informais, orientadas predominantemente a colaborações referentes a aspectos técnicos.

Quanto às funções, aquelas que demonstram maior importância para o SIT da hidroponia são a atividade empreendedora (F3) e a geração e difusão de conhecimento (F1), enquanto as mais desafiadoras ao desenvolvimento do sistema são legitimação (F5) e mobilização de recursos (F6). Estas funções apresentam interdependências.

O ciclo de vida do SIT da hidroponia se encontra predominantemente na fase de crescimento. Os principais mecanismos de indução de desenvolvimento do sistema são a articulação de expectativas e visões para o desenvolvimento da hidroponia no país, os processos de aprendizado estabelecidos nas múltiplas dimensões do sistema e a construção de redes que facilitem trocas de conhecimento e recursos entre os agentes

Como limitações deste trabalho, tem-se a ampla abrangência e nível de agregação utilizados na definição do SIT em foco, o que pode comprometer a

profundidade da análise. Outrossim, o emprego exclusivo do ABH e SBH como fonte de dados pode ter excluído outras fontes técnicas/acadêmicas relevantes.

Do ponto de vista prático, a principal contribuição desta pesquisa é a demonstração do potencial de pesquisas que vão além de aspectos técnicos de produção para o crescimento do setor hidropônico. Do ponto de vista teórico, se introduziu uma nova perspectiva analítica para o campo de estudos da hidroponia, a noção de SIT. Para pesquisas futuras, recomenda-se a delimitação do SIT buscando maior profundidade de análise em detrimento da abrangência, além da inclusão de entrevistas com atores chave do SIT e outras fontes acadêmicas como formas de obtenção de dados.

FINANCIAMENTO E AGRADECIMENTO

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

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO. Anuário Brasil Hidroponia. 1.ed. Novo Hamburgo: **Revista Hidroponia**, 2018. 152p.

BERGEK, A.; JACOBSSON, S.; CARLSSON, B.; LINDMARK, S; RICKNE, A. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis. **Research Policy** [online], v. 37, pp. 407-429, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRANDÃO, J. B.; ARBAGE, A. P. A gestão da cadeia de suprimentos das redes regionais de varejo de frutas, legumes e verduras no Rio Grande do Sul: um estudo multicaso. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 23, n.3, p. 51-68, jul./set. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2318179618489>. Acesso em: 20 jun. 2021.

COSTA, J. B.; SALA, F. C.; BRUGNARO, C.; COSTA, C. P. Efeito do tipo de perfil na produção de alface em sistema hidropônico sob telado. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 1., 2014, Florianópolis, SC. **Anais**[...] Florianópolis: UFSC, 2014. CD-ROM.

DE ANDA, J.; SHEAR, H. Potential of vertical hydroponic agriculture in Mexico. **Sustainability**, v. 9, n. 1, p. 140, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9010140>. Acesso em: 20 jun. 2021.

FERNANDES, R. A. R.; DEBIO, R. R. Horta hidropônica no contexto escolar: uma ferramenta para a alfabetização científica nas séries iniciais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais[...]** Florianópolis: UFSC, 2016. p.46-50.

FREITAS, M; ROSSI, R. F. R. Planejamento financeiro para um projeto de empresa de hidroponia de alface *Lactuca sativa* da variedade brunella: "Companhia AlfaCroC", Campeche, SC. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais[...]** Florianópolis: UFSC, 2016. p.95-100.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 4.ed. 2009. 175p.

HEKKERT, M. P. *et al.* Functions of innovation systems: a new approach for analyzing technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, v.74, p.413-432, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.TECHFORE.2006.03.002>. Acesso em: 20 jun. 2021.

KLERKX, L.; VAN MIERLO, B.; LEEUWIS, C. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. *In*: DARNHOFER, I.; GIBBON, D. DEDIEU, B. (Eds.). **Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic**. Dordrecht: Springer. pp. 457-483. 2012. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4503-2_20. Acesso em: 20 jun. 2021.

KÖNIG, B.; JANKER, J.; REINHARDT, T.; VILLAROEL, M.; JUNGE, R. Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system. **Journal of Cleaner Production** [online]. v.180, p. 232-243, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.037>. Acesso em: 20 jun. 2021.

MARKARD, J. The life cycle of technological innovation systems. **Technological Forecasting & Social Change**. v. 153, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.045>. Acesso em: 20 jun. 2021.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D; TEIXEIRA, A. N. Análises qualitativas nos estudos organizacionais: as vantagens no uso do *software* NVivo®. **Revista Alcance** [eletrônica], v.23, n.4, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14210/alcance.v23n4>. Acesso em: 20 jun. 2021.

PELVINE, R. A.; MARQUES, D. J. Seleção de genótipos de alface americana para cultivo hidropônico-NFT. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais[...]** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

RAJALAHTI, R. Sourcebook overview and user guide. *In*: **Agricultural Innovation Systems: an Investment Source Book**. World Bank. p. 1-13. 2012.

REVISTA HIDROPONIA. Assine a primeira e única revista especializada em cultivo sem solo da América Latina. **Revista Hidroponia**. Novo Hamburgo-RS. 2018. Disponível em: <http://www.revistahidroponia.com.br/assine> . Acesso em: 14 ago. 2019.

RIBEIRO, M. S.; SANTOS, E. C.; CASTRO, R. Hidroponia na agricultura familiar: estudo de caso da Horta Hidropônica da Comunidade do Jenipapo em São Felipe-BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais**[...] Florianópolis: UFSC, 2016. p.41-45.

ROCHA, P. S. G.; COFFY, T. F. S.; MOSELE, S. H.; MERLO, E. C. Diferentes intensidades de fluxo de fótons com lâmpadas led's no cultivo hidropônico de cebolinha. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais**[...] Florianópolis: UFSC, 2016. p.87-90.

ROVER, S.; BARCELOS-OLIVEIRA, J. B.; NAGAOKA, M. P. T. Viabilidade econômica da implantação de um sistema de cultivo de alface hidropônica em Tijucas - Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais** [...] Florianópolis: UFSC, 2016. p.101-105.

SANTINI, G. A.; SOUZA, R. C.; QUEIROZ, T. R.; SOUZA FILHO, H. M. Conceitos de Inovação no Agronegócio. In: QUEIROZ, T. R.; ZUIN, L. F. S. **Agronegócios: gestão e inovação**. São Paulo: Editora Saraiva. p. 219-250. 2006.

SANTOS, J. P. *et al.* Eficiência de armadilhas coloridas na captura de tripses em cultivo semi-hidropônico de morangueiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais** [...] Florianópolis: UFSC, 2018. p.9-12.

SHARMA, N., ACHARYA, S., KUMAR, K., SINGH, N.; CHAURASIA, O. P. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: an overview. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 17, n.4, p. 364-371, 2018 Disponível em: <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>. Acesso em: 20 jun. 2021.

STEFANOSKI, D. C.; LAFORGA, G.; CUSTÓDIO, A. M.; SILVEIRA, W. da S. Inovação tecnológica: análise no assentamento banco da terra, em Nova Xavantina – MT. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 20, n.3, 9–21, set./dez. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/7311>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SOUZA, D. G. *et al.* Produção hidropônica de cebolinha com água salobra e diferentes frequências de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais** [...] Florianópolis: UFSC, 2016. p.68-72.

VALMORBIDA, J.; WAMSER, A. F.; MONTEIRO, F.; LINS JÚNIOR, J. C.; CZERNIAK, M. P. C. Produtividade do morango Albion em diferentes substratos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais** [...] Florianópolis: UFSC, 2018. p.113-115.

VERMEULEN, T. *et al.* Hydroponic Systems: hype or new perspective. **Acta Horticulturae**. v. 1034, p. 201-207, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/actahortic.2014.1034.24>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

1 – Humberto Davi Zen

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Extensão Rural

<https://orcid.org/0000-0002-6005-660X> • humbertozen@gmail.com

Contribuição: Colaboração na determinação dos objetivos e metodologia de pesquisa; Obtenção das bases de dados utilizadas; Preparação e organização dos dados; Primeira redação.

2 – Janaína Balk Brandão

Engenheira Agrônoma, Doutora em Extensão Rural, Professora

<http://orcid.org/0000-0002-3044-3473> • janainabalkbrandao@hotmail.com

Contribuição: Supervisão; Análise; Interpretação dos dados; Revisão.

3 – Raquel Breitenbach

Desenvolvimento Rural e Gestão Agroindustrial, Doutora em Extensão Rural, Professora

<http://orcid.org/0000-0002-9431-3766> • raquel.breitenbach@sertao.ifrs.edu.br

Contribuição: Revisão crítica; Aprofundamento teórico.

Como citar este artigo

ZEN, H. D.; BRANDÃO, J. B.; BREITENBACH, R. O sistema de inovação tecnológica da hidroponia no Brasil: uma revisão de literatura. **Extensão Rural**, Santa Maria, v.28, n. 2, e7, p. 1-26, abr./jun. 2021. DOI 10.5902/2318179666372. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2318179666372>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.