

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EXTENSÃO RURAL**

Humberto Davi Zen

**HIDROPONIA NO BRASIL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA
PRODUÇÃO E MERCADO DE HORTALIÇAS**

Santa Maria, RS
2019

Humberto Davi Zen

**HIDROPONIA NO BRASIL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO E
MERCADO DE HORTALIÇAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Extensão Rural**.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Janaína Balk Brandão

Santa Maria, RS
2019

Zen, Humberto Davi
HIDROPONIA NO BRASIL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO
E MERCADO DE HORTALIÇAS / Humberto Davi Zen.- 2019.
109 p.; 30 cm

Orientadora: Janaína Balk Brandão
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Extensão Rural, RS, 2019

1. Cadeia Produtiva 2. Horticultura 3. Agricultura I.
Brandão, Janaína Balk II. Título.

Humberto Davi Zen

**HIDROPONIA NO BRASIL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO E
MERCADO DE HORTALIÇAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Extensão Rural**.

Aprovado em 26 de março de 2019:



Janaína Balk Brandão, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, Dr. (MAPA e IPEA) - Videoconferência

Vicente Celestino Pirés Silveira, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2019

DEDICATÓRIA

À minha família, em especial minha mãe, Marizete Guindani Zen, que infelizmente não pôde presenciar este momento, mas que através de seus exemplos de coragem, sabedoria e amor dedicado aos filhos estará sempre nos fortalecendo na busca por nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho resulta de muitos aprendizados e esforços que só pude alcançar graças à contribuição e apoio de muitas pessoas. É difícil expressar o quanto sou grato e me considero privilegiado por ter referências tão especiais em minha vida acadêmica, profissional e pessoal. De maneira especial, agradeço:

- à professora Janaína Balk Brandão, minha orientadora, mentora e amiga, por toda a confiança, paciência e estímulo no aprimoramento de minha capacidade como profissional e pessoa. Sua visão, capacidade e postura ativa em fazer o melhor trabalho possível são exemplos na busca pela realização do melhor desempenho ao meu alcance.

- à minha namorada, Gabriele Golart Silva, por ser uma companheira e tanto na busca por esta conquista. Você é a melhor namorada do mundo, e nossa parceria traz equilíbrio, força e inspiração para minha vida.

- aos meus familiares. Meus pais, Marizete e José, e irmãos, Clovis, Cristiane e Gêssica, que foram e são, cada um à sua forma, fundamentais para a construção da pessoa que sou hoje e apoiadores incondicionais em cada passo que dou na busca de meus sonhos. Agradeço também a meus padrinhos, Geni e Idalino Calegari, e à Família Beé, por todas as influências positivas e decisivamente transformadoras nos rumos de minha vida.

- aos meus vários amigos, que trouxeram diversidade em termos de visão de mundo, opiniões e experiências de vida, contribuindo para valiosos diálogos, aprendizados e momentos de descontração nestes anos recentes.

- aos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural (PPGExR) e do Grupo Interdisciplinar de Pesquisas Agroalimentares Georreferenciadas (GIPAG) da Universidade Federal de Santa Maria, além de todos os agentes envolvidos na realização de minhas pesquisas. O convívio e trocas com vocês contribuíram diretamente na soma e construção dos conhecimentos teóricos e práticos que representam este curso de mestrado em minha trajetória.

- à universidade pública, gratuita e de qualidade, viabilizada pelos brasileiros e que oportuniza a todos o crescimento na vida que só o conhecimento e a educação oferecem, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), que apoiou e financiou a realização do presente trabalho - Código de Financiamento 001.

Enfim, expresso a todos que de alguma forma contribuíram e apoiaram em minha caminhada na realização deste mestrado a minha mais sincera gratidão.

HIDROPONIA NO BRASIL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO E MERCADO DE HORTALIÇAS

AUTOR: Humberto Davi Zen
ORIENTADORA: Dr^a. Janaína Balk Brandão

No contexto da horticultura, há grande otimismo quanto ao futuro da hidroponia devido às vantagens nas dimensões da produção e de mercado, projetando-se crescimento desta tecnologia. A convergência entre demandas do amplo contexto agroalimentar global e potencialidades da hidroponia apresenta um campo de estudo pouco explorado. Neste sentido, emergem as questões orientadoras deste trabalho, buscando entender o que orienta e condiciona a ascensão da hidroponia na cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, bem como quais são os caminhos para o desenvolvimento e fortalecimento desta atividade em nível nacional e regional? A proposta desta dissertação é abordar o cultivo hidropônico enquanto uma inovação tecnológica na produção e mercados de hortaliças, sendo assim elaborados três capítulos focados no estudo da hidroponia perante a realidade brasileira. O primeiro é uma pesquisa bibliográfica que utiliza a noção de mudança e difusão tecnológica para compreender os componentes da ascensão da hidroponia na Cadeia Produtiva de Hortaliças (CPHort), identificando fatores indutores, condicionantes e impactos do processo inovativo. O segundo capítulo avalia a competitividade da hidroponia na produção de hortaliças, construindo uma matriz de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (Matriz SWOT) a partir de informações coletadas a campo e em fontes bibliográficas. O terceiro capítulo segue a noção de Sistema de Inovação Tecnológica (SIT), tendo como fonte de dados o principal evento científico e a principal publicação relacionados à hidroponia no Brasil para apresentação da estrutura, dinâmica funcional e análise do desenvolvimento da hidroponia no país. Os resultados demonstram que o surgimento e crescimento da hidroponia decorrem da oferta tecnológica e demanda por soluções na produção agrícola. As funções de geração e difusão de conhecimentos, direcionamento de pesquisas e atividades empreendedoras são importantes indutores do crescimento da hidroponia no Brasil, estimulando processos de aprendizado, construção de redes de trocas e avanços tecnológicos. A competitividade de mercado da hidroponia também impulsiona seu crescimento, pela eficiência no uso de fatores de produção, elevada produtividade, ganhos de qualidade, logística e crescente valorização pelos consumidores. Aspectos infraestruturais ganham relevância no posicionamento estratégico, devido à dependência de recursos externos para produção. A estruturação de mercado também é importante, pois elevados valores de investimento, capital imobilizado e custos de produção frente a concorrências por preços podem ameaçar a viabilidade econômica. As contribuições práticas são o alcance de informações como os potenciais impactos sociais da hidroponia, pertinentes a serviços de extensão rural. A matriz SWOT contribui na orientação de produtores e interessados para investimentos mais seguros. A identificação da fase de desenvolvimento do SIT, de mecanismos e funcionalidades relativos ao seu crescimento melhoram o embasamento de pesquisas, investimentos e iniciativas voltadas ao setor hidropônico. As contribuições teóricas são a análise da hidroponia como inovação tecnológica e pela noção de SIT, permitindo a compreensão de sua trajetória tecnológica, e o planejamento de seu futuro. Ainda, a avaliação da competitividade da hidroponia contribuiu o conhecimento de seu desempenho de mercado, suprimindo uma lacuna de pesquisa. As limitações do estudo são restrições impostas pelo emprego majoritário de fontes bibliográficas na obtenção dos dados de pesquisa.

Palavras-chave: Cadeia Produtiva. Horticultura. Agricultura.

HYDROPONICS IN BRAZIL: TECHNOLOGICAL INNOVATION IN HORTICULTURAL PRODUCTION AND MARKET

AUTHOR: Humberto Davi Zen
ADVISOR: Dr^a. Janaína Balk Brandão

In the context of horticulture, there is great optimism about the future of hydroponics due to its advantages in the dimensions of production and market, projecting growth of this technology. The convergence between demands in the broad global agrifood context and hydroponics potentials presents a field of study little explored. Thus, the guiding questions of this work emerge, seeking to understand what guides and conditions the rise of hydroponics in the vegetable production chain in Brazil, as well as what are the ways to develop and to strengthen this activity at the national and regional level? The purpose of this dissertation is to address hydroponic cultivation as a technological innovation in vegetable production and markets, thus three chapters focused on the study of hydroponics in the Brazilian reality were elaborated. The first one is a bibliographical research that uses the notion of technological change and diffusion to understand the components of the hydroponics rise in the Productive Chain of Vegetables (CPHort), identifying factors inducing, conditioning and impacts of the innovative process. The second chapter evaluates the competitiveness of hydroponics in the production of vegetables, building an array of Forces, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT Matrix) from information collected in the field and in bibliographic sources. The third chapter follows the notion of Technological Innovation System (SIT), having as data source the main scientific event and the main publication related to hydroponics in Brazil to present the structure, functional dynamics and analysis of hydroponics development in the country. The results show that the emergence and growth of hydroponics are due to technological supply and demand for solutions in agricultural production. The functions of generation and diffusion of knowledge, research direction and entrepreneurial activities are important inducers of hydroponics growth in Brazil, stimulating learning processes, building networks of exchanges and technological advances. The market competitiveness of hydroponics also boosts its growth, by the efficiency in the use of factors of production, high productivity, quality gains, logistics and increasing appreciation by consumers. Infrastructural aspects gain relevance in the strategic positioning, due to the dependence of external resources for production. Market structuring is also important because high investment values, fixed capital and production costs in the face of price competition may threaten economic viability. The practical contributions are the reach of information such as the potential social impacts of hydroponics, pertinent to rural extension services. The SWOT matrix contributes to the guidance of producers and stakeholders for safer investments. The identification of the SIT development phase, mechanisms and functionalities related to its growth, improve the base of research, investments and initiatives aimed at the hydroponic sector. The theoretical contributions are the analysis of hydroponics as technological innovation and the notion of SIT, allowing the understanding of its technological trajectory until today, and the planning of its future. Also, the evaluation of the competitiveness of hydroponics contributed the knowledge of its market performance, currently a research gap. The limitations of the study are restrictions imposed by the major use of bibliographical sources in obtaining the research data.

Keywords: Productive chain. Horticulture. Agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Cadeia Produtiva de Hortaliças, com movimentações financeiras do ano de 2016..	18
Figura 2 - Esquema metodológico adotado para análise dos dados	77
Figura 3 - Instituições responsáveis pela autoria principal dos resumos submetidos às edições do Simpósio Brasileiro de Hidroponia	80
Figura 4 - Os 150 termos mais recorrentes nos Anais do I, II, III e IV SBH*	86
Figura 5 - Todas as espécies presentes nas pesquisas do SBH.....	87
Figura 6 - Fase de desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil	96

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	COMPONENTES DA ASCENSÃO DA HIDROPONIA NA CADEIA PRODUTIVA DE HORTALIÇAS.....	13
2.1	INTRODUÇÃO.....	13
2.2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.2.1	O cultivo hidropônico.....	14
2.2.2	A cadeia produtiva de hortaliças.....	17
2.2.3	Mudança e difusão tecnológica.....	21
2.3	METODOLOGIA.....	24
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
2.4.1	Fatores indutores	26
2.4.2	Fatores condicionantes	27
2.4.3	Impactos econômicos, sociais e ambientais	33
2.4.4	Síntese e discussão dos resultados	35
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
2.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
3	COMPETITIVIDADE DA PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS NO BRASIL.....	43
3.1	INTRODUÇÃO.....	43
3.2	METODOLOGIA.....	45
3.3	A PRODUÇÃO HIDROPÔNICA SEGUNDO A MATRIZ SWOT	48
3.3.1	Ambiente interno	48
3.3.2	Ambiente externo.....	51
3.3.3	Análise da matriz SWOT	57
3.4	CONCLUSÕES	60
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
4	O SISTEMA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA HIDROPONIA NO BRASIL..	66
4.1	INTRODUÇÃO.....	66
4.2	SISTEMAS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	67
4.3	METODOLOGIA.....	75
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
4.4.1	Definição do SIT em foco	77
4.4.2	Composição estrutural do SIT da hidroponia no Brasil.....	78
4.4.3	Aspectos funcionais do SIT da hidroponia no Brasil	83
4.4.4	A fase de desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil.....	93
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
4.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
5	CONCLUSÃO GERAL	104
	REFERÊNCIAS.....	108

1 INTRODUÇÃO

A hidroponia é uma técnica de cultivo de plantas que vem sendo desenvolvida há quase cem anos, um período bem mais curto do que a agricultura tradicional praticada no solo (JENSEN, 1999; RESH, 2012). Sua difusão ao redor do mundo se deu principalmente a partir de 1980, período em que a tecnologia alcançou viabilidade técnica e econômica, permitindo a exploração comercial de vantagens como os elevados potenciais de rendimento, eficiência no uso de fatores de produção e recursos naturais, entre outros. Sucessivos aprimoramentos e adaptações de aspectos produtivos e financeiros no uso comercial, junto a transformações ocorridas no Sistema Agroalimentar, construíram o cenário atual, onde a hidroponia mostra-se difundida nas principais economias globais e vem se expandindo nos países emergentes.

Existe a discussão de como alimentar com segurança e sustentabilidade uma população global que deve ter entre 9 e 10 bilhões de pessoas em 2050, dentre as quais aproximadamente 6,5 bilhões estarão vivendo em centros urbanos (SETO; RAMANKUTTY, 2016). Há tempos alerta-se para a necessidade de medidas urgentes para redução dos impactos da competição por terra, água, recursos pesqueiros e energia do sistema alimentar sobre o meio ambiente (GODFRAY *et al.*, 2010). Além disso, o aquecimento global vem aumentando incertezas climáticas e de acesso a recursos naturais, pondo em risco a segurança do suprimento atual. Dentre os caminhos apontados, estão estratégias globais de melhorias produtivas em regiões pouco desenvolvidas, elevação dos potenciais de rendimento na produção, redução do desperdício ao longo das cadeias produtivas, mudanças nas composições da dieta da população, expansão da aquicultura, além do avanço na compreensão das novas interfaces estabelecidas entre campo e cidade (GODFRAY *et al.*, 2010; SETO; RAMANKUTTY, 2016).

No contexto mais restrito à horticultura, há grande otimismo em relação ao futuro da hidroponia devido às potencialidades demonstradas nas dimensões da produção e de mercado, projetando-se um grande crescimento da tecnologia (RESH, 2013; VERMEULEN *et al.*, 2014). A convergência entre as demandas do amplo contexto agroalimentar global e as potencialidades oferecidas pela hidroponia apresentam um campo de estudo ainda pouco explorado. Neste contexto, emergem questões como: O que condiciona e orienta a dinâmica de inserção da hidroponia na cadeia produtiva de hortaliças em países emergentes? Quais os caminhos para o desenvolvimento e fortalecimento desta tecnologia em nível nacional e regional?

Frente a isso, a proposta desta dissertação é abordar o cultivo hidropônico enquanto uma inovação tecnológica na produção e mercados agrícolas. Para isso, foram elaborados três capítulos, estruturados sob o formato de artigo, focando no estudo da hidroponia perante a realidade brasileira.

O primeiro deles é uma revisão bibliográfica orientada à compreensão dos componentes da ascensão da hidroponia na Cadeia Produtiva de Hortaliças (CPHort). Busca-se identificar os fatores indutores do processo inovativo ligado à evolução desta tecnologia, os condicionantes de seu crescimento e os prováveis impactos que a mesma pode acarretar no contexto da CPHort e do Sistema Agroalimentar. Esta abordagem da inserção da hidroponia serve como um esforço exploratório de familiarização com o campo estudado, indicando caminhos pertinentes para novas pesquisas.

O segundo capítulo foca na compreensão da competitividade da hidroponia na produção de hortaliças folhosas, apresentando uma análise sob a perspectiva do elo da produção na cadeia de suprimentos de hortaliças. Para isso, foi construída uma matriz de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (Matriz SWOT) da atividade. O principal objetivo deste estudo é elaborar um produto capaz de servir como ferramenta de avaliação das potencialidades e riscos do negócio que é a produção hidropônica comercial de hortaliças no Brasil.

Por fim, o terceiro capítulo emprega a noção de Sistema de Inovação Tecnológica (SIT) para abordar a hidroponia no Brasil. Toma-se como bases de dados o principal evento científico da área, o Simpósio Brasileiro de Hidroponia, e a principal publicação do setor, o Anuário Brasileiro de Hidroponia. Neste trabalho, são apresentadas a estrutura e dinâmica funcional do SIT da hidroponia no Brasil, permitindo assim a avaliação de sua fase atual de desenvolvimento. Com isso, busca-se elaborar uma base inicial útil para a compreensão dos caminhos a serem seguidos em projetos e pesquisas futuras na área, auxiliando agentes que integram e investem no setor, pesquisadores, formuladores de políticas públicas, entre outros.

2 COMPONENTES DA ASCENSÃO DA HIDROPONIA NA CADEIA PRODUTIVA DE HORTALIÇAS

A hidroponia é uma tecnologia de cultivo vegetal que vem ganhando espaço na produção comercial de hortaliças, porém, esta sua ascensão ainda é um campo de pesquisa pouco explorado. Neste sentido, o objetivo principal deste capítulo é identificar e examinar os fatores indutores, condicionantes e os efeitos da difusão da hidroponia comercial na cadeia produtiva de hortaliças do Brasil. Para isso, inicialmente é feito um aprofundamento teórico nos temas da hidroponia, cadeia produtiva de hortaliças no Brasil e noções de mudança e difusão tecnológica. Realiza-se um estudo exploratório cujo procedimento metodológico é a pesquisa bibliográfica, utilizando como base de dados publicações relacionadas ao cultivo hidropônico no Brasil e América Latina. Os resultados obtidos demonstram que a hidroponia tem no elo da produção e nos segmentos a montante na cadeia (indústria de apoio, pesquisa e desenvolvimento e serviços de assistência técnica) os principais responsáveis por seu crescimento, sendo eles os agentes ligados à viabilização técnica e econômica da tecnologia para aplicações comerciais. Já os elos da distribuição, comercialização e consumo participam da ascensão da hidroponia ao influenciar na competitividade dos produtos hidropônicos no mercado e atentarem para os impactos gerados no Sistema Agroalimentar, tendo um caráter mais ligado a aspectos econômicos e institucionais. Palavras-chave: Inovação tecnológica. Condicionantes. Impactos. Sistema agroalimentar.

2.1 INTRODUÇÃO

A hidroponia é uma técnica de cultivo vegetal que dispensa o uso do solo, na qual os nutrientes para o desenvolvimento das plantas são fornecidos via solução nutritiva, podendo ou não utilizar um meio para sustentação física, o qual deve ser inerte quimicamente (RAVIV; LIETH, 2008; JENSEN, 1999; RESH, 2012; CARRIJO; MAKISHIMA, 2000). O cultivo hidropônico é, em geral, realizado em uma estrutura produtiva composta por ambiente protegido (telas de sombreamento, casa de vegetação, etc.), conjunto hidropônico (sistema hidráulico e de sustentação das plantas), e equipamentos e instrumentos para monitoramento e controle da nutrição e do ambiente de cultivo (CARRIJO; MAKISHIMA, 2000; CONJUNTO *et al.*, 2019). Isso permite o controle sobre fatores cruciais da performance produtiva de cultivos, assim como

uma ampla adaptabilidade a ambientes onde a agricultura tradicional enfrenta dificuldades (CARRIJO; MAKISHIMA, 2000; JENSEN, 1999).

Embora popularizada nos anos 30, foi só a partir dos anos 80 que a hidroponia realmente emergiu como um sistema produtivo comercial e passou a ganhar espaço nas cadeias produtivas vegetais pelo mundo (JENSEN, 1999; RESH, 2012; RAVIV; LIETH, 2008). Isso se deu graças a avanços tecnológicos relacionados à técnica de produção e a mudanças conjunturais no Sistema Agroalimentar (SAG) e na Cadeia Produtiva da Horticultura (CPHort), como a viabilização técnica e econômica de cultivos hidropônicos em larga escala, ascensão do varejo no abastecimento de alimentos, elevação das exigências e seletividade pelos consumidores e busca pela superação de problemas na produção de hortaliças no solo (CARRIJO; MAKISHIMA, 2000; DELFÍN, 2012; JENSEN, 1999; RESH, 2012; SOUSA FILHO; BONFIM, 2013). No que se refere à literatura, a recente emergência da hidroponia comercial na CPHort ainda é um campo pouco explorado, especialmente no contexto de países em desenvolvimento como o Brasil.

Neste sentido, questiona-se: quais são os aspectos de maior relevância no crescimento do cultivo hidropônico comercial na CPHort? Buscando responder a esta questão, o objetivo principal deste trabalho é identificar e examinar os fatores indutores, condicionantes e os efeitos da ascensão da hidroponia comercial na CPHort. A realização deste estudo visa contribuir na ampliação da compreensão da hidroponia enquanto mudança tecnológica na agricultura. A proposta de análise comporta aspectos relacionados à formação e difusão da tecnologia, mas também, a prospecção de seus rumos e efeitos. Dessa forma, espera-se proporcionar a indicação de caminhos e melhores condições de embasamento para avaliações da atividade, projetos e pesquisas futuros.

2.2 REVISÃO DE LITERATURA

2.2.1 O cultivo hidropônico

A hidroponia é uma técnica que emprega somente solução nutritiva para o cultivo vegetal, sendo este o único meio de fornecimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, dispensando o uso de solo para a produção (RESH, 2012). Para caracterização desta tecnologia, toma-se como referência a noção de trajetória tecnológica apresentada por Tigre

(2019). Segundo o autor, a atenção às opções técnicas realizadas durante a evolução de uma tecnologia contribui significativamente para uma melhor compreensão de seu estado atual, bem como permite uma certa previsibilidade quanto ao seu futuro.

Embora os primeiros registros do uso de princípios de cultivo hidropônico remetam aos jardins suspensos da Babilônia, Egito antigo e às chinampas, os jardins flutuantes dos Astecas, o desenvolvimento e domínio desta tecnologia se estabeleceu a partir do século XVII, principalmente na Europa (JENSEN, 1999; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). Avanços científicos nos campos da química, fisiologia e nutrição vegetal possibilitaram que em 1860 os cientistas alemães Sachs e Knop desenvolvessem a nutricultura, uma técnica de cultivo vegetal que utiliza somente meio líquido como fonte dos nutrientes que é empregada em pesquisas laboratoriais de fisiologia e nutrição vegetal (RESH, 2012). Isso permitiu o estudo mais detalhado de demandas nutricionais das plantas, viabilizando o desenvolvimento de soluções nutritivas completas (RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012).

O interesse pela aplicação comercial dos princípios da nutricultura se deu em meados dos de 1920, quando cultivos no solo em áreas de ambiente protegido no norte da Europa, Estados Unidos e Canadá enfrentavam problemas de solo decorrentes de intensivos monocultivos, como contaminações fitopatogênicas, nematoides e salinização (FAQUIN & FURLANI, 1999; JENSEN, 1999; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). Entre 1925 e 1935, diversas iniciativas buscaram aplicar a nutricultura no cultivo de plantas a campo e em maior escala. Dentre as ações, destaca-se a Universidade da Califórnia, onde o fisiologista de plantas William Frederick Gericke foi um dos primeiros pesquisadores a efetivamente realizar cultivos, também sendo o criador do termo “hidroponia” (*hydroponics*) (HERSHEY, 1994; RESH, 2012). Ao fim dos anos 30, a hidroponia já constituía um novo campo da horticultura, caracterizada por elevados potenciais de rendimento e aplicabilidade em regiões cujas condições naturais limitavam a agricultura tradicional (RESH, 2012). Entretanto, apesar de promissora (e até mesmo usada com sucesso na produção de alimentos para tropas isoladas em ilhas rochosas não agricultáveis durante a Segunda Guerra Mundial) a hidroponia passou por um período de estagnação após meados dos anos 40 (JENSEN, 1999; RESH, 2012). O elevado custo de implantação dos sistemas e debilidades técnicas de nutrição e cultivo foram os principais limitantes de sua viabilidade comercial (JENSEN, 1999).

Entre as décadas de 40 e 70 houve avanços na composição de soluções nutritivas, otimizações da irrigação e oxigenação do ambiente radicular e a ascensão de tecnologias complementares que deram um impulso na hidroponia. O crescente acesso a estruturas metálicas e o desenvolvimento do plástico pela indústria petroquímica, não só reduziram o custo de construção de ambientes protegidos, como provocaram uma transformação radical nos sistemas de cultivo hidropônico (DELFÍN, 2012; JENSEN, 1999; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). Com isso, verificou-se sucessivos incrementos e adaptações tecnológicas que aumentaram o controle sobre os principais fatores de desenvolvimento das plantas, como: temperatura do ambiente radicular e aéreo, iluminação, nutrição e controle de pragas e doenças. Citam-se também o desenvolvimento de fertilizantes solúveis, capazes de compor soluções nutritivas completas e mais alinhadas às demandas das plantas, e inovações no desenvolvimento e aprimoramento de sistemas hidráulicos, equipamentos e instrumentos para o manejo das culturas.

A partir dos anos 80, a hidroponia difundiu-se globalmente por meio de pioneiros que, inspirados por aplicações de sucesso em países desenvolvidos como Holanda e Japão, buscaram adaptar a tecnologia em outras regiões (ANUÁRIO, 2018; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). Segundo Resh (2012) em 1980 a área total de hidroponia no mundo era de 5.000 a 6.000 hectares, e em 2001 a mesma era de 20.000 a 25.000 hectares. Em 2011, a área global de hidroponia era de aproximadamente 35.000 hectares (HICKMAN, 2011). No Brasil, a área atual é estimada entre 1.500 e 3.000 hectares, considerando que a mesma ocupa de 5 a 10% dos 30.000 hectares de agricultura em ambiente protegido do país (ANUÁRIO, 2018).

Os três sistemas hidropônicos mais difundidos e consolidados de hidroponia comercial são: a) Sistema NFT (*nutrient film technique*) ou técnica do fluxo laminar de nutrientes: composto basicamente por um tanque de solução nutritiva, um sistema de bombeamento, canais de cultivo e sistema de retorno ao tanque, onde a solução nutritiva é bombeada de forma intermitente aos canais, escoando por gravidade e irrigando as raízes por uma fina lâmina de solução; b) Sistema com substratos: para culturas com sistema radicular e parte aérea mais desenvolvidos, utilizam-se materiais inertes quimicamente contidos em vasos ou *slabs* para a sustentação da planta, onde a solução nutritiva é percolada através desses materiais e drenada; e c) Sistema DFT (*deep film technique*) ou cultivo na água ou *floating*: as raízes ficam submersas na solução nutritiva, que forma uma lâmina profunda (5 a 20 cm) em uma mesa plana, onde a solução pode circular através de um sistema de entrada e drenagem, ou pode ser estática,

contando com mecanismo submerso para aeração das raízes; (ANUÁRIO, 2018; DELFÍN, 2012; FURLANI *et al.*, 2009; NETO, 2016).

A hidroponia é diversa quanto às suas aplicações (ANUÁRIO, 2018; BEZERRA NETO; BARRETO, 2000; BEZERRA NETO; BARRETO, 2012), podendo ter as finalidades: a) didática, para demonstração do sistema e princípios de funcionamento em atividades educativas e de inclusão; b) científica, realizada em condições laboratoriais altamente controladas para estudos de nutrição e fisiologia vegetal; c) ornamental, visando a decoração de ambientes sem a necessidade de solo; e d) comercial. Neste último caso, a produção hidropônica é direcionada ao mercado e busca viabilidade financeira e lucratividade, levando em consideração elementos financeiros e de cultivo hortícola na sua configuração e atuação (ANUÁRIO, 2018; BEZERRA NETO; BARRETO, 2012; RAVIV; LIETH, 2008).

Observa-se na literatura o predomínio de apontamentos para três conjuntos de fatores como fundamentais ao sucesso de um empreendimento hidropônico comercial: a) disponibilidade estável e com boa relação custo/benefício de recursos como estrutura, tecnologia, eletricidade, insumos produtivos e água de boa qualidade química e microbiológica; b) conhecimento técnico, mão de obra qualificada e acesso a assistência técnica especializada, a fim de dominar com eficiência e efetividade o controle do sistema de produção, manejo da solução nutritiva e fatores ambientais como luminosidade, temperatura e umidade, além das demandas específicas de manejo dos cultivos; e c) conhecimento e competitividade de mercado, para dimensionamento do projeto, gestão de custos de produção, capacidade de comercialização dos produtos e efetividade no atendimento das demandas de mercado e de consumidores (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012; FAQUIN; FURLANI, 1999; JENSEN, 1999; MATTSON, 2017; RESH, 2012).

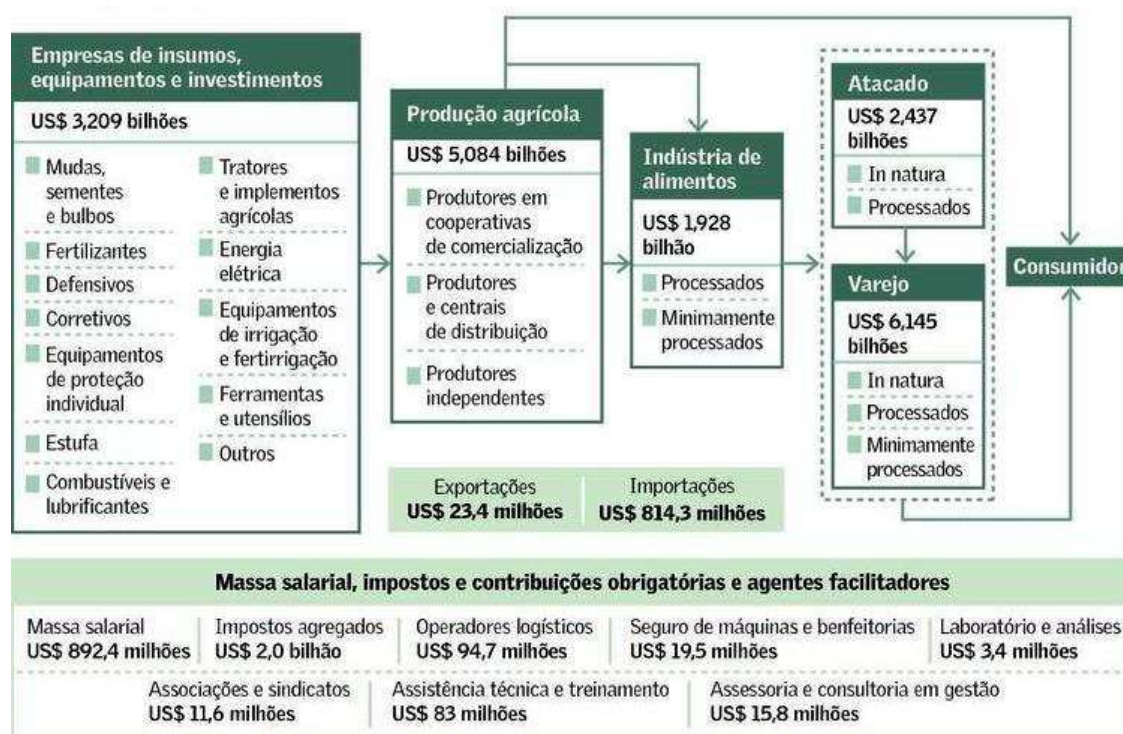
2.2.2 A cadeia produtiva de hortaliças

A noção de Cadeia Produtiva compreende o encadeamento dos agentes de diferentes segmentos, que estabelecem entre si fluxos de mercadoria e capital na busca do suprimento de demandas de um produto final pelo mercado, como a indústria de apoio, produtores, processadores, comerciantes e o mercado consumidor (GOLDBERG; DAVIS, 1957; SILVA, 2005; ZYLBERSZTAJN; NEVES, 2000). A estrutura (configuração) e funcionamento (relações técnicas e socioeconômicas) da cadeia são determinadas pelas características e conduta dos

produtos, agentes e organizações que a compõe, assim como pelos ambientes institucional e organizacional (GOLDBERG; DAVIS, 1957; ROESSING, 2002; SILVA, 2005; ZYLBERSZTAJN; NEVES, 2000). O primeiro ambiente compreende leis, normas e padrões, atuando como regulador das transações realizadas, enquanto o segundo é composto por entidades que têm influência sobre a cadeia, como associações, sindicatos, agências de fiscalização e crédito, centros de pesquisa, etc.

A CPHort abarca as atividades de transferência e transformação de insumos, matérias-primas, máquinas e equipamentos, produtos finais e intermediários ligados à produção e abastecimento de hortifrútiis (CNA, 2017a; MELO; VILELA, 2007; SILVA, 2005). A Figura 1 demonstra que no ano de 2016, somente as 12 principais espécies de hortaliças¹ representaram uma movimentação financeira total estimada em US\$ 19,02 bilhões, dos quais 45% ficaram com os segmentos de distribuição e comercialização, com destaque para o varejo, com 32% (SNA, 2017; CNA, 2017a).

Figura 1 - A Cadeia Produtiva de Hortaliças, com movimentações financeiras do ano de 2016



Fonte: SNA (2017).

¹ Alface, tomate, batata, alho, cenoura, beterraba, abóbora, cebola, abobrinha, pimentão, couve-flor e coentro.

A CPHort possui grande importância social, econômica e industrial para o Brasil (CNA, 2017a; RELATÓRIO, 2018). No país, a horticultura ocupa uma área aproximada de 2,7 milhões de hectares, e gera por volta de sete milhões de empregos diretos e indiretos (RELATÓRIO, 2018). Observa-se uma grande heterogeneidade na CPHort devido às suas características, como a ampla diversidade de espécies hortícolas, alta suscetibilidade das plantas a fatores ambientais e fitopatogênicos, sazonalidade da produção, elevada demanda de mão de obra, diferentes condições de acesso a recursos pelos produtores, etc. (RELATÓRIO, 2018; MELO; VILELA, 2007). Para determinadas espécies, como mamão, melão, brócolis, cebola e tomate, o acesso a tecnologias gerou ganhos produtivos e logísticos, resultando na seleção competitiva que concentrou o suprimento do mercado destes produtos em produtores e distribuidores altamente tecnificados e capitalizados, mais eficientes na superação de limitações à produção e obtenção de ganhos de escala (RELATÓRIO, 2018). No entanto, a horticultura ainda é majoritariamente composta por agricultores de perfil tecnológico médio ou baixo, que encontram na atividade uma alternativa de viabilizar economicamente a exploração de pequenos estabelecimentos rurais, que geral possuem área menor que 10 hectares, e são de exploração familiar (RELATÓRIO, 2018; MELO; VILELA, 2007).

No contexto mais amplo, a CPHort é parte da composição do Sistema Agroalimentar, que é o somatório de todas as operações de: produção e distribuição de insumos e equipamentos para a agricultura; prestação de serviços para a agricultura; produção nas unidades agrícolas; operações de armazenamento, processamento, distribuição e comercialização dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles (BATALHA, 1997; MORAES, 2013; ROESSING, 2002). A partir do final dos anos 80, os segmentos de distribuição, comercialização e mercado consumidor apresentam crescente poder de influência sobre os SAGs, especialmente em economias emergentes (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2017; RESH, 2012; WALLERSTEIN, 2006; WEGNER; BELIK, 2012; WILKINSON; RAMA, 2018). Os apontamentos dos autores consideram que isso se deu sob influência de uma crescente liberalização e abertura dos mercados, emergência das Tecnologias da Informação e Comunicação, e ascensão da população à classe média nos países em desenvolvimento.

A configuração atual do Sistema Agroalimentar deriva de transformações ocorridas no início do século XX. Entre 1870 e 1914, o abastecimento alimentar passou a se dar via mercados,

o que se intensificou a partir de 1940 diante do desenvolvimento de modelos superintensivos de produção agrícola e de abastecimento, buscando suprir as crescentes demandas alimentares dos centros urbanos (FRIEDMANN; MCMICHAEL, 1989). Neste período, inovações tecnológicas junto a redes logísticas e comerciais cada vez mais abrangentes e complexas possibilitaram a consolidação da lógica mercantil e industrial no abastecimento alimentar global (TRICHES; SCHNEIDER, 2015). Como resultado, verificou-se uma crescente capitalização das atividades agrícolas por meio de modelos produtivistas especializados, baseados em economias de escala e na substituição e apropriação do trabalho e processos naturais pela indústria (TRICHES; SCHNEIDER, 2015; GOODMAN *et al.*, 1990). A produção de alimentos sofreu um processo de especialização produtiva, onde os estabelecimentos passaram a privilegiar os cultivos mais vantajosos comercialmente para seu contexto ecológico, de mercado e de capacidade técnica (MAZOYER; ROUDART, 2010).

As opções produtivas mais adaptáveis aos novos sistemas de cultivo e distribuição, bem como mais adequados às demandas da indústria agroalimentar em desenvolvimento, a exemplo de cereais como milho, trigo, arroz e soja, frutas como uva e laranja, além da produção leiteira, passaram a ser cada vez mais orientadas pela lógica de economias de escala (MAZOYER; ROUDART, 2010). Para isso, foram adotados modelos produtivistas especializados, altamente intensivos e dependentes da importação e exportação de recursos (PLOEG, 2006; MAZOYER; ROUDART, 2010). Entretanto, o suprimento de espécies mais desafiadoras em termos de cultivo, qualidade e logística, como as hortaliças, permaneceu mais tempo à margem das novas dinâmicas de produção, abastecimento e mercado (MAZOYER; ROUDART, 2010). No Brasil, a CPHort foi alvo de programas de organização e modernização da produção e comercialização durante a década de 70 e 80, por iniciativas como Programa de Apoio à Produção e Comercialização de Produtos Hortigranjeiros (PROHORT), o Sistema Nacional de Abastecimento Centralizado (SINAC) e o estabelecimento dos Centros Estaduais de Abastecimento Sociedade Anônima (CEASAs) (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2017; CNA, 2017a). A partir da década de 90, a globalização e liberalização das economias permitiram a ascensão das redes de supermercados no varejo de alimentos, e desde então é crescente a importância e domínio deste tipo de canal na distribuição e comércio de hortaliças (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2017; CNA, 2017a).

Os mercados agroalimentares modernos caracterizam-se pela crescente exigência em termos de qualidade dos produtos, eficiência e logística, podendo ainda contemplar demandas

referentes a questões sociais, ambientais, étnicas e tecnológicas (SOUSA FILHO; BONFIM, 2013). Junto às redes de varejo, tem crescido a importância do semente da alimentação fora do lar (SINI, 2014; SOUSA FILHO; BONFIM, 2013; WILKINSON; RAMA, 2018). Embora tenham perdido espaço, atacadistas, pequenos e médios comércios e mercados alternativos ainda são importantes circuitos de distribuição e comércio de alimentos frescos (CASSOL; SCHNEIDER, 2017; SINI, 2014; WEGNER; BELIK, 2012). Patton *et al.* (2018) destacam que a qualidade das hortaliças é o aspecto mais importante devido ao predomínio do consumo dos produtos *in natura* ou com processamento mínimo.

A performance dos fornecedores de frutas e hortaliças é avaliada segundo aspectos de: a) eficiência: mensurada por meio dos custos, lucratividade e retorno sobre o investimento; b) flexibilidade: capacidade de ofertar volumes e variedade de produtos adequados à demanda; c) responsividade: respostas rápidas aos pedidos e aperfeiçoamento dos serviços conforme demandas dos compradores; e d) qualidade: centrada principalmente nos atributos de procura, experiência e informações dos alimentos (ARAMYAN *et al.*, 2007; BRANDÃO; ARBAGE, 2016; PATTON *et al.*, 2018; SOUSA FILHO; BONFIM, 2013; WEGNER; BELIK, 2012). Esta nova conjuntura da CPHort transformou a dinâmica de abastecimento alimentar ao estimular projetos de governança orientados a uma maior coordenação entre seus elos, bem como investimentos em ativos dedicados buscando ganhos de competitividade, como no caso das centrais de recebimento próprias por atacadistas e varejistas, e implantação de irrigação, plasticultura e hidroponia por produtores.

2.2.3 Mudança e difusão tecnológica

De acordo com a Pesquisa de Inovação (PINTEC), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), há três tipos de inovação: a) de produto, cujas características fundamentais diferem daquelas dos produtos previamente obtidos, podendo ser algo inédito ou um aprimoramento substancial; b) de processo: formas de operação novas ou aprimoradas obtidas pela aplicação de métodos novos ou substancialmente aprimorados de produção, manuseio ou entrega de produtos; e c) organizacionais: ligadas a mudanças na estrutura gerencial, articulação entre áreas da empresa, relacionamento com fornecedores, organização do trabalho, etc. (IBGE, 2016).

Quanto ao tipo e extensão de mudança ocasionado por uma inovação, Freeman e Soete (1997) apontam que esta pode ser: a) incremental, comumente oriunda de aprendizado interno e experiência acumulada, abrange melhorias graduais e elementares de design e qualidade de produtos, aperfeiçoamento de processos e arranjos logísticos, etc. b) radical, ligada a atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), tem caráter disruptivo, inaugurando novas rotas tecnológicas. c) mudança no sistema tecnológico, relacionado a efeitos abrangentes da emergência de um campo tecnológico inovador, afetando diferentes setores e dando origem a novas atividades econômicas, como por exemplo, os materiais sintéticos oriundos da petroquímica; e c) novo paradigma técnico econômico, que afeta todo o tecido social e econômico via revoluções técnicas e organizacionais, como no caso da eletricidade e tecnologias da informação.

A mudança tecnológica é induzida por diferentes forças indutivas, como por exemplo, condições de oferta e demanda de soluções tecnológicas (DOSI, 1982; MOWERY; ROSEBERG, 1979; TIGRE, 2019). Necessidades explicitadas por consumidores e usuários influenciam na demanda (*demand-pull*), ligando-se a melhorias na eficiência econômica, da qualidade e adequação a novos padrões técnicos ou ambientais. Já a oferta de novos conhecimentos (*technology-push*) relaciona-se com atividades de P&D, aprendizado tecnológico e difusão de novos conhecimentos e tecnologia, induzindo mudanças pela aplicação tecnológica dos avanços obtidos (MOWERY; ROSENBERG, 1979; TIGRE, 2019). Em geral, a geração de inovações se dá pela oferta de conhecimentos, enquanto sua difusão acontece em função das demandas (FRANSMAN, 1986). Em países desenvolvidos, a capacidade de investimento em P&D resulta em um predomínio de inovações orientadas pela oferta de tecnologia (DOSI, 1982; MOWERY; ROSEBERG, 1979; TIGRE, 2019). Já em países em desenvolvimento, a demanda é o principal estímulo à inovação, onde “os esforços tecnológicos são direcionados para adaptações às circunstâncias do mercado local, em função dos níveis de renda, condições climáticas, hábitos de consumidores, escala de negócios e disponibilidade de insumos e materiais” (TIGRE, 2019). A distinção entre impulsos da demanda ou oferta é difícil de ser feita na prática, pois em geral observam-se combinações de ambas (DOSI, 1982; MOWERY; ROSEBERG, 1979; TIGRE, 2019).

Os preços relativos de fatores de produção também constituem um importante indutor de inovações, onde empregam-se técnicas que buscam frear quedas de (ou ampliar) lucratividade

(TIGRE, 2019). Por exemplo, o elevado custo de contratação de força de trabalho fez com que grandes estabelecimentos agrícolas incentivassem o desenvolvimento de tecnologias poupadoras de mão de obra. Nesta dimensão inclui-se também a crescente demanda e valorização de materiais e processos mais sustentáveis, o que tem alimentado pesquisas relacionadas a materiais recicláveis, fontes renováveis de energia e tecnologias mais limpas (TIGRE, 2019).

A dinâmica de difusão tecnológica depende de fatores condicionantes, que atuam tanto de forma positiva, estimulando-a, quanto de forma negativa, restringindo-a (TIGRE, 2019). O autor aponta três tipos de condicionantes:

- a) Técnicos: relacionados às condições de entendimento e uso da tecnologia, onde a adoção depende da existência da flexibilidade organizacional e capacidade cognitiva para absorção dos conhecimentos e domínio da tecnologia. Além disso, a ascensão de tecnologias complementares, o acesso a serviços de suporte e capacitação técnica para adaptação da tecnologia às necessidades dos usuários contribuem significativamente no processo de difusão;
- b) Econômicos: ligados aos custos de aquisição e implantação da tecnologia, bem como expectativas de retorno do investimento. Neste sentido, leva-se em conta aspectos como a possibilidade de aproveitamento de investimentos já feitos em equipamentos e infraestrutura, tipo de mercado visado, potencial de geração de economias de escala e/ou escopo, setor ou segmento em que é aplicável, entre outros e;
- c) Institucionais: relacionados ao contexto mais amplo, envolve uma ampla gama de fatores, como disponibilidade de financiamentos e incentivos fiscais, clima favorável ao investimento, existência de capital humano e instituições de apoio, pressão da sociedade e consumidores, além de aspectos sociais, culturais, religiosos, regulatórios etc. de uma região ou país.

O processo de difusão de uma tecnologia também gera consequências positivas e negativas para setores da economia e sociedade, que podem ser agrupadas genericamente em termos de natureza econômica, social e ambiental (TIGRE, 2019). Pelo lado econômico, os efeitos podem ser a criação e destruição de empresas, setores e mercados, afetar a competitividade e ritmo de crescimento econômico, assim como a concentração ou desconcentração de uma indústria (TIGRE, 2019). No aspecto social, destacam-se efeitos sobre a

empregabilidade e exigências de qualificações profissionais requeridas dos agentes envolvidos na atividade (TIGRE, 2019). Já pelo lado ambiental, a difusão de novas tecnologias é influenciada por preocupações da sociedade com a preservação do ar, água e recursos naturais, onde seus efeitos são avaliados segundo uma perspectiva de longo prazo e cumulativa (TIGRE, 2019). Segundo o autor, a atenção aos impactos ambientais cada vez mais ganhará força no condicionamento de inovações e difusão de tecnologias.

2.3 METODOLOGIA

O procedimento metodológico empregado é a pesquisa bibliográfica. A principal vantagem desta técnica é a capacidade de o pesquisador alcançar uma gama de fenômenos e informações mais amplos do que ele poderia acessar diretamente (GIL, 2002). As fontes de dados utilizadas compreendem publicações como livros, artigos científicos, relatórios publicados por organizações públicas e privadas ligadas à CPHort, informes técnicos, entre outros. Inicialmente, realizou-se a busca por fontes via pesquisa nas plataformas Google Acadêmico e Periódicos Capes. Ao longo da análise e seleção dos materiais, também foram buscados trabalhos citados em suas seções de referências bibliográficas, a fim de acessar publicações não alcançadas na primeira fase de busca.

O critério principal que orientou a seleção das informações para a base de dados foi a pertinência de seu conteúdo diante dos objetivos e recorte da pesquisa. Dessa forma, buscaram-se trabalhos relativos à temática da hidroponia, cuja abordagem tratasse diretamente ou indiretamente de aspectos relacionados à sua inserção e difusão na CPHort dentro do recorte geográfico do Brasil e da América Latina.

A orientação teórica desta pesquisa compreende três dimensões básicas para análise do processo de mudança e difusão tecnológica apontadas por Tigre (2019), sendo elas: a) fatores indutores da mudança tecnológica; – oferta e demanda tecnológica e preços relativos de fatores de produção; b) fatores condicionantes – de caráter técnico, econômico ou institucional, podendo ter efeitos positivos ou negativos sobre a difusão da inovação e seu uso; e c) impactos da difusão – são as consequências, sejam positivas ou negativas, nas áreas econômica, social e ambiental decorrentes da difusão da tecnologia.

A aplicação da proposta analítica de Tigre (2019) é pertinente e útil frente ao problema de pesquisa apresentado, pois através da organização sistemática dos fatores relevantes no processo de difusão de uma tecnologia torna-se possível a compreensão do cenário atual e a prospecção tecnológica e seu potencial de difusão futuro. O Quadro 1 segmenta as informações buscadas conforme sua dimensão analítica para o alcance dos objetivos propostos.

Quadro 1 – Síntese da metodologia adotada para análise

Dimensão de análise		Informações relevantes
Fatores indutores	Oferta	- Difusão de aplicações tecnológicas de avanços em P&D; - Difusão de novos conhecimentos e tecnologias; - Oferta de novos insumos e procedimentos de gestão de recursos;
	Demanda	- Busca de melhorias na eficiência e qualidade; - Aderência a padrões técnicos e ambientais; - Adaptações tecnológicas às circunstâncias locais;
	Custo de fatores	- Mudanças orientadas à economia ou substituição de fatores de produção por razões de preço ou valor relativo;
Condicionantes	Técnicos	- Capacidade de entendimento, uso e domínio da tecnologia; - Coevolução de tecnologias complementares; - Acesso a serviços de suporte e capacitação técnica para adaptação da tecnologia às necessidades dos usuários.
	Econômicos	- Custos de aquisição e implantação da tecnologia; - Expectativas de retorno do investimento; - Possibilidade de aproveitamento de investimentos já feitos em equipamentos e infraestrutura; - Tipo de mercado visado; - Potencial de geração de economias de escala e/ou escopo; - Setor ou segmento em que é aplicável.
	Institucionais	- Disponibilidade de financiamentos e incentivos fiscais; - Clima favorável ao investimento; - Existência de capital humano e instituições de apoio; - Pressões da sociedade e consumidores; - Aspectos sociais, culturais, religiosos, regulatórios, etc.
Impactos	Econômicos	- Criação e destruição de empresas, setores e mercados; - Efeitos na competitividade e ritmo de crescimento econômico; - Concentração ou desconcentração da indústria.
	Sociais	- Efeitos sobre a empregabilidade e exigência de qualificação profissional dos agentes envolvidos na atividade.
	Ambientais	- Efeitos sobre preservação do ar, água e recursos naturais sob uma perspectiva cumulativa e de longo prazo.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Tigre (2019).

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção divide-se em três partes. A primeira parte refere-se aos fatores indutores do desenvolvimento e difusão da hidroponia, a segunda compreende os fatores condicionantes deste processo de difusão tecnológica, e por fim, abordam-se os impactos gerados pela expansão da hidroponia na CPHort.

2.4.1 Fatores indutores

No contexto prático, os fatores indutores apresentam interdependências, atuando conjuntamente na orientação da geração e difusão tecnológica (TIGRE, 2019). A origem do cultivo hidropônico se deu em um contexto que havia necessidade de alternativas ao cultivo no solo para ambientes protegidos e a nutricao mostrou-se um avanço científico potencialmente aplicável à agricultura, assim como a demanda crescente por parte dos centros urbanos estimulou a busca por ganhos de produtividade (JENSEN, 1999; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). A viabilização técnica da hidroponia representou uma inovação de processo e radical. O cultivo das plantas sem o uso do solo como fonte de nutrientes e sustentação pela aplicação de novos métodos gerou um novo processo produtivo. Com isso, foi inaugurada uma nova rota tecnológica no campo da produção vegetal. Além disso, a hidroponia permitiu ganhos incrementais de performance no manuseio e entrega de produtos.

A partir de então, sucessivas inovações oriundas de esforços de P&D e aprendizado tecnológico conduziram a aumentos graduais de performance da hidroponia (JENSEN, 1999; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). A proteção de cultivos e hidroponia potencializam os retornos produtivos através da proteção contra radiação em excesso, chuva e ventos, e da otimização do uso e controle de fatores de produção, como água, força de trabalho, espaço, nutrição e microclima, estimulando sua adoção no elo da produção (MATHIAS, 2014). O autor aponta que a viabilidade de investimentos buscando intensificação e eficiência depende da combinação entre condições de mercado, clima, conhecimento do produtor e capital disponível para investimento. Neste sentido, a hidroponia ganhou força no suprimento de alimentos frescos principalmente em contextos de: condições naturais que dificultam a agricultura tradicional, como regiões muito frias ou desérticas; espaços onde a urbanização avançou sobre as áreas de

produção, elevando os custos da terra e mão de obra; situações onde a força de trabalho disponível é limitada ou está envelhecendo, entre outros (DELFÍN, 2012; JENSEN, 1999; MATHIAS, 2014; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). As adaptações do sistema hidropônico a diferentes condições ambientais, de disponibilidade de fatores de produção, de mercado, etc., corroboram o que aponta Tigre (2019).

No contexto brasileiro dos anos 80, a inexistência de uma indústria e serviços de apoio orientados para a hidroponia (oferta) obrigou os produtores pioneiros (demanda) a improvisar itens adquiridos em lojas de materiais construção na montagem dos sistemas (FURLANI *et al.*, 2009; ANUÁRIO, 2018). A superação dos diversos problemas técnicos que surgiram envolveu tanto a capacitação técnica dos produtores quanto o aperfeiçoamento dos insumos, estruturas e equipamentos à disposição. Palestras e cursos passaram a ser ministrados mais frequentemente a partir dos anos 90, assim como o potencial de mercado estimulou o surgimento de uma indústria de apoio nacional focada no suprimento de insumos e equipamentos para hidroponia (ANUÁRIO, 2018; MATHIAS, 2008). Desde então, tem se fortalecido a oferta de apoio técnico e P&D em hidroponia no país, cujos pioneiros no Brasil são o Instituto Agronômico de Campinas e o Laboratório de Hidroponia (LabHidro), estabelecido em 1997 na Universidade Federal de Santa Catarina. Este tema será melhor discutido na seção dos condicionantes técnicos.

2.4.2 Fatores condicionantes

2.4.2.1 Condicionantes Técnicos

Os condicionantes técnicos da difusão da hidroponia apresentam sobreposições com os fatores indutores, uma vez que o alcance da viabilidade técnica desta tecnologia é resultado do êxito de iniciativas de oferta e demanda tecnológica. Para a condução do sistema de cultivo hidropônico, é necessário conhecimento técnico e científico para manejo da nutrição e fisiologia das plantas, além de competência para o controle do sistema hidráulico e condições do ambiente para produção (DELFÍN, 2012; FURLANI *et al.*, 2009; JENSEN, 1999; RESH, 2012). Por exemplo, o mau manejo da solução nutritiva altera a aparência e qualidade da produção, assim como falta de conhecimento das demandas de manejo agrícola dos cultivos pode limitar os rendimentos (DELFÍN, 2012). Dessa forma, é necessário que o produtor hidropônico invista em

ganhos de experiência e de competências técnica e científica, ou seja, aproxime-se do segmento de oferta de conhecimento (JENSEN, 1999; RESH, 2012).

A complexidade técnica para realização da produção depende das espécies escolhidas para cultivo, tipo de sistema, condições ambientais do local onde será estabelecido o cultivo hidropônico, como clima e disponibilidade de recursos básicos como água, energia elétrica, fertilizantes ou insumos determinam as necessidades técnicas daquele projeto (ANUÁRIO, 2018; RAVIV; LIETH, 2008; JENSEN, 1999; RESH, 2012). Por exemplo, regiões tropicais demandam o emprego de estruturas de proteção menos exigentes em termos de controle do que aquelas requeridas para ambientes de clima temperados, onde é necessário isolamento térmico, aquecimento e iluminação artificial (ANUÁRIO, 2018; JENSEN, 1999; RESH, 2012).

O acesso a serviços de suporte é um importante condicionante técnico, tanto para capacitação técnica quanto adaptação da tecnologia às necessidades dos usuários (TIGRE, 2019). Pelo lado dos serviços de assistência técnica voltados à hidroponia no Brasil, as primeiras iniciativas foram por parte de instituições de pesquisa, como o Lab-Hidro/UFSC e empresas do setor, como consultorias e fornecedores de equipamentos do setor (ANUÁRIO, 2018). Incipiente e mais restrita às regiões Sul e Sudeste nos anos 2000, a oferta de cursos e apoio técnico têm passado por uma notável expansão na última década, não só em termos de quantidade, mas também de abrangência geográfica. Neste sentido, destaca-se o papel desempenhado por serviços de assistência técnica e extensão rural (ATER) na divulgação da tecnologia e suporte a produtores interessados na hidroponia em regiões que ainda não possuem uma indústria de apoio estabelecida. Isso tem se dado pela aproximação entre órgãos de ATER e institutos de pesquisa e ensino para treinamentos de extensionistas, bem como pela ação de técnicos com conhecimento e experiência na área (ANUÁRIO, 2018; CNA, 2017a).

Citam-se ainda iniciativas que promovem a aproximação e troca de informações entre agentes do setor, como o Encontro Brasileiro de Hidroponia², a publicação do Anuário Brasileiro de Hidroponia³, a Revista Hidroponia⁴, além da realização de mais workshops e cursos na área. Isso contribui para mais trocas de conhecimento, superando um cenário observado na hidroponia brasileira dos anos 90 e 2000, onde o isolamento dos produtores obrigava-os a “reinventar a roda” frequentemente (MATHIAS, 2008).

² Para mais informações, acessar: <http://www.encontrohidroponia.com.br>.

³ Para mais informações, acessar: <http://www.revistahidroponia.com.br/anuario>.

⁴ Para mais informações, acessar: <http://www.revistahidroponia.com.br>.

No lado da adaptação da tecnologia às necessidades dos usuários, destacam-se contribuições do LabHidro no aprimoramento tecnológico da hidroponia para o contexto brasileiro. Por exemplo, o *Pythium* é a doença mais importante no cultivo sem solo em regiões quentes, desenvolvendo-se em contextos de temperatura elevada e baixa oxigenação das raízes das plantas, contaminando rapidamente toda a solução nutritiva (ANUÁRIO, 2018). O LabHidro então desenvolveu um sistema de bancadas com reservatórios individuais e maior inclinação dos canais de cultivo. Dessa forma, a segmentação da solução limita o potencial de dispersão da doença no sistema, assim como o escoamento rápido da solução permite maior oxigenação do ambiente radicular, suprimindo o desenvolvimento da doença (ANUÁRIO, 2018; MATHIAS, 2008).

Por fim, o desenvolvimento de tecnologias complementares, como o plástico, fertilizantes totalmente solúveis e a maior disponibilidade de estruturas metálicas transformaram o contexto dos condicionantes técnicos no caso da hidroponia (JENSEN, 1999; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). Para além da redução nos custos relacionados ao controle de fatores de desenvolvimento das plantas, como temperatura, proteção contra intempéries, nutrição, etc., isso permitiu o desenvolvimento de sistemas hidráulicos, equipamentos e instrumentos para o manejo das culturas inovadores, promovendo a superação de efeitos negativos relacionados a condicionantes técnicos e econômicos. Como exemplos, citam-se a popularização da plasticultura e a criação de sistemas de cultivo mais leves e eficientes no uso de fatores de produção, como o NFT, *slabs* e circuitos recirculantes de solução nutritiva (ANUÁRIO, 2018; JENSEN, 1999; MATHIAS, 2014; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012).

2.4.2.2 Condicionantes econômicos

Os elevados custos de implantação e operação de hidroponias comerciais são grandes reguladores da difusão tecnológica (ANUÁRIO, 2018; RAVIV; LIETH, 2008; JENSEN, 1999; RESH, 2012). Os custos relacionados à implantação dependem diretamente dos condicionantes técnicos, que definem a estrutura mínima exigida para viabilização do cultivo. Por exemplo, a opção pelo controle de um ou mais fatores, como a temperatura do ambiente, perdas evaporativas, limitar infestações de pragas e doenças, e proteção contra fatores do tempo (vento, chuva, etc.) implica em um projeto de orçamento mais oneroso. Neste sentido, a viabilidade

financeira do projeto depende da escolha pela opção mais competitiva em termos de custo de produção frente a produção a campo (DELFÍN, 2012; JENSEN, 1999; MATTSON, 2017). Vale ressaltar que apesar do custo de implantação mais elevado, a hidroponia gera menores custos de manutenção, pois dispensa operações com o solo e demanda menos mão de obra (RESH, 2012).

No Brasil, observa-se empiricamente diversos tipos de sistemas hidropônicos, que vão desde aqueles altamente intensivos em capital e tecnologia, de larga escala, até os mais simples, estruturados em grande parte a partir de recursos disponíveis localmente, adquirindo no mercado somente recursos essenciais ao cultivo, como os equipamentos hidropônicos e fertilizantes solúveis (ALBUQUERQUE; MESQUITA, 2016). Por um lado, produtores com capital limitado encontram alternativas compatíveis com suas condições de investimento, e por outro, a hidroponia é bastante escalável, atraindo agentes com maior poder de investimento, como no caso de grandes empreendimentos hidropônicos ligados ao suprimento de grandes centros populacionais (ANUÁRIO, 2018; JENSEN, 1999; ALBUQUERQUE; MESQUITA, 2016).

Quanto ao mercado da CPHort no Brasil, a sazonalidade da produção a campo é um aspecto importante. No verão, condições climáticas e fitossanitárias desfavoráveis dificultam o cultivo a campo, enquanto que no inverno a produção é em geral favorecida (ANUÁRIO, 2018; COUTINHO; SÁBIO, 2016; MELO; VILELA, 2007). O mercado de hortifrúteis oscila entre períodos de incertezas quanto à oferta e elevação dos preços praticados, e outros com produção abundante e acirramento da concorrência, derrubando os valores praticados (ANUÁRIO, 2018; LOPES *et al.*, 2010). Por um lado, a hidroponia é competitiva no mercado pela capacidade de coordenação com agentes que valorizam a redução de incertezas no suprimento de hortifrúteis, assim como a padronização e alta qualidade dos produtos oferecidos. Por outro lado, os custos mais elevados da hidroponia podem comprometer sua viabilidade financeira em regiões onde cultivos no solo e a campo são competitivos em termos de preço e qualidade (ANUÁRIO, 2018; LOPES *et al.*, 2010). Neste sentido, o projeto a ser implantado deve considerar o tamanho e a dinâmica do mercado a ser atendido (MATTSON, 2017). Além disso, a complexidade de condução do sistema demanda conhecimento e experiência dos produtores, indicando-se que o planejamento financeiro contemple um período de performance produtiva abaixo do esperado (MATTSON, 2017).

Por fim, a suscetibilidade das estruturas a danos por eventos climáticos severos é outro fator de risco, pois as perdas de estrutura e produção acarretam na interrupção prolongada da

oferta de produtos ao mercado e geram gastos com reconstrução e reparos do sistema (ANUÁRIO, 2018; RESH, 2012). Isto é agravado em contextos como o do Brasil, onde opções de seguro existem apenas a partir de 2015, sendo ainda bastante limitadas e inadequadas para a realidade da hidroponia (ANUÁRIO, 2018). Por exemplo, para o único seguro que contempla a atividade no Brasil, verifica-se a geração de uma apólice com limite de R\$ 800 mil para cobertura de uma estrutura com valor real de R\$ 2 milhões, além de que a previsão de reembolso para perdas de produção responda a aproximadamente 20% do valor real (ANUÁRIO, 2018).

2.4.2.3 Condicionantes institucionais

Pela natureza dos produtos oferecidos, a hidroponia é considerada como equivalente aos cultivos tradicionais no solo e/ou a campo. Dessa forma, o ambiente legal em que a hidroponia se insere no Brasil é o mesmo da agricultura tradicional. Cabe ao produtor optar pela exploração da atividade como Empresário Rural (pessoa física) ou Sociedade Empresária Rural (pessoa jurídica), devendo cumprir as demandas correspondentes à opção perante a Junta Comercial, Prefeitura do Município, Secretaria da Receita Federal, Secretaria Estadual de Fazenda, Vigilância Sanitária, etc., e no caso de contratação de mão de obra, Entidades Sindicais Patronais e Caixa Econômica Federal para recolhimento de INSS/FGTS (HIDROPONIA, 2018). Também são necessários a Responsabilidade Técnica sobre o emprego de agentes químicos e físico-químicos e o cumprimento das normatizações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o uso de fertilizantes na solução nutritiva (HIDROPONIA, 2018). Por fim, devem ser observadas as disposições da Política Nacional de Meio Ambiente quanto ao licenciamento e proteção de recursos naturais, bem como sanções penais e administrativas no caso de conduta lesivas ao meio ambiente (HIDROPONIA, 2018).

A existência de capital humano e instituições de apoio é um condicionante importante da difusão de inovações na agricultura (TIGRE, 2019). O capital humano pode ser avaliado segundo a quantidade de força de trabalho disponível, capacitação técnica, idade, escolaridade, experiência na atividade, etc. Já as instituições de apoio são organizações públicas ou privadas ligadas à oferta de recursos e serviços visando a promoção da atividade, como pesquisa, educação, extensão, crédito, etc. (REIS *et al.*, 2017). Neste condicionante, verifica-se que a capacidade de adotar inovações, absorver conhecimento externo e manter-se continuamente

inovando depende diretamente da educação, e acesso a assistência técnica e crédito dos produtores (LÄPPLE *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2017). Conforme os autores, serviços de ATER contribuem para ganhos de performance nos estabelecimentos pelo incremento de capacitação técnica e gerencial do capital humano, tendo seu efeito potencializado à medida que se eleva o nível de escolaridade dos assistidos e reduz-se a idade. Já o acesso a crédito ganha importância no caso de inovações que demandam elevados investimentos, como é o caso da hidroponia. Junto a isso, inclui-se o acesso a seguros para diminuição do risco dos investimentos (ANUÁRIO, 2018).

No contexto brasileiro, aproximadamente 70% dos agricultores possuem no máximo o ensino fundamental incompleto, 13% tem o ensino fundamental completo, 15% tem o ensino médio completo e apenas 2% tem o ensino superior completo (IBGE, 2018). Embora venha elevando-se gradualmente, a escolaridade dos produtores brasileiros é um limitante à difusão de inovações. A idade também é uma questão relevante, já que 67,71% dos agricultores possuem mais de 45 anos, e 41,38% mais de 55 anos (IBGE, 2018). Neste sentido, programas de desenvolvimento profissional para agricultores ganham importância, pois além de possibilitar que agricultores menos tecnicizados ganhem capacidade inovativa, ampliam-se as oportunidades para fortalecimento de vínculos entre pesquisa, educação, extensão e produtores, levando ao desenvolvimento de conhecimentos melhor adaptados às necessidades locais (LÄPPLE *et al.*, 2015).

Por questões de falta de representação junto às esferas política e institucional da CPHort, em nível amplo o setor hidropônico acessa programas de desenvolvimento, financiamento, etc. que se endereçam à CPHort de maneira geral (ANUÁRIO, 2018; LEITE *et al.*, 2016). Apesar de a Associação Brasileira de Hidroponia (ABH) ter sido fundada em 2008, diferentes conflitos de interesse entre integrantes do setor dificultam o avanço de iniciativas coletivas (ABHIDROPONIA, 2018; ANUÁRIO, 2018). Dessa forma, o resultado desse contexto é a não exploração de potenciais fontes de capital político da atividade diante de pressões da sociedade junto às cadeias produtivas, como no caso da cobrança por maior sustentabilidade (ANUÁRIO, 2018). Diante do exposto, não se verificam políticas públicas ou programas de valorização de vantagens pela eficiência no emprego de recursos naturais e insumos, produção mais limpa, segura e durável, e os efeitos diretos menos nocivos ao meio ambiente do que cultivos convencionais (ANUÁRIO, 2018; RESH, 2012; RAVIV; LIETH, 2008). Ainda, o cultivo

hidropônico promove a redução de incertezas relacionadas ao abastecimento de hortifrúti, podendo ampliar o acesso a alimentos em desertos alimentares e contextos de mercado mal supridos (ANUÁRIO, 2018; JENSEN, 1999; RESH, 2012). Conforme os autores, isso se dá pela capacidade de produção com qualidade elevada e maior segurança próximo aos centros consumidores, especialmente onde a agricultura tradicional é limitada, como regiões semiáridas e desérticas, ou aquelas com área agrícola reduzida, como grandes centros urbanos.

2.4.3 Impactos econômicos, sociais e ambientais

Um impacto econômico da hidroponia é oriundo das suas demandas crescentes por tecnologia, produtos e serviços ao longo da sua geração e difusão (ANUÁRIO, 2018). Isto fortaleceu o elo de apoio da CPHort em geral, bem como viabilizou novos negócios na produção e fornecimento de equipamentos, infraestrutura, sementes, insumos, embalagens, etc. (ANUÁRIO, 2018). Tomando como exemplo o último Encontro Brasileiro de Hidroponia realizado em 2018, constatou-se que houve a presença de 48 empresas expositoras, sendo nacionais e multinacionais, ofertando fertilizantes, estufas agrícolas, equipamentos hidropônicos, sementes, embalagens, instrumentos de monitoramento, soluções em automação, consultoria especializada, publicações voltadas ao setor, entre outros (ENCONTRO HIDROPONIA, 2019).

A organização e dinâmica de funcionamento da CPHort também estão sujeitas a impactos econômicos da hidroponia. A difusão de inovações com vantagens de escala tende a gerar concentrações de mercado, pois menos produtores tornam-se capazes de abastecer a mesma demanda (TIGRE, 2019). Neste caso, se por um lado a hidroponia beneficia o mercado e consumidores pela oferta de produtos com melhor qualidade, por outro ela tende a ser uma forte concorrente para produtores de hortaliças menos intensivos ou pouco estruturados. Um exemplo é o cenário observado nos Estados Unidos, onde cultivos hidropônicos estão sendo reconhecidos como válidos para ingressarem no processo de certificação orgânica, o que tende a ocasionar transformações no segmento de produção de orgânicos, composto por produtores que utilizam o solo como meio de cultivo (MORATH, 2018). Além disso, como a demanda não é ilimitada, a difusão de uma tecnologia com vantagem de escala tende a resultar na oferta de produtos para além do absorvido pelo mercado, criando excesso e acirramento da competição via preços (WALLERSTEIN, 2006). Este aspecto é reconhecido entre produtores hidropônicos, de forma

que são observados acordos tácitos de não competição entre integrantes de uma mesma rede de contatos, restringindo os avanços sobre mercados de “produtores amigos” (ANUÁRIO, 2018).

Quanto aos impactos sociais, enfatiza-se os efeitos da tecnologia sobre emprego e qualificação no setor, quais sejam: a expansão da hidroponia comercial pode levar à exclusão de produtores do mercado, o que no caso do Brasil torna-se relevante por conta do valor econômico e social que a horticultura possui (RELATÓRIO, 2018; MELO; VILELA, 2007; MORATH, 2018); o cultivo hidropônico é uma atividade com potencial de incluir e melhorar as condições de vida em diversos segmentos da população.

Um impacto social é que, por dispensar o uso do solo, eliminam-se atividades pesadas como capina e preparo de canteiros, e o uso de bancadas elevadas melhora a ergonomia do trabalho (ANUÁRIO, 2018; RESH, 2012). Além do menor desgaste físico, há otimização das atividades e elevação da produtividade do trabalho, o que facilita a contratação de trabalhadores, além de oportunizar elevações de renda para produtores mais velhos e permitir a inclusão profissional de pessoas com algum tipo de limitação física leve (ANUÁRIO, 2018; RESH, 2012). Ainda, melhores condições de vida e perspectivas de renda na atividade produtiva tornam a hidroponia atraente para a população que deseja continuar atuando na agricultura, reduzindo assim o êxodo rural e a evasão dos jovens das atividades agrícolas (ANUÁRIO, 2018). Isto se mostra relevante perante o cenário de redução de média de 6,4% ao ano da população envolvida na produção de hortaliças e legumes, observada entre 2004 e 2014 no Brasil (BALSADI, 2017). Além disso, o aumento da idade média dos produtores indica debilidades na renovação do público atuando na atividade (BALSADI, 2017).

A expansão da hidroponia também aumenta a confiabilidade no suprimento e eleva a qualidade média dos produtos ofertados no mercado. Dessa forma, geram-se benefícios à sociedade em geral, visto que isto propicia ganhos em termos de custo benefício na aquisição de alimentos, redução nas incertezas quanto à disponibilidade dos produtos em regiões com sazonalidade da produção, disponibilidade de alimentos mais limpos em termos de contaminantes químicos e biológicos, entre outros (ANUÁRIO, 2018; DELFÍN, 2012; RESH, 2012)

Quanto aos impactos ambientais, a hidroponia tem a eficiência produtiva e logística como aspectos positivos (ANUÁRIO, 2018; JENSEN, 1999; RESH, 2012). A redução no consumo de insumos e recursos naturais na produção agrícola associada à menor geração de resíduos a tornam menos ofensiva ao meio ambiente. Além disso, a maior durabilidade dos produtos, especialmente

os folhosos, reduz as perdas ao longo da cadeia (ANUÁRIO, 2018). Outro impacto positivo é que a hidroponia oportuniza a redução das emissões de CO₂ a montante e a jusante na cadeia, tanto pela possibilidade de aproximação geográfica entre os locais de produção e consumo dos alimentos, quanto pelo menor volume de insumos demandado pelo cultivo (JENSEN, 1999; RESH, 2012).

No que se refere a possíveis impactos ambientais negativos, tem-se os riscos envolvendo o descarte inadequado de solução nutritiva e substratos residuais do cultivo, que quando realizado de maneira inadequada pode acarretar na salinização dos solos pelo acúmulo de nutrientes ou poluição por materiais não biodegradáveis, como lã de rocha (DI LORENZO et al., 2013; RAVIV; LIETH, 2008; RESH, 2012). Além disso, não se pode ignorar o intenso uso de plásticos na construção e manutenção dos sistemas hidropônicos, que aumentam a “pegada ambiental” dos sistemas hidropônicos (DI LORENZO et al., 2013; RESH, 2012).

2.4.4 Síntese e discussão dos resultados

O Quadro 2 sintetiza os resultados obtidos e apresenta a relação entre os segmentos da CPHort e os componentes apresentados. Para isso, a abrangência horizontal das células contendo cada fator sobre as colunas indica quais são os segmentos envolvidos na sua viabilização e implementação. Quando pertinente, as células possuem abrangência vertical para demonstrar o relacionamento do fator com mais de uma dimensão de análise.

Os três conjuntos de fatores apontados na literatura como importantes para a viabilidade da produção hidropônica comercial (disponibilidade estável e com boa relação custo/benefício de recursos; disponibilidade de capacidade técnica e mão de obra qualificada; conhecimento de mercado) mostram-se contemplados pelos resultados obtidos. Nota-se que estes são ligados principalmente aos condicionantes técnicos e econômicos. O fato de terem sido obtidas informações pertinentes para além do observado na literatura demonstra que a proposta metodológica permitiu a ampliação do conhecimento sobre os aspectos relacionados à difusão do cultivo hidropônico comercial.

Quadro 2 – Síntese dos resultados obtidos

DIMENSÃO DE ANÁLISE		ELO DA CADEIA				
		Indústria de Apoio, ATER e P&D	Produção	Distribuição e Comercialização	Consumo	
Fatores indutores	Oferta	Nutricultura como avanço científico aplicável à agricultura				
		Fortalecimento do apoio técnico e P&D				
		Aproximação e fluxo de conhecimentos entre atores e elos da cadeia				
	Demanda	Necessidade de alternativas ao cultivo no solo para ambientes protegidos				
		Potencial de ganhos em termos de eficiência e qualidade				
	Custo de fatores	Eficiência e sustentabilidade no uso de recursos				
Condicionantes	Técnicos	Condições de disponibilidade de fatores/condições ambientais de produção				
			Elevada demanda de competência técnica			
		Suporte técnico para capacitação técnica e adaptação da tecnologia.				
		Desenvolvimento de tecnologias complementares				
	Econômicos	Elevados custos de implantação e operação				
		Adaptação de sistemas para condições de limitado capital de investimento				
		Competitividade no mercado (qualidade)				
		Concorrência com produtos de solo (preço)				
		Risco de perdas da estrutura e produção				
	Institucionais	Produtos com natureza equivalente aos produzidos no solo				
		Existência de recursos humanos e instituições de apoio				
		Baixa exploração de potenciais fontes de capital político e social decorrentes da eficiência produtiva e sustentabilidade				
Criação de novos negócios e mercados na CPHort						
Impactos	Econômicos	Tendência de concentração de mercado				
		Possibilidade de saturação do mercado				
		Melhoria geral na qualidade dos produtos disponíveis				
	Sociais	Potencial exclusão de produtores do mercado				
		Inclusão e melhores condições de trabalho				
		Atração/retenção de jovens na agricultura				
	Ambientais	Redução no consumo de insumos e recursos naturais				
		Menor ofensividade ao meio ambiente				
		Redução de perdas ao longo da cadeia				
		Redução das emissões de CO ₂ na cadeia				
		Descarte de materiais residuais da produção				
	Elevado emprego de plásticos nos sistemas de cultivo hidropônico					

Observando o Quadro 2, verifica-se que o elo da produção é central para a ascensão da hidroponia enquanto tecnologia na produção hidropônica. Isto se dá pelo fato de que é neste segmento da CPHort que os princípios do cultivo sem solo são aplicados para geração de produtos e valor na cadeia. O segmento a montante da produção, representado pela indústria de apoio, P&D e ATER, também apresenta participação direta na ascensão da hidroponia na CPHort. Sua atuação se dá principalmente no sentido da viabilização técnica e econômica da hidroponia comercial por meio da oferta de tecnologia, recursos e conhecimento. Já os elos a jusante da produção, que abarcam a distribuição, comercialização e consumo apresentam maior influência sobre componentes de ordem econômica e institucional. Neste sentido, eles determinam o potencial competitivo que a hidroponia apresenta no suprimento de alimentos.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou compreender quais são os aspectos mais relevantes da ascensão da hidroponia na CPHort. A perspectiva teórica, por meio da identificação e discussão dos principais fatores indutores, condicionantes e impactos da hidroponia na CPHort, mostrou-se adequada para o alcance deste objetivo. Dentre os resultados obtidos, destacam-se a importância dos segmentos da produção e dos atores a montante, como a indústria de apoio, P&D e serviços de ATER, para a ascensão da hidroponia, especialmente no que diz respeito à indução da difusão e condicionamento técnico. Já os segmentos de mercado e consumo mostram-se ligados a fatores econômicos, condicionantes institucionais e atenção aos efeitos da tecnologia, tendo uma força relacionada ao contexto mais amplo do Sistema Agroalimentar. Isto se dá pelo fato da hidroponia ser uma inovação de processo, onde os segmentos de P&D, suporte e produção tem mais influência, enquanto os segmentos do mercado e consumo influenciam somente no que diz respeito à inserção dos produtos oferecidos no mercado.

As principais contribuições teóricas do presente estudo dizem respeito à compreensão da difusão da hidroponia na CPHort, pois além de ampliar a base de conhecimento de um campo de estudo ainda escasso em termos de informações, também foi apresentada uma proposta metodológica para a realização de pesquisas futuras voltadas à compreensão da emergência e crescimento de uma inovação tecnológica. Do ponto de vista prático, destaca-se a contribuição quanto à apresentação dos fatores que impulsionam e condicionam, assim como os efeitos da

difusão tecnológica da hidroponia, permitindo a visualização e discussão com maior clareza dos mesmos. Quanto a limitações do presente estudo, a restrição a fontes bibliográficas esbarrou na debilidade de informações quantitativas referentes ao setor de hidroponia. Ainda, a pesquisa pode ter deixado de contemplar informações relevantes que não se encontram registradas em publicações. Recomenda-se a realização de estudos futuros que complementem as fontes bibliográficas com abordagens empíricas junto a atores da CPHort, contribuindo no sentido da qualificação e validação da compreensão dos fatores indutivos e condicionantes, assim como dos efeitos ocasionados pelo crescimento da hidroponia.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABHIDROPONIA. **História**. Associação Brasileira de Hidroponia. Ivoti-RS. 2018. Disponível em: <<http://www.abhidroponia.com.br/?pg=historia>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

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

ARAMYAN, L. H. *et al.* Performance measurement in agri-food supply chains: a case study. **Supply Chain Management**. v. 12, n. 4, pp. 304–315, 2007.

BALSADI, O. V. Trabalho e emprego na agricultura sulina em 2004–2014. **Revista de Política Agrícola**. Ano XXVI, n.4, out./nov./dez. 2017

BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1997. 1v.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. **Técnicas de cultivo hidropônico**. Recife: UFRPE. 2000.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As Técnicas de Hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 8, 9, p.107-137, 2011/2012.

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, 2016.

CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.2, p.160-166, 2017.

CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. **Princípios de Hidroponia**. Brasília : Embrapa Hortaliças, nov. 2000. 28 p. (Circular Técnica, 22).

CASSOL, A.; SCHNEIDER, S. Construindo a confiança nas cadeias curtas: interações sociais, valores e qualidade na Feira do Pequeno Produtor de Passo Fundo/RS. In: GAZZOLA, M.; SCHNEIDER, S. **Cadeias curtas e redes agroalimentares alternativas: negócios e mercados da agricultura familiar**. Porto Alegre – RS: Editora da UFRGS, 2017. Cap.10, p.195-217.

CNA. **Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva das hortaliças do Brasil**. Brasília: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. 2017a. 79p. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/bibliotecas/livro_final3_mapeamento_e_quantificacao_da_cadeia_de_hortaliças_08.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2019.

CNA. **Com capacitação, produção hidropônica ganha força no Sudoeste**. Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil / Agência Estadual de Notícias – Paraná. 14/09/2017. 2017b. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/noticias/com-capacitacao-producao-hidroponica-ganha-forca-no-sudoeste>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

DELFIN, A. R. Advances of hydroponics in Latin America. **Acta Horticulturae**, n. 947, p. 23-32. 2012.

DI LORENZO, R.; PISCIOTTA, A.; SANTAMARIA, P.; SCARIOT, V. From soil to soilless in horticulture: quality and tipicity. **Italian Journal of Agronomy**, Pavia, v. 8, n. 30, pp. 255-230, 2013.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**. v.11, n. 3, pp. 147-162, 1982.

ENCONTRO HIDROPONIA. **Empresas Expositoras**. Disponível em: <<http://www.encontrohidroponia.com.br/expositores/empresas-expositoras>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R.; Cultivo de hortaliças de folha em hidroponia em ambiente protegido. In: EPAMIG. **Cultivo Protegido de Hortaliças em Solo e Hidroponia**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, 1999.

FRANSMAN, M. **Technology and Economic Development**. Wheatsheaf Books, 1986. 161p.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. 3 ed. Massachusetts: MIT Press, 1997.

FRIEDMANN, H.; MCMICHAEL, P. Agriculture and State System: The rise and decline of national agricultures, 1870 to the present. **Sociologia Ruralis**, v. 29, n. 2, pp. 93-117, 1989.

FURLANI, P. R. *et al.* **Cultivo Hidropônico de Plantas Parte 1 - Conjunto hidráulico**. 2009. Online. Available from: <http://www.infobibos.com/artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm>. Acesso em: 11 jan. 2019.

GOODMAN, D. *et al.* **Da Lavoura às Biotecnologias: Agricultura e Indústria no Sistema Internacional**. Rio de Janeiro: Campus. 1990. 192p.

HERSHEY, D. R. Solution Culture Hydroponics: History & Inexpensive Equipment. **The American Biology Teacher**, v. 56, n. 2, pp. 111-118, fev. 1994.

HICKMAN, G. W. **Greenhouse vegetable production statistics: a review of current data on the international production of vegetables in greenhouses**. Mariposa, CA: Cuesta Roble greenhouse consultants, v. 72, 2011.

HIDROPONIA. Hidroponia como fazer: Exigências Legais. **Revista Hidroponia**. Online. 2018. Disponível em: <<http://www.revistahidroponia.com.br/noticias/29320/Hidroponia-como-fazer:-Exigencias-legais>>. Acesso em: 05 fev. 2019.

IBGE. **Pesquisa de inovação: 2014**. Rio de Janeiro: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Indústria. 2016. 105 p.

JENSEN, M. H. Hydroponics Worldwide - a Technical Overview. **Acta Horticulturae**, v. 481, p. 719–729, 1999. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/481/481_87.htm>. Acesso em: 10 dez. 2018.

LÄPPLE, D.; RENWICK, A.; THORNE, F. Measuring and understanding the drivers of agricultural innovation: Evidence from Ireland. **Food Policy**, v.51, p.1-8, 2015.

LEITE, D. *et al.* Viabilidade econômica da implantação do sistema hidropônico para alface com recursos do PRONAF em Matão-SP. **iPeege**, Matão/SP, v. 2, n. 1, p. 57-65. 2016.

LOPES, C. A.; DUVAL, A. M. Q.; REIS, A. **Doenças da alface**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2010. 68 p.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. 568p.

MATHIAS, M. NFT in Brazil. **Practical Hydroponics & Greenhouses**. n.33, Nov./Dec. 2008.

MATHIAS, M. Emerging Hydroponics Industry. **Practical Hydroponics & Greenhouses**. pp.18-21. Junho. 2014.

MATTSON, N. **Ten things you should know when starting a CEA business**. New York: Cornell University, 2017. Disponível em: <<http://cea.cals.cornell.edu/research/marketing/CEA%20Intro%201Nov2017.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

MELO, P.C.; VILELA, N. J. **A importância da Cadeia Produtiva Brasileira de Hortaliças**. In: **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Rio Branco, Acre.

2007. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2018.

MORAES, J. L. A. O papel dos Sistemas e Cadeias Agroalimentares e Agroindustriais na formação das aglomerações produtivas dos territórios rurais. **Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional** - Faccat - v. 10, n. 1, jan./jun. 2013.

MORATH, S. J. Hydroponics: The End of Organic? **Nat. Resources & Env't**. v. 33, n. 1, p. 1–4. Summer 2018. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3240185>>. Acesso em: 04 fev. 2019.

MOWERY, D.; ROSENBERG, N. The influence of market upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. **Research Policy**. v. 8, n. 2, pp. 102-153, 1979.

PATTON, M. *et al.* **Evolution of Agri-Food Supply Chains to Enhance Competitiveness: Literature Review**. Agri-Food and Biosciences Institute. 2018. 106 p.

PLOEG, J. D. O modo de produção camponês revisitado. In: SCHNEIDER, S. **A diversidade da agricultura familiar**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

RAVIV, M.; LIETH, J. H. Significance of soilless culture in agriculture. In: RAVIV, M.; LIETH, J. H. **Soilless Culture: Theory and Practice**. London: Elsevier Science, 2008. 1 ed.

REIS, C. V. S.; MOREIRA, T. B. S.; CUNHA, G. H. M. O efeito marginal do capital humano na agricultura familiar. **Revista Espacios**, v.38, n.12, 2017.

RELATÓRIO. **Cenário Hortifruti Brasil 2018: Resumo Executivo**. Hortifruti Saber & Saúde / Sistema CNA / ABRAFRUTAS, 2018. Disponível em: <<https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/62891/1546547736Relatorio-Cenario-Hortifruti-Brasil-2018.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2019.

RESH, H. M. **Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012. 7 ed.

ROESSING, A. C. **Cadeias produtivas: roteiro para estudo de sistemas agroalimentares**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 60p.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua)**, IBGE, 2018.

SILVA, L. C. **Cadeia Produtiva de Produtos Agrícolas**. Vitória: Departamento de Engenharia Rural, 2005. 10 p. (Boletim Técnico MS: 01/05).

SINI, M. P. Long and short supply chain co-existence in the agricultural food market on different scales: oligopolies, local economies and the degree of liberalisation of the global market. **European Scientific Journal**. v. 10, n. 4, feb. 2014.

SNA. **Cadeia de hortaliças movimenta US\$ 20 bilhões e 32% ficam com o varejo.** Sociedade Nacional de Agricultura. Rio de Janeiro. 07/12/2017. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/cadeia-de-hortalicas-movimenta-us-20-bilhoes-e-32-ficam-com-o-varejo/>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

SOUSA FILHO, H. M.; BONFIM, R. M. Oportunidades e desafios para a inserção de pequenos produtores em mercados modernos. In: CAMPOS, S. K.; NAVARRO, Z. **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: Ganhar tempo é possível?** Brasília, DF: Embrapa. 2013. 264 p.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: uma abordagem estratégica, organizacional e de gestão do conhecimento.** Rio de Janeiro: Elsevier, E-book, 2019. 3.ed.

TRICHES, R. M.; SCHNEIDER, S. Alimentação, sistema agroalimentar e os consumidores: novas conexões para o desenvolvimento rural. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, Bogotá. v. 12, n. 75, p.55-75, 2015.

WALLERSTEIN, I. **World-systems analysis: an introduction.** Durham and London: Duke University Press, 2006. 4.ed.

WEGNER, R. C.; BELIK, W. Distribuição de hortifruti no Brasil: papel das Centrais de Abastecimento e dos supermercados. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, Bogotá. v. 9, n. 69, pp. 195-220, 2012.

WILKINSON, J.; RAMA, R. **Estudo de sistema produtivo agroindústria.** Brasília, DF: Instituto Euvaldo Lodi, 2018. 116 p.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares.** São Paulo: Pioneira, 2000.

3 COMPETITIVIDADE DA PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS NO BRASIL⁵

Este artigo faz uma análise estratégica da competitividade de hortaliças hidropônicas no Brasil através de um estudo exploratório via matriz SWOT. São utilizadas variáveis qualitativas obtidas em pesquisa bibliográfica e entrevistas produtores hidropônicos da região Sul. Por ordem de importância, no ambiente interno, as principais forças identificadas são a eficiência e eficácia produtiva, produtos com qualidade superior e postura proativa dos produtores na busca de informações. Já as fraquezas são o custo de produção mais elevado, alto investimento inicial e grande capital imobilizado e alta complexidade técnica. No ambiente externo, as oportunidades que mais impulsionam a hidroponia no país são a tendência de rastreabilidade de alimentos, mudanças nos hábitos alimentares e consumidores ávidos por qualidade. As ameaças que se mostraram mais relevantes são o aumento da competição pelo mercado e falta de assistência técnica qualificada. Os resultados da matriz elaborada apontam para um posicionamento estratégico em condições para avançar na captura das oportunidades. Porém, deve ser aprofundado o estudo dos elementos decisórios que envolvem esse caminho, especialmente as fraquezas, uma vez que a capacidade defensiva da atividade é negativa, demonstrando alto nível de vulnerabilidade.

Palavras-chave: Matriz SWOT. Mercado. Qualidade.

3.1 INTRODUÇÃO

A Cadeia Produtiva de Hortaliças é composta por diferentes elos, como a indústria de apoio, produção, transformação, comercialização e consumo. Dada as características dos produtos, muitas vezes logo após a colheita os mesmos já configuram a mercadoria a ser transacionada, permitindo diferentes comprimentos de canais de distribuição entre a produção e o consumo (SILVA, 2005). No elo da produção, tem se observado a emergência do cultivo hidropônico de hortaliças nas últimas décadas. Dentre as principais razões para isto, destacam-se vantagens frente ao cultivo a campo, como a menor exposição a intempéries climáticas e eventos

⁵ Artigo submetido para a Revista de Política Agrícola (RPA) (ISSN 1413:4969). Aceito para publicação na RPA 1 de 2019, com previsão para junho de 2019.

fitossanitários, o encurtamento do ciclo de cultivo, maior produtividade, entre outros (NETO, 2016). Além disso, o produto oferecido pela hidroponia possui qualidade superior e se aproxima mais às exigências de diversos canais de comercialização do que os produtos oriundos do campo ou solo (SALA; COSTA, 2012).

Apesar dos pontos positivos, a produção hidropônica de hortaliças tem seus principais fatores de risco conhecidos desde sua introdução no Brasil, na década de 90. Tradicionalmente, recomenda-se que a análise de viabilidade da produção hidropônica comercial de hortaliças considere o conhecimento de mercado, a disponibilidade de conhecimento técnico para a condução do sistema e a confiabilidade no suprimento de recursos, como água, energia e insumos (FURLANI, 1999; BORGES; DAL'SOTTO, 2016). A disponibilidade de capacidade técnica refere-se à complexidade de operação do sistema hidropônico, enquanto o suprimento de recursos trata da alta dependência de recursos externos para a manutenção das plantas (LOPES *et al.*, 2015; MELO; SANTOS, 2006; NETO, 2016). Quanto ao conhecimento de mercado, os autores se referem à identificação de condições de alcance da viabilidade financeira da atividade.

Na atuação em mercados competitivos, as organizações enfrentam a concorrência por meio de estratégias que as fortaleçam no mercado. A forma com que se enfrentam os desafios e são aproveitadas as oportunidades influencia na obtenção ou não de vantagens competitivas (PORTER, 1989). O ambiente concorrencial é definido pela forma com que a interação entre estrutura e conduta estratégica (inovação, investimentos, marketing, etc.) de cada agente determina sua competitividade para cada um dos atributos de concorrência (PORTER, 1989; KUNPFER, 1992). Segundo Porter (2000), a diferenciação de produtos e/ou serviços visando proporcionar ao consumidor um valor superior e excepcional e a redução dos custos para produzir, ofertar e comercializar de maneira mais eficiente são duas importantes fontes de vantagem competitiva. Já para Kunpfer (1992) as formas de competição entre produtos similares são o preço, qualidade, habilidade de servir ao mercado, esforço de venda e diferenciação do produto.

O aumento do número de produtores concorrendo pelo mesmo mercado tende a criar uma situação de superprodução, ou seja, excesso de produtos frente à demanda real e efetiva em um dado momento (WALLERSTEIN, 2006). Segundo o autor, no curto prazo isto desencadeia uma crescente competição de preços que reduz as margens de lucro obtidas na atividade, o que no médio e longo tende a causar um decréscimo na produção, seja por um replanejamento

produtivo de cada agente ou pela saída de alguns produtores do mercado. Entretanto, é válido apontar que a aglomeração de unidades produtivas em uma região pode gerar vantagens, já que podem obter ganhos de experiência, conhecimento e eficiência coletivos que raramente produtores separados poderiam atingir (AMATO NETO, 2000). Entretanto, um grupo de empresas localizadas em uma mesma região produzindo produtos similares pode até constituir um cluster sem, contudo, gerar benefícios consistentes aos seus membros (AMATO NETO, 2000). A eficiência coletiva deve ser entendida como o resultado de processos internos das relações interorganizacionais, e não apenas da disposição geográfica entre os atores (AMATO NETO, 2000).

Constata-se na literatura uma deficiência de trabalhos acadêmicos acerca dos cenários da hidroponia no país, assim como de sua inserção e competitividade nos mercados de hortaliças. A compreensão das limitações e potencialidades produtivas e de mercado é essencial para o sucesso das atividades produtivas e norteia investimentos seguros. Neste sentido, a academia tem como premissa estar à frente das demandas empíricas, traçando cenários e definindo estratégias gerenciais. Empiricamente, espera-se orientar o planejamento e gestão de produtores hidropônicos na busca de seus objetivos frente às especificidades do ambiente produtivo e comercial em que se inserem, alertando-os para os desafios. Objetivando contribuir neste sentido, este artigo faz uma análise estratégica da competitividade de hortaliças hidropônicas no Brasil através de um estudo exploratório via matriz SWOT (*Strengths* - Forças, *Opportunities* - Oportunidades, *Weaknesses* - Fraquezas, *Threats* - Ameaças).

3.2 METODOLOGIA

A ferramenta utilizada para análise estratégica e elaboração de cenários é a Matriz SWOT, pois a mesma é eficiente para o planejamento estratégico de organizações (TRIPP, 2012). Esta matriz possibilita a este estudo exploratório a identificação de forças e fraquezas, pertencentes à dimensão interna da organização, e a análise de oportunidades e ameaças, pela dimensão externa (BENNETT *et al.*, 2005). As forças referem-se às operações que a organização desempenha bem, indo desde o uso eficiente de recursos e redução de custos até a oferta de produtos com qualidade diferenciada, enquanto as fraquezas referem-se aos pontos problemáticos, como a limitações de recursos ou debilidades de mão de obra (BENNETT *et al.*, 2005). Na dimensão externa, as

oportunidades representam situações favoráveis no ambiente de negócios que possam gerar ganhos, como possibilidade de diversificação de produtos, uso de novas tecnologias, detecção de tendências de mercado ou o desenvolvimento de relacionamentos com outros agentes da cadeia produtiva. Já as ameaças representam os riscos enfrentados pelas organizações em seu ambiente externo, como oscilações de preços no mercado e a dependência de certos relacionamentos estabelecidos com outros atores da cadeia (BENNETT *et al.*, 2005).

Como exemplos de critérios a serem avaliados no ambiente interno, temos: recursos financeiros, liderança e imagem de mercado, condicionamento competitivo que gera barreiras à entrada de novos competidores, tecnologia, vantagens de custo, propaganda, competência e inovação de produtos (CHIAVENATO; SAPIRO, 2003). Para a análise do ambiente externo devem ser avaliados, por exemplo, mudanças de hábitos de consumo, surgimento de novos mercados, possibilidades de diversificação, entrada de novos concorrentes, existência de produtos substitutos (CHIAVENATO; SAPIRO, 2003).

As informações utilizadas na pesquisa são variáveis qualitativas pertinentes à produção hidropônica brasileira, obtidas por meio de pesquisa bibliográfica e documental de publicações em nível nacional e internacional. Além disso, foram realizadas entrevistas com cinco produtores hidropônicos da região Sul do Brasil (ZEN; ARBAGE; BRANDÃO, 2017). A elaboração da matriz SWOT contempla o levantamento das forças e fraquezas da produção hidropônica, focando em aspectos técnicos da produção e do produto oferecido. Para isso, toma-se como direcionamento da análise a produção de hortaliças folhosas sob o sistema de Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT), por serem o tipo de hortaliça, e a técnica mais amplamente difundida para a produção hidropônica comercial no Brasil (DA LUZ *et al.*, 2017). Na sequência, são verificadas as interações dos fatores internos com o ambiente externo, propiciando a discussão de condicionantes da competitividade da produção hidropônica. Por fim, discutem-se condutas estratégicas baseadas nas contribuições de Porter (1989) e indica-se alternativas para solucionar as fraquezas, manter e/ou aperfeiçoar as forças, combater as ameaças e aproveitar as oportunidades.

Cabe destacar que este trabalho resultou de uma reflexão inicial feita pelos autores (juntamente com os participantes) no I Workshop de Hidroponia, realizado na Universidade Federal de Santa em 2017, com a participação de técnicos da área, professores ligados a

hidroponia de diferentes estados brasileiros, acadêmicos, produtores, representantes de empresas, etc.

A análise prospectiva com base nos dados foi feita a partir da proposta de Chiavenato e Sapiro (2003). Os cruzamentos dos fatores internos com os externos determinam os diferentes quadrantes que têm significados distintos e importantes, conforme o potencial da organização (FERNANDES, 2012). Os distintos quadrantes da matriz representam (FERNANDES, 2012; MACROPLAN, 2010; TACHIZAWA; FREITAS, 2004): I - indica a existência de potencialidade de ação ofensiva, ou capacidade ofensiva, apontando o quanto as forças podem ajudar a aproveitar as oportunidades do mercado; II - indica o potencial da capacidade defensiva demonstrando o quanto o conjunto de forças está preparado para rechaçar as ameaças que se aproximam; III - identifica o nível de debilidade da capacidade ofensiva indicando o quanto as fraquezas podem causar problemas para o aproveitamento das oportunidades; IV - apresenta o nível de vulnerabilidade da organização indicando o quanto o conjunto de fraquezas pode amplificar o efeito das ameaças.

Após listar qualitativamente as variáveis externas e internas, faz-se um esforço no sentido de atribuir diferentes valores aos fatores obtidos, conforme apresenta o Quadro 1 (FERNANDES, 2012). Neste caso, levou-se em consideração a experiência dos pesquisadores e as impressões obtidas por ora da realização do referido Workshop de hidroponia.

Quadro 2 - Perguntas e respectivas pontuações para os cruzamentos dos fatores da matriz

Pergunta	Resposta	Pontuação
Com que intensidade a Força X ajuda a organização a capturar a Oportunidade X?	Sem Efeito	0
	Ajuda pouco	1
	Ajuda muito	2
Com que intensidade a Força X ajuda na organização a rechaçar a Ameaça X?	Sem Efeito	0
	Ajuda pouco	1
	Ajuda muito	2
Com que intensidade a Fraqueza X dificulta a organização em aproveitar a Oportunidade X?	Sem Efeito	0
	Ajuda pouco	1
	Ajuda muito	2
Com que intensidade a Fraqueza X acentua o risco da Ameaça X?	Sem Efeito	0
	Ajuda pouco	1
	Ajuda muito	2

Fonte: Adaptado de Fernandes (2012)

3.3 A PRODUÇÃO HIDROPÔNICA SEGUNDO A MATRIZ SWOT

3.3.1 Ambiente interno

3.3.1.1 Forças

Em comparação com o cultivo a campo, no que se refere à mão de obra, a operação do sistema hidropônico oferece melhor ergonomia de trabalho, com atividades mais leves e posições mais confortáveis (devido ao uso de bancadas), além de dispensar atividades desgastantes como o preparo do solo e capina (NETO, 2016). Em função da redução e encarecimento da oferta de mão de obra para a agricultura, aspectos como a menor demanda de força de trabalho por área cultivada, maior retorno produtivo por trabalhador, atratividade para trabalhadores devido à natureza mais leve das atividades, além da possibilidade de automatização parcial ou total do cultivo são vantagens oferecidas pela hidroponia (NETO, 2016; RAVIZON, 2013). Ainda, estas características fazem da hidroponia uma alternativa de viabilizar a sucessão rural, pois apresenta aos herdeiros dos estabelecimentos como uma atividade que ao mesmo tempo oferece condições de trabalho no campo menos desgastantes e possibilita a obtenção de um nível de renda mais elevado.

A eficiência no emprego de recursos como água, fertilizantes e área, somada ao emprego de ambientes de cultivo protegidos, permite a produção em contextos de limitação ambiental, como regiões com solos degradados e/ou com baixa disponibilidade hídrica ou onde verifica-se um alto custo para a aquisição de terras, como áreas próximas a grandes centros urbanos (BLOK *et al.*, 2017). Alguns exemplos de exploração destas forças são a produção de hortaliças em áreas desérticas, degradadas, com a possibilidade de uso de água salobra, proteção contra a estiagem e agricultura urbana (BLOK *et al.*, 2017; VASCONCELOS; JERÔNIMO, 2012; VAN OS *et al.*, 2017; ABRANTES; SEIXAS FILHO, 2006). Particularmente, o ambiente protegido representa uma das principais fortalezas da hidroponia. Ao limitar o contato das plantas com pragas e doenças, diminui-se a necessidade de intervenções para controle de problemas fitossanitários, reduzindo o uso e o risco de contaminações por agrotóxicos (NETO, 2016). Além disso, nas estufas as plantas encontram condições de temperatura e umidade do ar mais próximas do ideal

para seu desenvolvimento, além de proteção contra intempéries climáticas (FERNANDES *et al.*, 2002). Isto possibilita não só a redução do tempo do ciclo de cultivo e oferta regular de produtos ao longo do ano, mas também a obtenção de um padrão de qualidade estável e superior aos oriundos do campo, principalmente no período do verão (BOARETTO, 2005; COUTINHO; SÁBIO, 2016; LUZ; MARANGON, 2018). Ainda, por não utilizar o solo como base de cultivo, é eliminada a necessidade de rotação de culturas e não há competição por água e nutrientes, que além de uniformidade entre as plantas, resulta em aumento da produção por área, que alcança cerca de 46 toneladas de alface por hectare contra 18 toneladas da produção a campo (SANTOS, 2012). De forma geral, a hidroponia facilita o controle de aspectos de qualidade, oferecendo produtos com melhor aparência, mais maciez, limpeza e integridade física (LOPES *et al.*, 2010).

Pelo lado da oferta de produtos ao mercado, verifica-se a facilidade de embalagem da produção junto ao processo de colheita. No caso das hortaliças folhosas, isto permite o fornecimento de produtos com maior durabilidade devido à manutenção das raízes junto à planta e menos danos físicos por conta da proteção durante o manuseio (PRESOTTO, 2015). Estas características do produto auxiliam na adoção de processos de conservação e logística mais eficazes, ajudando a superar um dos principais gargalos à expansão do mercado de hortaliças, que são as perdas de produto durante a comercialização (SALA; COSTA, 2012). Além disso, há agregação de valor pela individualização do produto, facilidade de anexação de marca e informações para rastreabilidade (SALA; COSTA, 2012).

A capacidade de acessar informações trata-se de outra força do segmento da hidroponia. Durante a pesquisa de campo, verificou-se que existe, em intensidades variadas, certa proatividade dos produtores no que tange à busca de informações sobre a produção hidropônica. Foi observado que os produtores buscam soluções para dúvidas e problemas técnicos junto a diferentes fontes de informação, como fornecedores de insumos, agrônomos, técnicos e outros produtores disponíveis na região, além de consultas à internet (especialmente pelos mais jovens) por meio de pesquisas em fontes especializadas e participação em fóruns de discussões entre produtores hidropônicos.

3.3.1.2 Fraquezas

A primeira fraqueza é o alto investimento inicial, referindo-se ao elevado custo de construção do ambiente protegido e aquisição e instalação do sistema hidropônico, que resulta na imobilização de capital e criação de um ativo específico e dedicado (BORGES; DAL'SOTTO, 2016). O valor a ser gasto na implantação da estrutura de produção hidropônica depende da disponibilidade de recursos e capital para investimento, verificando-se uma grande amplitude de valores possíveis, dependendo das decisões tomadas por cada produtor (ABRANTES; SEIXAS FILHO, 2006; ALBUQUERQUE; MESQUITA, 2016). Por exemplo, a opção de emprego de materiais disponíveis localmente, como madeira, canos plásticos e mão de obra própria para a montagem das estruturas reduz significativamente os custos totais iniciais para implantação do sistema, embora isso seja mais trabalhoso e resulta em uma estrutura menor e com vida útil mais curta. Por outro lado, a aquisição de uma estrutura metálica com instalação terceirizada implica em um alto montante investido, mas oferece praticidade e uma estufa maior e vida útil mais longa. Em função disso, embora demande menos mão de obra, a hidroponia possui um custo fixo de produção mais elevado em relação ao cultivo a campo por conta do elevado custo de oportunidade do valor investido inicialmente e à necessidade de aquisição da totalidade dos recursos para nutrição e cultivo das plantas. Em estudos para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, obteve-se que o custo total de produção de uma unidade de alface hidropônica varia entre R\$ 0,90 e R\$ 1,50, o que é de três a cinco vezes mais alto do que os R\$ 0,33 médios de custo para a produção convencional no solo a campo (LIZOTE *et al.*, 2016; SEIBERT *et al.*, 2014).

Há também a alta dependência de recursos externos para que o sistema se mantenha em funcionamento, como é o caso de componentes da solução nutritiva, água e energia elétrica. Situações de queda de energia ou falta de água por tempo prolongado ocasionam perdas significativas, senão da totalidade, da produção. Devido a isso, deve haver atenção redobrada à confiabilidade do suprimento de energia elétrica e água, além de ser recomendada a aquisição de geradores elétricos e a busca de fontes hídricas alternativas para emergências já no momento da implantação do sistema hidropônico (FAQUIN, FURLANI, 1999; SANTOS JÚNIOR; SILVA, 2016).

Para a hidroponia, a demanda de força de trabalho se dá em função de atividades como a produção de mudas, monitoramento do sistema e realização de tratamentos culturais e colheita, por exemplo. Neste sentido, foi observado na pesquisa a campo que a oferta limitada de mão de obra se tornou um problema para um produtor hidropônico que ampliou largamente sua escala de produção e passou a ter dificuldades para explorar plenamente a sua capacidade produtiva por conta de dificuldades na contratação da força de trabalho demandada pelo seu sistema, o que tem se mostrado um problema de forma geral na agricultura (ALBUQUERQUE; MESQUITA, 2016).

Também existe a necessidade de qualificação técnica para operação do sistema moderno, requerendo um mínimo de experiência e estudo (NETO, 2016; SANTOS JÚNIOR; SILVA, 2016). Para a obtenção de altos patamares de rendimento, os desafios técnicos não se limitam à correta operação do sistema hidropônico, mas também dizem respeito a aspectos como o domínio do manejo nutricional das plantas e da qualidade da água empregada (MELO; SANTOS, 2006). Além disso, é necessário conhecimento e atenção sobre problemas fitossanitários e fisiológicos, a exemplo da rápida disseminação de doenças por meio da solução nutritiva (BARBOSA et al., 2008; LOPES *et al.*, 2015; COUTINHO; PAGLIUCA, 2016).

3.3.2 Ambiente externo

3.3.2.1 Oportunidades

A hidroponia possui acesso a linhas de financiamento, como, por exemplo, no caso da agricultura familiar, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), na linha Mais Alimentos, que oferece crédito sob condições diferenciadas de mercado, oportunizando a aquisição de máquinas e equipamentos (LEITE *et al.*, 2016). Ainda, por ser considerada uma atividade de menor risco que a produção a campo quanto à suscetibilidade a eventos climáticos e ambientais, a hidroponia possibilita que sejam elaborados projetos de investimento mais consistentes no médio e longo prazo, facilitando o acesso a linhas de crédito junto a agentes de financiamento, como bancos e cooperativas de crédito. A partir de análises de viabilidade financeira, obtém-se que, dependendo das condições de acesso ao crédito e de mercado, o tempo estimado para recuperação do investimento varia entre dois anos e três meses a quatro anos (LEITE *et al.*, 2016; ROVER *et al.*, 2016).

Pelo lado do mercado das hortaliças, observa-se um cenário de mudanças conjunturais impulsionados pelos segmentos do varejo e do consumo de alimentos. Estas transformações são respostas a novos hábitos de consumo e crescentes exigências de qualidade, padronização, escala de comercialização, aparência, sabor, segurança e transmissão de informações entre os agentes (SOUSA FILHO; BONFIM, 2013). Em relação ao consumo de hortaliças e frutas não se pode furtar de mencionar que no Brasil está abaixo do recomendado pela Organização Mundial da Saúde, o que pode indicar um aumento futuro no consumo (BRASIL, 2014).

Os mercados modernos desafiam os produtores principalmente em relação a duas dimensões de performance, sendo elas: a qualidade dos produtos e a eficiência logística (SOUSA FILHO; BONFIM, 2013). A qualidade, para além das características intrínsecas do produto em si, como cor, sabor, limpeza, entre outros, refere-se também às informações que o acompanham, como rastreabilidade, reputação de marca, certificação, etc. Já a eficiência logística trata de otimização dos processos de embalagem, armazenagem e transporte, de forma que além de haver regularidade de fornecimento conforme os acordos estabelecidos, sejam transmitidas informações do produto e mantidas as integridades física e química dos alimentos e os custos reduzidos por meio de economias de escala (SOUSA FILHO; BONFIM, 2013).

A hidroponia proporciona um maior controle sobre aspectos de qualidade dos produtos e facilita a exploração de ganhos de logística em comparação com o cultivo a campo. Assim, a valorização da qualidade do produto hidropônico resulta no pagamento de valores no mínimo entre 35 e 50% maiores do que os de hortaliças oriundas de campo aberto (FERNANDES *et al.*, 2002; POTRICH *et al.*, 2012; SALA; COSTA, 2012). A menor suscetibilidade a eventos climáticos permite a oferta regular de produtos, fazendo com que a hidroponia seja favorecida tanto pela redução no risco da oferta quanto pela elevação dos preços das hortaliças em função da diminuição da oferta de hortaliças ao mercado (COUTINHO; SÁBIO, 2016; LUZ; MARANGON, 2018).

O nível de exigência quanto a cada atributo hortícola dependerá do público atendido pelo canal de comercialização, o que determina a estratégia competitiva e orienta as estruturas de governança para seleção de fornecedores de cada canal de comercialização (BRANDÃO; ARBAGE, 2016). Dessa forma, a hidroponia apresenta características de qualidade de produto e de eficiência logística que favorecem o estabelecimento de parcerias com diferentes canais de comercialização e acesso a mercados selecionados e mais exigentes (BLOK *et al.*, 2017). Por

exemplo, redes de supermercados valorizam fornecedores capazes de oferecer produtos com elevada qualidade e capazes de manter um fornecimento regular ao longo do ano, enquanto restaurantes são exigentes qualidade, limpeza e facilidade de manuseio na cozinha das hortaliças e confiabilidade no suprimento regular (BRANDÃO; ARBAGE, 2016; SOUSA FILHO; BONFIM, 2013).

Observa que desde 2016 há uma intensificação na disponibilização de pesquisas e prospecções de evolução tecnológica, mercado e consumo da cadeia produtiva da hidroponia por consultorias especializadas em investimentos estratégicos, com abrangências de escala global e nacional⁶. Isto indica crescimento de investidores visando aproveitar as potencialidades competitivas da hidroponia como alternativa para a superação de gargalos de produção e comercialização de hortaliças, especialmente as folhosas, como já indicado há pelo menos cinco anos por Sala e Costa (2012). Assim, espera-se um crescimento do setor de fornecimento de insumos e serviços direcionados à hidroponia, o que além de avançar no sentido de resolver problemas de demandas mal atendidas de produtores, e também pode resultar em redução dos custos de produção.

Com relação à distribuição e mercado, observa-se a aceitação dos produtos hidropônicos em diferentes tipos de canais de comercialização. Em estudo realizado no centro do Rio Grande do Sul, foi verificado que pelo menos 60% da produção de cada produtor hidropônico eram destinadas a redes de supermercados, pequenos varejos, restaurantes e/ou distribuidores atacadistas (ZEN; ARBAGE; BRANDÃO, 2017). Conforme os autores, nestes tipos de canal de comercialização predominavam formas de coordenação híbrida, com transações recorrentes e visando o médio e longo prazo. Estas relações são reguladas por acordos formais e informais, e são influenciadas por condições de oferta e demanda do mercado. Além disso, verificou-se que produtores têm comercializado produtos hidropônicos em circuitos curtos, como é o caso das feiras de produtores, onde a qualidade dos vegetais é bastante valorizada.

⁶ Como exemplos, podem ser citados: a) “Hydroponics market by equipment (hvac, led grow light, irrigation systems, material handling, control systems & other equipment), by type (aggregate hydroponic system and liquid hydroponic system), by crop type (tomato, lettuce, pepper, cucumber and others) - global opportunity analysis and industry forecast, 2017-2023”, publicado pela Allied Market Research em maio de 2018, com preço de \$3.111 a \$5.850; b) “Hydroponics - Global Market Outlook (2017-2023)”, publicado pela Stratistics Market Research Consulting Pvt Ltd em agosto de 2017, com preço de \$3.505 a \$6.334 dólares; e c) “Brazil Hydroponics Market : Prospects, Trends Analysis, Market Size and Forecasts up to 2023”, publicado pela Infinium Global Research em agosto de 2017, com preço de \$950 a \$1.800 dólares. Os preços foram registrados em 31 de março de 2018.

3.3.2.2 Ameaças

A primeira ameaça ao êxito da produção hidropônica refere-se à necessidade assistência técnica especializada para condução do sistema de produção. Dessa forma, produtores que não possuem mão de obra qualificada à disposição, seja ela própria ou contratada, muitas vezes dependem de auxílio externo para a solução de problemas e questões referentes ao manejo das plantas e operação do sistema (NETO, 2016; SANTOS JÚNIOR; SILVA, 2016). Conforme dados obtidos na pesquisa de campo, a maior parte dessa assistência é realizada pelas empresas de insumos ou profissionais com algum conhecimento sobre hidroponia ou olericultura, assim como por meio do contato com outros produtores hidropônicos.

Neste sentido, os produtores podem enfrentar dois cenários negativos (ALBUQUERQUE; MESQUITA, 2016). O primeiro deles é a ausência de assistência técnica pública, tanto por conta de debilidades na oferta ou falta de demanda deste tipo de serviço quanto sendo resultado de sucessivos cortes orçamentários, demissões e não contratação de profissionais, o que tem comprometido a disponibilidade e qualidade dos serviços prestados. O segundo caso é a não disponibilidade de qualquer tipo de serviço de apoio técnico qualificado para atuar na área da produção hidropônica, seja ele público ou privado. Isso pode ocorrer especialmente se a escala de produção do empreendedor for pequena. Ainda, é comum que o segmento de fornecimento de insumos e equipamentos para hidroponia apresente-se pouco presente em muitas regiões, limitando o acesso e número de opções para os produtores. Um exemplo disso é a Região Nordeste do Brasil (ALBUQUERQUE; MESQUITA, 2016).

Outro tipo de ameaça são as intempéries climáticas mais severas que acarretam na perda do capital imobilizado, ou seja, perdas de ativos específicos. A ocorrência de ventos fortes e granizo pode danificar ou até mesmo destruir as coberturas e estruturas dos ambientes protegidos, inviabilizando a sequência do cultivo sem que sejam feitos reparos ou a reconstrução das estufas e do sistema hidropônico.

No que tange ao contexto de mercado da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, verifica-se uma influência de quatro fatores principais, sendo eles: a) queda do poder aquisitivo do brasileiro desde o ano de 2015; b) elevação do valor do dólar sobre o real; c) oscilações na disponibilidade de crédito para investimentos e custeio da produção; e d) a ocorrência de condições climáticas desfavoráveis à produção a campo (CEPEA, 2016). Dadas as características

da hidroponia, entende-se as limitações climáticas à campo podem ser consideradas como oportunidades de mercado, não se tratando de uma ameaça à atividade. Com relação à alta do câmbio do dólar, por não serem direcionados à exportação o preço do produto final (e a renda do produtor) é mais afetado caso haja aumento nos preços dos recursos de infraestrutura e insumos para cultivo, resultando na elevação dos custos de produção (CEPEA, 2016). Já a disponibilidade de crédito é afetada pela taxa de juros, que ao ser orientada pela inflação, tem implicado em maiores juros para a tomada de crédito para investimentos em infraestrutura para produção (CEPEA, 2016). A queda do poder aquisitivo do brasileiro em decorrência da redução da atividade econômica (PIB) faz com que os consumidores optem por produtos mais baratos em detrimento daqueles com maior valor agregado. Isto acontece em função de a demanda efetiva ser primariamente afetada pela disponibilidade de renda do mercado consumidor, influenciando em seu poder de compra (WALLERSTEIN, 2006). Para o autor, o poder de compra do consumidor é um dos dois fatores que delimitam a lucratividade das vendas de um certo produto, sendo o segundo deles a existência de outros competidores pelo mesmo mercado. Neste sentido, os produtos hidropônicos sofrem implicações da existência de produtos substitutos ou similares àqueles por eles oferecidos, assim como enfrentam a competição com outros produtores hidropônicos que já atuam ou estão ingressando no mesmo mercado.

São chamados de produtos substitutos ou similares aqueles que oferecem ao consumidor uma satisfação igual ou similar à suprida pelo produto analisado (ARBAGE, 2006). No caso da hidroponia, são produtos substitutos aqueles oriundos da produção no solo, seja a campo ou em ambiente protegido. Neste quesito, o período do inverno destaca-se por ter condições ambientais favoráveis à produção a campo, aumentando a oferta de hortaliças com qualidade elevada que passam a concorrer com os hidropônicos (SILVA, 2017). O ambiente concorrencial é definido pela forma com que a interação entre estrutura e conduta estratégica (inovação, investimentos, marketing, etc.) de cada agente determina sua competitividade para cada um dos atributos de concorrência (PORTER, 1989; KUNPFER, 1992). Dentre as formas de competição entre produtos similares, destacam-se o preço, qualidade, habilidade de servir ao mercado, esforço de venda e diferenciação do produto (KUNPFER, 1992). Por fim, para além dos produtos substitutos, a existência presente e futura de outros produtores concorrendo pelo mesmo mercado leva à situação de superprodução, ou seja, excesso de produtos frente à demanda real e efetiva em um dado momento. No curto prazo, isto desencadeia uma crescente competição de preços que

reduz as margens de lucro obtidas na atividade. No médio e longo, isto tende a causar um decréscimo na produção, seja por um replanejamento produtivo de cada agente ou pela saída de alguns produtores do mercado (WALLERSTEIN, 2006).

A falta de dados censitários ou amostrais que demonstrem o histórico de produção e comercialização de hidropônicos no país (séries históricas) dificulta o embasamento de projeções de mercado aumentando o nível de incerteza para produtores e varejistas. Aliado a isso, a falta de informação do consumidor sobre a existência e as particularidades do produto hidropônico podem colocar em risco o potencial de mercado, conforme demonstrou pesquisa que afirma que a maioria dos consumidores viam a alface hidropônica somente como um produto de nome desconhecido e com preço superior (ANDRADE; PEDROSO DA SILVA, 2010). Em estudo mais recente, verifica-se que a hidroponia possui um público consumidor que em sua maioria é consciente das vantagens do produto hidropônico e tem elevada fidelidade (NETO, 2016). No estudo de campo, verificou-se junto aos produtores que o público consumidor é dividido entre quem conhece e gosta dos produtos, quem teve pouco ou nenhum contato e ainda está conhecendo os produtos hidropônicos, havendo ainda uma parcela de pessoas que rejeita hidropônicos, por exemplo, sob a alegação de os mesmos serem produtos com menos sabor.

Outra ameaça é a falta de infraestrutura logística para distribuição de perecíveis, pois isto implica em custos para o produtor (e consumidor) e redução da qualidade do produto final. Genericamente os alimentos perecíveis são aqueles mais suscetíveis a qualquer tipo de deterioração, seja biológica, física ou química, e que podem ter prejudicadas as suas qualidades para comercialização e consumo se não forem devidamente acondicionados na origem, conservados, transportados, dispostos adequadamente nos pontos de venda e nos locais de utilização (REZENDE, 2011). Na pesquisa empírica, constatou-se que geralmente é o produtor quem se encarrega da distribuição utilizando veículos utilitários leves e/ou caminhões refrigerados. Todavia, no atual contexto de competitividade dos mercados, nos quais os agentes da cadeia de abastecimento pressionam por preços e impõem pedidos (lotes) e prazos cada vez menores (*just-in-time*) e os exigentes consumidores estão cada vez menos fiéis às marcas clamam por preço, qualidade e disponibilidade, não é possível elaborar uma análise simplista sob risco de obtenção de resultados totalmente distorcidos (REZENDE, 2011).

3.3.3 Análise da matriz SWOT

O planejamento das atividades (em nível macro ou microeconômico) através da matriz SWOT advém sempre dos resultados de uma análise combinada, na qual as condições internas devem ser sobrepostas e confrontadas com as situações do ambiente de negócios da empresa (YANAZE, 2007). Através da matriz SWOT construída nesta pesquisa, tem-se uma análise prospectiva da produção e comercialização de hidropônicos no país, na qual há predominância de fortalezas no ambiente interno e de ameaças no que concerne o ambiente externo. No Quadro 2 é apresentada a atribuição de valores numéricos às variáveis qualitativas observadas a partir da análise na pesquisa a campo, enquanto no Quadro 3 faz-se o Cálculo do posicionamento estratégico a partir da matriz pontuada.

No Quadro 3, o Quadrante 1 apresentou o valor de 53 e o Quadrante 3 o valor de 33, o que resulta num total de 20 pontos positivos para capacidade ofensiva, ilustrando o potencial da hidroponia em capturar as oportunidades no país. Pelo lado das forças, destacam-se a eficiência e eficácia produtiva da hidroponia, possibilidade de produção frente a limitações ambientais, qualidade superior dos produtos e a postura proativa dos produtores como principais elementos que contribuem na captura de oportunidades. Já as fraquezas que mais dificultam o aproveitamento das oportunidades são o elevado investimento inicial, elevada complexidade técnica, demanda de mão de obra permanente e elevado custo de produção. Das oportunidades listadas, verifica-se que a satisfação de consumidores mais exigentes em qualidade, tendência de maior rastreabilidade dos alimentos e ganhos com as mudanças dos hábitos alimentares são aquelas com maior chance de captura. Já a obtenção de crédito, o estabelecimento de coordenação com a cadeia e a inserção em diferentes canais de comercialização dependem do balanço entre as forças e as fraquezas no ambiente interno, devendo haver atenção redobrada quanto às fraquezas, pois as mesmas demonstram elevado potencial de colocar em risco o aproveitamento destas oportunidades.

A capacidade defensiva da atividade visando rechaçar as ameaças é negativa frente ao conjunto das fraquezas, obtendo-se 16 pontos negativos, ou seja, o potencial das forças ($Q2 = 38$) é menor que o potencial das fraquezas ($Q4 = 54$) quando se analisa a área defensiva em função das ameaças identificadas. Isso demonstra que a atividade apresenta um alto risco devido ao elevado número de fraquezas, o que instiga atenção no planejamento estratégico, visando mitigar

as deficiências (FERNANDES, 2012). A eficiência e eficácia produtiva da hidroponia, a qualidade superior dos produtos e a postura proativa dos produtores são as forças que mais contribuem no enfrentamento das ameaças. Pelo lado das fraquezas, as que mais intensificam as ameaças são o elevado investimento inicial, grande imobilização de capital, demanda de mão de obra permanente e o elevado custo de produção. Nesta análise, destacam-se como as ameaças mais fortes as dificuldades de acompanhamento técnico, problemas estruturais e climáticos e efeitos do aumento na concorrência de mercado e existência de produtos substitutos.

Quadro 1 – Matriz preenchida de acordo com a situação geral dos produtores entrevistados

AMBIENTE INTERNO	AMBIENTE EXTERNO	OPORTUNIDADES						AMEAÇAS						TOTALS
	OPORTUNIDADES E AMEAÇAS	Existência de crédito e incentivos governamentais	Mudanças nos hábitos alimentares	Consumidores ávidos por qualidade	Tendência de rastreabilidade dos alimentos	Maior coordenação da cadeia	Aceitação em vários tipos de mercado.	Falta de assistência técnica qualificada	Problemas estruturais e climáticos	Baixa no poder aquisitivo do brasileiro	Aumento da competição pelo mercado	Existência de produtos substitutos ou similares;	Falta de informação do consumidor	
FORÇAS E FRAQUEZAS														
FORÇAS	Otimização mão de obra	1	0	1	1	2	2	2	1	0	1	1	1	13
	Possibilidade de produção em áreas com limitações ambientais	2	2	2	0	2	2	1	1	1	1	1	1	16
	Maior eficiência e eficácia produtiva	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	0	19
	Produtos com qualidade superior	1	2	2	2	2	2	1	0	2	1	2	2	19
	Proatividade na busca de informações	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	19
	Adequação as exigências de crédito	2	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	5
FRAQUEZAS	Alto investimento inicial	2	0	0	0	2	1	2	2	2	2	1	2	16
	Grande capital imobilizado em ativos específicos	2	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	0	14
	Dependência de energia elétrica, água e insumos externos	1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	2	0	10
	Alta complexidade técnica	1	1	2	0	2	1	2	1	0	2	1	0	13
	Necessidade de mão de obra permanente	1	0	1	0	2	1	2	1	1	2	1	1	13
	Custo de produção mais elevado	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	21
TOTALS		1	5	4	6	1	3	-4	-3	-3	-4	-2	0	

O valor do posicionamento estratégico trata-se de um indicador da posição da organização no cenário analisado. Como o resultado obtido é de quatro pontos positivos (+4), verifica-se uma condição que tende a uma posição ofensiva ou de avanço (CHIAVENATO; SAPIRO, 2003; FERNANDES, 2012). Entretanto, o valor não muito distante de zero não esconde o potencial que as fragilidades do ambiente interno e as ameaças no ambiente externo têm de dificultar o aproveitamento das forças e oportunidades. Assim, sugere-se cautela e atenção no avanço dos ‘novos entrantes’ nesta atividade no atual cenário político-econômico-institucional brasileiro.

Quadro 3 – Cálculo do posicionamento estratégico a partir da matriz pontuada

$\Sigma Q1 = 53$	$\Sigma Q2 = 38$
$\Sigma Q3 = 33$	$\Sigma Q4 = 54$
Capacidade Ofensiva (Q1 – Q3)	20
Capacidade Defensiva (Q2 - Q4)	-16
Posicionamento estratégico	4

Busca-se reforçar que cada empreendedor pode utilizar a matriz SWOT elaborada nesta pesquisa para nortear sua decisão estratégica e seu respectivo planejamento, valorizando as informações extraídas por meio da análise do grupo de fatores (quadrantes) e de cada fator isoladamente. Na matriz elaborada há um total de 144 combinações, com pontuação para cada uma delas, conforme as perguntas identificadas para cada grupo de fatores. A aplicação desta ferramenta é capaz de revelar elementos importantes para a avaliação do direcionamento estratégico da organização (FERNANDES, 2012).

A análise de cada um dos fatores leva a identificação de terrenos férteis, comparando com as oportunidades apresentadas, como também leva à identificação de campo minado, caso não sejam tomadas providências para alterar os fatores que se apresentam fragilizados (FERNANDES, 2012). Essa análise é, talvez, o maior benefício que a matriz SWOT pode oferecer aos estrategistas, a possibilidade de demonstrar o que pode ajudar e o que pode prejudicar o desempenho futuro (FERNANDES, 2012). Isso porque as especificidades devem ser consideradas na elaboração da estratégia visto que “estratégia é a criação de uma posição única, distintiva e valiosa que conjuga um conjunto de atividades da organização” (PORTER, 1996, p.75).

3.4 CONCLUSÕES

Obteve-se que a hidroponia possui um ambiente interno com elevado potencial competitivo, com as principais forças referindo-se à sua eficácia e eficiência produtiva, assim como a qualidade superior do produto ofertado, que possibilitam sua adequação a sistemas produção, logística e distribuição mais eficientes. Ainda, destaca-se a importância da postura proativa dos produtores, que se mostrou um aspecto chave do ambiente interno para a captura de oportunidades e superação de ameaças. Pelo lado das fraquezas, destacam-se o alto investimento inicial, alta complexidade técnica, necessidade de trabalho em regime permanente e o elevado custo de produção. Estes fatores compõem áreas de risco, cuja gestão requer atenção constante. Além disso, o produtor deve estar atento ao suprimento de recursos externos, como água, energia e insumos, pois dependendo da estrutura de apoio presente em seu contexto produtivo, isto pode transformar-se em outra importante fraqueza.

No ambiente externo destaca-se a potencialidade de a hidroponia ampliar sua participação de mercado, pois é crescente a demanda por alimentos com qualidade e padrão estável, rastreabilidade e regularidade de oferta ao longo do ano, entre outros. Entretanto, as ameaças no ambiente externo ainda predominam, principalmente no que diz respeito ao acesso a mão de obra permanente e assistência técnica qualificadas para a hidroponia e à concorrência com produtos similares e outros produtores hidropônicos por um mercado ainda em recuperação econômica. Ainda, debilidades logísticas e a falta de informações confiáveis e representativas sobre o tamanho do mercado e do consumo de hortaliças hidropônicas dificultam a definição de estratégias competitivas visando o médio e longo prazo.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. P. R.; SILVA, A. R. P. Marketing do comportamento do consumidor e da comercialização da alface hidropônica. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, 2010, Maceió. **Anais...** Maceió: IFAL, 2010. Disponível em: <<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/438/281>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ABRANTES, J.; SEIXAS FILHO, J. T. A viabilidade da agricultura urbana através da hidroponia e do associativismo/cooperativismo. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT, 3, 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: AEDB, 2006. Disponível em:

<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/430_Segetambiental.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ALBUQUERQUE, E. R. G. M; MESQUITA, J. C. P. Panorama do cultivo hidropônico na Região Nordeste do Brasil. In: NETO, E. B. **Cadernos do Semiárido: Hidroponia**. n. 6, p. 67-77, 2016. Disponível em: <<http://www.creape.org.br/portal/wp-content/uploads/2016/12/Caderno6hidroponia.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

AMATO NETO, J. **Redes de cooperação produtiva e clusters regionais: oportunidades para as pequenas e médias empresas**. São Paulo: Atlas, 2000.

ARBAGE, A. P. Fundamentos de Economia Rural. Chapecó: Argos. 2006. 272 p.

BARBOSA, R. Z. *et al.* Crescimento inicial de cultivares de alface em sistema hidropônico tipo NFT. **Revista Científica Eletrônica De Agronomia**. Garça – SP, a. 7, v. 13, 2008. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/hbA5E1565x7167C_2013-5-3-15-22-26.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

BENNETT, B. *et al.* **S.W.O.T. Analysis: Identifying Your Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats**. Department of Ag Economics, Texas Cooperative Extension, Texas A&M University. 2005. Disponível em: <<http://agrifecdn.tamu.edu/econ/files/2013/03/SWOT-Analysis.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

BLOK, C. *et al.* **Hydroponic Green Farming Initiative. Increasing water use efficiency by use of hydroponic cultivation methods in Jordan: Final report**. Wageningen University & Research. 2017. Disponível em: <<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/426168>>. Acesso em: 30 mar. 2018. doi: 10.18174/426168.

BOARETTO, L. C. **Viabilidade econômica da produção de alface em quatro sistemas tecnológicos: campo aberto, túnel baixo, estufa e hidropônico**. 2005. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BORGES, R.; DAL’SOTTO, T. C. Análise econômico-financeira de um sistema de cultivo hidropônico. **Custos e @gronegócio** [on line] v.12, n.3, jul./set. 2016. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v12/OK%2012%20hidroponia.pdf>>. Acesso em: 30 de mar. 2018.

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, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/18489/>>. Acesso em: 30 mar. 2018. doi: 10.5902/23181796.

BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2 ed. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica, 2014. 156 p.

CEPEA, 2016. HF/CEPEA: O que se esperar para 2016? **Perspectivas CEPEA**. Piracicaba-SP. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2016. Disponível em:

<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/release-6748.aspx>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COUTINHO, M.; SÁBIO, R. P. **Demanda em alta**. Piracicaba/SP: HFBrasil. 2016. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/demanda-em-alta.aspx>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

COUTINHO, M.; PAGLIUCA, L. **Hidropônicas enfrentam problemas com Míldio**. Piracicaba/SP: HFBrasil. 2016. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/hidroponicas-enfrentam-problemas-com-mildio.aspx>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

DA LUZ *et al.* Ação dos intervalos entre irrigações no sistema radicular da alface em hidroponia. **Interciencia**, Caracas, v. 42, n. 6, p. 370-374, jun. 2017. Disponível em: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/08/370-05-LOPES-LUZ-42_6.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, set./dez. 1999.

FERNANDES, D. R. Uma visão sobre a análise da Matriz SWOT como ferramenta para elaboração da estratégia. **Revista de Ciências Jurídicas**, v. 13, n. 2, 2012.

FERNANDES, A. A. *et al.* Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface em hidroponia em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200. 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000200016>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

KUNPFER, D. **Padrões de concorrência e competitividade**. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ Textos para discussão. 1992. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288507827_PADROES_DE_CONCORRENCIA_E_COMPETITIVIDADE>. Acesso em: 30 mar. 2018.

LEITE, D. *et al.* Viabilidade econômica da implantação do sistema hidropônico para alface com recursos do PRONAF em Matão-SP. **iPecege**, Matão/SP, v. 2, n. 1, p. 57-65. 2016. Disponível em: <<https://revista.ipecege.com/Revista/article/view/35>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

LIZOTE, S. A. *et al.* Custos e formação de preço de venda: um estudo da rentabilidade da alface produzida pelo método convencional e hidropônico. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT, 13, 2016, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: AEDB, 2016. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/29224175.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

LOPES, C. A.; DUVAL, A. M. Q.; REIS, A. **Doenças da alface**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2010. 68 p.

LOPES, C. A.; SILVA, J. B. C.; GUEDES, I. M. R. **Doenças em Cultivos Hidropônicos e Medidas de Controle**. Brasília/DF: Embrapa Hortaliças, Comunicado Técnico, n. 107, 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1021740/1/COT107.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

LUZ, L. R.; MARANGON, M. **ALFACE/CEPEA: Comercialização de hidropônicas cresce no atacado**. Piracicaba/SP: HFBrasil. 2018. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/alface-cepea-comercializacao-de-hidroponicas-cresce-no-atacado.aspx>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

MACROPLAN. **Apostila do curso Planejamento Estratégico**, módulo Análises e Interpretações - SWOT. jul. 2010.

MELO, E. F. R. Q.; SANTOS, O. S. Comportamento de nastúrcio (*Tropaeolum majus* L.) em hidroponia, Santa Maria, RS. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista/BA, v. 24, n. 1, p. 2542-2549, 2006. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0656.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

NETO, E. B. O cultivo hidropônico. In: NETO, E. B. **Cadernos do Semiárido: Hidroponia**. n. 6, p. 15-30, 2016. Disponível em: <<http://www.creape.org.br/portal/wp-content/uploads/2016/12/Caderno6hidroponia.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Elsevier. 1989.

PORTER, M. E. "What Is Strategy?" **Harvard Business Review**, v. 74, n. 6, p. 61-78, nov./dez. 1996.

PORTER, M. E. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus. 2000.

POTRICH, A. C. G.; PINHEIRO, R. R.; SCHMIDT, D. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n. 15, p. 36. 2012.

PRESOTTO, D. **Estudo sobre os principais aspectos da produção de alface hidropônica**. 2015. 67 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

RAVIZON, C. A. **Aspectos Técnicos e Econômicos da Produção Hidropônica**: Estudo de caso do Município de Santa Rosa/RS. 2013. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Faculdade de Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2013.

REZENDE, A. C. da S. **Movimentação**. São Paulo/SP: Revista Logística e Supply Chain. 2011. Disponível em <<https://www.imam.com.br/logistica/noticias/movimentacao/107-logistica-de-distribuicao-de-alimentos-perciveis>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

ROVER, S.; OLIVEIRA, J. L. B.; NAGAOKA, M. P. T. Viabilidade econômica da implantação de sistema de cultivo de alface hidropônica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 3, p. 169-179, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/download/223811711532016169/pdf_38>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 187-194. 2012.

SANTOS, O. S, dos. (Org.). **Cultivo hidropônico**. Santa Maria: UFSM: Colégio Politécnico, 2012. 264p.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, E. F. F. FORMAS ALTERNATIVAS DE CULTIVO PARA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: CULTIVOS HIDROPÔNICOS. In: In: NETO, E. B. **Cadernos do Semiárido: Hidroponia**. n. 6, p. 43-52, 2016. Disponível em: <<http://www.creape.org.br/porta1/wpcontent/uploads/2016/12/Caderno6hidroponia.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

SEIBERT, R. M. *et al.* Estudo de viabilidade econômico–financeira para implantação de uma estufa hidropônica em uma propriedade rural no interior de Santo Ângelo/RS. **Revista Técnica do Conselho Regional de Contabilidade do RS**. Porto Alegre/RS, n. 153, p. 6-31, 2014. Disponível em: <<http://banca.maven.com.br/pub/crcrs/index3/?numero=153&edicao=235>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

SILVA, L. **ALFACE/CEPEA: Com qualidade semelhante à hidropônica, alface convencional se destaca**. Piracicaba/SP: HFBrasil. 2017. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/alface-cepea-com-qualidade-semelhante-a-hidroponica-alface-convencional-se-destaca.aspx>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

SILVA, L. C. **Cadeia Produtiva de Produtos Agrícolas**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo - Departamento de Engenharia Rural, 10 p. 2005. Disponível em: <<http://www.agais.com/manuscript/ms0105.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SOUSA FILHO, H. M. de; BONFIM, R. M. Oportunidades e desafios para a inserção de pequenos produtores em mercados modernos. In: CAMPOS, S. K.; NAVARRO, Z. (Org.) **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível?** Brasília/DF: CGEE, 2013. p. 71-100.

TACHIZAWA, T.; FREITAS, A. A. V. **Estratégias de negócios: lógica e estrutura do universo empresarial**. Rio de Janeiro: Pontal, 2004.

TRIPP, P. **Greenhouse Hydroponic Production: The Evaluation of Tools, Methods and Guidance, A SWOT Analysis**. Blacksburg/VA. 2012. Disponível em: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51524/Tripp_Hydroponic_Guidance_PR_Abstract_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 mar. 2018.

VAN OS, E. A. *et al.* Prospects of hydroponics and protected cultivation in semi-arid regions piloted in Algeria. **Acta Horticulturae**. 1176, p. 65-72, out. 2017. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/1176/1176_9.htm>. Acesso em: 30 mar. 2018. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1176.9

VASCONCELOS, R. R. R.; JERÔNIMO, C. E. M. Hidroponia como alternativa de uso e ocupação do solo em áreas degradadas por parques eólicos: avaliação de impactos ao meio ambiente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria/RS, v. 8, n. 8, p. 1794-1804, set./dez. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/7164/pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

WALLERSTEIN, I. **World-systems analysis: an introduction**. Duke University Press: Durham and London, 4th printing, 2006.

YANAZE, M. H. **Gestão de Marketing e Comunicação: avanços e aplicações**. 1. Ed, São Paulo: Saraiva, 2007.

ZEN, H. D.; ARBAGE, A. P.; BRANDÃO, J. B. Análise da produção e comercialização de hortaliças hidropônicas na Região Central do Rio Grande do Sul. In: 6^o Fórum Internacional Ecoinnovar, 2017, Santa Maria/RS. **Anais...** v.6, ISSN 2316-1361, Santa Maria/RS, 2017. Disponível em: <<http://ecoinovar.com.br/cd2017/arquivos/artigos/ECO1682.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

4 O SISTEMA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA HIDROPONIA NO BRASIL

A abordagem da hidroponia enquanto campo de pesquisa é concentrada na discussão de aspectos técnicos referentes ao cultivo de plantas e sistemas de produção. Diante disso, é realizado um estudo exploratório e descritivo cujo objetivo principal é a compreensão do desenvolvimento do sistema de inovação tecnológica (SIT) da hidroponia no Brasil. Busca-se caracterizar a estrutura do SIT da hidroponia no Brasil, avaliar seus aspectos funcionais e identificar sua fase atual de desenvolvimento. A metodologia adotada é a pesquisa bibliográfica, e base de dados utilizada compreende os anais das quatro edições do Simpósio Brasileiro de Hidroponia e a primeira e única edição do Anuário Brasil Hidroponia. A análise dos dados compreendeu a leitura integral dos materiais selecionados, utilizando-se o *software* NVivo®12 Plus para registro e organização das informações obtidas, e posteriormente na avaliação dos resultados. A composição estrutural do sistema conta com elevada quantidade e diversidade de atores, redes formadas principalmente com orientação a aspectos técnicos, além de um ambiente institucional sem regulamentações ou legislações específicas para o SIT da hidroponia. Foi possível obter a fase atual de desenvolvimento do SIT, bem como identificar preliminarmente os mecanismos de indução e bloqueio de seu crescimento. Predominantemente em fase de crescimento, o SIT da hidroponia no Brasil tem nas funções “atividade empreendedora” e “geração e difusão de conhecimento” as principais indutoras de seu desenvolvimento, enquanto debilidades ligadas à função de legitimação são a principal fonte de bloqueio.

Palavras-chave: Hortaliças. Funções. Atores; Redes; Instituições.

4.1 INTRODUÇÃO

A hidroponia é uma técnica empregada no cultivo vegetal que utiliza solução nutritiva para fornecer às plantas os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento, dispensando o uso de solo para a produção (RESH, 2012). O cultivo hidropônico trata-se de uma inovação tecnológica na agricultura, visto que traz um processo novo de produção vegetal ao uso no ambiente social e econômico (RAJALAHTI, 2012; RESH, 2012). 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, o Sistema de Inovação Tecnológica (SIT) (BERGEK *et al.*, 2008).

Observa-se que, embora a produção científica sobre a produção hidropônica seja vasta, a mesma é bastante concentrada na discussão de aspectos técnicos, como nutrição, manejo das plantas, gestão de fatores de produção e configuração do sistema produtivo. Isto pode ser justificado pelo fato de que a hidroponia é uma tecnologia com desenvolvimento recente, de forma que sua viabilidade técnica ainda depende de experimentações e criação de variedades de modelos visando a redução de incertezas em termos de tecnologia e mercados (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Entretanto, a formulação de estratégias de desenvolvimento tecnológico depende de informações que sejam úteis a pesquisadores e formuladores de políticas na indicação de caminhos para a expansão, difusão e ganho de mercado pela tecnologia (BERGEK *et al.*, 2008).

Dessa forma, a presente pesquisa surge em um contexto 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 grande potencial de contribuição para o embasamento de projetos relacionados ao estímulo e expansão desta técnica de produção (VERMEULEN *et al.*, 2014).

Neste sentido, é realizado um estudo exploratório cujo objetivo principal é avaliar o contexto da hidroponia no Brasil a partir da noção de SIT. Para isso, os objetivos específicos são: 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.

4.2 SISTEMAS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Uma inovação trata-se de trazer novos produtos, processos e formas de organização, ou aperfeiçoamentos dos já existentes, ao uso social e econômico (RAJALAHTI, 2012). O processo inovativo ocorre por meio de uma co-evolução envolvendo mudanças tecnológicas, sociais, econômicas e institucionais (KLERKX *et al.*, 2012). Neste sentido, o autor aponta a importância do emprego de uma perspectiva sistêmica na abordagem de inovações tecnológicas, pois isso

permite abarcar aspectos ligados diretamente à tecnologia em foco, assim como fatores do ambiente que têm alguma influência no processo de inovação e que são impactados pela tecnologia em questão. Neste sentido, a noção de Sistema de Inovação Tecnológica (SIT) mostra-se pertinente. Segundo Bergek *et al.* (2008), “os componentes de um sistema de inovação são os atores, redes e instituições [...] contribuindo para a função geral de desenvolver, difundir e utilizar novos produtos (bens e serviços) e processos [...]”. O estudo de sistemas compreende a seleção do conjunto de elementos relacionados aos objetivos do estudo, estabelecimento das relações entre os elementos, definição da fronteira do sistema, e a seleção das variáveis de interesse (NEELAMKAVIL, 1987).

Ao longo das últimas décadas, verifica-se a noção de que o SIT envolve essencialmente a interação entre atores e estruturas do sistema, e de que a inovação vai além do desenvolvimento tecnológico, requerendo também mudanças no sistema em si para que possibilite novas coordenações entre subsistemas (KLERKX *et al.*, 2012). Frente a isso, diferentes visões têm orientado a abordagem do SIT, sendo elas:

- a) Visão Infraestrutural: voltada para uma análise do ambiente de suporte à inovação, ela aborda a estrutura formada por atores, organizações e demais componentes que influenciam na performance e resultados das inovações. Busca primordialmente avaliar em que medida a condição estrutural do sistema contribui ou restringe o processo inovativo, tendo um caráter mais “estático” (KLERKX *et al.*, 2012);
- b) Visão de Processo: Foca no processo co-evolucionário e interativo entre as inovações em formação e/ou crescimento frente às tecnologias, práticas, mercados e instituições dominantes/vigentes no sistema. Neste sentido, assume-se que transformações tecnológicas envolvem processos de mudança no conhecimento dos atores, preferências dos usuários, regras informais, regulações, infraestrutura, etc. (KLERKX *et al.*, 2012);
- c) Visão Funcional: Mapeia sistematicamente as atividades e funções do SIT, buscando avaliar de que forma elas reforçam/aceleram ou restringem/debilitam o desenvolvimento/ascensão de uma inovação tecnológica (KLERKX *et al.*, 2012).

Verifica-se que estas visões são complementares entre si, de forma que entender a composição estrutural e os processos de funcionamento do sistema é necessário para se poder avaliar a dinâmica funcional estabelecida dentro do sistema (BERGEK *et al.*, 2008; KLERKX *et al.*, 2012). O avanço das análises do SIT como um objeto de estudo “estático” para um mais “dinâmico” possibilita efetivas contribuições de estudos para formulação de estratégias competitivas e de políticas de desenvolvimento (BERGEK *et al.*, 2008; KÖNIG *et al.* 2018). Os esquemas de análise do processo de inovação tecnológica predominantemente articulam-se em uma série de sub análises que devem ser realizadas pelos pesquisadores (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007; KLERKX *et al.*, 2012; KÖNIG *et al.* 2018). Neste sentido, as três diferentes visões apresentadas são contempladas na perspectiva teórica orientadora do presente trabalho.

Bergek *et al.* (2008) apontam que a definição do SIT em foco é o primeiro passo. Neste momento, é definido o campo de conhecimento ou produto que será o objeto prático do estudo. Isto depende do problema levantado e dos objetivos que orientam a pesquisa. A abrangência e profundidade da abordagem também são determinadas nesta fase. Os níveis de agregação podem variar entre análises bastante abrangentes, que resultam em panoramas mais amplos do cenário estudado, e aquelas mais específicas, que possibilitam alcançar maior detalhamento e profundidade. Também é necessário definir quais as aplicações da tecnologia em foco serão abarcadas pelo estudo. Por fim, tem-se a delimitação do domínio espacial tomado como referência. Neste caso, 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 certo contexto nacional ou regional. No entanto, não se pode deixar de lado o embasamento global do SIT estudado, uma vez que isto é essencial para o acesso e compreensão dos elementos que compõe o contexto mais limitado do estudo (BERGEK *et al.*, 2008). O estabelecimento dos limites do sistema nem sempre é claro e definitivo. Por exemplo, condições legais, econômicas e políticas geralmente são construídas em nível nacional, sendo que recortes geográficos podem ser utilizados na sua análise (KÖNIG *et al.* 2018). Já outros aspectos podem ser melhor compreendidos quando segmentados por linhas tecnológicas no sistema, o que muitas vezes compreende um panorama mais internacionalizado (BERGEK *et al.*, 2008; KLERKX *et al.*, 2012).

A segunda etapa envolve a caracterização e análise dos componentes estruturais do SIT (BERGEK *et al.*, 2008). Assim, são a identificados os atores que o compõem, as redes e relações estabelecidas, e por fim, as instituições influentes, como leis, cultura, normas, etc. do ambiente. O processo inovativo é só em parte resultado da dinâmica interna do SIT, sendo também influenciado por aspectos exógenos oriundos do ambiente em que se desenvolve (BERGEK *et al.*, 2008). Dessa forma, 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).

A próxima fase envolve a descrição do funcionamento do SIT. 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). Segundo Bergek *et al.* (2008) e Hekkert *et al.* (2007), são sete as principais funções que acontecem no SIT:

- a) Desenvolvimento e difusão de conhecimento (Função #1): 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 (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). 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, sendo por exemplo, científico, tecnológico, produtivo, mercadológico, etc. (BERGEK *et al.*, 2008; SANTINI *et al.*, 2006). Os principais indicadores de esforços para 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 (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). 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 (Bergek *et al.*, 2008; Hekkert *et al.*, 2007);
- b) Influência na direção da pesquisa (Função #2): os direcionamentos dos rumos 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. (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Segundo os autores, 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 taxaço, articulações e mudanças de preferências pelo lado da demanda, debilidades ou crise nos modelos vigentes, etc. (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007);

- c) Atividade empreendedora (Função #3): Ao longo de suas fases de desenvolvimento, os SITs apresentam incertezas em termos de tecnologia, aplicações e mercados. A provaço de alternativas junto ao sistema alimenta e faz fluir o processo evolutivo da inovaço por meio de aprendizados sobre possibilidades de ganhos econômicos, funcionamento da tecnologia sob diferentes aplicaçoes, reaçoes de fornecedores, competidores e consumidores frente aos resultados obtidos, etc. (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Os autores apontam que SITs débeis em atividades empreendedoras tendem a se estagnar, pois esta função trata da provaço das alternativas criadas junto ao mercado. A atividade empreendedora pode ser visualizada pelo número de novos entrantes ou movimentos de diversificaço de atividades pelos atores já atuantes no SIT, diversidade de aplicaçoes experimentais da tecnologia, bem como amplitude de tecnologias complementares empregadas (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007);
- d) Formaço de mercado (Função #4): tecnologias em formaço ou expansço nem sempre possuem mercados desenvolvidos, necessitando identificar e articular potenciais consumidores pelo lado da demanda, assim como estabelecer e institucionalizar sua presença no mercado (BERGEK *et al.*, 2008). Os autores apontam três fases na formaço de mercado, sendo elas a incubaçço (*nursing markets* – espaço inicial de aprendizado e desenvolvimento), expansço (*bridging markets* – crescimento em termos de volume e número de atores envolvidos), e mercados de massa (*mass markets*). Esta função pode ser avaliada por meio das condiçoes atuais do mercado e o que guia sua formaço, as demandas de consumidores e usuários, além de condiçoes econômicas e institucionais que potencializam a difusço da inovaço (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007);

- e) Legitimação (Função #5): 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 (BERGEK *et al.*, 2008). Os autores apontam que o processo de legitimação pode se dar via conformação às leis e normas vigentes, pela sua manipulação, ou ainda, pela criação de novas instituições quando necessário. A avaliação desta função passa pela compreensão da força da legitimidade do SIT perante o ambiente regulatório, as bases de valor construídas junto à sociedade, detecção de influências da legitimidade nas demandas, legislação e condutas relacionadas aos atores, além de o que/quem influencia na legitimidade do SIT (BERGEK *et al.*, 2008). Ainda, o estudo desta função envolve considerações quanto à ascensão e crescimento de grupos de interesse, suas ações de lobby e de articulação (HEKKERT *et al.*, 2007);
- f) Mobilização de recursos (Função #6): 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) (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Pode ser mensurada via análises de mudanças de quantidade e qualidade de recursos humanos, volumes de capital e investimentos no SIT, bem como a disponibilidade de produtos, serviços e infraestrutura complementares (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007).
- g) Desenvolvimento de externalidades positivas (Função #7): a natureza sistêmica do processo de geração e difusão de uma inovação tecnológica propicia que as funções apresentem interinfluências entre si, da mesma forma que o SIT desenvolva efeitos que se propagam para o ambiente externo (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Esta função serve como um indicativo de sua dinâmica geral e permite a identificação de ciclos virtuosos ou círculos viciosos entre as funções (HEKKERT *et al.*, 2007). O desenvolvimento de economias no contexto externo também é decisivo para a formação e crescimento do SIT (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Por exemplo, a entrada de novos atores no SIT potencializa a redução incertezas tecnológicas e de mercado, oportuniza a geração e difusão de conhecimento e ainda legitima o processo inovativo. Bergek *et al.* (2008) aponta que outra modalidade de

externalidade positiva é aquela oriunda da concentração do SIT em uma certa região. Isto gera economias que são externas às firmas, mas que são internas à região, como a emergência de *pooled labor markets*, fornecedores de produtos e prestadores de serviço especializados, assim como a facilitação da formação de redes e do fluxo de informações e acumulação de conhecimento.

Na proposta de Bergek *et al.* (2008), após a descrição de “como” o SIT funciona, é avaliado o “quão bem” o mesmo está funcionando. Para isso, uma das bases de avaliação indicadas é a fase de desenvolvimento em que o SIT se encontra, obtendo-se os critérios para avaliação da performance das funções, bem como os requerimentos para o avanço no desenvolvimento do sistema (BERGEK *et al.*, 2008). Segundo o autor, a fase de formação de um SIT é caracterizada por experimentações e criação de variedade de modelos, em um ambiente de incertezas em termos de tecnologia e mercados. Com o desenvolvimento de conhecimento, inserção no mercado, mobilização de recursos, etc., avança-se para a fase de crescimento. Após alcançar viabilidade técnica e econômica, o foco volta-se para a expansão e difusão da tecnologia e aumento da participação de mercado. Ao longo desta fase há, para além de empreendimentos experimentais, a interação da inovação com as instituições do SIT (BERGEK *et al.*, 2008).

Recentemente, Markard (2018) apresentou uma proposta de abordagem das fases do ciclo de vida de SITs, dividindo-as em formação, crescimento, maturidade e declínio (MARKARD, 2018). 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. Os fatores característicos para as fases de formação, crescimento e maturidade para cada parâmetro são apresentados no Quadro 1.

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). Os autores dos dois trabalhos concordam que, de maneira geral, verifica-se uma tendência de que o ambiente venha a favorecer os SITs estabelecidos ou vigentes.

Quadro 1 – Fases do ciclo de vida de um SIT.

	Fase de formação	Fase de crescimento	Fase madura
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 lutas para definição de padrões.	Vendas são altas; baixo crescimento; médio a alto número de atores; alto grau de especialização; taxas de entrada/saída baixas; potencialmente 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).

A partir da noção de ambientes adaptativos complexos, onde SITs emergentes competem com SITs estabelecidos, Klerkx *et al.* (2012) indica a necessidade de combinar medidas de estímulo ao desenvolvimento de nichos, bem como de proteção dos mesmos frente aos regimes vigentes. Alguns exemplos de mecanismos de indução são a articulação de expectativas e visões para o desenvolvimento do SIT, construção de redes que facilitem trocas de conhecimento e recursos entre os agentes, assim como processos de aprendizado nas múltiplas dimensões do sistema (BERGEK *et al.*, 2008; KLERKX *et al.*, 2012). Já mecanismos de bloqueio podem ser debilidades de infraestrutura, contexto institucional desfavorável, incapacidade de formar redes fortes o suficiente para viabilizar certas funções importantes ao SIT, falta de capacidade técnica e organizacional, falhas na estrutura de mercado, etc. (BERGEK *et al.*, 2008; KLERKX *et al.*, 2012). Além disso, as funções do SIT apresentam interdependências entre si, e isto pode

amplificar os efeitos de certos mecanismos de estímulo ou bloqueio (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Portanto, políticas e estratégias de desenvolvimento devem “buscar remediar funcionalidades débeis em SITs relevantes pelo fortalecimento/adição de mecanismos de indução e enfraquecimento/remoção de mecanismos de bloqueio” (BERGEK *et al.*, 2008).

4.3 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem objetivos de caráter exploratório e descritivo, pois visa caracterizar uma população ou fenômeno a fim de compreendê-los e estabelecer relações entre as variáveis (GIL, 2009). O procedimento metodológico utilizado é a pesquisa documental, cujo desenvolvimento se dá com base em materiais bibliográficos, como livros e artigos científicos (GIL, 2009). Neste caso, a base de dados utilizada compreendeu 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 EBH reuniu 540 participantes, 39 estandes de expositores e 48 empresas parceiras na sua 12^o edição, ocorrida no ano de 2018 (ENCONTRO HIDROPONIA, 2018). Em dois dias de palestras, exposições em estandes e apresentação de trabalhos científicos, o EBH promove a aproximação e contato entre os segmentos da indústria de apoio, prestação de serviços, informação, pesquisa e desenvolvimento (P&D) e produção do setor hidropônico. O SBH recebe resumos expandidos relacionados ao cultivo hidropônico, focando nas áreas de conhecimento da entomologia, fitopatologia, nutrição de plantas, produção vegetal e tecnologia. A existência de uma modalidade de submissão que dispensa a presença dos autores no evento facilita a publicação de trabalhos oriundos de todas as regiões do país, pois elimina limitações de deslocamento até Florianópolis.

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 voltada a conteúdos referentes ao cultivo sem solo, buscando divulgar, estimular e fortalecer o trabalho de produtores, fornecedores e autoridades do setor hidropônico (REVISTA

HIDROPONIA, 2018). Em 152 páginas, a primeira edição do Anuário conta a história da hidroponia no Brasil, apresenta aspectos do cenário atual e visões do setor pela perspectiva de especialistas, empresas, pesquisadores e produtores.

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 divulgação⁷, enquanto os anais da 3º e 4º edições, de 2016 e 2018, foram acessados pela página do ECB⁸. Obteve-se um total de 86 resumos expandidos, sendo 15 em 2014⁹, 21 em 2015, 23 em 2016 e 27 em 2018. O ABH foi obtido mediante a aquisição de um acesso à edição digital junto ao site da Revista Hidroponia¹⁰.

A análise dos dados compreendeu a leitura integral dos materiais selecionados, com apreciação individual dos resumos publicados nos anais do SBH e dos textos apresentados 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 somente no caso dos 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 e dinamiza e qualifica o processo de análise de dados qualitativos (MOZZATO *et al.*, 2016). Dentre suas funcionalidades, destacam-se a possibilidade de gerenciamento e combinação das bases de dados em um só local, a facilidade de categorização e subcategorização das informações, além da avaliação de importância e relacionamento de variáveis qualitativas (MOZZATO *et al.*, 2016). Com isso, podem ser obtidas disposições diversas, claras e atrativas dos resultados sem o comprometimento da profundidade e complexidade das informações.

Seguindo os objetivos propostos, a análise dos dados compreendeu diferentes etapas. A primeira delas tratou da caracterização estrutural do SIT da hidroponia, onde inicialmente foi

⁷ Agradecimentos à organização do Encontro Brasileiro de Hidroponia, que gentilmente forneceu os CD-ROMs.

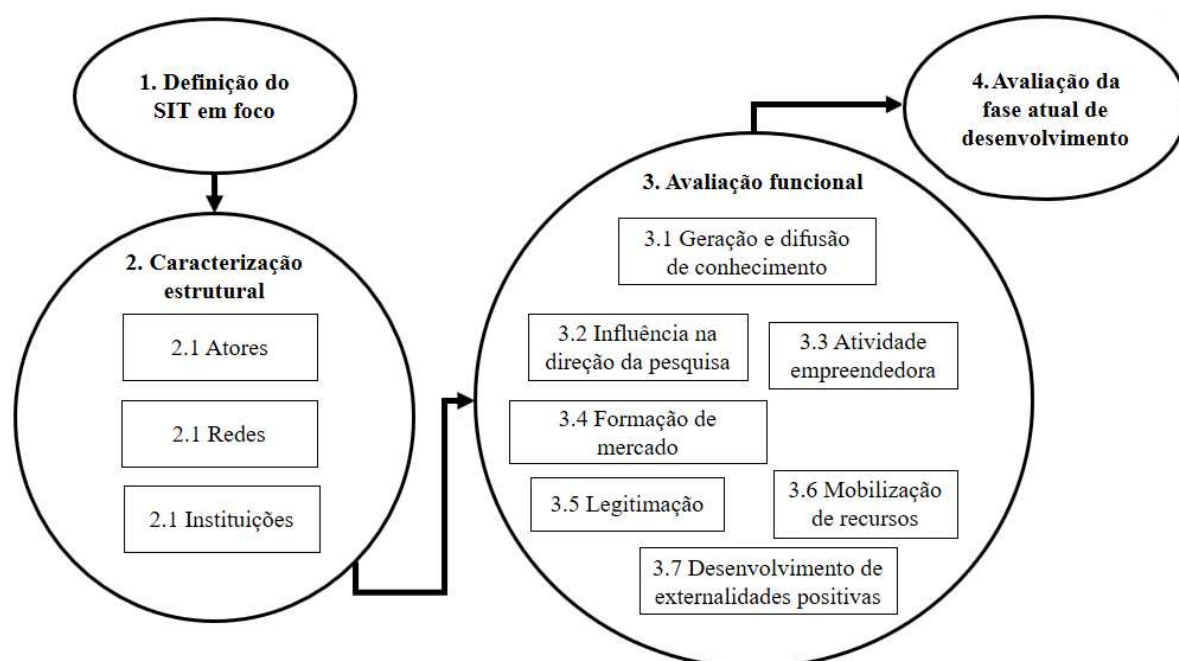
⁸ Link de acesso aos anais da 3º e 4º edições do SBH: <<http://www.encontrohidroponia.com.br/inscricao-2/anais>>.

⁹ Foram publicados 16 resumos em 2015, porém, um deles estava indisponível no CD-ROM, inviabilizando sua inclusão na análise.

¹⁰ Link para aquisição do ABH: <<http://www.revistahidroponia.com.br/anuario>>.

delimitado o SIT estudado, e em seguida identificados os atores, redes e instituições que o compõe (BERGEK *et al.*, 2008). A segunda etapa compreendeu a análise funcional do SIT (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007). Por fim, 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 2 apresenta o esquema de análise empregado neste trabalho.

Figura 2 - Esquema metodológico adotado para análise dos dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1 Definição do SIT em foco

Toma-se como referência o campo de conhecimento do cultivo hidropônico, cuja premissa é o fornecimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas por meio de solução nutritiva, podendo ou não utilizar um meio de sustentação física, dispensando o uso

do solo (RESH, 2012). A abrangência do estudo possui um amplo nível de agregação, levando em consideração todas as aplicações dos princípios do cultivo hidropônico na produção vegetal observados no SBH e ABH. Neste sentido, é válido indicar que apesar de o cultivo em substratos nem sempre se enquadrar por completo na definição de hidroponia devido ao emprego de materiais não inertes quimicamente que também podem fornecer nutrientes às plantas¹¹, e por isso é denominado semi-hidropônico, o mesmo é abarcado neste estudo. Embora a larga abrangência do estudo tende a reduzir sua profundidade, isso permite a captura do contexto geral do SIT da hidroponia analisado. Quanto ao domínio espacial, o Brasil foi tomado como referência por conta dos objetivos deste estudo, que busca contribuir para a construção de uma base orientadora de pesquisas e projetos orientados ao desenvolvimento da hidroponia em nível nacional.

4.4.2 Composição estrutural do SIT da hidroponia no Brasil

Esta seção compreende a apresentação dos atores, redes e instituições que compõe o sistema. A identificação dos componentes estruturais constrói a base para a próxima etapa da pesquisa, a análise funcional do SIT.

4.4.2.1 Atores

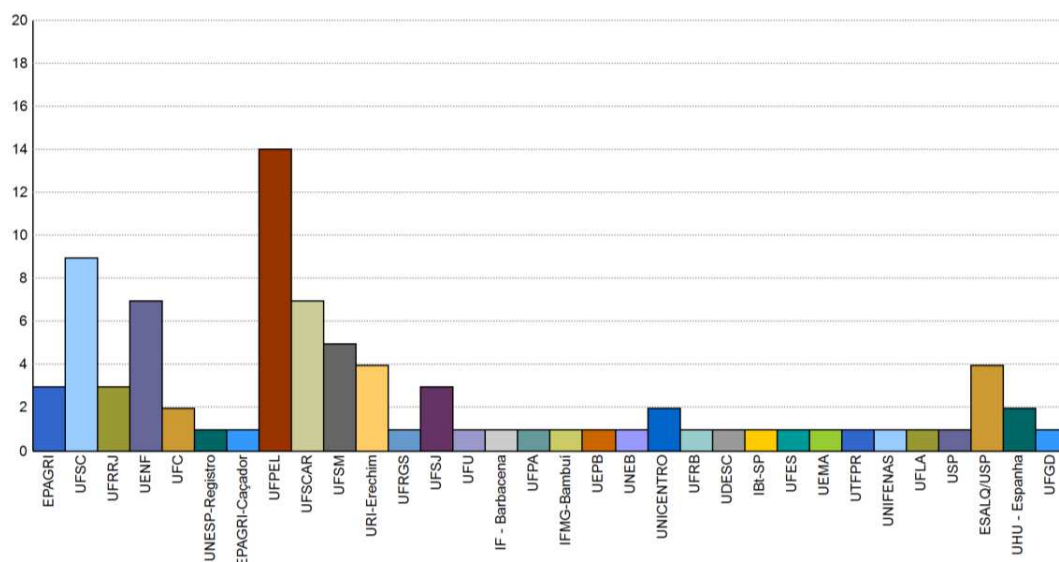
A organização da exposição dos atores parte da noção de que a produção se localiza no centro da cadeia de valor, pois é onde os princípios do cultivo hidropônico são aplicados para a obtenção de produtos. O elo da produção é composto majoritariamente por aplicações comerciais da hidroponia, visando o cultivo de hortaliças com intenção de comercialização no mercado (ANUÁRIO, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2016). Em menor frequência, verificam-se também casos de cultivos hidropônicos com finalidades educativas e de recuperação e inclusão social, realizados em escolas, penitenciárias e entidades sociais (ANUÁRIO, 2018; FERNANDES, 2015; FERNANDES; DEBIO, 2016).

¹¹ Um caso ilustrativo é a produção semi-hidropônica de morango, onde são adotadas combinações de compostos orgânicos ou turfa misturados com materiais inertes, a exemplo de perlita, vermiculita ou casca de arroz carbonizada como meio de cultivo, aplicando-se soluções nutritivas completas para nutrição das plantas (ANUÁRIO, 2018).

Observa-se que a montante da produção existem: a) empresas fabricantes e fornecedoras, que ofertam aos sistemas de produção *inputs* (fertilizantes foliares e solúveis para composição da solução nutritiva, compostos químicos para ajuste do pH e condutividade elétrica, insumos químicos/alternativas biológicas para manejo de pragas e doenças, sementes/mudas e substratos), materiais e equipamentos (estufas agrícolas, filmes plásticos e telas, equipamentos de cultivo hidropônico e irrigação, sistemas para automatização de operações e iluminação artificial, embalagens, instrumentos para monitoramento e controle da solução nutritiva e das condições ambientais, equipamentos agroindustriais para processamento de hortaliças); 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 de 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).

No SBH, verifica-se um total de 41 instituições diferentes vinculadas às submissões de trabalhos (Figura 3). Dentre estas, destacam-se quatro universidades que lideram o ranking de número de submissões e apresentam consistência no desenvolvimento de pesquisas na área. A Universidade Federal de Pelotas (UFPe), por meio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar do Departamento de Fitotecnia vem desenvolvendo há mais de 15 anos atividades de pesquisa direcionadas ao cultivo sem solo de hortaliças, tendo como foco principal a viabilização técnica do emprego de casca de arroz *in natura* como substrato (PEIL *et al.*, 2015). A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) conta com o Laboratório de Hidroponia, referência nacional no desenvolvimento de conhecimento no setor hidropônico, realizando pesquisas na área com enfoques diversos. A Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), por meio do Departamento de Nutrição Mineral de Plantas, destaca-se pelos estudos no campo da nutrição de plantas em hidroponia, direcionando-se principalmente à cultura do jambu. A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), por meio do Departamento de Biotecnologia e Produção Vegetal e Animal, apresenta pesquisas com enfoque principal na produção de alface hidropônica.

Figura 3 - Instituições responsáveis pela autoria principal dos resumos submetidos às edições do Simpósio Brasileiro de Hidroponia



Fonte: Elaborado pelos autores.

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

que compõe o segmento final da cadeia de valor, cujas demandas regulam e orientam os elos anteriores.

Embora não existam dados quantitativos indicando a importância econômica, verifica-se que os principais canais de comercialização dos produtos hidropônicos em termos de quantidade são a distribuição atacadista, o varejo e os restaurantes (ANUÁRIO, 2018; PELVINE; MARQUES, 2015; ROVER *et al.*, 2016). Os mercados institucionais e a venda direta representam alternativas ainda pouco exploradas, mas que estão em pleno crescimento, visto que é recente a entrada de produtores hidropônicos neste tipo de canal (ANUÁRIO, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2016).

4.4.2.2 Redes

A principal rede formal observada no contexto do SIT da hidroponia no Brasil é a Associação Brasileira de Hidroponia (ABHidroponia), fundada em 2008 com os propósitos de representação do setor, defesa de seus interesses e articulação em favor da produção hidropônica, entre outros. Entretanto, a entidade não apresenta expressão significativa no setor, e por este motivo é alvo de críticas no ABH. Buscando-se outras redes com algum grau de formalização no SIT da hidroponia, detecta-se que as mesmas se mostram limitadas a projetos de abrangência local ou regional. Como exemplos, podem ser citados: a) a produção de morangos no Vale do Caí, região do Rio Grande do Sul, onde a Emater-Ascar e a Cooperativa de Produtores de Morango Ecológico (Ecomorango) atuaram em parceria na adaptação e viabilização do cultivo semi-hidropônico de morango na região, e posteriormente, a prefeitura do município de Feliz/RS passou a subsidiar a instalação dos sistemas de cultivo; b) a parceria entre o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás (CREA-GO) e uma unidade da Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), onde foi doado e instalado um sistema hidropônico, e os educadores foram treinados para a condução do sistema na produção de alimentos e uso didático e recreativo pelos alunos; e c) investimento do governo da Paraíba na capacitação de técnicos de programas de ATER, visando ampliar a geração de renda e melhorias no convívio com a seca de agricultores do semiárido por meio da adoção do cultivo hidropônico.

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. Neste sentido, elas possuem uma orientação para questões de ordem tecnológica, como obtenção de recursos necessários para a produção junto aos fornecedores ou a busca por novas opções em termos de estrutura, equipamentos ou insumos. Estas redes podem se estabelecer em contextos de busca por conhecimento, pois cursos de capacitação técnica são oferecidos por empresas fornecedoras, consultorias e universidades, assim como pela demanda de solução de problemas, a exemplo da atuação conjunta de agentes visando superar desafios técnicos de cultivo para determinados contextos ambientais, doenças, baixa performance do sistema, etc. (ANUÁRIO, 2018).

Apesar de sua difícil detecção e avaliação, observa-se que as redes informais são bastante frequentes e de grande influência no SIT da hidroponia. O principal exemplo neste caso é a formação de grupos contendo produtores, especialistas e também 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, se observa que as redes do SIT da hidroponia, formais ou informais, têm atuação prática e ativa predominantemente voltada a elementos técnicos e de mercado. Já no que se refere a agendas políticas e de influência no ambiente institucional, não se verificam mobilizações significativas, embora estas sejam citadas no ABH como uma pauta relevante para o setor.

4.4.2.3 Instituições

O último componente estrutural trata das instituições, que abarca aspectos do SIT como cultura, normas, leis, regulações e rotinas pertinentes (BERGEK *et al.*, 2008). Os autores indicam que um SIT que busca ampliação necessita de ajuste ou alinhamento perante as instituições vigentes. Neste contexto, tanto no ABH quanto nos trabalhos apresentados no SBH não existem referências a leis ou regulamentações específicas para o cultivo hidropônico. Inclusive, este cenário de desregulamentação é um aspecto discutido e criticado no ABH, onde aponta-se a falta de organização coletiva do setor visando articulação perante o ambiente institucional como principal causa, sendo esta uma debilidade a ser corrigida pelos agentes do setor (ANUÁRIO,

2018). Com isso, os aspectos de regulamentação observados no SIT da hidroponia restringem-se a normas referentes aos produtos resultantes do cultivo, como por exemplo, padrões de classificação para o tomate (ABUNO *et al.*, 2014; PERIN *et al.*, 2016) ou mudas de pessegueiro (SOUZA *et al.*, 2015).

Outra influência do ambiente institucional sobre o SIT da hidroponia é por meio de elementos normativos e rotinas referentes a exigências gerais do mercado e consumo de hortaliças. Neste caso, a atenção volta-se para demandas em termos de qualidade e durabilidade dos produtos, rastreabilidade, redução das perdas ao longo da cadeia e atenuação de efeitos nocivos da agricultura sobre o meio ambiente (ANUÁRIO, 2018), assim como a busca por alimentos livres de agrotóxicos (SANTOS *et al.*, 2018), onde são apontados pontos positivos do cultivo hidropônico em relação à agricultura tradicional. Quanto às rotinas, aqui entendidas como ligadas à coordenação na realização de funções em organizações, também são detectadas vantagens da hidroponia, visto que a diminuição de incertezas na produção e características do produto oferecido geram oportunidades para redução de esforços e uso de recursos em atividades de suprimento de hortaliças.

4.4.3 Aspectos funcionais do SIT da hidroponia no Brasil

Nesta etapa, busca-se analisar a performance do SIT da hidroponia quanto às sete funções chave para seu desenvolvimento. Esta fase não tem caráter normativo, ou seja, não visa determinar quão satisfatório é o contexto observado, buscando apenas identificar o padrão funcional do SIT (BERGEK *et al.*, 2008).

4.4.3.1 Desenvolvimento e difusão de conhecimento (F1)

A geração de conhecimento no SIT da hidroponia tem como principais fontes o segmento da produção e os atores a montante da mesma. Atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas por empresas fabricantes, universidades e institutos de pesquisa geram conhecimentos majoritariamente do tipo tecnológico e científico. O conteúdo dos anais do SBH, bem como os produtos e serviços oferecidos pelos anunciantes do ABH e EBH são exemplos para este caso. Observam-se atividades de P&D em empresas brasileiras, como no caso de fabricantes de

equipamentos e sistemas hidropônicos que são responsáveis pelos projetos de seus produtos, da mesma forma que alguns fornecedores de fertilizantes, que desenvolvem sua própria formulação comercial (ANUÁRIO, 2018). No entanto, a geração de conhecimento tecnológico é mais significativa no caso de companhias multinacionais, cuja estratégia competitiva é a oferta de produtos diferenciados ao mercado, contando com significativos investimentos em P&D, sendo esta a principal fonte das tecnologias mais avançadas disponíveis no contexto do SIT da hidroponia no Brasil (ANUÁRIO, 2018).

No SBH, o desenvolvimento tecnológico é bastante limitado, sendo ao todo observado somente dois trabalhos voltados ao desenvolvimento propriamente dito de tecnologia (GONZALES; 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, sendo este o foco de 49,4% e 16,4% dos trabalhos, respectivamente.

No que tange aos produtores hidropônicos, a experiência no uso da tecnologia resulta principalmente em ganhos pelo aprendizado produtivo e tecnológico (ANUÁRIO, 2018). Com isso, 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 dinâmica de funcionamento do mercado (ANUÁRIO, 2018). Neste sentido, as características dos segmentos da distribuição, comercialização e consumo servem como base para a geração do conhecimento mercadológico.

Pelo lado da difusão de conhecimento, iniciativas como a publicação do ABH e realização do EBH e SBH são ótimos exemplos. A realização de palestras com produtores, empreendedores e especialistas referência no setor permite o compartilhamento de experiências ou apresentação de novas perspectivas aos agentes do setor, a exemplo da produção hidropônica visando zerar os resíduos químicos na produção, alternativas de agregação de valor aos produtos pelo processamento mínimo, emprego ornamental da hidroponia ou aspectos de manejo nutritivo e

cultural da produção¹². A exposição de empresas fornecedoras favorece o acesso a produtos, serviços e tecnologias disponíveis no mercado, assim como a apresentação de pesquisas acadêmicas no campo da hidroponia permite a aquisição de conhecimento científico pelos atores. Além disso, a reunião de produtores, técnicos e interessados oriundos de diversos possibilita sua aproximação e contato, havendo não só o compartilhamento de conhecimentos e experiências durante o evento, mas também a formação de redes de atores, estendendo a difusão de conhecimento no SIT também no tempo e espaço.

Outras formas de difusão de conhecimento são os cursos de capacitação ofertados por diferentes atores interessados na expansão do setor, como no caso de órgãos de pesquisa (LabHidro/UFSC), consultorias e empresas fornecedoras (ANUÁRIO, 2018). O fortalecimento de serviços de assistência técnica e extensão rural também contribuem neste sentido, pois a transmissão de conhecimentos a produtores é parte essencial da promoção da hidroponia (ANUÁRIO, 2018). O acompanhamento dos produtores por técnicos permite um fluxo bilateral de informações através do compartilhamento de experiências, dúvidas e aprendizados referentes à produção hidropônica e tecnologias empregadas (ANUÁRIO, 2018).

4.4.3.2 Influência na direção da pesquisa (F2)

Os direcionamentos tomados pelas atividades de pesquisa e desenvolvimento no SIT da hidroponia contemplam uma série de elementos, cujos direcionamentos gerais focam no rol de vantagens e potencialidades oferecidas pela tecnologia em relação ao cultivo no solo. Neste sentido, 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 Figura 4 sintetiza os 150 termos mais frequentemente citados no conteúdo dos Anais do SBH, e serve como meio de visualização do cenário geral construído pelas pesquisas apresentadas ao longo das quatro edições do evento.

¹² Estas foram temas de palestras apresentadas na XII edição do Encontro Brasileiro de Hidroponia, realizado em 2018. Para mais informações, visitar: < <http://www.encontrohidroponia.com.br/programacao>>.

pesquisas do SBH são relacionados a melhorias na performance produtiva, qualidade e eficiência no emprego de fatores de produção. São exemplos a busca pela otimização nas condições de cultivo (COSTA *et al.*, 2014; FILIPETTO *et al.*, 2016; SANTIAGO *et al.*, 2015) e avaliação de componentes de rendimento ou físico-químicos das culturas (CARINI *et al.*, 2015; PERIN *et al.*, 2018; ROJAS-MOLINA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018; VALMORBIDA *et al.*, 2018), seleção genética visando atender crescentes demandas para uma determinada variação da espécie, como alface americana (PELVINE; MARQUES, 2015), entre outros.

Figura 5 - Todas as espécies presentes nas pesquisas do SBH



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os direcionamentos das pesquisas também podem ser voltados à ampliação do conhecimento referente a produtos e aplicações tecnológicas da hidroponia entendidas como promissoras, porém, ainda pouco exploradas ou conhecidas. São exemplos disso o cultivo de *microgreens*, jambu, *Sarcocornia ambigua*, flores comestíveis, bem como a produção de mudas de frutíferas e orquídeas (CARNEIRO *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2018; MENEGAES *et al.*, 2014; WIETH *et al.*, 2015; WIETH *et al.*, 2018). Ainda, as pesquisas podem envolver testes e aplicações de outras tecnologias no SIT da hidroponia, como no caso da iluminação artificial com LEDs, o que tem se mostrado um interessante caminho na aceleração no ciclo e aumento de rendimentos no cultivo hidropônico (ROCHA *et al.*, 2016a; ROCHA *et al.*, 2016b; ROCHA *et al.*, 2018a; ROCHA *et al.*, 2018b).

Outros aspectos que condicionam propósitos de pesquisa são buscas por oportunidades de melhorias nas razões de custo, preço de produtos e uso dos fatores de produção no desempenho da atividade. Por exemplo, o emprego de água salobra em hidroponia para viabilizar a produção na região Nordeste (SOUZA *et al.*, 2016), uso de casca de arroz como substrato no Sul do Brasil, onde este recurso é abundante e barato devido à rizicultura (PEIL *et al.*, 2015), bem como emprego de água de reuso para cultivo de alface próximo a grandes centros urbanos (CUBA *et al.*, 2014a; CUBA *et al.*, 2014b). Condições referentes ao contexto global também podem motivar iniciativas de pesquisa, como no caso da priorização de demanda da sociedade por uma produção mais sustentável e que seja capaz de oferecer segurança alimentar aos consumidores (ANUÁRIO, 2018). Neste caso, citam-se: o estudo e desenvolvimento da aquaponia, que reduz a dependência de fertilizantes sintéticos pela integração entre aquicultura e hidroponia (ANUÁRIO, 2018; CASTILHO-BARROS *et al.*, 2016; GEISENHOFF *et al.*, 2014); o emprego da casca de arroz *in natura*, visando mitigar os custos e efeitos ambientais da carbonização das cascas, onde a sua baixa retenção hídrica é compensada com irrigações mais frequentes em sistemas fechados (PEIL *et al.*, 2015; PERIN *et al.*, 2016; ROSA *et al.*, 2015); e a adoção de práticas de manejo integrado de pragas e doenças pelo emprego de armadilhas e inimigos naturais como alternativas de controle (SANTOS *et al.*, 2018).

Por fim, debilidades ou crise nos modelos vigentes também são uma força que direcionam a pesquisa. No âmbito interno do SIT da hidroponia no Brasil, a ocorrência de perdas em função de *Pythium*, a principal doença no cultivo hidropônico brasileiro, ocasionou a realização de estudos no LabHidro que resultaram em inovações (ANUÁRIO, 2018). As alternativas desenvolvidas compreendem bancadas com tanques de solução individuais e adoção de inclinações mais acentuadas nas bancadas. Já pelo lado externo, dificuldades na realização da agricultura tradicional abrem espaço para a hidroponia, como no caso da Região Nordeste, onde a eficiência no emprego de água permite que o cultivo hidropônico avance como modelo de produção agrícola no semiárido (ANUÁRIO, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016).

4.4.3.3 Atividade empreendedora (F3)

Esta função é a principal responsável pelo estabelecimento do SIT da hidroponia no Brasil. Foram a persistência e os ganhos de experiência dos produtores e pesquisadores pioneiros

na adoção do cultivo hidropônico que possibilitaram a geração e difusão de conhecimento (F1) e direcionaram o desenvolvimento inicial do setor no país (F2) (ANUÁRIO, 2018).

No presente momento, a hidroponia apresenta-se em expansão, estimando-se que sua área venha crescendo até 30% anualmente (ANUÁRIO, 2018). Neste sentido, a entrada de novos produtores no mercado contribui para a geração de conhecimentos de validação de aplicações da tecnologia, de modelos de negócio, etc. Da mesma forma, o desenvolvimento de pesquisas e investimentos na produção de espécies até então pouco exploradas no cultivo hidropônico, como minihortaliças, *microgreens*, brotos e flores comestíveis também permite que sejam obtidos novos conhecimentos, podendo estes ser de caráter tecnológico, produtivo ou mercadológico (ANUÁRIO, 2018; MENEGAES *et al.*, 2014; PERIN *et al.*, 2015; WIETH *et al.*, 2018). Isto se dá pelo fato de que as variedades de aplicações e configuração possíveis no SIT da hidroponia vão sendo testadas, ocasionando a redução de incertezas e estimulando processos de aprendizagem e ganho de experiência.

O emprego da hidroponia em projetos pedagógicos, de ressocialização e inclusão, embora não possuam finalidade comercial, também configuram formas de atividade empreendedora (ANUÁRIO, 2018; FERNANDES, 2015; FERNANDES; DEBIO, 2016). Neste sentido, para além de ganhos em termos educacionais e sociais, são propiciados aprendizados e a validação de aplicações da tecnologia em outros campos da sociedade.

4.4.3.4 Formação de mercado (F4)

O mercado de produtos oriundos da hidroponia comercial no Brasil apresenta grande importância no suprimento de hortaliças, estimando-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. Relacionado a esta função, verificam-se apenas análises de viabilidade financeira por meio de simulações de investimento na atividade (FREITAS; ROSSI, 2016; PANTOJA NETO, 2016; ROVER *et al.*, 2016), assim como um estudo de caso sobre um sistema produtivo em atividade, mas não há aprofundamentos nos aspectos de mercado (RIBEIRO *et al.*, 2016). Embora o SIT da hidroponia venha ganhando espaço na comercialização de hortaliças, este tópico ainda não é pesquisado

pelos acadêmicos da área. Inclusive, a não existência de uma área temática específica para submissão de pesquisas com enfoque mercadológico no SBH demonstra o predomínio do foco no conhecimento tecnológico e produtivo no SIT.

Analisando os contextos apresentados no ABH, podem ser observadas variações quanto aos estágios de formação de mercado da hidroponia. Características de mercado de massa são observadas em regiões que concentram grandes centros populacionais, onde o mercado potencial para a produção hidropônica estimulou investimentos na tecnologia. Com isso, ela é uma importante responsável pelo abastecimento de hortaliças folhosas para grandes canais de varejo e atacado (ANUÁRIO, 2018). Pelo lado da comercialização, aspectos como 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).

Já no caso de centros populacionais menores, o mercado da hidroponia possui características de transição. Fatores referentes ao cultivo hidropônico têm estimulado a adoção deste modo de cultivo por produtores de hortaliças, como no caso da redução de riscos decorrentes de fatores climáticos, diminuição da demanda de mão de obra frente a cenários de escassez e encarecimento da mesma, aumento de produtividade e da agregação de valor (ANUÁRIO, 2018). Além disso, 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).

4.4.3.5 Legitimação (F5)

A natureza e valor de uso dos produtos da hidroponia são equivalentes aos produzidos no solo, ocasionando que desde sua origem a produção hidropônica apresente alinhamento e conformidade ao ambiente legal vigente no setor agrícola brasileiro. Com isso, o fato de não ser necessária a mobilização do setor perante o ambiente institucional para que sua expansão fosse possível contribuiu para que, embora praticada há quase quarenta anos no país, a atividade ainda não tenha expressão significativa junto à Câmara Setorial de Hortaliças, e nem demonstra ter

construído bases sólidas de valor junto à sociedade (ANUÁRIO, 2018). Buscando por menções a aspectos relacionados ao ambiente institucional no conteúdo do SBH, verificam-se apenas referências a normas de classificação de produtos, como tomate (FILIPETTO *et al.*, 2016; ABUNO *et al.*, 2014) e mudas (SOUZA *et al.*, 2015). Com isso, nota-se que assim como no caso do conhecimento mercadológico, as pesquisas acadêmicas ainda não contemplam aspectos referentes à estrutura institucional para o SIT da hidroponia.

No caso do ABH, cita-se a Associação Brasileira de Hidroponia foi criada em 2008, cujos objetivos são representar o setor e defender seus interesses, atuando em favor da produção hidropônica por meio de articulação junto ao ambiente institucional (ANUÁRIO, 2018). Entretanto, aponta-se que conflitos de interesse entre seus componentes sejam a principal razão de dez anos após sua fundação a mesma não ter alcançado seus objetivos (ANUÁRIO, 2018). Com isso, verifica-se um cenário em que o SIT não possui mobilização nem estratégias voltadas à representação coletiva. Por um lado, a não regulamentação da atividade previne os componentes do SIT de fiscalizações e gastos extraordinários para adequação a normatizações. Por outro lado, o setor não possui reconhecimento amplo de suas vantagens e potencialidades, como a produção de alimentos mais limpos, seguros e duráveis, geração de benefícios sociais, pedagógicos e tributários, melhorias de condições humanas e legais de trabalho, entre outros (ANUÁRIO, 2018). Diante disso, o SIT da hidroponia ainda enfrenta dificuldades para pleitear incentivos fiscais ou linhas de crédito especiais junto ao poder público, e também não apresenta solidez jurídica para amparar o crescimento sustentável do setor.

4.4.3.6 Mobilização de recursos (F6)

A adoção da produção hidropônica possui demandas elevadas em termos de recursos. Trata-se de uma atividade altamente dependente do acesso a recursos externos, como energia elétrica, água, fertilizantes e insumos, cuja complexidade técnica requer qualificação da força de trabalho envolvida, além de que o alto investimento inicial exige capacidade de mobilização de capital financeiro (ANUÁRIO, 2018). Neste sentido, esta função é bastante condicionada pela realidade de cada interessado em ingressar na atividade, a começar pelo acesso a produtos, serviços e infraestrutura complementar à sua disposição.

É necessária também a disponibilidade de recursos financeiros próprios ou fontes de financiamento para investimento na implantação do sistema e formação de capital de giro. No SBH, a abordagem da mobilização de recursos econômicos para o cultivo hidropônico se dá nos estudos de viabilidade financeira (FREITAS; ROSSI, 2016; PANTOJA NETO, 2016; ROVER *et al.*, 2016), bem como no estudo de caso do sistema de produção em atividade na Bahia (RIBEIRO *et al.*, 2016). Neste último, foram destacadas as dificuldades enfrentadas pelo produtor frente às demandas financeiras da atividade, trazendo um exemplo empírico da importância desempenhada pelo fato de a hidroponia ser um investimento oneroso.

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). Com isso, o crescimento observado na oferta de treinamentos por parte da iniciativa pública e privada, assim como ampliação de serviços de ATER que contemplam a hidroponia vêm beneficiando o setor e permitindo sua expansão (ANUÁRIO, 2018). Pelo lado do SBH, o trabalho de Ribeiro *et al.* (2016) faz considerações quanto ao fator da capacitação técnica, onde a aproximação do produtor com a Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB) permitiu o acesso ao conhecimento necessário para a realização do cultivo hidropônico. Verifica-se somente mais uma menção ao tópico, quando se planeja a destinação de recursos para treinamento e aperfeiçoamento da força de trabalho em uma das análises financeiras da produção hidropônica (FREITAS; ROSSI, 2016). Neste quesito, é válido apontar que a contemplação da hidroponia por projetos de pesquisa é positiva, pois tende a melhorar a disponibilidade de recursos humanos com conhecimento e competência na área.

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 do cultivo hidropônico. Neste sentido, a obtenção de recursos em contextos de oferta limitada de recursos pode inviabilizar a atividade pelos lados: técnico, como ocorre frequentemente na região Nordeste do Brasil, onde o suprimento de energia elétrica ainda é débil em algumas comunidades rurais, e o acesso a água de qualidade é limitado naturalmente (ANUÁRIO, 2018; SOUZA *et al.*,

2016); e econômico, em situações onde o acesso a recursos essenciais ao cultivo torna-se oneroso demais frente aos potenciais de retorno financeiro ou escala do projeto produtivo.

4.4.3.7 Desenvolvimento de externalidades positivas (F7)

Dentre os ciclos virtuosos observados para o SIT da hidroponia no Brasil, destaca-se a função das atividades empreendedoras (F3). A entrada de novos atores no sistema e sua integração nas redes contribuem para a geração e difusão de conhecimento (F1), influência sobre direção da pesquisa (F2), além de ampliar 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).

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 quanto 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.

4.4.4 A fase de desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil

Esta etapa compreende a avaliação da situação atual de desenvolvimento do SIT da hidroponia e a discussão de perspectivas pertinentes ao seu desenvolvimento. 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 para identificação da sua fase de desenvolvimento.

No que se refere ao 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 contextos de grandes centros de consumo, em regiões com menor concentração populacional a hidroponia ainda está em expansão, prevendo-se ainda uma considerável entrada de atores no sistema. Quanto à emergência de associações e intermediários, este fator mostra-se ainda incipiente devido ao fato de a Associação Brasileira de Hidroponia ser pouco atuante, embora exista há uma década e, bem como não haverem comitês de padronização estabelecidos. Isto também é observado no caso da competição e lutas pela definição de padrões, pois embora seja um aspecto levantado no ABH, ainda é uma discussão inicial no setor (ANUÁRIO, 2018).

No que tange ao parâmetro da estrutura institucional e redes, verifica-se ainda uma baixa estruturação, onde as instituições do SIT se mostram majoritariamente informais e ligadas expectativas coletivas dos atores. Os atores realizam colaborações por meio de redes, porém, estas ainda carecem de maior formalização para poderem se enquadrar em definitivo na fase de crescimento. A cadeia de valor do SIT da hidroponia mostra-se completa, mas ainda não completamente estabelecida, estando aberta à entrada de novos atores.

Quanto à performance e variação tecnológica, aspectos chave de desempenho tecnológico e aplicações da tecnologia já emergiram e são amplamente aceitos. Neste sentido, verificam-se incrementos na performance dos sistemas 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.

No contexto e relacionamento do SIT com o contexto, os primeiros laços são emergentes, havendo ainda um amplo espaço para multiplicação e formalização dos mesmos. O SIT da hidroponia apresenta impacto crescente sobre o contexto em que se insere, especialmente nos mercados, onde demonstra já ter construído relações de codependência, como no caso do suprimento de distribuidores atacadistas, varejistas e restaurantes. Por fim, conflitos ainda não emergiram, mas tendem a surgir à medida que os impactos do SIT sobre o contexto ganhem

força. O Quadro 3 resume as características observadas para o SIT da hidroponia, segmentando-as de acordo com a fase de desenvolvimento correspondente.

Quadro 3 – Condição de desenvolvimento atual do SIT da hidroponia no Brasil

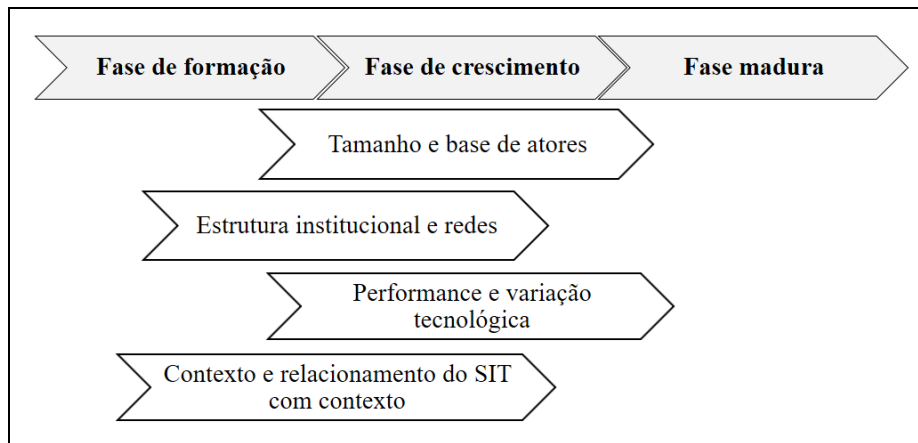
	Fase de formação	Fase de crescimento	Fase madura
Tamanho e base de atores		Vendas crescentes; quantidade média de atores; associações e intermediários específicos emergem; alta taxa de entradas; alta competição e lutas para definição de padrões.	
Estrutura institucional e redes	Baixa estruturação; Instituições 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 pelo autor com base em Markard (2018).

De maneira geral, o SIT da hidroponia no Brasil está na fase de crescimento (Figura 6). No que se refere ao tamanho e base de atores e performance e variação tecnológica, o SIT da hidroponia enquadra-se totalmente na fase de crescimento. Quanto à estrutura institucional e redes, assim como o contexto e relacionamento do SIT com contexto, ainda há fatores próximos à fase de formação.

O SIT da hidroponia no Brasil observado a partir dos resultados deste trabalho permite análises preliminares quanto a mecanismos de indução e de bloqueio do seu desenvolvimento, indicando caminhos pertinentes para projetos e pesquisas futuros. No que se refere aos mecanismos de indução, citam-se: a) articulação de expectativas e visões para o desenvolvimento

Figura 6 - Fase de desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor.

da hidroponia no país, onde perspectivas de retorno econômico, de superação de limitações da produção agrícola tradicional, entre outras, têm estimulado atividades empreendedoras (F3), bem como influenciado 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. Estes dois últimos mecanismos contribuem em conjunto para geração e difusão de conhecimentos (F1), seleção de caminhos mais promissores na aplicação da tecnologia (F2), atividades empreendedoras (F3), além da mobilização de recursos (F6), por meio de ganhos de experiência que qualificam os recursos humanos envolvidos, bem como pela ampliação das opções conhecidas de fontes de recursos de produção, como fornecedores de insumos, tecnologia, serviços, etc.

Quanto aos mecanismos que possuem efeito de bloqueio, se observa principalmente a incapacidade de formar redes fortes o suficiente para viabilizar funções importantes ao SIT. Isso é exposto pela dificuldade de organização coletiva do setor hidropônico para articulações junto ao ambiente institucional e para formação de bases de valor junto à sociedade, decorrendo de debilidades ligadas à função de legitimação (F5).

Outros mecanismos podem ter efeitos de indução ou bloqueio, dependendo do contexto levado em consideração, como: a) condições de infraestrutura: pode dificultar o desenvolvimento do SIT em contextos que há dificuldades na obtenção/distribuição de recursos necessários à

produção, relacionando-se com a mobilização de recursos (F6); b) capacidade técnica e organizacional: pode limitar a viabilidade técnica e econômica das atividades desenvolvidas pelos atores do SIT, estando ligada às funções de geração e difusão de conhecimento (F1), atividade empreendedora (F3) e mobilização de recursos (F6); e c) estruturação do mercado: a compatibilidade dos produtos hidropônicos com as demandas do mercado contribui para sua aceitação, porém, características do ambiente concorrencial e exigências comerciais influenciam na viabilidade econômica da atividade, ligando-se às funções de formação de mercado (F4) e mobilização de recursos.

A partir do exposto, verifica-se que as funções estimulam mecanismos de indução ou bloqueio, e os mecanismos criados tendem a influenciar de volta nas funções, estimulando ou restringindo sua performance. No caso do SIT da hidroponia no Brasil, destacam-se como principais estimuladores de mecanismos de indução as funções de geração e difusão de conhecimento (F1), direcionamento das pesquisas (F2) e atividades empreendedoras (F3). A função de legitimação (F5) tem sido a mais restritiva do desenvolvimento do sistema analisado, inclusive debilitando outras funcionalidades. Já as funções de formação de mercado (F4) e mobilização de recursos (F6) têm efeitos que variam de acordo com o contexto analisado, estando bastante ligadas à performance das outras funções.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho empregou a noção de SIT para compreender o cenário da hidroponia no Brasil. Este referencial teórico mostrou-se satisfatório para o alcance dos objetivos propostos, permitindo a caracterização estrutural do SIT da hidroponia no Brasil, análise dos aspectos funcionais do sistema, além da avaliação de sua fase de desenvolvimento. O emprego conjunto dos Anais do SBH e do ABH como base de dados foi essencial para o alcance dos objetivos deste trabalho, pois seu conteúdo somado permitiu a cobertura e avaliação das sete funções e a aproximação quanto à fase de desenvolvimento do SIT da hidroponia no Brasil.

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, esta mostra-se

pouco atuante. Desta forma, as principais redes são aquelas com algum grau de formalização e restritas a contextos regionais, havendo ainda grande presença de redes informais, as quais orientam-se predominantemente a colaborações referentes a aspectos técnicos. Pelo lado das instituições, não são verificadas regulamentações ou legislações específicas para o SIT da hidroponia, de forma que o ambiente normativo vigente para os produtos oferecidos ao mercado torna-se o mais relevante.

A avaliação da fase atual do ciclo de vida do SIT da hidroponia no Brasil demonstra que o mesmo 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. A incapacidade de formar redes fortes o suficiente para viabilizar funções importantes é o mecanismo de bloqueio mais evidente para o contexto amplo do SIT. Já condições de infraestrutura, capacidade técnica e organizacional e estruturação do mercado são mecanismos que podem ter efeitos de indução ou bloqueio, dependendo do contexto específico avaliado. 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), seguida pela mobilização de recursos (F6).

A amplitude utilizada na determinação da abrangência e no nível de agregação utilizados para a análise do SIT da hidroponia permitiu a obtenção do contexto geral da tecnologia no Brasil, embora isso tenha limitado a profundidade da análise. Além disso, tem-se a noção de que o emprego do ABH e SBH como únicas fontes de dados podem ter ocasionado a não consideração de publicações com potencial significativo de qualificação para esta pesquisa, assim como a consideração de informações que não necessariamente refletem a realidade empírica do sistema.

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, a contribuição desta pesquisa se deu no sentido de introduzir 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 uma maior

profundidade de análise em detrimento da abrangência, além da inclusão de entrevistas com atores e informantes chave como forma de obtenção de dados empíricos, contribuindo na validação da aplicação da noção de SIT.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO. **Anuário Brasil Hidroponia**. 1º Edição. 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.

CARINI, F.; SOUZA, R. S.; LUZ, T. F.; HOHN, D.; PEIL, R. M. N. Componentes do rendimento de dois híbridos de minitomateiro em hidroponia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

CARNEIRO, R. F. S. *et al.* Comparação do cultivo de *Sarcocornia ambigua* em aquaponia e hidroponia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018. p.116-119.

CASTILHO-BARROS, L.; NETO, J. R. S.; SEIFERT, W. Q. Propagação vegetativa por miniestacas da halófito *Sarcocornia ambigua* sob diferentes tratamentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016. p.78-81.

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.

CUBA, R. S.; CARMO, J. R.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Avaliação da produção de alface hidropônica cultivada com água de reuso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 1., 2014, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2014a. CD-ROM.

CUBA, R. S.; CARMO, J. R.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Qualidade microbiológica de alface hidropônica cultivada com água de reuso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 1., 2014, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2014b. CD-ROM.

DIEDEREN, P.; VAN MEIJL, H.; WOLTERS, A.; BIJAK, K. Innovation adoption in agriculture: innovators, early adopters and laggards. **Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales**, INRA Editions, v. 67, pp.29-50, 2003.

FERNANDES, R. A. R. Prática pedagógica no ensino de ciências: horta didática hidropônica nas séries iniciais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

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.

FILIPETTO, J. E.; MENEGAES, J. F.; FIORIN, T. T.; SANTOS, O. S. Produtividade de tomate hidropônico em cacho único sob diferentes épocas e densidades de plantio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016. p.29-32.

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.

GEISENHOF, L. O.; JORDAN, R. A.; GOMES, E. P.; NIZ, A. I. S.; MARTINS, E. A. S. Produção de alface crespa em aquaponia utilizando diferentes substratos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 1., 2014, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2014. CD-ROM.

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.

HICKMAN, G. W. **Greenhouse vegetable production statistics: a review of current data on the international production of vegetables in greenhouses**. Cuesta Roble greenhouse consultants, Mariposa-CA, v. 72, 2011.

JENSEN, M. H. Hydroponics worldwide: a technical review. **Acta Horticulturae**. n. 481, pp. 719-730, 1999.

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.

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, pp. 232-243, 2018.

LIMA, T. C. *et al.* Crescimento de jambu cultivado em solução nutritiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018. p.45-48.

MARKARD, J. The life cycle of technological innovation systems. **Technological Forecasting & Social Change**. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162517315056>>. Acesso em 11 fev. 2019.

MENEGAES, J. F.; SANTOS, O. S.; BACKES, F. A. A. L.; SWAROWSKY, A.; FILIPETTO, J. E. Cultivo hidropônico de nastúrcio como flores comestíveis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 1., 2014, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2014. CD-ROM.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D; TEIXEIRA, A. N. Análises qualitativas nos estudos organizacionais: as vantagens no uso do *software* NVivo®. **Revista Alcance** [online], v.23, n.4, out./dez. 2016. doi: [alcance.v23n4.p578-587](https://doi.org/10.1590/alcance.v23n4.p578-587)

NEELAMKAVIL, F. **Computer simulation and modeling**. Great Britain: John Wiley & Sons. 1987.

PANTOJA NETO, R. A. Viabilidade econômica do cultivo de hortaliças em sistema hidropônico com substrato em Cametá-PA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016. p.21-24.

PEIL, R. M. N. *et al.* Casca de arroz in natura como substrato em sistema com recirculação da solução nutritiva: 15 anos de pesquisa na Universidade Federal de Pelotas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

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.

PERIN, L. *et al.* Variedades de minimelancia em hidroponia: crescimento, rendimento e qualidade de frutos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

PERIN, L. *et al.* Sistema vaso x sistema calha para minitomateiros cultivados em substrato de casca de arroz in natura sob diferentes níveis de desfolha. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016. p.55-59.

PERIN, L. *et al.* Número de hastes e avaliação de componentes produtivos de plantas de tomateiro enxertadas e de pé franco em sistemas de calhas com substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018. P.69-73.

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

RESH, H. M. **Hydroponic Food Production**: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. Boca Raton-FL: CRC Press, 7 ed. 2012. 560p.

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 de agosto de 2018.

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, 2016a. p.87-90.

ROCHA, P. S. G.; COFFY, T. F. S.; MOSELE, S. H.; MERLO, E. C.; GOMES, G. B. Cultivo hidropônico de alface sob diodos emissões de luz (LEDs). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 3., 2016, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016b. p.91-94.

ROCHA, P. S. G.; CANOVA, D. V.; ADONA, L.; AMARAL, A. S.; MOSELE, S. H. -22; Produção de agrião hidropônico sob diferentes intensidades luminosas com leds. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018a. p.95-99.

ROCHA, P. S. G.; FREITAS, F. B. R.; MOSELE, S. H.; AMARAL, A. S.; LUSSANI, M. A. Produção hidropônica de coentro sob diferentes intensidades luminosas com leds. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018b. p.100-102.

ROJAS-MOLINA, A. M. *et al.* Características físico-químicas de três cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa*) em sistema hidropônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

ROSA, D. S. B.; PEIL, R. M. N.; PERIN, L.; GROLLI, P. R. Substrato de casca de arroz e número de hastes para o tomateiro grape em sistema com recirculação da solução nutritiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

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.

SANTIAGO, A. R. F.; SALA, F. C. BRUGNARO, C. Produção de alface romana em sistema hidropônico sob diferentes espaçamentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

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. pp. 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.

SILVA, F. G. M.; SOUZA, W. S.; COSTA, T. G. Produtividade de diferentes cultivares de alface em sistema hidropônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018. p.90-94.

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, pp. 201-207, 2014.

WIETH, A. R. *et al.* Desenvolvimento vegetativo da orquídea *Oncidium baueri* Lindl em sistemas de cultivo sem solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 2., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. CD-ROM.

WIETH, A. R. *et al.* Produção de microgreens em diferentes substratos e concentrações de solução nutritiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018. p.109-112.

5 CONCLUSÃO GERAL

A proposta orientadora desta dissertação consistiu na abordagem da hidroponia enquanto uma alternativa inovadora para solução de limitações na produção e atendimento de demandas no mercado de hortaliças no Brasil. Dessa forma, foram elaborados três capítulos no formato de artigos, cujos referenciais teóricos e focos de análise buscaram responder às questões levantadas durante a concepção desta obra.

Quanto ao alcance dos objetivos do trabalho, obteve-se um resultado satisfatório, com a utilização de perspectivas sistêmicas como referencial teórico mostrando-se uma escolha adequada. A associação entre as noções de mudança e difusão tecnológica e a de cadeia produtiva no primeiro capítulo permitiu a identificação dos fatores que induziram a emergência da hidroponia enquanto tecnologia na agricultura, bem como os condicionantes que regularam esta ascensão e os prováveis impactos que este crescimento gerará no sistema. No segundo capítulo, ao considerar os ambientes interno e externo, a matriz SWOT foi uma ferramenta essencial para a identificação das forças, fraquezas, ameaças e oportunidades, bem como à operacionalização do cálculo do posicionamento estratégico. Com isso, foram alcançadas condições de oferecer um trabalho com potencial de aplicação prática e útil a produtores e interessados em investir na produção comercial de hortaliças hidropônicas. Por fim, a noção de Sistema de Inovação Tecnológica possibilitou a análise dos elementos estruturais, processos e funcionalidades relacionados ao desenvolvimento da hidroponia enquanto um sistema de inovação. Com isso, foi possível identificar sua fase de desenvolvimento atual, bem como apontar mecanismos atuando na indução ou bloqueio de seu crescimento.

Os resultados obtidos nos três trabalhos apresentam convergências, indicando conjuntamente respostas para as questões de pesquisa. Se observa que surgimento e crescimento da hidroponia ocorreu pela combinação entre oferta tecnológica e demanda por soluções técnicas para limitações produtivas na agricultura. Para o alcance da viabilidade técnica, destaca-se a evolução dos sistemas produtivos por meio de inovações incrementais e emergência de tecnologias complementares, bem como ganhos em termos de capacidade técnica dos agentes envolvidos na atividade, seja por aprendizado próprio ou obtenção de informações em fontes externas. Neste sentido, as funções de geração e difusão de conhecimento, direcionamento de pesquisas e atividades empreendedoras são indicadas como os principais indutores do

crescimento do Sistema de Inovação Tecnológica da hidroponia no Brasil, pois estimulam processos de aprendizado nas múltiplas dimensões do sistema, bem como a construção de redes que facilitam trocas entre os agentes. Destaca-se também a importância da capacitação técnica para o avanço do sistema hidropônico, de forma que debilidades nesta área representam fraquezas e ameaças ao sistema produtivo comercial, enquanto a habilidade de obter informações e soluções representam uma importante força no sistema produtivo. Neste caso, a função de mobilização de recursos (humanos e de capacidade técnica) se destaca.

Fatores infraestruturais são importantes para o desenvolvimento da hidroponia. A dependência permanente de recursos externos acarreta em possíveis fontes de fraquezas, de forma que a disponibilidade de água, energia elétrica, fornecedores de insumos, equipamentos e serviços ganha relevância no posicionamento estratégico da atividade. Isso também é ligado às funções de mobilização de recursos e formação de mercado, ou condicionantes técnicos.

Aspectos relativos aos condicionantes econômicos da hidroponia também se mostram recorrentes. De um lado, destacam-se as potencialidades do sistema. A eficiência no uso de fatores de produção, como insumos, mão de obra, área, etc., permite desde a viabilização da produção em contextos onde a agricultura tradicional é limitada, até a multiplicação da produtividade em áreas já altamente produtivas. Por outro lado, apontam-se os elevados valores de investimento inicial e imobilização de capital, custos de produção mais altos que no cultivo tradicional a campo, além dos riscos associados com perdas de estruturas em eventos climáticos severos. Neste sentido, os estudos convergem quanto à relevância da avaliação das condições específicas de cada contexto. Por exemplo, a capacidade de adaptação dos sistemas para a superação de desafios técnicos leves e a condições de investimento limitado são uma vantagem, pois reduzem as demandas de capital e custos da produção. Por outro lado, ganhos em termos de qualidade e logística do produto impulsionam investimentos de produtores que visam ganhar competitividade no suprimento de hortaliças, acirrando a concorrência com investidores capitalizados.

Neste sentido, emergem aspectos ligados à estruturação de mercado. Mudanças nos hábitos alimentares e no poder aquisitivo da população em países emergentes tem gerado valorização de produtos alimentares com mais qualidade. A crescente consideração de questões relativas à sustentabilidade (buscando-se eficiência do uso e preservação de recursos naturais, diminuição de efeitos nocivos da produção sobre a natureza e redução de desperdício ao longo da

cadeia), segurança alimentar (redução da presença de contaminantes e agrotóxicos) e qualidade física dos alimentos frescos, como as hortaliças, tem impulsionado a aceitação da hidroponia pelo segmento do consumo, valorizando seus produtos no mercado. Além disso, maiores exigências em termos de coordenação nas cadeias de suprimento demandam dos segmentos de produção, distribuição e comercialização de produtos ganhos de escala, maior padronização e redução de incertezas. Este cenário tem se mostrado vantajoso para a hidroponia em contextos onde a produção a campo é limitada, diminuindo sua concorrência e mantendo a rentabilidade. Por outro lado, onde a produção a campo é significativa, a tendência de concorrência por preços pode significar um risco à viabilidade econômica do cultivo hidropônico.

Dentre as principais contribuições práticas desta pesquisa, aponta-se o alcance de informações pertinentes a agentes ligados à CPHort e hidroponia. Primeiro, esta obra aponta para múltiplos campos para atuação de serviços de extensão rural. Por exemplo, estas ações podem visar mitigar efeitos sociais negativos, como a saída de produtores incapazes de concorrer com o cultivo hidropônico, bem como buscar explorar potencialidades da atividade, ligadas a melhorias na geração de renda e condições de vida de produtores de hortaliças. Segundamente, a avaliação da fase de desenvolvimento do SIT, bem como a identificação de mecanismos e funções atuando para a indução ou bloqueio de seu crescimento representam um grande avanço para o embasamento de pesquisas, investimentos e iniciativas voltadas ao setor hidropônico. Por fim, a elaboração de uma matriz SWOT tem grande potencial de contribuição prática na orientação de produtores e interessados na produção hidropônica para investimentos mais seguros.

Quanto às contribuições teóricas, destaca-se a introdução da perspectiva de análise da hidroponia como uma inovação tecnológica e segundo a abordagem do SIT. Isto permitiu o avanço na compreensão desta tecnologia enquanto um modo de produção de hortaliças, tanto no que diz respeito à sua trajetória até os dias atuais, como quanto ao seu futuro. Além disso, a avaliação da competitividade da hidroponia na CPHort contribuiu para a ampliação da base de conhecimento referente ao desempenho de mercado do cultivo hidropônico, até então uma lacuna de pesquisa.

Dentre as limitações do presente estudo, apontam-se as restrições impostas pelo emprego majoritário de fontes bibliográficas na obtenção dos dados para a pesquisa. Embora adequado ao alcance dos objetivos propostos, este método limita-se à abordagem da realidade apresentada nas publicações analisadas, pondo em xeque o potencial de contribuições práticas da pesquisa. Dessa

forma, recomenda-se a realização futura de estudos que contemplem também abordagens do ambiente empírico, buscando a validação prática dos avanços teóricos apresentados neste trabalho. Neste sentido, a abordagem direta de componentes dos segmentos da indústria de apoio, pesquisa e desenvolvimento, produção, comercialização e consumo ligados à hidroponia, em estudos mais aprofundados, representam um avanço no preenchimento das lacunas de conhecimento prático e teórico existentes para este setor tecnológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, Washington. v.327, pp. 812-818, fev. 2010.

RESH, H. M. **Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2012. 7 ed.

SETO, K. C.; RAMANKUTTY, N. Hidden linkages between urbanization and food systems. **Science**. Washington, v. 352, n.6288, pp. 943-945, mai. 2016.

VERMEULEN, T. *et al.* Hydroponic Systems: hype or new perspective. **Acta Horticulturae**. v. 1034, pp. 201-207, 2014.