



**O PAPEL DO AMBIENTE INSTITUCIONAL NA INOVAÇÃO DO AGRONEGÓCIO:
ANÁLISE DO ECOSISTEMA DE PIRACICABA**

**THE ROLE OF THE INSTITUTIONAL ENVIRONMENT IN AGRIBUSINESS
INNOVATION: ANALYSIS OF THE PIRACICABA ECOSYSTEM**

Isabela Romanha de Alcantara

Universidade de São Paulo, SP, Brasil
isabela.alcantara@usp.br
<https://orcid.org/0000-0001-9172-4271>

Ricardo Bernardes de Barros Campo

Universidade de São Paulo, SP, Brasil
ricardobbcc@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0003-1973-4357>

Catarina Barbosa Careta

Universidade de São Paulo, SP, Brasil
caretta@usp.br
<https://orcid.org/0000-0003-4433-8073>

Carlos Eduardo de Freitas Vian

Universidade de São Paulo, SP, Brasil
cefvian@usp.br
<https://orcid.org/0000-0001-8212-9112>

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar o papel do ambiente institucional na inovação, tendo como meio o ecossistema de Piracicaba, bem como suas potencialidades e desafios. Esta análise foi segmentada em seis fatores (político, financeiro, cultura, capital humano, suporte e mercado). Este trabalho foi uma pesquisa aplicada, de cunho descritivo e exploratório, de natureza qualitativa e quantitativa, cujo procedimentos técnicos foram pesquisa bibliográfica, levantamento e estudo de campo. Quanto aos procedimentos técnicos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, levantamento e estudo de campo. Foram escolhidos representantes dos agentes de inovação do ecossistema de Piracicaba para responder um questionário, cujos modelos de negócio possuem foco em tecnologia para agropecuária. O instrumento utilizado para análise

dos dados foi a lógica paraconsistente anotada de dois valores (LPA2v). O fator capital humano é o elemento mais favorável do ecossistema de Piracicaba, seguido do fator cultura. Já os fatores político, financeiro, suporte e mercado não tiveram seus resultados ordenados na região de verdade, o que indica a necessidade de melhorias em tais quesitos, pois representam as potencialidades que podem ser aprimoradas e os desafios que precisam ser superados.

Palavras-chave: Inovação; Startups; Agropecuária; Piracicaba; Lógica paraconsistente anotada.

Abstract

The objective of this paper is to analyze the role of the institutional environment in innovation, having as object the Piracicaba ecosystem, as well as its potential and challenges.. This analysis was segmented into six factors (political, financial, culture, human capital, support, and market). This work was an applied research, descriptive and exploratory, of a qualitative and quantitative nature. As for the technical procedures, bibliographic research, survey, and field study were used. Representatives of the innovation agents of the Piracicaba ecosystem were chosen to answer a questionnaire, whose business models focus on technology for agriculture. The instrument used for data analysis was the two-value annotated paraconsistent logic (LPA2v). The human capital factor is the most favorable element of the Piracicaba ecosystem, followed by the culture factor. The political, financial, support, and market factors, on the other hand, did not have their results ordered in the real region, which indicates the need for improvements in such items, as they represent the potential that can be improved and the challenges that need to be overcome.

Key words: Innovation; Startups; Agriculture; Piracicaba; Annotated paraconsistent logic.

1. INTRODUÇÃO

Um sistema agroindustrial é influenciado pelo ambiente organizacional e institucional. As instituições são as ‘regras do jogo’, as quais representadas pelas leis, tradições, cultura, educação e costumes que caracterizam diferentes sociedades. As organizações são estruturas que dão suporte ao funcionamento dos sistemas agroindustriais, bem como as empresas, universidades, institutos de pesquisa, dentre outros (Zylberstajn, 2010).

À luz das ideias de Williamson, Mendes (2005) descreve que o ambiente institucional e os indivíduos influenciam as organizações, por meio de restrições e oportunidades. As

formas de organizações (estruturas de governança) são determinadas pelo ambiente institucional, por meio de um conjunto de regras, e pelos indivíduos, pelas ações regidas por atributos comportamentais e estratégias.

As instituições não são neutras, pelo contrário, afetam a organização da atividade econômica. Se esta afirmação é verdadeira, tal como defende Williamson (1985) e North (1991), o desenvolvimento de uma teoria de desenho institucional passa a ser de grande valia. Instituições tendem a apresentar mudanças incrementais ao longo do tempo, sendo menos frequentes grandes mudanças de curto prazo. Assim podem ser entendidas as mudanças de cunho cultural, costumes e o aparato legal que caracteriza as diferentes sociedades. As organizações que nascem dentro do ambiente institucional são limitadas e condicionadas pelas regras institucionais.

Um ambiente institucional favorável à inovação é essencial para a manutenção da competitividade. A competitividade dos sistemas agroindustriais relaciona-se à sua capacidade de gerir o processo de desenvolvimento tecnológico em cada um dos seus processos e no sistema como um todo, sendo considerado por Waack (2010) como um aspecto chave para a inovação.

O Vale do Piracicaba ou *AgTech Valley*, objeto deste estudo, consiste em um ecossistema de 60 *startups* e empresas de base tecnológica para soluções do agronegócio (Figueiredo, Jardim, Sakuda, 2021). Este polo de inovação passou a ganhar mais relevância em 2016 a partir da maior cooperação entre agentes de inovação instalados no município de Piracicaba, incluindo a Esalqtec, pioneira nesse movimento ao atuar como a incubadora da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP).

Partindo da premissa de que ecossistema de empreendedorismo é uma comunidade econômica, onde há interação de organizações e indivíduos no nível dos negócios (Moore, 1993) e de que um ambiente institucional favorável a inovação é essencial para a manutenção da competitividade (Waack, 2010) surge a oportunidade para avaliar o ambiente de Piracicaba sob esse prisma.

Isto posto, este trabalho tem como objetivo analisar o papel do ambiente institucional na inovação, tendo como meio o ecossistema de Piracicaba, bem como suas potencialidades e desafios. Para tanto, segmentou-se esta análise em seis fatores, a saber: político, financeiro, cultura, capital humano, suporte e mercado.

O presente trabalho divide-se em cinco seções, contando com esta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico que norteou esta pesquisa, bem como a base conceitual dos fatores que compõem a dimensão de um ecossistema de inovação. A terceira

seção descreve a metodologia adotada e as principais características da lógica paraconsistente anotada. Os resultados e discussões são apresentados na quarta seção, assim como os resultados da aplicação da lógica paraconsistente anotada. Por último, na quinta seção, estão as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Mediante literatura, nos tópicos a seguir são apresentados brevemente os conceitos de inovação e startups, assim como as dimensões inerentes a um ecossistema de inovação.

2.1 Conceitos e definições

De acordo com Freeman (1982), inovação é o processo que inclui as atividades técnicas, a concepção, o desenvolvimento e a gestão e que resulta na comercialização e utilização de novos ou melhorados produtos e processos. Conhecido por ser um dos primeiros economistas a considerar a inovação tecnológica como propulsor do desenvolvimento capitalista, Schumpeter (1939) classificou as inovações em cinco categorias: novos produtos, novos métodos de produção, novos mercados, novas fontes de matéria-prima e novas formas de organização. No que diz respeito ao agronegócio, Waack (2010) indica que a competitividade dos sistemas agroindustriais tem relação com à sua capacidade de gerir o processo de desenvolvimento tecnológico em cada um de seus elos e no sistema como um todo, onde a inovação ligada a produtos, processos ou serviços é essencial para a obtenção e manutenção de sua competitividade

Audretsch et al. (2019) e Marques (2020) destacam que a conexão entre a inovação e o ambiente institucional é relevante ainda mais para as pequenas empresas, bem como *startups*, diante da maior vulnerabilidade às influências externas, devido ao fato de suas vantagens competitivas tendem a ser menos sustentáveis do que as das grandes empresas em uma mudança do ambiente.

De acordo com Blank e Dorf (2014) e Spender et al. (2020), *startup* é uma organização temporária construída para encontrar um modelo de negócios repetível e escalável que atua num ambiente de extrema incerteza. Esse tipo de organização tem mudado o cenário de mercados emergentes assim como de setores mais tradicionais, como o agronegócio, que viram no modelo de atuação dessas empresas uma oportunidade para consolidar tecnologias e aumentar a eficiência produtiva.

Startups possuem características peculiares em seu modelo de atuação, com atividades focadas em experimentação, prototipação, agilidade e resolução de problemas a partir da

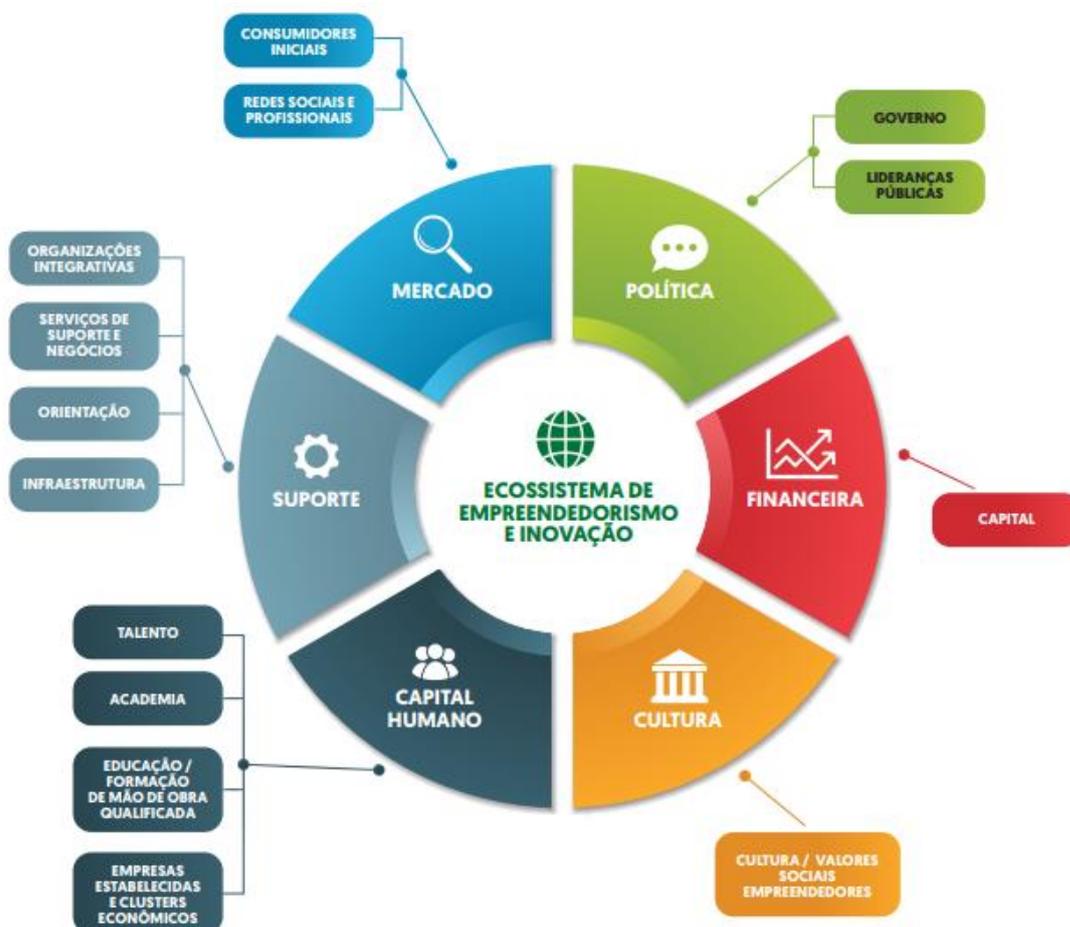
devolutiva e interação dos seus clientes/usuários. Cooperação também é um dos atributos que as diferenciam em relação a empresas tradicionais, sendo os ecossistemas os ambientes onde as *startups* se concentram e melhor se desenvolvem.

Moore (1993) define ecossistema como uma comunidade econômica na qual organizações e indivíduos, considerados os organismos do mundo dos negócios, interagem. Isenberg (2010), assim como Granstrand e Holgersson (2020) corroboram com esta ideia ao indicarem que um ecossistema de empreendedorismo é um conjunto de elementos individuais – como liderança, cultura, mercado e clientes – que se combinam de formas complexas.

2.2 Dimensões do ecossistema de inovação

De acordo com o Guia de Desenvolvimento de Ecossistemas e Centros de Inovação (Santa Catarina, 2017), o ecossistema de inovação pode ser diferenciado em seis dimensões (fatores), conforme retratado na figura 1.

Figura 1 – Ecossistema de inovação



Fonte: Santa Catarina (2017, p. 37).

- **Política:** essa dimensão inclui as representações do Governo (federal, estadual e municipal), as fundações de amparo à pesquisa assim como as lideranças e entidades públicas defensoras do empreendedorismo. Aos agentes políticos cabe o desenvolvimento de programas, iniciativas, fundos de investimento em inovação, apoio institucional, desburocratização, criação de legislação favorável e eliminação de barreiras ao empreendedorismo;
- **Financeira:** Nessa dimensão estão os agentes responsáveis ou que facilitarão o acesso ao capital (próprio ou de terceiros), como investidores-anjo ou de capital semente, aceleradoras, fundos de capital de risco (*venture capital*), bancos e agências de fomento. Os investidores fornecem recursos para investimento, benefícios e atrativos para empresas embrionárias, para criação de planos e modelos de negócio assim como para validação de produtos e a inserção dos mesmos no mercado. Indiretamente, investidores também dão acesso a *networking*, mentorias, expertise de mercado e acesso a novos investidores para futuras e maiores rodadas de investimentos;
- **Cultura:** a cultura é a dimensão que se refere aos valores sociais relacionados ao empreendedorismo como tolerância ao erro e ao risco, inovação, criatividade, experimentação, colaboração, pensamento em rede, entre outros. Os elementos da cultura de um ecossistema são a base para o seu sucesso pois permitem que os agentes inseridos em seu meio, se combinam, se conectem e interajam com o objetivo de resolver problemas, atender necessidades reais e gerar negócios inovadores;
- **Suporte:** Nessa dimensão são considerados os fatores de suporte à formação e desenvolvimento de negócios assim como suporte ao empreendedorismo e inovação. Esse suporte pode surgir por meio de serviços ou programas de institutos, fundações, associações, incubadoras, aceleradoras, *hubs* e parques tecnológicos. Na dimensão de suporte também está considerada a infraestrutura básica (telecomunicação, transporte/mobilidade, segurança), imobiliária e de negócios que permita atrair e reter talentos e empresas na região do ecossistema;
- **Capital Humano:** são os talentos (as pessoas) assim como ideias, conhecimentos, habilidades e atitude empreendedora para criar e converter ideias em modelos de negócios, produtos/serviços/processos com capacidade

de escalar e, por fim, consolidar uma empresa. Nessa dimensão também é considerada a atuação das universidades, institutos de pesquisa, institutos tecnológicos, fundações e/ou centros de formação de mão de obra qualificada, professores e pesquisadores. O capital humano também é notado pela presença de empresas estabelecidas, empreendedores e *clusters* econômicos que façam parte do ecossistema;

- **Mercado:** Nessa dimensão estão inseridas a comunidade empresarial, redes profissionais e a forma como se relacionam e trocam informações com as redes sociais de empreendedores e do ecossistema de inovação. O acesso ao mercado também é considerado nessa esfera, por meio dos consumidores iniciais (*early adopters*), redes de consumidores-referência ou validadores de conceito presentes ou que circulam no ecossistema.

3. METODOLOGIA

A fim de responder a problemática e atender o objetivo proposto, este trabalho é uma pesquisa aplicada, de cunho descritivo e exploratório, de natureza qualitativa e quantitativa, pois descreve as características do ambiente institucional de Piracicaba voltada para inovação no agronegócio e torna explícito e evidencia o fenômeno ocorrido (Sampieri, Callado, Lucio, 2013; Gil, 2022). Quanto aos procedimentos técnicos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, levantamento e estudo de campo.

Foi aplicado um questionário (ver Apêndice A) que contempla perguntas relacionadas às dimensões (fatores) do ecossistema de inovação de Piracicaba a fim de capturar as impressões dos respondentes sobre o assunto. Quanto ao processo de amostragem, foi aplicada uma abordagem não probabilística onde, de acordo com Malhotra e Dash (216), a amostragem depende do julgamento pessoal do pesquisador ao invés da chance de seleção probabilística dos elementos da amostra.

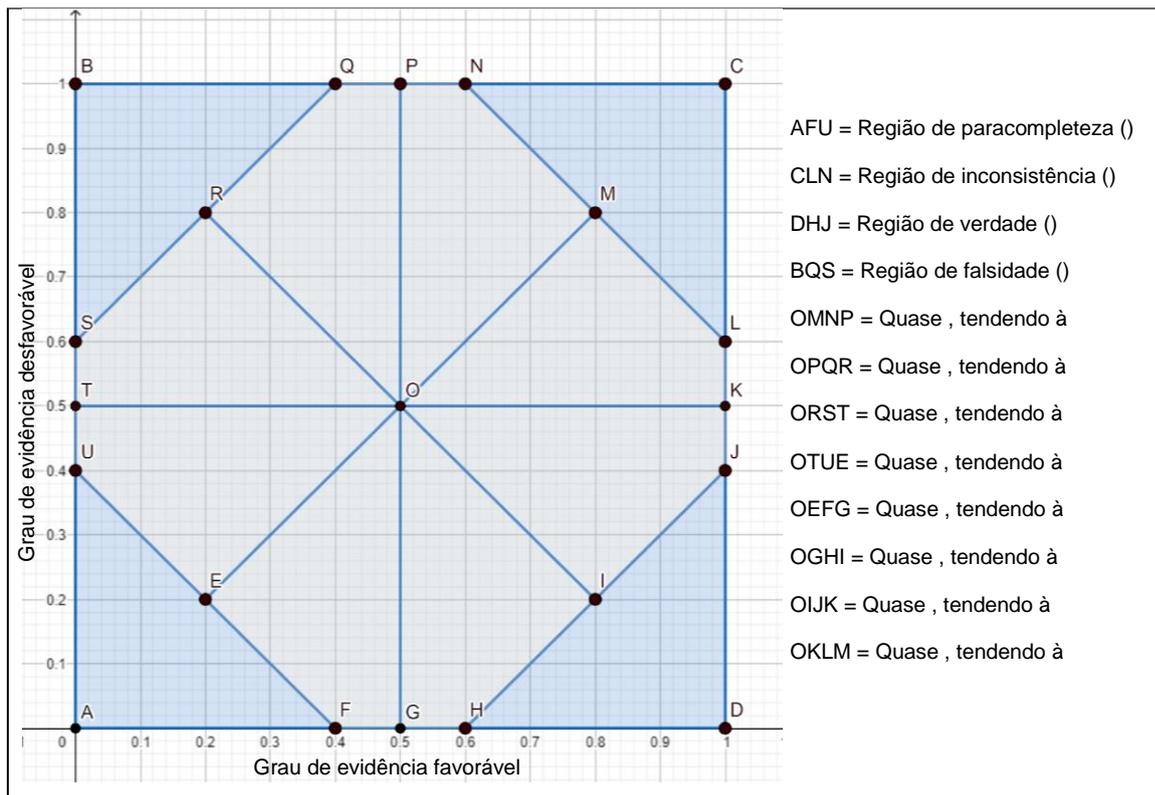
E nesse sentido, foram escolhidos cinco representantes de *startups* do ecossistema de Piracicaba, vinculadas a agentes de inovação local (incubadora e hubs) e que já apresentam relevância com notório desenvolvimento de modelo de negócio em tecnologias consolidadas para agricultura e pecuária (*agtech*). Além disso, para melhor diversidade de dados, para a seleção foram escolhidas empresas que atuam em segmentos distintos, entre eles 1) Drones de pulverização e imageamento, 2) Agricultura de precisão para aplicação de insumos, 3) *Big data* geoespacial para monitoramento de lavouras, 4) Soluções biológicas e 5) Inteligência artificial para pecuária.

O questionário do estudo foi aplicado no período de janeiro de 2021 e o instrumento utilizado para análise dos dados foi a lógica paraconsistente anotada de dois valores (LPA2v), com auxílio da ferramenta de Excel. A lógica paraconsistente é uma lógica não clássica, que surgiu diante da necessidade de se encontrar meios de tratar as situações contraditórias (Da Silva Filho, 2006). A lógica paraconsistente anotada (LPA) é composta por dois valores em relação à proposição p , sendo um que representa o grau de evidência favorável a p , ou grau de crença, representado por μ ; e outro que representa o grau de evidência desfavorável a p , ou grau de descrença, representado por λ .

A equação $H(\mu; \lambda) = \mu - \lambda$ define o grau de certeza de p , em que $-1 \leq H \leq +1$. Ou seja, o grau de certeza determina a medida em que uma proposição é falsa ou verdadeira. Para calcular o grau de contradição, que informa a medida da inconsistência, aplica-se a fórmula $G(\mu; \lambda) = \mu + \lambda - 1$, em que $-1 \leq G \leq +1$. Se houver um baixo valor de certeza ou muita inconsistência, o resultado é uma indefinição (Celestino e Abe, 2013).

Por meio da representação do par ordenado (μ, λ) em um plano cartesiano, pode-se constatar que a anotação da proposição p pode pertencer a um dos quatro estados lógicos extremos da LPA, sendo eles: verdadeiro (V); falso (F); inconsistente (T); e paracompleto (\perp) (Celestino e Abe, 2013). A representação desta anotação pode ser melhor entendida com apoio do algoritmo para-analisador, representado na figura 1.

Figura 1 – Representação no quadrado unitário das regiões dos estados extremos e não-extremos, com 0,6 de nível de exigência



Fonte: adaptado de Carvalho e Abe (2011).

Com base em Carvalho (2011) e Carvalho e Abe (2011), apresenta-se a seguir oito etapas realizadas para o desenvolvimento do método da LPA:

- i) **Fixação do nível de exigência**, a qual depende da segurança e confiança que se quer ter nas conclusões. Ao fixar o nível de exigência, automaticamente são definidas o algoritmo para-analisador, bem como as regiões de decisões. Neste trabalho, o nível de exigência adotado foi de 0,6, conforme proposto por Carvalho e Abe (2011). Isso significa que: se $H \geq 0,6$, conclui-se que o ambiente institucional de Piracicaba é favorável para inovação na agropecuária; se $H \leq -0,6$, constata-se que o ambiente institucional de Piracicaba é desfavorável para inovação na agropecuária; e se $-0,6 < H < 0,6$, a análise é não conclusiva. Esta mesma regra para conclusão também é aplicada aos fatores.
- ii) **Escolha dos fatores** que influenciam o ambiente institucional de Piracicaba. A escolha de tais fatores foi baseada na literatura disponível relacionada ao assunto, conforme posteriormente detalhado no tópico 2.2. Todos os fatores foram ponderados igualmente. Os fatores analisados foram: político, financeiro, cultura, capital humano, suporte e mercado.

- iii) O **estabelecimento das seções para cada fator** depende do refinamento que se pretende dar à análise. As seções definem as condições que cada fator poderá ser encontrado. Neste trabalho, optou-se por fixar cinco seções com ponderações (μ, λ) , a saber: muito favorável (3, 0), favorável (2, 0), indiferente (1, 1), desfavorável (0, 2), muito desfavorável (0, 3); e atribuição de pesos conforme uma escala *likert* de cinco pontos para determinação de frequências. Para maiores detalhes, consultar o Apêndice B.
- iv) **Construção da base de dados** na escolha dos especialistas com diferentes linhas de pensamentos. Carvalho (2011) recomenda a utilização de quatro ou mais especialistas, a fim de evitar a subjetividade. Neste trabalho, os especialistas escolhidos foram diretores de cinco *startups* representantes de agentes de inovação presentes em Piracicaba, aqui denominados por especialista A, B, C, D e E. A tarefa seguinte da construção da base de dados foi solicitar aos especialistas que atribuíssem o valor da evidência favorável (μ) e evidência desfavorável (λ) a cada um dos fatores, os quais são caracterizados pelas seções estabelecidas anteriormente. Em seguida, foi possível construir uma matriz formada com todas as anotações que os cinco especialistas (m) atribuíram a cada um dos seis fatores (F_i), dentro das condições definidas pelas cinco seções (s_j). Para maiores detalhes, consultar o Apêndice B.
- v) A **pesquisa de campo** consiste em verificar qual é a condição real de cada fator de influência, ou seja, é verificar em qual seção (s_j) cada fator (F_i). Isso significa traduzir as opiniões dos especialistas aos fatores pelos valores de evidência favorável e contrária.
- vi) Para o **cálculo das anotações resultantes**, Carvalho e Abe (2011) sugerem a classificação dos especialistas em grupos relacionados ao nível de importância de cada respondente, aplicando os operadores de MAX e MÍN. O operador MAX tem como propósito fazer a maximização do grau de certeza de um conjunto de anotações, pois escolhe o maior grau de evidência favorável e o menor grau de evidência contrária. Este operador é utilizado em situações quando a opinião de dois ou mais especialistas não são determinantes, bastando a opinião favorável de apenas um deles para considerar a resposta do grupo satisfatória. Já o operador MÍN busca fazer a minimização do grau de certeza de um conjunto de anotações, pois escolhe o menor grau de evidência

favorável e o maior grau de evidência contrária. O operador MÍN é aplicado quando as opiniões dos dois ou mais especialistas são todas determinantes e indispensáveis para considerar o resultado da análise satisfatória. A importância do uso desses operadores está relacionada com a aceitação de base de dados contraditórios, ou seja, consegue lidar com situações incertas (paracompletas ou inconsistentes).

- vii) A **determinação do baricentro** (W) define a influência conjunta dos fatores. Ou seja, o baricentro é o centro de gravidade dos fatores em um plano cartesiano. Para determinar W , calcula-se as médias aritméticas (pois todos os fatores possuem pesos iguais neste trabalho) das coordenadas do grau de evidência favorável (μ_w) e contrária (λ_w).
- viii) A **tomada de decisão** e conclusões finais foram feitas com base no resultado apresentado no algoritmo para-analisador. Em outras palavras, para obter-se as conclusões finais acerca de cada fator e do baricentro, bastou verificar a região do reticulado em que os pontos foram plotados no plano cartesiano, por meio do algoritmo para-analisador.

No que diz respeito ao Procedimento metodológico do estabelecimento das seções para cada fator, primeiramente, calculou-se a proporção de respostas para cada proposição, P , que se relaciona com as questões de 6 a 17, considerando-se os cinco respondentes. A soma de respostas para cada proposição é igual a 1. A Tabela 2 apresenta a tabulação da proporção desses dados. Em que P indica a proposição, s_1 é a seção de resposta “muito desfavorável”, da mesma forma, s_2 é para “desfavorável”, s_3 para “indiferente”, s_4 para “favorável” e s_5 para “muito favorável”. Posteriormente, aplicou-se os pesos sugeridos para seção, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 2 - Proporção

FATOR	P	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
Político	6	0	0	0,4	0,6	0
	7	0	0	0,8	0,2	0
Financeiro	8	0	0,4	0,2	0,4	0
	9	0	0,2	0,2	0,2	0,4
Cultura	10	0	0	0	0,6	0,4
	11	0	0	0,4	0,4	0,2
Suporte	12	0	0	0	0,6	0,4
	13	0	0,4	0,2	0,2	0,2
Capital humano	14	0	0	0	0,6	0,4
	15	0	0	0	0,8	0,2
Mercado	16	0	0	0,2	0,6	0,2
	17	0	0,2	0,6	0	0,2

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 3 - Pesos

FATOR	P	EVIDÊNCIA DESFAVORÁVEL			EVIDÊNCIA FAVORÁVEL		
		s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	
Político	6	3	2	1	2	3	
	7	3	2	1	2	3	
Financeiro	8	3	2	1	2	3	
	9	3	2	1	2	3	
Cultura	10	3	2	1	2	3	
	11	3	2	1	2	3	
Suporte	12	3	2	1	2	3	
	13	3	2	1	2	3	
Capital humano	14	3	2	1	2	3	
	15	3	2	1	2	3	
Mercado	16	3	2	1	2	3	
	17	3	2	1	2	3	

Fonte: elaborada pelos autores.

Multiplicando-se os resultados da Tabela 2 pelos pesos da Tabela 3, obtém-se os resultados da Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado da multiplicação dos resultados pelo peso

FATOR	P	EVIDÊNCIA DESFAVORÁVEL			EVIDÊNCIA FAVORÁVEL		
		s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	
Político	6	0	0	0,4	1,2	0	
	7	0	0	0,8	0,4	0	
Financeiro	8	0	0,8	0,2	0,8	0	
	9	0	0,4	0,2	0,4	1,2	
Cultura	10	0	0	0	1,2	1,2	
	11	0	0	0,4	0,8	0,6	
Suporte	12	0	0	0	1,2	1,2	
	13	0	0,8	0,2	0,4	0,6	
Capital humano	14	0	0	0	1,2	1,2	
	15	0	0	0	1,6	0,6	
Mercado	16	0	0	0,2	1,2	0,6	
	17	0	0,4	0,6	0	0,6	

Fonte: elaborada pelos autores.

A partir de então, foi possível estimar o grau de evidência favorável (μ) e o grau de evidência desfavorável (λ), em que μ corresponde a média entre s_3 , s_4 e s_5 ; e λ a média entre s_1 , s_2 , s_3 – a s_3 contribuiu tanto para a evidência favorável quanto para a evidência desfavorável, uma vez que a LPA não exclui o princípio de contradição. Os resultados de μ e λ está detalhado no tópico de resultados e discussões.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção está dividida em duas partes. A primeira parte descreve os elementos históricos/estruturais que caracterizam Piracicaba, bem como as características dos respondentes da pesquisa e o seu respectivo papel no ecossistema de inovação. A segunda parte consiste na apresentação dos resultados com a aplicação da lógica paraconsistente anotada.

4.1 Piracicaba

Piracicaba é um município localizado no interior do estado de São Paulo, situado às margens do Rio de Piracicaba. Desde a sua fundação, em 1767, o desenvolvimento econômico do município confunde-se com o desempenho das atividades agropecuárias diante das suas condições geográficas, principalmente pelo solo de característica fértil. A produção açucareira, por exemplo, colocou o município em posição de destaque desde o século XIX. Maior detalhamento acerca do processo de formação da paisagem rural de Piracicaba pode ser verificado em Leonidio (2013).

De acordo com Pezzotti (2021) em 1901, foi estabelecida na cidade a Escola Agrícola Prática de Piracicaba, hoje conhecida como Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq USP). Desde o início do século XXI, Piracicaba passou a se destacar também no desenvolvimento e consolidação de *startups* com foco em agricultura e pecuária (*agtechs*) num movimento crescente do ecossistema local e de seus agentes tais como a Esalqtec (incubadora da Esalq e com atividades na cidade desde 2006), Pulse Hub (hub de inovação aberta da Raízen fundado em 2017), Agtech Garage (hub de inovação focado em *agtech* e em operação desde de 2019), Animals Hub (primeiro hub de inovação do Brasil focado em pecuária de precisão fundado em 2019) e a WBGI (organização criada em 2020 e vinculada ao Instituto PECEGE - Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas) e que atua no fomento de negócios e acesso a investimento de capital semente para *startups*).

O ecossistema de Piracicaba passou a ser conhecido como “Agtech Valley” em comparação com o “Vale do Silício” da Califórnia (EUA) e o seu ecossistema de inovação com foco em tecnologia e computação. Além da inovação, a essência do Vale do Piracicaba está relacionada ao empreendedorismo e cooperação apoiados pelo setor privado, universidades e sociedade em geral (Canciani, 2016). Segundo Pezzoti (2021), a criação do APAL (Arranjo Produtivo Local do Álcool da Região de Piracicaba), em 2005, também foi importante para tornar a região um polo inovador. O arranjo foi feito a partir da união de poder público e instituições privadas e permitiu a criação do Parque Tecnológico de Piracicaba (PTP), onde estão sediadas unidades da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC), o Instituto Federal de São Paulo (IFSP), sete agentes de inovação locais assim como o centro administrativo da Raízen, empresa brasileira de produção de bioenergia, açúcar e etanol.

A fim de verificar a condição do ambiente institucional em relação ao ecossistema de Piracicaba para inovação no agronegócio, foram escolhidos representantes dos agentes de inovação, *startups* que estão apresentando um desenvolvimento notório e que já consolidam seus modelos de negócio com foco em tecnologia para agricultura e pecuária (*agtech*).

O especialista A é representante de uma empresa que presta serviços aéreos agrícolas com drones proprietários. O destaque da sua tecnologia é que seus drones são ajustáveis para serviços de imagem, liberação de agentes biológicos e pulverização localizada de produtos químicos.

O especialista B é representante de uma *startup* que desenvolve soluções para aplicação localizada de insumos agrícolas, com base em ferramentas de agricultura de precisão. Além de insumos químicos, a empresa está desenvolvendo equipamentos para aplicação de biológicos e projetos sob medida para grandes grupos agrícolas

O especialista C é representante de uma empresa de *Big Data* geoespacial, focada no setor agrícola e florestal, que utiliza imagens de satélites para medir, prever e controlar ativos biológicos, gerando insights para a cadeia do agronegócio.

O especialista D é representante de uma empresa, cujo objetivo é desenvolver inovações e soluções biológicas para a agricultura.

O especialista E é representante de uma *startup* que desenvolveu uma plataforma de inteligência artificial voltada à pecuária.

4.2 Lógica paraconsistente anotada

O estudo do ambiente institucional do ecossistema de Piracicaba para inovação no agronegócio foi feito a partir de 19 questões, que incluíam assuntos de dados pessoais, aspectos políticos, financeiros, cultura, suporte, capital humano e mercado (ver Apêndice A). As repostas das perguntas de 6 a 17, que correspondem a assuntos específicos das seis dimensões (fatores) do ecossistema de Piracicaba para inovação no agronegócio, foram tabuladas e analisadas conforme a tabela 1, onde está descrito o grau de evidência favorável (μ), o grau de evidência desfavorável (λ), o grau de certeza (H) e o grau de contradição (G) que tais elementos resultaram.

Tabela 5 – Resultados

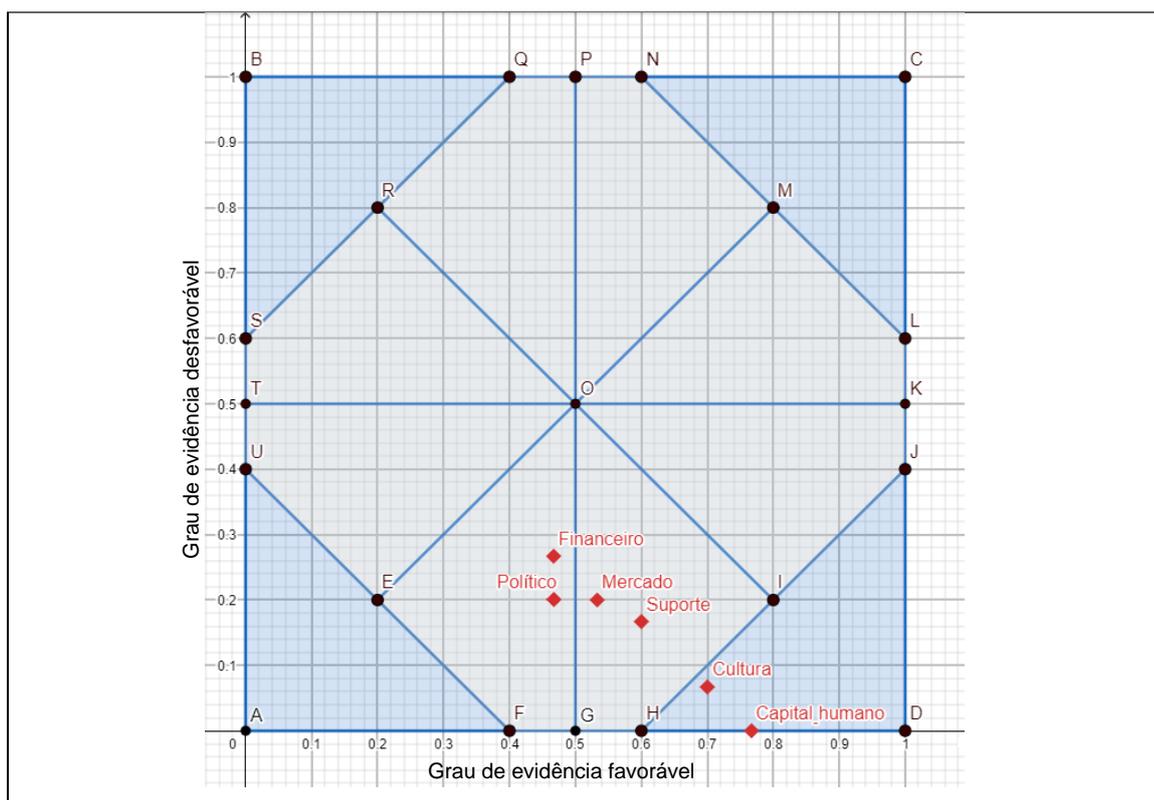
Fator	μ	λ	H	G
Político	0,467	0,200	0,267	-0,333
Financeiro	0,467	0,267	0,200	-0,267
Cultura	0,700	0,067	0,633	-0,233
Suporte	0,600	0,167	0,433	-0,233
Capital humano	0,767	0,000	0,767	-0,233
Mercado	0,533	0,200	0,333	-0,267
W	0,589	0,150	0,439	-0,261

Fonte: elaborada pelos autores.

O grau de certeza (H) é uma espécie de medição de quanto uma anotação (μ, λ) é distante do segmento perfeitamente indefinido AC e de quanto ela se aproxima do estado de verdade. Da mesma forma, o grau de contradição (G) mede o quanto uma anotação (μ, λ) se distancia do segmento perfeitamente definido (BD) e o quanto se “aproxima” do estado inconsistente ou paracompleto (Papalardo, 2016).

Os valores de H e G devem ser analisados em módulo. Por um lado, como não se registrou alto grau de contradição, não houve a necessidade de buscar novas evidências. Por outro lado, existindo um baixo grau de contradição pode-se formular a conclusão desde que se tenha um alto grau de certeza (Da Silva Filho, 1999).

Os fatores que permitem conclusões em estado de certeza (verdadeiro) são **cultura** e **capital humano**, pois registraram valores de H superiores ao nível de exigência estabelecido neste trabalho (0,6). A figura 3 auxilia a compreensão de tais resultados ao apresentar o ordenamento dos fatores no retículo para-analisador.

Figura 3 – Reticulado para-analisador dos resultados

Fonte: elaborada pelos autores.

A pergunta (aberta) de número 18, que indaga os pontos fortes e fracos do ecossistema de Piracicaba para inovação no agronegócio, também auxiliou no processo de entendimento de tais resultados.

O resultado dos fatores do ambiente institucional de Piracicaba relacionado com **cultura** e **capital humano** ficaram localizado na região de verdade (*V*) no algoritmo para-analisador. Isso indica que tais fatores são considerados favoráveis para o ecossistema de Piracicaba para inovação no agronegócio.

Os especialistas A e D, respondentes desta pesquisa, destacaram que este ecossistema é favorecido principalmente pelas universidades atuantes no município, reconhecendo este elemento como um de seus principais pontos fortes. O especialista E especificou a Esalq como um celeiro de talentos com visão e conhecimento técnico aplicado. Todavia, ainda no ponto de vista do especialista E, este ecossistema poderia atuar de forma mais próxima, trazendo CEOs para discussão do futuro das *startups*, e os agentes como Universidades e Centros de pesquisa poderiam dar mais apoio às empresas a fim de trazerem mais robustez e ajudarem as empresas de base tecnológica vencerem seus desafios de forma mais fluida e colaborativa.

Os fatores relacionados com os aspectos **financeiro** e **político** ficaram ordenados na região de quase paracompleteza, tendendo ao verdadeiro ($Q \perp \rightarrow V$), no algoritmo para-analisador. Esta região é compreendida ao estado de indefinição. A divergência entre o ponto de vista dos especialistas contribuiu para este resultado, ao passo que o método não exclui o princípio de contradição.

A presença de instituições de fomento foi considerada pelo especialista A como um dos principais pontos fortes do ecossistema de Piracicaba para inovação no agronegócio. Contudo, o especialista B destacou que existem os “investidores e falsos interessados” em tecnologia. Ou seja, os últimos são os que se dizem interessados pela tecnologia, porém, na verdade, não entendem o que realmente estão buscando, logo, considerado como um dos pontos fracos deste ecossistema. O especialista E frisou que os investidores ainda não entram em fases iniciais de *startups*, e quando o fazem, cobram uma taxa relativamente alta para o retorno. Já o especialista C sublinhou que o acesso a capital ainda é limitado e existe a falta de fundos *venture capital* com foco no agronegócio. Esse especialista ainda menciona que tais pontos fracos não são específicos ao ecossistema de Piracicaba, mas de todas as *agtechs* do Brasil como um todo.

Quanto às conexões geradas no Vale do Piracicaba, o especialista B elencou como um dos principais pontos fortes deste ecossistema. Ademais, este ecossistema possui um importante renome já consolidado no agronegócio, tanto do ponto de vista acadêmico quanto empresarial, conforme ressaltado pelo especialista C. Entretanto, o especialista A elencou como ponto fraco a ausência de um *cluster* setorial focado em inovação. Já o especialista D enfatizou a necessidade do ecossistema em evoluir no ambiente de negócios, bem como a interação entre empresas e liderança no cenário nacional.

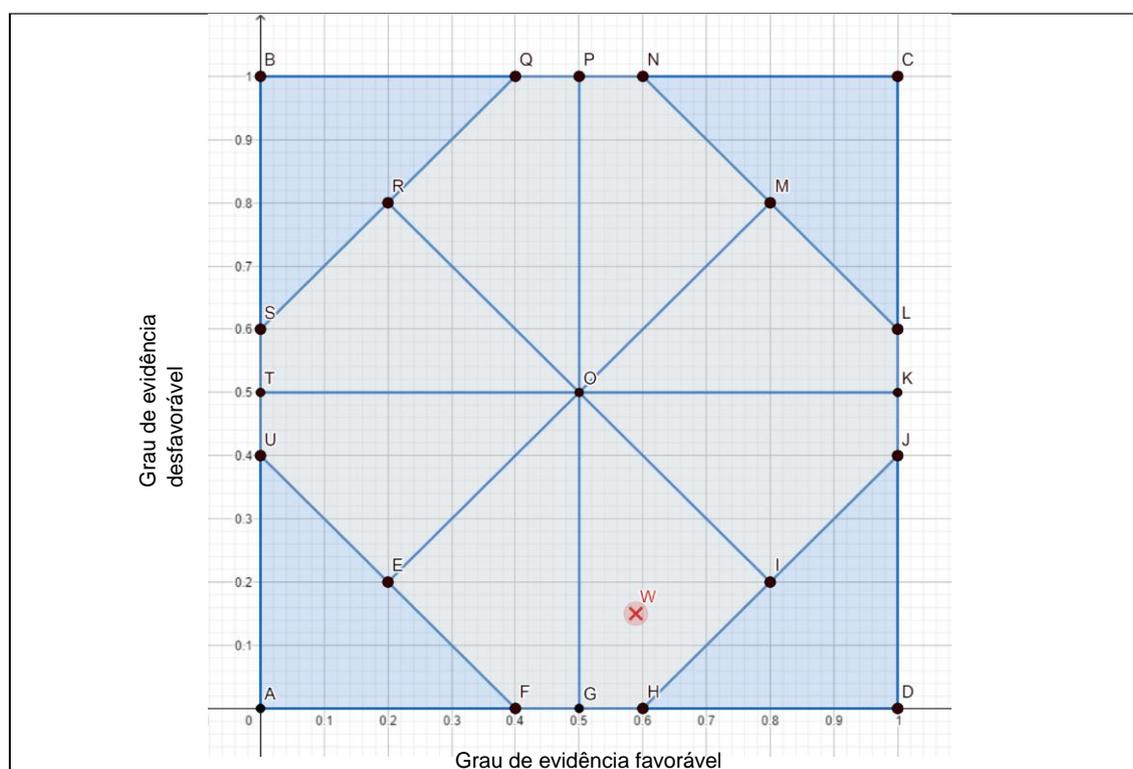
Os fatores de **suporte** e **mercado** ficaram localizados na região de quase verdade, tendendo a paracompleteza ($QV \rightarrow \perp$), no algoritmo para-analisador, ou seja, região de indefinição. Isso significa que se os fatores tivessem registrado um pouco mais de grau de evidência favorável, poderiam chegar na região de verdade.

No ecossistema de Piracicaba existem ações de empresas e instituições favoráveis ao ambiente, tais como Raizen/Pulse, AgTech Garage, AnimalsHub, além das empresas de base tecnológica de expressão nacional, como Fermentec, Case IH, Cooplacana, Caterpillar, Tecnal e outras que permitem interações e ampliação de *network*, conforme o especialista E. Por outro lado, a carência de empresas capazes de gerar validação de soluções para o agronegócio foi considerada um ponto fraco pelo especialista C.

Além disso, o especialista E salientou que esse novo ecossistema vem se moldando para se tornar um celeiro de *startups* e *scale ups* de sucesso, sendo um de seus principais pontos fortes. No entanto, este mesmo especialista frisou como ponto fraco a ausência de um “unicórnio” neste ecossistema (empresa com valor de mercado superior a US\$ 1 bi) ou empresas com faturamento pujante em *fundraising* mais avançados (Séries A, B e chegando na C). Isto poderia ser um marco do reconhecimento cabal de que não só existem empresas tecnologicamente e com base em PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), mas que também possuem performance competitiva e econômica consistentes.

De modo geral, ao analisar os fatores como um todo, definido pelo centro de gravidade, baricentro, verifica-se que o resultado foi quase verdadeiro, tendendo ao paracompleto, conforme apresentado na figura 4.

Figura 4 – Baricentro



Fonte: elaborada pelos autores.

Este ordenamento do baricentro no reticulado para-analisador não permite formular conclusões gerais acerca do ambiente institucional do ecossistema de Piracicaba, porém percebe-se que as melhorias dos pontos fracos e o aprimoramento dos pontos fortes elencados pelos especialistas poderiam contribuir para aumentar o grau de evidência favorável e, conseqüentemente, reposicionar o baricentro na região de verdade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Vale do Piracicaba é um ecossistema com foco em tecnologias da agropecuária e por esse motivo se justifica a realização de estudo nesse ecossistema como forma de contribuir com o desenvolvimento do segmento das *agtechs* dada a relevância da atividade agropecuária no país e a demanda por novas tecnologias que permitam aumentar a competitividade e eficiência das operações produtivas.

O ambiente institucional do ecossistema de *startups* de Piracicaba ainda está em formação e talvez até por esse motivo não possa ser considerado totalmente favorável à inovação no agronegócio. Este setor contribui altamente para a economia local, porém ainda existem algumas oportunidades/deficiências que podem ser melhor desenvolvidas.

Apesar dessas limitações, se comparado a outros ecossistemas *agtech* do país, o *Agtech Valley* em Piracicaba é um dos mais relevantes em função dos agentes de inovação presentes na cidade. Além disso, como apresentado no estudo, a cidade de Piracicaba é pioneira na pesquisa e desenvolvimento de tecnologia agrícola pela atuação de instituições e organizações que estão presentes na região, como a *Esalq USP* (fundada há mais de um século).

No que diz respeito aos resultados observados, o ordenamento do centro de gravidade na região de quase verdade, tendendo ao paracompleto, no algoritmo para-analisador não permitiu aferir conclusões sobre este tema de modo geral. Logo, a fim de melhor compreensão e análise, tal tema foi desagregado em seis fatores.

Por meio da ferramenta da lógica paraconsistente anotada foi possível verificar que o fator capital humano é o elemento mais favorável do ecossistema de Piracicaba, seguido do fator cultura. Ambos os fatores tiveram resultados ordenados na região de verdade do algoritmo para-analisador. Isto significa que, dentre os fatores analisados, apenas esses já podem ser considerados efetivamente favoráveis à inovação no agronegócio no ecossistema de Piracicaba.

Capital humano e cultura estão intimamente conectados e correspondem principalmente às pessoas presentes no ecossistema, sejam elas as que empreendem um novo negócio promissor, sejam elas as que apoiem e incentivem com colaboração. Piracicaba possui pessoas com talento e capacidade e já começa a criar a cultura empreendedora, mas poderia contar com mais incentivos e planejamento para fatores complementares.

E isso se comprova pelo fato dos fatores político, financeiro, suporte e mercado não terem seus resultados ordenados na região de verdade, o que indica a necessidade de melhorias em tais quesitos, pois representam as potencialidades que podem ser aprimoradas e

os desafios que precisam ser superados. Ações orientadas para estes fatores podem contribuir para o melhor desempenho do ecossistema de Piracicaba como um todo.

Um destaque que poderia ser feito aqui seria para o papel e presença de investidores, que de maneira geral podem influenciar positivamente, a partir de seus investimentos em startups da região, os fatores político, financeiro, suporte e de mercado. O dinheiro e recursos aplicados são um endosso ao mercado, a agentes financeiros e a representantes políticos de que a economia do ecossistema é favorável. E pelo que se nota do ecossistema de Piracicaba, investimentos poderiam ser melhor desenvolvidos na figura de investidores-anjo ou de capital semente. Outra alternativa viável é o investimento por empresas da região na forma de contratação de serviços ou realização de projetos-piloto, que ajudam a validar os produtos e escalar as soluções ao mercado.

Por fim, um atributo que não estava relacionado aos itens analisados na pesquisa, mas que representa também uma grande oportunidade para o desenvolvimento do ecossistema é um trabalho de marketing e comunicação estruturados para apresentar resultados dos projetos que nasceram na região assim como posicionar a evolução dos agentes e *startups* locais na mídia massiva e especializada, gerando visibilidade e atratividade para a cidade para o ecossistema.

REFERÊNCIAS

- Audretsch, D. B., Cunningham, J. A., Kuratko, D. F., Lehmann, E. E., & Menter, M. (2019). Entrepreneurial ecosystems: economic, technological, and societal impacts. *The Journal of technology transfer*, 44(2), 313-325.
- Blank, S., & Dorf, B. (2014). *Startup: manual do empreendedor - o guia passo a passo para construir uma grande empresa*. Rio de Janeiro, Brasil: Alta Books.
- Canciani, A. (2016). *O Vale do Piracicaba: um caso de inovação para o setor agropecuário brasileiro*. São Paulo, Brasil: Fundação Getúlio Vargas.
- Carvalho, F. R. (2011). Lógica paraconsistente em tomadas de decisão – método paraconsistente de decisão (MPD). In: ABE, J. M. (Ed.) *Aspectos de lógica e teoria da ciência*. São Paulo, Brasil: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo.
- Carvalho, F. D., & Abe, J. M. (2011). *Tomadas de decisão com ferramentas da lógica paraconsistente anotada*. São Paulo, Brasil: Editora Edgard Blucher Ltda.
- Celestino, U., & Abe, J. M. (2013). Dispositivo eletrônico para auxílio na locomoção de deficientes visuais e/ou auditivos baseado na lógica paraconsistente anotada evidencial Et. In: Abe, J. M. (Ed.) *Aspectos da computação inteligente paraconsistente*. São Paulo, Brasil: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo.

- Da Silva Filho, J. I. (1999). *Métodos de aplicações da lógica paraconsistente anotada de anotação com dois valores-LPA2v com construção de algoritmo e implementação de circuitos eletrônicos*. Tese (Doutorado em engenharia de sistemas digitais). Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Da Silva Filho, J. I. (2006). Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores-LPA2v. *Revista Seleção Documental*, 1(1), 18-25.
- Figueiredo, S. S. S., Jardim, F., & Sakuda, L. O. (Coods.) (2021). *Radar AgTech. Brasil 2020/2021: mapeamento das startups do setor agro brasileiro*. Brasília, Brasil: Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens.
- Freeman, C. (1982). *The economics of industrial innovation*. 2. ed. Londres, Inglaterra: Francis Pinter.
- Gil, A. C. (2022). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 7. ed. São Paulo, Brasil: Atlas.
- Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: a conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90–91, February–March, 102098. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>.
- Isenberg, D. J. (2010). How to start an entrepreneurial revolution. *Harvard Business Review*, 88(6), 40-50.
- Leonidio, A. (2013). Piracicaba no século XIX: uma paisagem em mudança. *Esboços: histórias em contextos globais*, 20(30), 101-122.
- Malhotra, N. K., & Dash, S. (2018). *Marketing research: an applied orientation*. 7. ed. New York, USA: Pearson.
- Marques, N. S. (2020), *Ambiente institucional e inovação em startups: o papel moderador das incubadoras de empresas*. Tese (Doutorado em Administração geral). Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo, Brasil.
- Mendes, K. (2005) *Desafios teóricos para o estudo do agronegócio brasileiro*. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Departamento de Economia e Administração. Universidade de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil.
- Moore, J. F. (1993) Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71 (3), 75-86.
- North, D. C. (1991) Institutions. *Journal of Economic Perspectives*. 5(1), 97-112.
- Papalardo, F. (2016) *A eficácia do planejamento e controle da Produção na indústria analisado pela metodologia da lógica paraconsistente anotada tri valorada*. Tese (Doutorado em engenharia da produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Paulista, São Paulo, Brasil.

Pezzotti, R. (2021). *O Vale do Silício Caipira*. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/reportagens-especiais/agronegocio-vale-do-silicio-caipira-piracicaba-inovacao-startups/>>. Acessado em: 03 de mar, 2022.

Sampieri, R. H., Callado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2013) *Metodologia de pesquisa*. 5. ed. Porto Alegre, Brasil: Penso.

Santa Catarina. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável. (2017) *Guia de implantação dos centros de inovação: Livro II - Plano de Implantação*. Florianópolis, Brasil: SDS.

Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles: a theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process*. v. 1. New York, USA: McGraw-Hill Book Company.

Spender, J. C., Corvello, V., Grimaldi, M., & Rippa, P. (2017). Startups and open innovation: a review of the literature. *European Journal of Innovation Management*. 20(1), 4-30.

Waack, R. S. (2010) Gerenciamento de tecnologia e inovação em sistemas agroindustriais. In: Zylbersztajn, D.; Fava Neves, M. (Orgs.) *Economia e gestão de negócios agroalimentares*. São Paulo, Brasil: Pioneira.

Williamson, O. E. (1985) *The economic institutions of capitalism: firms, market, relational contracting*. New York, United States: The Free Press.

Zylbersztajn, D. (2010) Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial. In: Zylbersztajn, D.; Fava Neves, M. (Orgs.) *Economia e gestão de negócios agroalimentares*. São Paulo, Brasil: Pioneira.

APÊNDICE - Questionário

INOVAÇÃO NO AGRONEGÓCIO: UMA VISÃO DO AMBIENTE INSTITUCIONAL DO ECOSISTEMA DE PIRACICABA

As respostas deste questionário visam reconhecer as características do ambiente institucional em relação à inovação no agronegócio no ecossistema de Piracicaba.

Este questionário é composto por 19 questões, organizadas em sete assuntos, a saber: dados pessoais; aspectos políticos (governo e liderança pública); aspectos financeiros e de capital; cultura; suporte; capital humano; e mercado.

Observação: os dados serão apresentados de forma consolidada e preservando a identidade dos respondentes.

Obrigado pela participação!

***Obrigatório**

Dados pessoais

1. Nome: * _____
2. Formação: * _____
3. Empresa: * _____
4. Cargo: * _____
5. Quando se instalou e passou a fazer parte do ecossistema de Piracicaba (ano): * __

Aspectos políticos (governo e liderança pública)

6. Como é a atuação das entidades governamentais ou fundações de amparo à pesquisa ou CT&I (Ciência, Tecnologia e Inovação) para o ecossistema de Piracicaba? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

7. Como é o engajamento e comprometimento da liderança pública de Piracicaba em relação ao empreendedorismo e inovação? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

Aspectos financeiros e de capital

8. Como é o ecossistema de Piracicaba em relação a oferta de recursos (acesso a capital)? Possui uma estrutura que facilite o acesso a recursos ou benefícios financeiros para empreendedores? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

9. Com que frequência é possível identificar ou reconhecer em Piracicaba a presença de investidores-anjo, investidores de risco (VCs), family offices, bancos, agências de fomento ou programas de subsídio? *

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Baixa frequência Alta frequência

Cultura

10. Como é, no ecossistema de Piracicaba, a cultura relacionada à inovação, criatividade e experimentação? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

11. Como é a ação dos agentes de inovação de Piracicaba em relação à colaboração e a prática dos valores sociais relacionados ao empreendedorismo? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

Suporte

12. Como são os serviços de suporte a negócios ou instituições de suporte ao empreendedorismo e inovação em Piracicaba? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

13. Piracicaba oferece infraestrutura básica (telecomunicação, transporte/mobilidade,

segurança), imobiliária e de negócios que permita atrair e reter talentos e empresas na região? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

Capital humano

14. Como é a atuação das universidades, institutos de pesquisa, institutos tecnológicos, fundações e/ou centros de formação de mão de obra qualificada, professores e pesquisadores? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

15. Reconhece ou identifica a presença de empresas estabelecidas, empreendedores e clusters econômicos? *

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Baixa frequência Alta frequência

Mercado

16. Como é o desempenho das redes sociais de empreendedores ou redes profissionais relacionadas ao ecossistema de inovação em Piracicaba? *

Muito desfavorável	Desfavorável	Indiferente	Favorável	Muito favorável
--------------------	--------------	-------------	-----------	-----------------

17. Com que frequência reconhece ou identifica a presença de consumidores iniciais (early adopters), redes de consumidores-referência ou validadores de conceito? *

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Baixa frequência Alta frequência

18. Em suma, quais os pontos fortes e fracos do ecossistema de inovação do agronegócio em Piracicaba? *

19. Gostaria de fazer algum comentário? (Opcional)