



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
CAMPUS SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA
ESCOLA DE QUÍMICA E ALIMENTOS – EQA
ENGENHARIA AGROINDUSTRIAL – AGROQUÍMICA



**EVOLUÇÃO DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO DE ARROZ NO
RIO GRANDE DO SUL: A ATUAÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA NO
SETOR**

Ana Mônica Fitz de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Jorge Tello-Gamarra

Santo Antônio da Patrulha
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
ESCOLA DE QUÍMICA E ALIMENTOS
ENGENHARIA AGROINDUSTRIAL – AGROQUÍMICA

**EVOLUÇÃO DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO DE ARROZ NO
RIO GRANDE DO SUL: A ATUAÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA NO
SETOR**

Ana Mônica Fitz de Oliveira

Projeto de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio Grande - FURG,
como parte dos requisitos necessários à
Graduação em Engenharia Agroindustrial -
Agroquímica.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Tello-Gamarra

Santo Antônio da Patrulha
2018

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela dádiva da vida! Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma estiveram presentes ao decorrer dessa jornada também! Gratidão especial, dedico ao meus pais, Miguel e Ana por serem constantes ao meu lado, e desde sempre me proporcionarem tudo para eu ser quem sou sem deixar de ser feliz. A vocês todo meu amor! Grata sou também a minha dinda, Maria Karpinski (*in memoriam*) por ter me ensinado amar o conhecimento e me ensinar que todos os dias precisamos aprender algo novo antes de voltar pra casa! Obrigada!

Não poderia deixar de agradecer obviamente aos professores que me deram o suporte necessário para construir o conhecimento até aqui: Marcelo Badejo, Alex Leonardi e Juliana Espindola. Mas em especial, sou grata ao meu orientador, professor Jorge Tello-Gamarra por seu meu maior incentivador a lutar pelo meu grande sonho. Muito obrigada pela sua dedicação, atenção, paciência e por me lançar desafios que me fazem crescer todos dias. Ao senhor, professor Jorge, grande respeito e admiração.

No entanto, falar do professor Jorge sem lembrar da Aleksandra Wasgen é impossível! Ale, obrigada pela tua espontaneidade e amizade. Grande carinho tenho por ti! Falando em amigos, agradeço também a presença de todos aqueles que encontrei nessa caminhada da vida: Afonso Henrique, Rafael, Frei André Malta, Ândrea Ferreira, Mariana Bellaver, Juliara, e claro, a Jéssica, a primeira amizade que tive na FURG, foram muitos momentos que passamos entre tantos outros que levarei comigo pra onde for. Obrigada a todos que passaram pelo meu caminho, deixaram comigo um pouco de si e levaram com vocês um pouco de mim!

Enfim, uma fase se encerra aqui e outra se inicia, confesso que preciso aprender muito ainda, contudo, com fé, garra e ousadia continuarei a lutar para estar à altura das expectativas da minha família, meus amigos e meus professores! Finalizando, deixo como mensagem a cada um que tomar em suas mãos este trabalho: “Lute, trabalhe, corra atrás dos seus sonhos, haja o que houver, não desista e não perca a felicidade de viver. Um sorriso melhora qualquer dor!”

EPÍGRAFE

*“Foi o tempo que dedicastes a tua rosa que
a fez tão importante.”*

Saint Exupéry.

RESUMO

O processo de mudança tecnológica envolve uma série de fatores que tendem a direcionar a evolução. Assimilar quais são os agentes e como eles estão envolvidos no decorrer de um caminho tecnológico faz parte do processo de entendimento de como ocorre a dinâmica do crescimento de uma firma ou país. As pesquisas adotam uma perspectiva de evolução técnica e de complementariedade, neste sentido, se torna evidente que uma trajetória ocorre por uma sucessão de fatos que de maneira complexa se interligam e consolidam um caminho. Neste contexto, figuram com grande importância as capacidades envolvidas para a criação e alocação dos recursos necessários para que sejam atingidos altos padrões de crescimento tecnológico e econômico. A capacidade tecnológica é capaz de explicar esses padrões devido as especificidades históricas relativas ao ambiente que se analisa em determinada circunstância. Nesse estudo, em um primeiro momento, foram realizadas revisões bibliográficas para encontrar os primeiros indícios da pesquisa, após isso, foram feitas entrevistas às firmas destaque do setor no Rio Grande do Sul e aos órgãos de pesquisa como um instrumento estrutural do estudo. Verificou-se que a tecnologia é fundamental para garantir a competitividade e desempenho do setor como um todo. Além disso ficou nítido que a mudança tecnológica acontece baseada no desenvolvimento de capacidades tecnológicas implementadas em níveis que se baseiam no ciclo vital das firmas. Quanto à atuação dos institutos de pesquisa salientamos que são de grande importância no processo de geração e acúmulo de conhecimentos, no entanto é importante estreitar ainda mais a relação firma – instituto de pesquisa no intuito de obter benefícios mútuos para ambas.

Palavras-chave: Trajetória Tecnológica. Capacidade Tecnológica. Agricultura.

ABSTRACT

The process of technological change involves a number of factors that tend to direct evolution. Assimilating the agents and how they are involved in the course of a technological path is part of the process of understanding how the growth dynamics of a firm or country occurs. The research adopts a perspective of technical evolution and complementarity, in this sense, it becomes evident that a trajectory occurs by a succession of facts that in a complex way intertwine and consolidate a path. In this context, the capacities involved in creating and allocating the necessary resources to achieve high standards of technological and economic growth are of great importance. The technological capacity is able to explain these patterns due to the historical specificities related to the environment that is analyzed in a given circumstance. In this study, at the first moment, bibliographical reviews were made to find the first indications of the research, after which, interviews were made to the prominent firms of the sector in Rio Grande do Sul and to the research entities as a structural instrument of the study. It has been found that technology is critical to ensuring the competitiveness and performance of the industry as a whole. Moreover, it was clear that technological change happens based on the development of technological capabilities implemented at levels that are based on the life cycle of firms. Regarding the performance of the research institutes, we emphasize that they are of great importance in the process of generation and accumulation of knowledge, however it is important to further strengthen the firm - research institute relationship in order to obtain mutual benefits for both.

Keywords: Technological Trajectory. Technological Capacity. Agriculture.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	8
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3.1 TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS: PERSPECTIVA EVOLUCIONÁRIA.....	10
3.2 CAPACIDADE TECNOLÓGICA E O PROCESSO EVOLUTIVO	13
3.2.1 Perspectiva Conceitual.....	13
3.2.2 Mensuração da Capacidade Tecnológica.....	15
3.3 INSTITUIÇÕES E TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS	17
3.4 PERFIL TECNOLÓGICO DO CENÁRIO EMPÍRICO	19
4 MÉTODO.....	22
4.1 AMBIENTE DA PESQUISA.....	22
4.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	23
4.3 COLETA DOS DADOS EMPÍRICOS.....	23
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	24
5 RESULTADOS	25
5.1 INDÍCIOS EVOLUTIVOS	27
5.2 DESENVOLVIMENTO DO SETOR COM BASE NA CAPACIDADE TECNOLÓGICA	31
5.2.1 Pré-industrialização (1900 – 1930).....	35
5.2.2 Pré-emergência (1930 – 1960).....	36
5.2.3 Emergência (1960 – 1980).....	37
5.2.4 Crescimento (1980 – 2000).....	38
5.2.5 Maturidade (2000 – 2010s)	40
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A – Questionário Aplicado às Firmas.....	58
APÊNDICE B – Questionário aplicado às Instituições de Pesquisa e Apoio ao Setor.....	60

1 INTRODUÇÃO

O entendimento de como ocorre a evolução tecnológica em uma determinada área ou setor parte de uma abordagem bastante complexa. Há uma série de atores nesse contexto que contribuem para moldar a direção da mudança tecnológica, e as capacidades tecnológicas por sua vez, contribuem de maneira especial nessas circunstâncias.

O direcionamento de uma trajetória tecnológica acontece sustentado por capacidades tecnológicas que uma firma ou então um país detém para isso (PARK; CHOUNG; MIN, 2008; FIGUEIREDO2016). Noutras palavras, a capacidade tecnológica refere-se ao acúmulo de conhecimento e experiências enraizadas no histórico de um setor que contribuem com a mudança. Mais do que isso há um fenômeno de sequenciamento lógico e de complementariedade dessas atividades que garantem maiores padrões de desenvolvimento técnico e econômico (BRUNNER, 1991; MARTIN, 1996; VERSPAGEN, 2005).

Por esse aspecto, quanto ao desenvolvimento econômico, há uma série de estudos que abordam a relação de causa e consequência entre a evolução técnica e a economia, uma vez que quando uma firma ou país se destaca em termos das suas capacidades, este é capaz de direcionar estrategicamente as suas atividades para garantir melhor posicionamento competitivo diante dos concorrentes (BELL; FIGUEIREDO, 2012; VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2016).

No entanto, analisar como acontece o fenômeno da mudança tecnológica baseado em capacidades não pode partir de um pressuposto trivial, pois é necessário fazer uso de um método que permita identificar todas as atividades intermediárias ao processo evolutivo. Comumente se relaciona esse tipo de atividade à indicadores, os mais usuais são relacionados à Pesquisa e Desenvolvimento (PATRA, MUCHIE, 2018) ou então o número de patentes (BAHLLA, FLUITMAN, 1985).

Contudo esses dois índices fornecem noção da entrada e saída tecnológica (*scientific input* e *scientific output*), mas falham ao explicar todo o processo evolutivo porque as competências que estão disponíveis no início de uma trajetória nem sempre tem o sustento necessário para tornarem-se fortuitas no segmento evolutivo. Analisando essa lacuna, autores como Figueiredo (2016) procuraram ao longo do tempo desenvolver métodos científicos que possam desmistificar as atividades

intermediárias na trajetória tecnológica. Logo, para analisar a mudança tecnológica sob a ótica das capacidades, é necessário compreender que antes de gerar uma capacidade tecnológica, é necessário saber agregar competências para tal. Isso fica claro em trabalhos como Choung *et al.* (2000), Park, Choung, Min (2008) e Figueiredo (2016).

Então, buscando evidências de dinâmicas desse tipo no contexto brasileiro, a mudança tecnológica da produção de arroz no Rio Grande do Sul equaliza bem todos esses aspectos e sugere a existência de capacidades fortemente fundamentadas em conhecimento codificado e tácito no estado gaúcho devido à sua representatividade de 70% (IRGA, 2017) frente ao Brasil como um todo, e apesar da performance produtiva do estado, são escassos os estudos que se dedicam a pesquisar a evolução da trajetória no setor com base na capacidade tecnológica.

Ainda por esse aspecto, escassos também são os indicadores e métodos de pesquisa que avaliam as atividades intermediárias da evolução tecnológica como um todo, considerando a contribuição das firmas de maneira individual para o conjunto ou os demais agentes envolvidos na atividade.

Nisso, a problemática reside em como identificar essas capacidades dada a carência de base teórica que fundamente essas questões relacionadas à esse tipo de atividades, e sobretudo, entender a dinâmica da trajetória tecnológica de diferentes setores agroindústrias de países emergentes, por exemplo o Brasil. Mais especificamente, o setor agroindustrial orizícola do Rio Grande do Sul. Por esse sentido, o método adotado nesse trabalho fez jus a isso. Buscou-se através de entrevistas a identificação de dados empíricos que permitam a elaboração de uma abordagem que possa representar como ocorreu a trajetória tecnológica do setor orizícola no Rio Grande do Sul.

A presente pesquisa pretende compreender essa dinâmica. Para tanto, segue-se estruturada pelos objetivos e uma revisão teórica a respeito dos principais conceitos abordados dividida por tópicos. A seguir encontra-se a descrição do método adotado, em sequência estão apresentados os resultados do estudo, e por fim, relatam-se também as conclusões. Há ainda apêndices relacionados à coleta dos dados quantitativos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Compreender a dinâmica da trajetória tecnológica da produção do arroz no estado do Rio Grande do Sul fundamentada na capacidade tecnológica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o alcance do objetivo geral deste trabalho, são considerados os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar a existência de fatores que tendem a caracterizar o cenário empírico diante da contextualização teórica da mudança tecnológica;
- b) Identificar então as capacidades tecnológicas no setor e avaliar a maneira com que elas direcionam a evolução tecnológica;
- c) Examinar o nível do desenvolvimento tecnológico do setor baseado em uma perspectiva de capacidades;
- d) Propor um método de mensuração e avaliação de capacidades tecnológicas na agricultura.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Com base na literatura sobre inovação, capacidades tecnológicas e mudança tecnológica, esta seção busca além de conceituar, detalhar as questões e evidências que o trabalho aborda. Isso acontece na perspectiva da análise da dinâmica no setor orizícola que compõe o ambiente empírico do presente estudo.

3.1 TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS: PERSPECTIVA EVOLUCIONÁRIA

Através do ponto de vista teórico, uma trajetória tecnológica é definida como o conjunto de ferramentas, técnicas e atividades relacionadas com a solução de um paradigma (DOSI, 1982) na direção do avanço da tecnologia (KIM, 2003). Para isso,

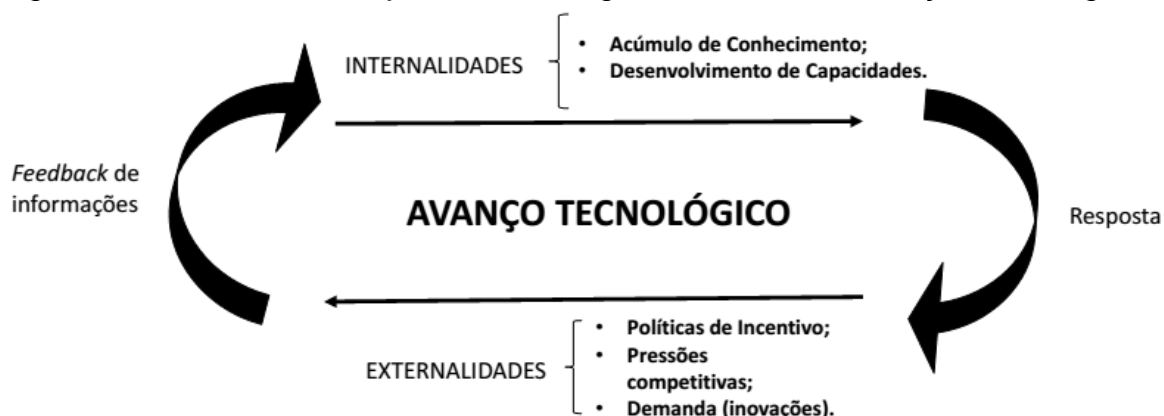
o fenômeno envolve uma série de progressivos aprimoramentos de base tecnológica (DOSI, NELSON, 2013).

Por esse aspecto, Kirkels (2014) afirma que é necessária a presença de uma série de inovações acumuladas na rota tecnológica de forma a consolidar um caminho que forneça uma resposta à demanda por evolução técnica com atividades no sentido de complementariedade entre os exercícios técnico-evolutivos (VERSPAGEN, 2005).

Nesse contexto há ainda a definição feita por Figueiredo (2016) alusiva à lógica de auto reforço da mudança tecnológica. Mais especificamente o que se quer dizer com esse tipo de afirmação é que há a existência de dois ambientes que fazem parte de uma *pathway*. Essa constatação está de acordo com McMeekin e Irwin (1994) em seu estudo que defende o processo de mudança como dependente de fatores externos à lógica da própria firma, outras palavras fora das fronteiras do campo operacional da firma.

A esses ambientes, Nelson e Winter (1977) denominavam “ambientes de seleção” como forma de qualificar o universo fora dos domínios da firma que caracteriza as competências necessárias para a geração de capacidades. Em concordância com esse raciocínio, há os estudos de Castellaci e Natera (2013), Mori, Batalha e Alfranca (2014), que propõe a existência de fatores de origem internos à trajetória (cientistas, pesquisadores, agentes que atuam no acúmulo de conhecimento e a própria firma), e também os agentes externos a ela (mercado, consumidores, concorrentes e políticas nacionais). A Figura 1, ilustra esse contexto.

Figura 1 – Dinâmica da Trajetória Tecnológica baseada na interação entre agentes.



Fonte: Elaboração própria (2018), com base em Nelson e Winter (1977), Castellacci e Natera (2013), Mori, Batalha e Alfranca (2014).

No entanto, entender como esses agentes relacionam-se entre si em sincronia é um tanto desafiador. De acordo com Martin (1996) e Hegde e Shapira (2007), esse fenômeno é complexo ao mesmo passo que diversificado. Essa afirmação é válida porque de fato, esses agentes além de interagirem de múltiplas maneiras, estão também sujeitos a outros fatores capazes de afetarem seu comportamento.

Com isso, Pavitt (1984) relaciona o modelo das *pathways* na premissa de que os setores industriais são diferentes tanto no ambiente em que estão inseridos, quanto no método, natureza e fontes que adotam para realizar as suas atividades de inovação, e além disso, parte dessa concepção a resposta para os diferentes desempenhos das firmas ou países.

Agora, aproximamo-nos de definições mais tangíveis a respeito do conceito de trajetórias e ao problema que esta pesquisa aborda. Mori, Batalha e Alfranca (2014), bem como Figueiredo e Piana (2017) as traduzem em termos de acúmulos de capacidades para a criação de alternativas que satisfaçam um paradigma, em uma segunda instância, é usual relacionar as capacidades tecnológicas com o desenvolvimento econômico de uma firma individual ou país (REICHERT; ZAWISLAK, 2014).

Da mesma forma que firmas e países caminham na direção do avanço econômico, desafiam os líderes globais participando dos processos de inovação (CHRISTENSEN, 1997), as firmas e países em desenvolvimento precisam acumular capacidades tecnológicas e desenvolver trajetórias como uma estratégia (BELL; FIGUEIREDO, 2012). O que se tem observado é que os recursos naturais a exemplo dos estudos de Figueiredo (2016), Katz e Pietrobello (2018) constituem uma fonte

interessante de crescimento econômico dado que é possível desenvolver uma trajetória específica sem a necessidade de operar na fronteira internacional de transferência tecnológica.

3.2 CAPACIDADE TECNOLÓGICA E O PROCESSO EVOLUTIVO

3.2.1 Perspectiva Conceitual

Diversos autores observam que a mudança tecnológica bem como todo o processo de inovação é ligado às capacidades tecnológicas da firma (CHOUNG *et al.*, 2000, DUTRÉNIT, 2004, PARK; CHOUNG; MIN, 2008, TELLO-GAMARRA, ZAWISLAK, 2013), ou do país como é o caso deste estudo. O Quadro 1 faz uma síntese dessas obras e das dimensões teóricas a que estão sujeitas.

Quadro 1 – Dimensões da evolução tecnológica.

<i>Driver</i>	Dimensão	Referências
Desenvolvimento	-Acúmulo de competências para o desenvolvimento dos países;	- Bell, Pavitt (1993), Hu, Mathews (2008), Sobanke <i>et al.</i> (2014), Dutrénit <i>et al.</i> (2018), Halkos, Skouloudis (2018), Capdevilla (no prelo).
Mudança Tecnológica	-Residência lógica em usar as especificidades dos recursos para o desenvolvimento de uma nova trajetória;	Martin (1996), Choung <i>et al.</i> (2000), Park, Choung, Min (2008), Figueiredo (2016), Katz, Pietrobello (2018).
Performance da Firma	-Desenvolvimento de competências e acúmulo de capacidade tecnológica pelas Firmas;	Lemon, Sahota (2004), Koc, Ceylan (2007), Figueiredo, Piana (2017), Wu, Ma, Liu (2018, no prelo).
Políticas de Desenvolvimento	-Agregação de Capacidade Tecnológica baseada nas políticas industriais como <i>proxy</i> do desenvolvimento;	Furman, Porter, Stern (2002), Cimoli, Dosi, Stiglitz (2008).
Capacidade Nacional de Inovação	-Integração entre as competências nos países para geração de capacidade inovadora;	Castellacci, Natera (2013), Brandão, Tello-Gamarra (2014), Watkins <i>et al.</i> (2015), Castellacci, Natera (2016), Proksch, Haberstroh, Pinkwart (2017).

Fonte: Elaboração própria (2018).

Para essa pesquisa, o termo “capacidade tecnológica” engloba todos os ativos relacionados ao conhecimento, desenvolvimento e inovação. Pode-se citar a tecnologia, capital humano, atividade de P&D, artefatos tecnológicos e todo o arsenal envolvido no processo produtivo dito inovador, considerando que cada um desses

construtos faz parte do conceito geral (LUNDVALL, 1992; DUTRÉNIT, 2000; KOC; CEYLAN, 2007; CASTELLACCI, NATERA, 2013; FIGUEIREDO, 2016; FIGUEIREDO; PIANA, 2017; DUTRÉNIT *et al.* 2018, no prelo).

Com a finalidade de tornar a definição mais concreta, é comum relacioná-la às fontes de conhecimento e habilidade para a atividade inovadora de acordo com Archibugi e Coco (2004), e através da sua ação é visível a forte ligação com o desenvolvimento (FREEMAN; LOUÇÃ; 2002; REICHERT; ZAWISLAK, 2014).

Ainda por esse ponto de vista, explorando um pouco mais a relação desses conceitos, Figueiredo e Piana (2017) afirmam que o conjunto de recursos que compõe uma capacidade, em um momento subsequente, geram e gerenciam as mudanças tecnológicas, e não diferentemente desse aspecto, Freeman (1982) enfatiza que há um fenômeno de cumulatividade desses recursos ao longo da trajetória (VERSPAGEN, 2005; FIGUEIREDO, 2016).

De posse dessas definições, vamos de encontro a Krauskopf, Vera e Albertini (1995) que afirmam que as capacidades tanto quanto a inovação são geradas através dos acúmulos de conhecimento e do processo de realimentação (MORI; BATALHA; ALFRANCA, 2014) de informações entre os ambientes internos e externos a uma trajetória, ou seja, ao ambiente de seleção (NELSON; WINTER, 1977).

Contudo, nesse contexto, nos deparamos com a subjetividade do arranjo dessas capacidades e a forma que elas estão relacionadas com a trajetória (GREEN; MCMEEKIN; IRWIN, 2004). O primeiro passo é compreender que as capacidades são adquiridas e aprimoradas através do processo de aprendizagem tecnológica (KIM, 2003; CASTELLACCI; NATERA, 2013).

Por outro lado, a segunda característica permitirá relacionar as capacidades com o avanço tecnológico. Nesse caso, o seu caráter de complexidade (WAISSBLUTH; GORTARI, 1990) que através do estudo da inovação por uma perspectiva evolucionista, permite conceber a ligação entre capacidade e trajetória pelo processo cumulativo composto pela combinação de fatores que resulta num sistema de natureza tácita e sistêmica (GALENDE, 2006). Em outras palavras, o que se explica é que há uma forte relação entre os acúmulos de conhecimento com o desenvolvimento e aprimoramento da capacidade tecnológica através da aprendizagem e aplicação correta de habilidades, teorias e experiências. Além disso,

considerando que o conhecimento é cumulativo e segue uma tendência gradual, começa a ser projetado o avanço tecnológico e econômico.

Afirma-se que o avanço econômico acontece como um fator associado à evolução tecnológica baseado nas evidências descobertas e difusas por Gonsen (1998), Deng, Lev e Narin (1999), Dosi, Freeman, Fabiani (1994), Lall (2001) e Eicher (2004), Galende (2006), Looy *et al.* (2006), Dias e Almeida (2013) e Sobanke *et al.* (2014). Em um aspecto mais amplo, pode-se afirmar que a inovação tecnológica é a precursora a longo prazo das estruturas capitalistas (GREEN; MCMEEKIN; IRWIN, 1994) e da sua possibilidade de manterem-se competitivas (LEMON; SAHOTA, 2004).

Nessa lógica, ao passo que a competitividade aumenta, as atividades precisam ser aprimoradas de forma a manter e elevar os padrões competitivos e isso só é possível de posse do pleno conhecimento das capacidades tecnológicas, por isso encontrar maneiras que permitam medir o nível de capacitação é importante para traçar medidas estratégicas futuras.

3.2.2 Mensuração da Capacidade Tecnológica

A mensuração do construto “capacidade tecnológica” normalmente tem sido feita através do acúmulo de competências por meio de índices como a P&D, ou então o número de patentes. Isso acontece porque a maneira complexa com que os agentes atuam gerando práticas codificadas na mudança tecnológica (LUNDVALL, 1992; CERULLI, 2014) faz com que haja um nível de subjetividade.

Algumas dessas práticas são interpretadas como *insights*, outras estão absorvidas pelas estruturas (como uma forma de artefatos), e há ainda as incorporadas pela capacidade humana (ARCHIBUGI, COCO, 2004) e são interpretadas como interdependentes, cumulativas e complementares (ANDERSEN, 1998). Na lógica de cumulatividade e complementariedade é que Verspagen (2005) embasa a sua perspectiva relativa ao fato de que as trajetórias vão sendo moldadas no decorrer do processo, considerando-se que a capacidade tecnológica é o fator chave para isso (GREEN; MCMEEKIN; IRWIN, 2004).

No entanto, uma análise mais crítica não apenas da capacidade tecnológica, mas sim da evolução técnica exige um grau de medição mais abrangente que permita capturar o processo da transformação tecnológica com parâmetros que estão fora dos indicadores de P&D ou patentes, por exemplo. Uma abordagem semelhante foi feita

por Archibugi e Coco (2004) ou então por Figueiredo (2016). Nesse sentido, o Quadro 2 mostra a estratégia que identifica os níveis intermediários no processo de desenvolvimento da capacidade tecnológica.

Quadro 2 – Níveis do processo de Capacitação Tecnológica

Nível da Capacidade	Grau das Competências	Características
Assimilativo	Baixo	- Aquisição, instalação e operação de técnicas e equipamentos básicos; - Implemento de atividades de inovação menores baseadas na experiência acumulada.
Adaptativo	Baixo - Médio	- Adaptação da tecnologia importada e atividades de absorção do conhecimento; - Implemento de atividades baseadas em engenharia ao nível da própria firma.
Generativo	Médio - Alto	- Maior grau de absorção tecnológica; - Desenvolvimento próximo às fronteiras de conhecimento internacional; - Implemento de atividades inovadoras para o contexto econômico.
Estratégico	Alto	- Pleno grau de absorção de conhecimento e geração de tecnologias originais com direção à fronteira internacional; - Implementação de atividades inovadoras diante do contexto internacional.

Fonte: Elaboração própria (2018) com informações de Dantas e Bell (1991) e Figueiredo (2016).

Ao adotar este método para a classificação das atividades de um país com base no seu nível de capacidades, é possível caracterizar as inovações do setor em termos do nível de conhecimentos e também do grau de inovação a que estas atividades estão sujeitas com base em dimensões interdependentes. Os níveis assimilativo e adaptativo são mais propensos a analisar o grau de complexidade das atividades relacionadas ao ambiente interno da mudança (a organização estratégica das próprias firmas, por exemplo, de maneira a tornarem-se competitivas entre si). Por outro lado, os níveis generativo e estratégico lidam com capacidades direcionadas à economia do país e com as atividades orientadas para o cenário internacional (as relações de aquisição tecnológica exterior, por exemplo).

Nos níveis generativo e estratégico, considera-se que as capacidades estão fortemente asseguradas por bases de conhecimento robustas, e nesse ponto, as instituições que investem em pesquisa com visão estratégica, sejam órgãos voltados à pesquisa ou firmas que tem em seu histórico essa característica, são importantes agentes de grande atuação. Em outras palavras são as precursoras do conhecimento necessário à mudança tecnológica baseada no acúmulo de capacidades.

3.3 INSTITUIÇÕES E TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS

De acordo com todos conceitos que examinamos nas seções anteriores, torna-se claro que a mudança tecnológica depende diretamente do conjunto de capacidades desenvolvidas e existentes no contexto. Com isso, as instituições de pesquisa desempenham um papel fundamental nessa conjuntura (CLARK *et al.*, 2001, MAZZOLENI; NELSON, 2007).

Hodgson (2006) define instituições como estruturas capazes de influírem positivamente no desenvolvimento social, neste caso, centros de pesquisa, órgãos que a incentivam bem como organizações que tenham incorporadas em si esse perfil que visa a investigação, são considerados aqui instituições.

Mais pontualmente, o que acontece é que essas estruturas são as responsáveis pelo acúmulo de capacidades tecnológicas. Segundo Figueiredo (2016), as instituições podem afetar a tendência das trajetórias que serão adotadas pelas firmas, por isso a não linearidade e a disparidade entre os padrões de desenvolvimento.

A explicação para este tipo de situação é que após a agregação de conhecimento em uma trajetória tecnológica emergente ou até mesmo em uma já moldada e definida ocorre a mudança do rumo das atividades (FLECK; WEBSTER; WILLIAMS, 1990; PROKSCH; HABERSTROH; PINKWART, 2017) que estão inseridas nesse encadeamento fazendo os exercícios de inovação terem um caminho diferente para o alcance do mesmo objetivo com excelência e eficiência.

No entanto, a instituição além de ser vista como um agente que estrutura os incentivos e que busca direcionar as atividades de maneira competente (LAZZARINI 2012, JOHNSON; KOYOAMA, 2017), é também o local que reúne os recursos que de maneiras complexas acabam por interferir no direcionamento e disposição das dinâmicas para a mudança tecnológica.

Para isso, admite-se que as instituições muito além de estruturarem os incentivos, possuem duas “vertentes” que direcionam as atividades de inovação. Uma delas é a própria capacidade tecnológica que reúne o conjunto de habilidades e ferramentas para a inovação e o outro, é o sistema político vigente e a maneira como a qual gerencia os recursos (ZYSMAN, 1994; JOHNSON; KOYOAMA, 2017).

O sistema político nacional é responsável por imprimir marcas próprias na mudança tecnológica e no caminho evolutivo (MARTIN, 1996). O sentido prático do que está sendo afirmado é que a política de incentivos é responsável por moldar o sistema de inovação através das atividades e práticas que serão adotadas para atingir-se um objetivo técnico.

Essa segunda “vertente” que relaciona os recursos com as trajetórias tem também a sua existência e forma vinculada à instituição a que pertencem. A literatura a respeito dos responsáveis pela criação e aglomeração das capacidades é vasta, contudo, o ponto de congruência é que as atividades de P&D são as precursoras (FURMAN; PORTER; STERN, 2002).

Tornando essa definição mais sólida e relacionada também ao ambiente político e social característico das instituições, Lemon e Sahota (2004), Sobanke *et al.*, (2014), Capdevilla (2017) comprovam que as capacidades provém do conhecimento, e Havens e Knapp (1999) por uma via mais abrangente sugerem o fato de que o conhecimento não é apenas dados e informações, mas sim, tem parte dele enraizado nas experiências humanas e contexto social.

Então, logicamente, a maneira como o conhecimento é criado e gerido é uma circunstância de notável importância. Dados confirmam que as organizações públicas, como as universidades e centros de pesquisa se destacam no âmbito da construção de capacidades porque investem fortemente em atividades de P&D (HU; MATHEUS, 2008; FURTADO; SCANDIFFIO; CORTEZ, 2011).

De posse das informações bibliográficas, as instituições podem ser vistas como uma *proxy* entre as trajetórias tecnológicas e o desenvolvimento de uma nação, pois através do desenvolvimento de atividades de P&D reúne-se o volume de recursos que caracterizam a capacidade de inovação nacional baseados no sistema político que rege as ações, com isso o rumo do avanço tecnológico é uma função das variáveis a que está disposto.

No setor agroindustrial brasileiro, mais especificamente no setor orizícola do Rio Grande do Sul não foi diferente do que é proposto pelas teorias analisadas. O Brasil como um todo e o estado gaúcho, especialmente, desenvolveram-se muito em termos de domínio de capacidades e tecnologia, ambas fundamentadas em conhecimento, fornecendo um cenário empírico rico em informações que qualificam as bases teóricas.

3.4 PERFIL TECNOLÓGICO DO CENÁRIO EMPÍRICO

Os processos responsáveis pelo acúmulo tecnológico mudaram significativamente para os setores industriais e agrícolas (BELL; PAVITT, 1993), e as atividades agroindustriais correspondem a um grande ativo na composição da economia brasileira frente a outras economias de países em maior grau de desenvolvimento.

De acordo com Katz e Pietrobelly (2018), nas indústrias que baseiam sua atuação em fontes de recursos naturais, nesse caso enquadram-se as agroindústrias, há um conjunto bem mais complexo de interações do que acontece com as indústrias de manufatura puramente industriais.

Nessa lógica, há uma natureza altamente específica que possui também influências geográficas em seu contexto. As funções de produção nesse tipo de indústria para *commodities* baseadas em recursos naturais, necessitam adaptar-se ao seu ambiente de seleção e construir uma nova capacidade de produção. Ademais, os agentes envolvidos nessa dependência precisam fornecer *know-how* às empresas que produzem a determinada *commodity* e lideram a cadeia de valor (KATZ; PIETROBELLY, 2018).

Analisando os impactos econômicos da atividade agroindustrial no Brasil, de acordo com Costa, Guilhoto e Imori (2013), são observadas mudanças econômicas positivas provocados por ondas de transformação no setor agroindustrial, e dentre esse tipo de impacto, são citadas as maiores taxas de crescimento e número de empregos (BARRON; RELLO, 2000).

Segundo Figueiredo, Santos e Lima (2012), os setores relacionados com a agropecuária e agroindústria tem maior impacto de crescimento representativo no Brasil que nos Estados Unidos, por exemplo. Na nação brasileira, o setor corresponde em média a um terço do produto interno bruto da economia, adquirindo um caráter

expressivo e revela assim a sua capacidade de impulsionar o desenvolvimento econômico.

Provavelmente o setor agroindustrial gera o progresso técnico e de valor (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2016) devido às altas taxas de exportação (FIGUEIREDO; SANTOS; LIMA, 2012), por isso considera-se importante que o país saiba compreender os efeitos das políticas comerciais e também as influências do ambiente externo sobre o exercício agroindustrial.

Conforme anteriormente mencionado, o ambiente externo é bastante complexo e as relações que ocorrem nessa esfera podem auxiliar na previsão das diferentes trajetórias, baseadas nos diferentes aspectos históricos e incentivos (POSSAS; SALLES-FILHO, SILVEIRA, 1996) além do aprendizado e acúmulo de conhecimento (WITHFIELD, 2012).

Nesse ponto de vista, Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) verificam a existência de um regime tecnológico nas agroindústrias. Mudanças significantes nas áreas de pesquisa, políticas públicas e surgimento de novos paradigmas são levados em consideração ao se observar que ocorrem mudanças no arranjo tecnológico adotado.

Nos últimos anos, incentivos à demanda por produtos de origem agroindustrial (COSTA; GUILHOTO; IMORI, 2013) e um aumento crescente na produtividade agrícola refletem as consequências de um considerável esforço de pesquisa, além disso, a criação de órgãos como a EMBRAPA liderando pesquisas frente ao sistema brasileiro de inovações agroindustriais (MAZZOLENI; NELSON, 2007) contribuem com o aumento de capacidades e incremento de trajetórias no setor.

Por essa perspectiva, quanto maiores forem os incentivos por pesquisa e desenvolvimento, acesso a informação, qualificação e convergência de políticas nacionais, mais o setor se fortalecerá e possivelmente adotará os recursos necessários para a criação de capacidades, progresso técnico e econômico (WAISSBLUTH; GORTARI, 1990; WITHFIELD, 2012; WATKINS, *et al.*, 2015; SÁNCHEZ-SOTO, 2016).

Inserindo-se no contexto brasileiro, o destaque em competências voltadas à agricultura reveladas pelos altos índices de produção é o Rio Grande do Sul. Segundo Mazzoleni e Nelson (2007) o estado gaúcho focou em fortes programas de pesquisa,

e talvez seja essa a explicação para o fato de o estado estar frente aos demais como grande produtor agroindustrial, especialmente de arroz.

A partir do período de industrialização do Brasil, num cenário despontando para a abrangência de novidades tecnológicas e modernização, conforme proposto por Adhikari, *et al.* (2018), começou o cultivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul já com vistas para o próspero mercado internacional (EMBRAPA, 2005).

De acordo com os dados do IRGA (2016), o Rio Grande do Sul é líder em produção, e é atualmente o responsável por mais de 70% do arroz brasileiro, sendo basicamente produzido através do sistema irrigado de cultivo, sendo este o majoritário no solo gaúcho.

Assim, nessa linha de compreensão, como afirmado por Cheng, *et al.* (2007), o cultivo irrigado necessita aparatos e conhecimentos tecnológicos mais robustos. Tendo em vista que a produção gaúcha provém preponderantemente desse sistema de cultivo, sugere-se que no estado exista já uma tecnologia amadurecida nesse sentido à frente das demais regiões brasileiras constituindo o seu diferencial e concordando com os pesquisadores que sugerem a forte interdependência entre salutar economia e capacitação tecnológica.

A grosso modo, não diferindo do restante do Brasil, tampouco do restante do mundo, o cultivo do cereal no Rio Grande do Sul ao mostrar-se produtivo, revelou também a existência de esforços tecnológicos dispostos no decorrer da *pathway* acumulados no passar das últimas décadas, como se era de esperar.

Dessa forma, fica claro que se ao seguirmos um caminho com marcos tecnológicos e históricos, aproximamo-nos da trajetória tecnológica que se instituiu para que a produção de arroz no Rio Grande do Sul, mais especificamente, se articulasse como um segmento de mercado contribuindo para a economia do estado e país, além de ser uma fonte geradora de empregos que tende a crescer de acordo com o incremento da demanda.

Relacionando os conceitos teóricos já abordados, You (2012), Laborte (2012), Costa *et al.* (2013) e Adhikari *et al.* (2018) salientam que a maior adoção e incorporação tecnológica nos processos produtivos são capazes de conduzir aos maiores níveis de produtividade. Nesse cenário, torna-se característica a equalização produtiva orizícola gaúcha.

4 MÉTODO

Diante da proposta deste trabalho de identificar a mudança tecnológica do setor orizícola no Rio Grande do Sul, uma carência teórica encontrada foi a falta de um método que permita a mensuração da capacidade tecnológica no setor agrícola. Para suprir essa necessidade, essa pesquisa busca implementar uma ferramenta que possibilite essa medição.

Para isso, o método proposto nessa pesquisa se subdivide em quatro etapas. O ambiente de pesquisa contempla uma busca pela caracterização do contexto a que o estudo está sujeito. O tópico seguinte faz referência à estratégia de pesquisa para corresponder com os objetivos, o terceiro item faz jus à coleta dos dados empíricos. Já a última etapa é referente a análise dos dados em um confronto teórico-experimental.

4.1 AMBIENTE DA PESQUISA

O ambiente da pesquisa empírica deste estudo é o Brasil, mais especificamente o Rio Grande do Sul. Esse fato deve-se à realidade do país estar posicionado na 9ª posição mundial como produtor de arroz, estando atrás apenas de oito países asiáticos. No entanto, depois da Ásia, figura como o 1º produtor mundial.

O Brasil, segundo os dados da EMBRAPA produz em média 8 milhões de toneladas de arroz por ano. Ainda sob essa perspectiva, há previsão de um incremento de, em média, 300 mil toneladas na produção total deste cereal na nação junto com o aumento da demanda doméstica, contudo, pesquisas indicam que a importação deverá diminuir na proporção que a produção irá aumentar.

Analisando pelo contexto nacional de produção de arroz, o Rio Grande do Sul é a região que se destaca em níveis de produtividade girando em torno de 7 mil quilos por hectare diante da média nacional de 4527 quilos, sendo então o responsável por 70% da produção nacional (IRGA). Com isso, esse trabalho surge como uma proposta de estudo a respeito do desenvolvimento tecnológico deste setor e seus fatores influenciadores.

Com isso, já que se pretende analisar a evolução da mudança tecnológica com base em uma perspectiva baseada nas capacidades tecnológicas, é necessário avaliar a quais níveis essas capacidades estão atreladas. Para isso, nesse trabalho foi necessário identificar quais são e de onde provém as capacidades que permitiram um notável avanço no setor orizícola gaúcho.

4.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Em um primeiro momento foi realizada uma revisão da literatura a respeito de como ocorre a inovação tecnológica em um setor, mais especificamente como acontece o desenvolvimento de uma trajetória fundamentada nas capacidades tecnológicas.

De acordo com Tasca *et al.* (2010), procurar informações a respeito da temática em bases bibliográficas caracteriza o início de um projeto de pesquisa, e dessa forma então, foi feita uma busca de artigos científicos que colaboram com a composição teórica deste trabalho.

Após o domínio do conhecimento teórico a respeito das trajetórias tecnológicas, verificou-se que uma *pathway* é sujeita a uma série de fatores que a influenciam, como por exemplo, o ambiente que se analisa, as capacidades tecnológicas desse contexto e os agentes envolvidos (BELL; FIGUEIREDO; AMANN, 2012; FIGUEIREDO, 2016).

Através da abordagem proposta por este trabalho, verificou-se a necessidade de estudar a maneira como os fenômenos intermediários ao processo se alocam durante a definição da capacidade tecnológica, e para isso, foi necessário desenvolver um método que permita, através de estudo de campo, preencher as lacunas que foram deixadas pela pesquisa bibliográfica devido a não existência de um fiel indicador das capacidades tecnológicas no ramo agrícola, mais especificamente no orizícola.

4.3 COLETA DOS DADOS EMPÍRICOS

A fim de coletar os dados quantitativos que após análise podem fornecer as informações relevantes em correspondência com o objetivo do trabalho, foi necessário entrevistar os “casos ricos” em informações como contemplado por Patton (2002). Esses casos são referentes aquelas firmas que se destacam no contexto estudado

em termos de domínio na participação da produção total do estado. Além disso, também foram entrevistadas as instituições Instituto Rio Grandense do Arroz e a Companhia Nacional do Abastecimento, que dão suporte técnico para as firmas.

Para a escolha destes casos a serem entrevistados, partiu-se de hipóteses que assumiram-se verdadeiras. São elas: a) representatividade em termos de participação no beneficiamento ao nível nacional; b) engajamento com atividades inovadoras; c) contribuição significativa com a articulação do mercado. A Tabela 1 relaciona essa seleção.

Tabela 1 – Casos selecionados para o estudo.

Firma	Ano de início	Participação (%) em 2017	Faturamento anual (R\$) em 2017
SLC Alimentos	1948	3,48	3 bilhões
Nelson Wendt & Cia. Ltda	1964	2,50	NC
Cooperativa Agrop. De Jacinto Machado	1969	2,32	490 milhões
Santa Lúcia S/A	1985	2,14	NC
Instituição			
IRGA	1940	NA	NA
EMBRAPA	1973	NA	NA
CONAB	1990	NA	NA

Legenda: NA - não aplicável / NC - não consta

Fonte: Elaboração própria (2018).

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados envolveu basicamente três etapas. A primeira delas foi com base nos dados teóricos, o que permitiu a construção dos questionários de forma que estes pudessem capturar informações relevantes acerca do histórico e processo de mudança tecnológica do setor orizícola gaúcho.

A segunda etapa ocorreu durante as entrevistas onde pode-se realizar perguntas que não induzissem a resposta do entrevistado, mas que, entretanto, oferecessem respostas para preencher as lacunas teóricas que existiam anteriormente, e além disso que permitissem uma fiel descrição da mudança tecnológica. Durante as entrevistas começou-se a interpretar as respostas dos

entrevistados em termos de acúmulo de capacidades tecnológicas e redes de conhecimento. Além disso, algumas das perguntas durante as entrevistas foram complementadas pela entrevistadora quando era visível domínio e clareza do assunto por parte do entrevistado, noutras palavras foi observado que alguns assuntos ganharam especial ênfase pelos entrevistados, e estes assuntos então foram mais explorados, já que a entrevistadora identificou potencial coleta de informações nesses casos. Os questionários aplicados encontram-se disponíveis nos Apêndices A e B.

Após a realização das entrevistas, foi construído um diário de campo, onde todas as entrevistas foram transcritas e os tópicos de importância capturados durante as visitas nas firmas e institutos de pesquisa foram documentados para posterior avaliação e interpretação. De forma a reunir a maior quantidade possível de dados, antes de cada uma das entrevistas, foi pesquisado o histórico dos casos selecionados para maior aprofundamento a respeito da realidade do contexto de estudo.

Os dados coletados foram distribuídos conforme propõe Figueiredo (2016) a partir da adoção de fases que permitam a reconstrução da trajetória. Essas fases são: pré-industrialização (1900 – 1930), pré-emergência (1930 – 1960), emergência (1960 – 1980), crescimento (1980 – 2000) e maturidade (2000 – 2010s). Essa organização possibilitou separar os blocos de informações baseados em uma ordem cronológica e ordenada de acordo com o acúmulo de conhecimento.

5 RESULTADOS

Os resultados encontrados revelam a representatividade da cultura orizícola para o estado do Rio Grande do Sul como um importante segmento do agronegócio e com significativa colaboração para o Brasil em termos de produção e exportação, contribuindo de modo substancial no incremento do Produto Interno Bruto (PIB) da nação.

A Tabela 2, de acordo com os dados obtidos da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) revela que mais de 80% produção de arroz brasileira é proveniente da região Sul (aqui compreende-se os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul), com grande destaque para o estado gaúcho, representando cerca de 71 bilhões de reais frente ao PIB brasileiro. Esses dados expõe a existência de uma forte trajetória tecnológica no setor fundamentada em marcos tecnológicos

evolutivos assim como representados no Quadro 3, que remonta a mudança técnica da produção e sugere o forte sustento da evolução por políticas e incentivos institucionais em concordância ao proposto por Barron e Rello (2000).

Tabela 2 – Regiões *versus* produtividade e participação produtiva de arroz nas regiões brasileiras para a safra de 2017.

Região	Produtividade (kg/ha)	% na Produção Total	Participação Econômica (bilhões de Reais)
Norte	4013	8,8%	7,7
Nordeste	1985	3,55%	3,12
Sudeste	3630	0,44%	0,39
Sul (PR, SC, RS)	7598	81,3%	71
Centro-Oeste	3669	6%	5,3

Fonte: Elaboração própria (2018), com base em CONAB (2017).

Em segmento, o Quadro 3, tomando como base referências temporais, explora os marcos evolutivos que deram início a trajetória tecnológica que se seguiu no setor orizícola gaúcho tendo em vista o destaque para a região Sul em vista das demais.

Esse quadro busca demonstrar em síntese, os principais acontecimentos do setor orizícola na série histórica e, além disso ilustrar quais foram os “grandes” acontecimentos que nortearam o crescimento do setor no país e principalmente no Rio Grande do Sul.

Quadro 3 – Marcos evolutivos do setor orizícola no Rio Grande do Sul.

Referência Temporal	Marco Evolutivo
1890	Cultivo através de lavouras de sequeiro
1903 – 1905	Introdução do cultivo irrigado; bombeamento mecânico
1907	Busca por novas tecnologias para aumento da produtividade
1918	Introdução em pequena escala de cultivares japonesas
1926	Criação do Sindicato dos Arrozeiros
1938	Criação do Instituto Riograndense do Arroz – IRGA
1939	Criação da Estação Experimental do Arroz
1943	Criação do Instituto Agrônômico do Sul
1960	Denominação do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Sul
1970	Revolução Verde
1980	Introdução da técnica da “Cultura dos tecidos”; Inserção de novas cultivares na matriz produtiva
1983	Introdução da técnica da “Cultura <i>in-vitro</i> ”
1985	Criação do Centro de Pesquisas Agropecuárias de Terras Baixas
1990	Significativas evolução mecânicas no maquinário
1993	Criação do 1º laboratório de processamento de anteras
2000	Super-safra; Introdução em larga escala de cultivares com melhoramento genético; Implantação do “Projeto 10” do IRGA
2009	Implantação da “Lei de Inovação” por parte do governo federal

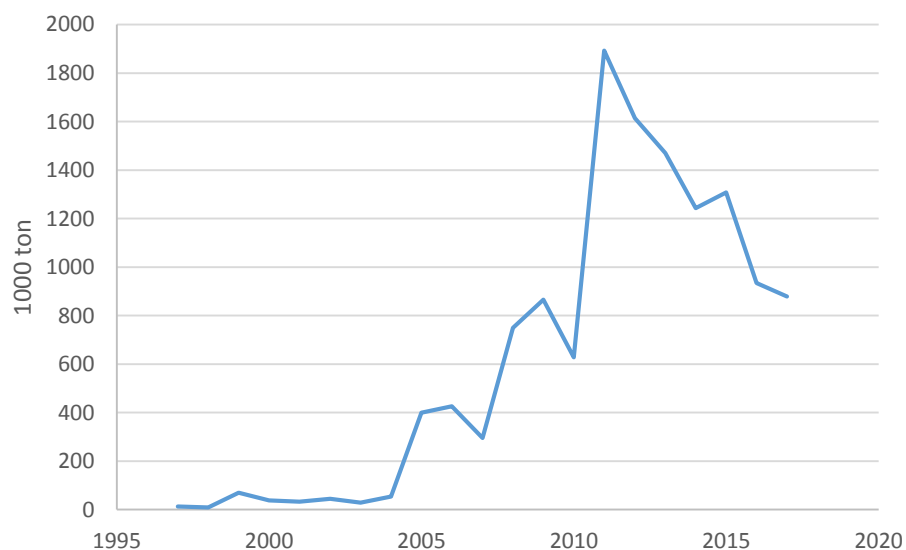
Fonte: Elaboração própria (2018), com base em Terres e Nunes (2002) e CONAB (2015).

5.1 INDÍCIOS EVOLUTIVOS

As informações contidas no Quadro 3 revelam que existiram períodos que as capacidades tecnológicas foram acumuladas em segmentos diferentes e complementares assim como a lógica proposta pelo estudo. No período compreendido entre 1890 até próximo ao ano 1960 houve a criação de institutos que foram os responsáveis por acumular conhecimento e capacidade científica. No segundo intervalo, após a revolução verde, em 1970 houve grande expansão tecnológica com a inserção de novas cultivares e de evolução no maquinário.

Analisando o contexto ao nível nacional, sabe-se que o Brasil é o primeiro produtor mundial depois da Ásia. Contudo, de acordo com Figueiredo, Santos e Lima (2012), Vieira Filho e Silveira (2016), há grande relação existente entre a economia e as exportações. Com isso a Figura 1 ilustra o crescimento das exportações brasileiras de arroz numa faixa temporal de 20 anos (1997 – 2017).

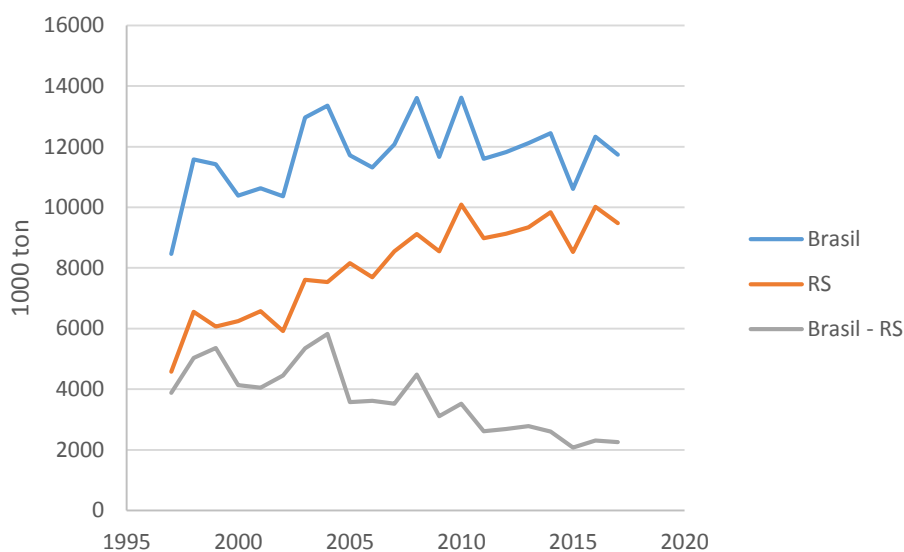
Figura 1 – Evolução da Exportação de Arroz no Brasil



Fonte: Elaboração própria (2018) com base em CONAB e IRGA.

Percebe-se que os níveis de exportação se evidenciam crescentes com um grande salto em meados de 2010, e por outro lado, houve um decréscimo nos números de exportações referentes aos anos de 2012 até 2015. Esse fato pode ser explicado devido a uma observada queda na produção (Figura 2) que ocorreu nesse intervalo. Outro ponto contundente foi a pressão das forças econômicas referentes às ofertas e preços nesse período de acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Esse fenômeno pode ser entendido em termos da complexidade a que uma trajetória está sujeita como proposto e discutido por Possas, Salles Filho, Silveira (1996), Hedge, Shapira (2007) e Freedi (2009).

Figura 2 – Evolução da produção de arroz no Brasil e região Sul

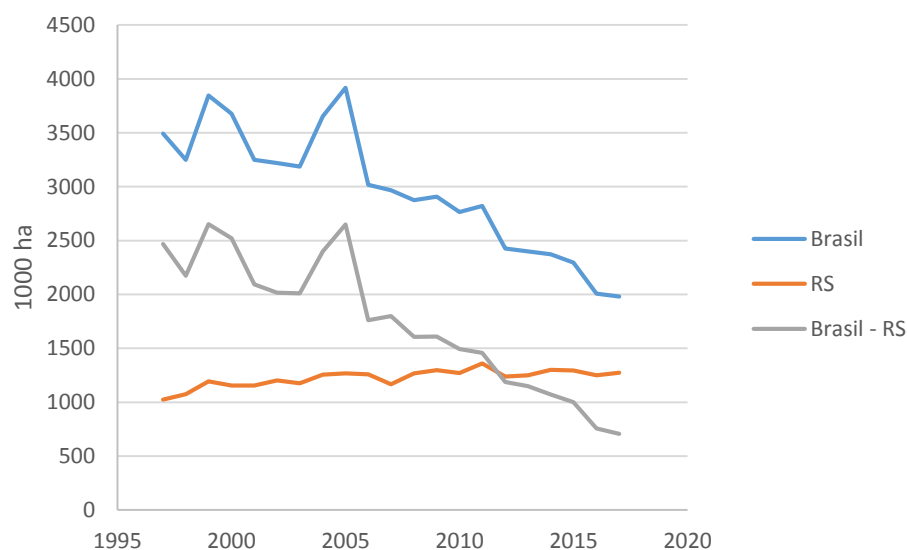


Fonte: Elaboração própria (2018) com base em CONAB.

Comparando-se o gráfico da Figura 2 com a Figura 3, notamos que a região Sul do país destina uma área de cultivo ao arroz bem abaixo da média nacional, e mesmo assim tem alta participação na produção total do país. Esse fenômeno certamente está aliado ao fato de que o cultivo irrigado exige menor área de produção do que o cultivo em sequeiro que é adotado em outras regiões brasileiras, devido sua alta produtividade.

Com base nessa alusão, percebe-se que em meados dos anos 2000 a área de cultivo teve uma queda acentuada no Brasil o que pode se justificar pela inserção de outros produtos na matriz produtiva, como a soja por exemplo, e também devido aos projetos lançados nessa época que visavam o aumento produtivo através da introdução de cultivares com melhoramento genético (TERRES; NUNES, 2002) e provavelmente também pela expansão das lavouras de cultivo irrigado.

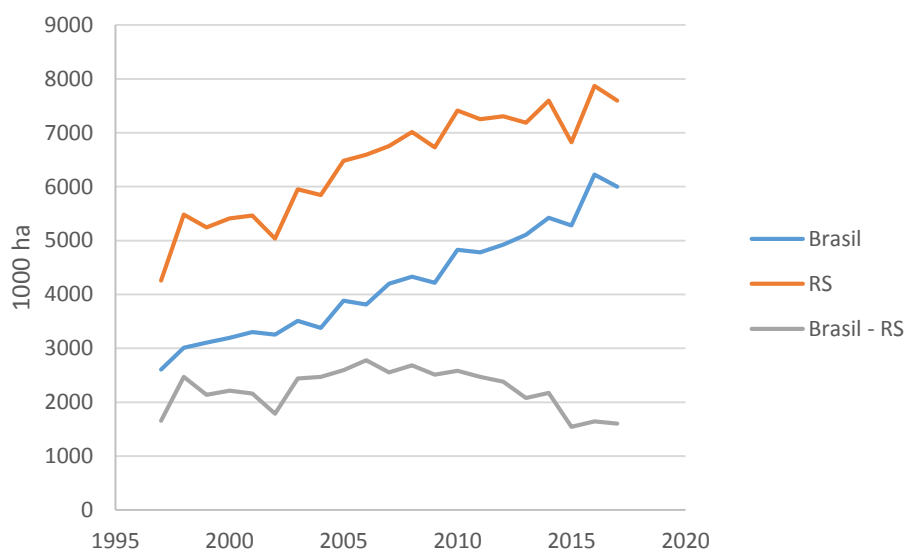
Figura 3 – Área destinada ao plantio de arroz no Brasil e Rio Grande do Sul



Fonte: Elaboração própria (2018) com base nos dados da CONAB.

Contrastando os dados das Figuras 2 e 3 referentes aos volumes de produção e à área destinada ao cultivo, é visto que a região Sul mesmo com uma área muito abaixo da média nacional com destino à produção, apresenta volumes de produção expressivos frente as outras regiões. Nisso, a Figura 4 ilustra a produtividade da região, mostrando-se elevada quando comparada à média nacional. Esse evento está sujeito talvez às condições geográficas e naturais da própria região, dado que há especificidades na tecnologia (YOU, 2012) que acarretam em benefícios no sentido do aumento produtivo. Além disso, o fato está em concordância à Magalhães Junior, Andres e Azambuja (2002), que no período pós 1980, o aumento da urbanização forçou a diminuição das áreas de cultivo agrícola e em contrapartida houve acréscimo nas cultivares de alta produtividade desenvolvidas.

Figura 4 – Produtividade do setor orizícola do Brasil e da região Sul.



Fonte: Elaboração própria (2018) com base nos dados da CONAB.

Logo, é possível concluir através da análise desses indicadores, que há uma forte trajetória tecnológica na cultura orizícola brasileira. Mais especificamente, ao se analisar os dados criteriosamente, torna-se perceptível que a região Sul (com destaque para o Rio Grande do Sul) uniu na série histórica, e continua a unir os aspectos fundamentais para atingir uma satisfatória evolução tecnológica e satisfazer os parâmetros teóricos relacionados ao desenvolvimento técnico e econômico sustentado por capacidades, tecnologia e políticas de apoio abrangendo os artefatos (como uma forma de *hardware*) e os conhecimentos necessários (OLSEN; ENGEN, 2007) agregados ao processo evolutivo.

5.2 DESENVOLVIMENTO DO SETOR COM BASE NA CAPACIDADE TECNOLÓGICA

Para a construção deste item, vamos adotar uma abordagem que relaciona o nível do conhecimento com o desenvolvimento de capacidades, o que resulta na evolução tecnológica das firmas de modo individual e em sequência, no desenvolvimento do setor como um todo.

Há autores como Dantas e Bell (2011), Figueiredo (2016) ou Dutrénit *et al.* (2018, no prelo) que partem de uma premissa semelhante a essa na discussão de como ocorre a geração de capacidades em um setor, mas usam diferentes escalas para tal. Dantas e Bell usam para esta avaliação quatro níveis que relacionam competências, Figueiredo usa quatro níveis relacionados diretamente à capacidade

de inovação e Dutrénit *et al.* (2018, no prelo) usam quatro níveis que relacionam o *mix* de atividades das firmas com a inovação para caracterizar a evolução do ciclo de capacitação tecnológica. Mas no entanto, existem especificidades que este trabalho busca contemplar de maneira diferente desses autores citados, como por exemplo, evidências do processo de integração vertical e horizontal entre os níveis de capacidades e as fases da mudança tecnológica.

A escolha dos quatro níveis: assimilativo, adaptativo, generativo e estratégico foi feita considerando-se que esses são os níveis que mais se ajustam ao estudo do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira e é consistente com a caracterização do processo de inovação baseado no grau de complexidade das atividades. Dessa forma, estes níveis estão de acordo com o Manual de Oslo (2005) e consistente também com Dantas e Bell (2011).

Quanto às definições propriamente ditas, elas partem de conceitos teóricos e de abordagens encontradas no estudo empírico. Ficou claro que o conhecimento é determinante para o ciclo evolutivo. Com base nisso, começamos a definir o primeiro dos níveis, o assimilativo, onde o grau de capacidades é muito baixo, tendo em vista que o domínio de conhecimento segue a mesma linha.

Quando se trata do nível assimilativo, assume-se que o setor como um todo ainda precisa de estímulos científicos e técnicos que o fortifiquem, e que a sua sobrevivência reside ainda no fato de saber compreender e integrar tecnologias externas, como por exemplo, tecnologias importadas de fora da fronteira da firma. Por outro lado, com base no implemento de atividades inovadoras, pode-se dizer que é fraco ou inexistente, considerando que o domínio de conhecimento para tal é baixo (DUTRÉNIT *et al.*, 2018, no prelo). Essa é a realidade das firmas que não se enquadram como competitivas ou então que possuem uma economia tardia.

Normalmente o processo assimilativo de capacidades permite um maior desenvolvimento baseado no ganho de velocidade por não desenvolver internamente todas as técnicas que serão usadas para agregar competências. Uma lógica semelhante é corroborada por Park, Choung, Min (2008), ao explicarem que países retardatários em desenvolvimento de tecnologia, conseguiram ganhos em velocidade por terem assimilado tecnologias importadas no ramo da eletrônica, como é o caso do estudo destes autores.

Em continuidade ao fenômeno de assimilação, tem-se o nível adaptativo de capacidades. Esse parâmetro refere-se a um grau de conhecimento maior, já que foi absorvido da primeira etapa e agora já pode ser adaptado para as especificidades ao qual será aplicado. As firmas nesse caso, começam a entrar para um processo de crescimento, investimento tecnológico e aplicação dos conhecimentos previamente adquiridos (DUTRÉNIT *et al.*, 2018, no prelo).

Ainda nesse sentido, pode-se dizer que os implementos tecnológicos nessa situação, estão atrelados ao nível da própria firma, já que se considera que aqui ela já tenha um certo grau de conhecimento que lhe permita gerir pequenas adaptações nos seus domínios para corresponder com as demandas externas. Contudo, a firma ainda não está preparada para emplacar um patamar competitivo alto e tampouco operar próximo à fronteira de conhecimento internacional, pois ela ainda nessa fase, não gera inovações que a coloque em posição competitiva vantajosa, por exemplo.

Já o nível generativo de capacidades apresenta necessariamente um grau de conhecimento de médio a alto considerando-se também um maior grau de absorção tecnológica. Nessa etapa o desenvolvimento acontece muito próximo às fronteiras de conhecimento internacional e as atividades inovadoras desenvolvidas pelas firmas são voltadas para o contexto econômico (FIGUEIREDO; PIANA, 2017).

Essa situação é bastante comum nas firmas que já se encontram em uma fase de pleno crescimento e nesse período começam a dirigir as suas atividades para o contexto econômico encaminhando-se para uma economia mais desenvolvida. O conhecimento que esse perfil de firmas possui é acumulado com base nas suas experiências dos níveis anteriores, o que as faz tornarem-se mais desenvolvidas.

Dentro do âmbito evolutivo, há ainda o nível estratégico. Firmas que se encontram nessa categoria apresentam alto grau de competências, plena absorção de conhecimento e as suas atividades voltam-se à adoção de tecnologias originais com direção à fronteira internacional de conhecimento e aos mercados tanto internos como externos, figurando como as mais avançadas do país (DUTRÉNIT *et al.*, 2018, no prelo).

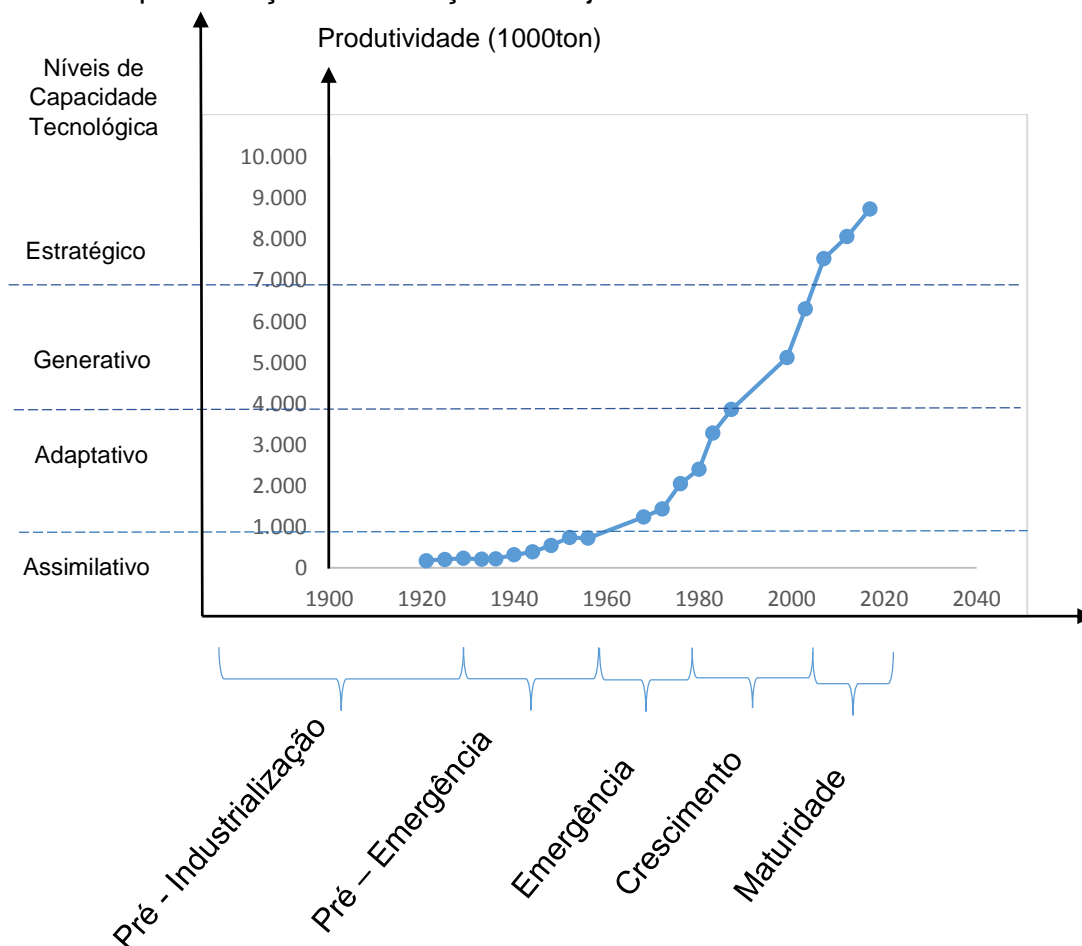
Nessa situação destacamos como exemplo as firmas que implementam suas atividades já não mais apenas para manterem-se no mercado, mas sim para ganharem novas parcelas deste e terem vantagens sobre a concorrência. Deste nível

pode-se citar as firmas com certa maturidade ou aquelas as quais já atingiram o patamar tecnológico médio correspondente ao seu setor.

Logo, quanto a relação entre os marcos tecnológicos mencionados e os níveis para a caracterização do processo de desenvolvimento de capacidades, ficou evidente que a criação de institutos que desenvolvem pesquisas e servem como uma espécie de suporte técnico, são os maiores responsáveis para o gerenciamento dos níveis assimilativo e adaptativo.

De modo semelhante, o período pós 1970 foi fundamental para a dimensão dos níveis generativo e estratégico onde houveram grandes mudanças nas estruturas produtivas em termos tecnológicos, e a firma por sua vez, fortificou o seu papel, que além de desenvolver produtos e serviços, cooperou com a mudança tecnológica (ZAWISLAK, *et al.*, 2012). A Figura 5 aborda o crescimento da produção orizícola fragmentado em cinco fases que baseiam-se no ciclo vital das firmas como sugere Figueiredo (2016). A curva encontrada é a soma da participação de todas as firmas individuais do setor, assim como sugere Brunner (1991).

Figura 5 – Representação da evolução da trajetória do arroz no Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaboração própria (2018).

A determinação das escalas para os níveis foi feita com base nos períodos de pré-industrialização, pré-emergência, emergência, crescimento e maturidade. Isto foi realizado de forma que fosse condizente com os dados literários. Especificamente, diga-se, para o nível assimilativo, relacionado com o desenvolvimento de conhecimento, considerou-se que foi paralelo ao período de criação dos institutos, ou seja, 1960. Com isso, dá-se entrada ao nível adaptativo que está ligado ao intervalo de pequenas mudanças e algumas adaptações ao nível da própria firma, como alterações na estrutura operacional da planta industrial.

Seguindo a mesma lógica, os anos posteriores a 1990, foram de grandes transformações para a indústria, marcados pela aquisição de maquinário e relação com os fabricantes de máquinas, o que lhes possibilitou maior absorção de conhecimento técnico, caracterizando o nível generativo. Finalmente, o período estratégico baseia-se não mais na manutenção das atividades da firma e evolução operacional, mas no posicionamento e nas atividades inovadoras com foco principalmente no crescimento e na competitividade. Isso aconteceu de acordo com a literatura, principalmente com a introdução das novas cultivares, com marco histórico a partir dos anos 2000, caminhando para uma fase de maturidade do setor como um todo.

Quanto as fases da mudança tecnológica, estas foram definidas de acordo com os marcos tecnológicos que aconteceram em intervalos de tempo de acordo com o Quadro 3, e seguem-se definidos nos tópicos seguintes. Cabe salientar que essas fases relacionam-se diretamente com a mudança tecnológica em ordem cronológica dos acontecimentos marcantes do setor.

5.2.1 Pré-industrialização (1900 – 1930)

Antes do século XX, os países Asiáticos com especial destaque para a China, Indonésia e Índia, já lideravam globalmente a produção de arroz (AZAMBUJA; MAGALHÃES Jr.; VERNETTI Jr, 2002). Historicamente essa região foi detentora das capacidades necessárias para figurar nessa posição e ainda assim se mantem até hoje. No entanto, nesses países, devido a densidade demográfica, todo arroz produzido é consumido, além daquele que é importado de outros países para suprir a

demanda doméstica. Esse fato justifica o poder de influência da Ásia na determinação do preço desta *commodity* no mercado mundial.

Por outro lado, relacionando-se com a realidade do Brasil, estudos apontam que o país foi a primeira nação da América a cultivar este cereal já pelos índios antes mesmo da colonização pelos portugueses. O Rio Grande do Sul, por sua vez ainda de acordo com a mesma fonte datam a ocorrência de lavouras desde 1820 na região, tendo sido fortalecida anos mais tarde pelos imigrantes alemães em municípios como Três Cachoeiras e em Pelotas (ASSOCIAÇÃO ARROZEIROS DO ALEGRETE, 2018).

Na cidade de Pelotas, em 1903 e mais tarde em Cachoeira do Sul no ano de 1912 surgiram as duas primeiras lavouras empresariais já de cultivo irrigado. Foi nessa época que com o advento dos locomóveis fabricados pela firma Mernak, as bombas de irrigação passaram a ser mais facilmente acionadas fornecendo água em abundância para as lavouras. Essa informação foi fornecida pelo entrevistado da EMBRAPA:

[...] a lavoura de arroz está implantada a mais de cem anos aqui no Rio Grande do Sul, nós temos um relato aqui que a primeira lavoura de arroz irrigado com bombeamento de máquinas foi nas margens aqui do Arroio Pelotas, onde eram as antigas charqueadas pelotenses, nós tínhamos charque aqui, aí essas áreas se transformaram em lavouras de arroz, isso foi em 1903.

Além disso, em meados de 1940, considerando que cerca de 90% da população vivia na zona rural, o processo de beneficiamento era bastante rudimentar, sendo conhecido por “pilagem”, anos mais tarde, o maquinário começou a ser implementado e aplicado para essas funções a nível industrial (TERRES; NUNES, 2002, CONAB, 2015).

5.2.2 Pré-emergência (1930 – 1960)

No período compreendido entre 1930 a 1960, houve a criação de institutos de pesquisa (CONAB, 2015) que influenciaram fortemente a mudança tecnológica do setor orizícola no Rio Grande do Sul bem como avanços significativos nesse segmento. Através da instituição desses órgãos foi possível assimilar conhecimento e gerar capacidades para a evolução antecedendo a emergência do que mais tarde vinha a ser consolidado como um forte segmento de mercado.

Nessa fase, impulsionados pela euforia advinda do aumento da produtividade alcançado pelo uso da irrigação na fase anterior associada a algumas novas cultivares

introduzidas na matriz produtiva, os produtores viram a necessidade de se organizarem em associações para garantir a defesa dos seus interesses com vistas à padronização da qualidade do produto, bem como em busca do incentivo à exportação para os mercados mais exigentes (TERRES; NUNES, 2002).

Ainda segundo a mesma fonte, então, em meados de 1930 e posteriormente em 1938, instituiu-se no estado o Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA, em 1939 surgiu a Estação Experimental do Arroz – EEA e finalmente em 1949 por iniciativa do governo federal foi instituído o Instituto Agrônômico do Sul – IAS.

Devido a esses fatos, até 1959, a lavoura gaúcha experimentou basicamente dois tipos de arroz: as cultivares japonês típico e japonês oblongo como mencionado em entrevista pela EMBRAPA: “naquela época se produzia 3000 kilos por hectare [...] eram todas cultivares introduzidas do Japão, cultivares de grão curto, de culinária totalmente diferente”. Essas duas espécies, basicamente dominavam a cultura nesse período ocupando cerca de 76% da área cultivada do Rio Grande do Sul (TERRES; NUNES, 2002, CONAB, 2015).

5.2.3 Emergência (1960 – 1980)

No início da década de 60, o impulso dado à produção foi devido à fortificação dos institutos criados no período anterior e principalmente quando o Instituto Agrônômico do Sul passou a ser denominado Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, IPEAS. Na década de 1970, o sistema de pesquisas agrícolas ligado ao Ministério da Agricultura sofreu mudanças, o que culminou com a extinção de alguns órgãos e implantação definitiva da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (TERRES; NUNES, 2002, CONAB, 2015).

A EMBRAPA é uma sociedade, cujo mérito é fundamentado na coordenação e execução de projetos de pesquisa, através de Centros Nacionais de Produtos e Recursos. Em 1975 foi assinado um convênio entre a sociedade de pesquisa e a Universidade Federal de Pelotas, o que rendeu grandes avanços na pesquisa baseada em ferramentas de melhoramento para o cultivo de arroz como declarado pelo entrevistado desta instituição:

[...] aqui nós temos grande proximidade com a Universidade, eu faço parte dela porque sou docente do curso de melhoramento genético, e também no mestrado e doutorado nessa área. Tenho alunos de mestrado e doutorado que oriento, então a gente tem um intercâmbio muito interessante com a Universidade, a gente chama de UMIP – Unidade Mista de Pesquisa, essa é a nossa parceria.

Diversos métodos foram lançados por essa parceria, como por exemplo a “Cultura de Tecidos” que se sobressaiu devido a garantia de redução do tempo necessário para a obtenção de uma nova cultivar com maior uniformidade genética e redução de custos de manipulação (TERRES; NUNES, 2002). Com isso, o IRGA também passou a oferecer maior variedade de cultivares com condições genéticas modificadas como garantia do aumento da qualidade e produtividade.

Além disso, nesse intervalo de tempo começaram a surgir as indústrias beneficiadoras de arroz que vieram a se consolidar no mercado para atenderem a demanda doméstica e exportação, como o grupo SLC Alimentos, Nelson Wendt Alimentos e a Cooperativa Agropecuária de Jacinto Machado LTDA - COOPERJA. Cabe ainda salientar que essas firmas necessitam constantes investimentos em tecnologia, considerando que a inovação no mercado internacional é vista como estratégia competitiva.

5.2.4 Crescimento (1980 – 2000)

No período de crescimento houveram dois ciclos de mudanças baseados ambos no acúmulo de capacidades. Um deles foi caracterizado pela grande atuação das Instituições de Pesquisa e o outro foi a adoção de tecnologias operacionais mais eficientes. Destaca-se nos últimos quarenta anos, junto com a criação da EMBRAPA, a evolução da história institucional da Estação Experimental Terras Baixas – ETB desenvolvendo tecnologias para os sistemas de cultivo de arroz irrigado através de ações de pesquisa e inovação. Em 2000, aconteceu o que chamou-se de “super safra”, isto foi estimulado pelas novas cultivares lançadas pelo IRGA nesse intervalo de tempo.

Com o aumento do número de cultivares que ainda se estendeu nesse período fornecidas pelo IRGA, técnicas de cultivo e a ascensão do número de beneficiadoras que se instalaram no estado do Rio Grande do Sul, a competitividade aumentou bem como o produto de origem gaúcha começou a ser reconhecido e obteve

representatividade em outros estados ganhando uma nova parcela de mercado, e essa etapa marca a segunda fase do crescimento.

Diante dessa realidade, as firmas precisaram começar a se adaptar em nível industrial, adquirindo equipamentos e obtendo as condições operacionais necessárias para corresponder com as pressões de mercado e com a demanda que começou a tornar-se crescente. A firma 1 afirmou que:

[...] lá pela década de noventa e poucos mais ou menos, é, foi em noventa e poucos que surgiram as enfardadeiras, e mais pro final de noventa começou a aparecer bastante as empilhadeiras pra indústria, paletização, mais desses tipos de equipamentos para a parte de expedição.

Um dos grandes marcos encontrados nesse segmento foi o aprimoramento das selecionadoras eletrônicas que permitiram nesse contexto uma padronização do produto, alta precisão e elevada eficiência ao processo com menor gasto energético e maior qualidade no produto final como informado ainda em entrevista pela firma 1: “Outro grande marco... nossa! ...esse é um dos grandes, acho que é um dos dois maiores, que foi o surgimento das classificadoras eletrônicas [...]”.

Com isso percebemos que no nível de crescimento os marcos tecnológicos relacionados ao nível da firma, como é o caso desse contexto, o maquinário, foram decisivos para o posicionamento das firmas em uma zona de transição de menos tecnificada para tecnificada, percebeu-se que uma vez que a firma adote uma tecnologia, automaticamente ela passa a operar baseada na adoção e melhoria de tecnologias de forma constante, como afirmou o entrevistado da firma 1:

[...] uma coisa puxa a outra, ela (mudança) começa pelo equipamento, a grosso modo, é pelo equipamento, aí depois tudo vai se aprimorando, ah fazia, tipo dez ou quinze pacotes por minuto, hoje tem máquinas que trabalham com sessenta, então é bem uma questão de aprimoramento tecnológico das máquinas mesmo.

Em concordância, o entrevistado da firma 2 salientou que o processo de automatização e melhora do maquinário ocorre impulsionado pela demanda do mercado e pela concorrência:

[...] foi então um processo normal de avanço que o mercado ia exigir, "tá" exigindo das indústrias e a gente não consegue fugir da automação até para se tornar mais competitivo diante dos concorrentes.

Com isso, percebe-se que o setor caminha em direção a um nível de maturidade, considerando que já adota maquinário e melhorias operacionais com vistas à competitividade e enquadramento tecnológico.

5.2.5 Maturidade (2000 – 2010s)

Durante essa fase, as firmas líderes, bem como as instituições de pesquisa fortaleceram as suas capacidades tecnológicas para a inovação: continuaram a desenvolver tecnologias fortificando as capacidades tecnológicas e aumentaram também o nível tecnológico de base operacional dentro das plantas industriais das firmas.

Institutos como a EMBRAPA, CONAB e IRGA expandiram as suas fronteiras de conhecimento ampliando as atividades de pesquisa e extensão. A ETB por exemplo, teve incremento no seu número de doutores e Phd's envolvidos com pesquisas genômicas de novas cultivares. O IRGA fortificou suas redes de pesquisa com universidades como mencionado pelo entrevistado desse órgão:

[...] temos parcerias com a UFRGS, UNISINOS, PUC, FURG que são as maiores, de referência, mas tem com outras, UNIPAMPA, Federal de Santa Maria, Federal de Pelotas, tem todas federais e algumas particulares porque a gente tem bolsa de IC, muitos dos nossos colegas que já foram do IRGA estão hoje nessas Universidade também, e então acaba aproximando dessa forma direta e indiretamente.

Além de salientarem a importância da relação do constante aperfeiçoamento em técnicas para o cultivo e desenvolvimento de cultivares, pesquisadores desses institutos mencionaram que a evolução operacional a nível industrial não tem mais tão grande possibilidade de mudança baseada em tecnologia básica, tendo em vista que o processo de beneficiamento não se diversifica e que o maquinário é de prestabilidade de longo prazo justificando que a pesquisa voltada para tais atividades é fundamental para melhorias produtivas.

Quanto ao nível operacional, as firmas 1 e 2 incrementaram as suas plantas industriais nas últimas décadas com maquinário de alta precisão como as selecionadoras de última geração e empacadoras eletrônicas. Contudo, em 2017 ambas sofreram interdições pelas leis trabalhistas baseadas em ergonomia industrial, e com isso, as duas firmas precisaram adotar a robotização em alguns postos de trabalho em tempo menor que o previsto pela diretoria das firmas para adequarem-se

às leis. Isso está explícito no histórico da firma 1, e a firma 2 afirmou em entrevista que a robotização:

[...] era um processo que ia acontecer ao longo tempo, mas ele foi impulsionado, acelerado pelas regras do Ministério do Trabalho que são bem pesadas, a gente sofreu uma interdição no ano passado mais ou menos por essa mesma época principalmente por problemas ergonômicos [...] isso gerou um investimento bem maior em robotização [...] A gente sabe que ao longo do tempo a gente teria que fazer isso, até porque acaba se tornando mais barato ao longo do tempo. É um investimento muito alto, mas a gente sabe que ao longo do tempo acaba pagando, porém, a gente não faria na velocidade que a gente fez, mas foi impulsionado por essas novas leis do Ministério do Trabalho.

O advento dessa tecnologia foi benéfico para ambas as empresas devido a sua eficiência de trabalho e redução de custos ao longo prazo.

As firmas 1, 2 e 4, na fase de maturidade, viram como alternativa para corresponderem com a grande concorrência e obterem vantagem competitiva, o ganho em velocidade, isto é, automatização dos sistemas de estoque e vendas baseados em programas computacionais, essa atividade por parte das firmas já demonstra estarem posicionadas no nível estratégico quanto ao domínio de capacidades tecnológicas, tendo em vista que dessa forma, garantem ganhos em competitividade e representatividade frente aos concorrentes com menos intensidade tecnológica. A firma 1 informou que:

O aprimoramento de sistemas de informação dentro da empresa que faz reduzir custo, custo de operação, custo de produção, a tecnologia aplicada em sistemas de gestão de dados aqui na empresa, tipo os controles de estoque, emissão de notas, coisas assim, neh... vendas, o sistema de vendas para facilitar a venda do representante para o revendedor externo, eles tem que estar por dentro do que está acontecendo dentro da empresa, controle dos estoques, lote, enfim... tudo isso aí ajudou e muito, e agora, cada vez mais, com o *smartphone* também, tablets, a gente botou um sistema de tablets pro pessoal vender, tem coisas que tem que evoluir nesse sentido, por que senão, fica pra trás do mercado e acaba perdendo. O mercado exige isso [...]

A firma 3 também mencionou a importância da troca de informações tanto dentro da linha de operação entre o quadro de funcionários administrativos como quanto com relação ao controle externo relacionado ao escoamento do produto:

[...] a gente trabalha com volume grande de arroz mandando daqui para portos, filiais, então tem que ter um certo controle porque é tudo muito caro, então se a gente erra um contêiner tudo é um custo muito grande. A gente não usa muito tecnologia (de informação) a gente é uma empresa relativamente pequena, de uma estrutura pequena em termos de gestão e

logística, então a gente conversa uns com os outros para não errar, não fica muita coisa distante [...]

Outra alternativa adotada pelas firmas para manterem-se em posições favoráveis diante da concorrência foi o processo de automação constante. Durante a entrevista, a firma 2 frisou que:

Nós precisamos nos adequar, nós precisamos criar uma autonomia X, e isso é de posse das tecnologias [...] foi então um processo normal de avanço que o mercado ia exigir, "tá" exigindo das indústrias e a gente não consegue fugir da automação até para se tornar mais competitivo diante dos concorrentes [...] tudo vai girar em torno de investimento e novas tecnologias, a gente está sempre brigando lá em cima, hoje o nosso produto não deve nada para nenhum outro produto, nem mesmo aqueles que estão na nossa frente.

De modo geral percebemos que a mudança tecnológica foi fundamentada nas fases evolutivas da firma e que cada uma dessas fases teve seu marco evolutivo bem marcado por significativas evoluções que de maneira complementar remontam a mudança tecnológica. Isso está de acordo com as prévias afirmações teóricas de Verspagen (2005) e de Kirkels (2014) a respeito da complementariedade de conhecimentos e da série de inovações que orientam o rumo da trajetória.

Dessa forma, o Quadro 4 busca sumarizar como aconteceu a mudança tecnológica do setor orizícola no estado do Rio Grande do Sul baseado na capacidade tecnológica das firmas e das instituições de pesquisa.

Quadro 4 – Resumo da mudança tecnológica do setor orizícola no RS baseada nas capacidades da Firma e das Instituições de Pesquisa.

	Pré-industrialização (1900 – 1930)	Pré-emergência (1930 – 1960)	Emergência (1960 – 1980)	Crescimento (1980 – 2000)	Maturidade (2000 – 2010s)
Direção da Mudança Tecnológica	- advento dos locomóveis da firma Mernak; - melhoria dos sistemas de irrigação;	- criação dos Institutos de Pesquisa; - lançamento de novas cultivares;	- implantação da EMBRAPA; - desenvolvimento da “Cultura de Tecidos”;	- reestruturação dos centros de pesquisa; - melhoria tecnológica operacional;	- expansão dos órgãos de pesquisa; - melhorias genéticas; - incremento operacional;
Desenvolvimento de Capacidades pela Firma	- assimilação dos conhecimentos; - processo ainda rudimentar;	- expansão do número de unidades de beneficiamento;	- adaptação dos conhecimentos; - aumento do nível tecnológico operacional; - entrada vigorosa no comércio exterior;	- geração de conhecimento;	- uso da tecnologia como estratégia; - robotização; - automatização do fluxo de informações;
Desenvolvimento de Capacidades pelas Instituições de Pesquisa	- surgimento dos primeiros Institutos;	- desenvolvimento de cultivares e métodos de cultivo;	- realocação dos Institutos e normativas;	- desenvolvimento de cultivares em larga escala com base nas especificidades ambientais;	- aumento do corpo de pesquisadores impulsionado por políticas governamentais de expansão; - ampliação das fronteiras internacionais;

Fonte: Elaboração própria (2018).

O Quadro 4 foi construído com base nas evidências empíricas obtidas durante as entrevistas. Com isso pode-se identificar as atividades intermediárias ao processo evolutivo e a forma com que elas afetaram o rumo da mudança tecnológica à luz da performance das capacidades tecnológicas da firma e das Instituições de Pesquisa. Em complementariedade, o Quadro 5 busca realizar uma dupla integração que chamamos aqui de horizontal *versus* vertical. Diga-se horizontal as atividades que aconteceram distribuídas nos níveis da capacidade tecnológica que correspondem com a demanda técnica, e por outro lado, verticalmente temos as adaptações que ocorreram no setor em resposta ao ambiente competitivo baseadas nas fases evolutivas do setor.

Quadro 5 – Integração Horizontal e Vertical dos níveis de capacitação tecnológica e fases evolutivas do setor.

	Pré-industrialização (1900 – 1930)	Pré-emergência (1930 – 1960)	Emergência (1960 – 1980)	Crescimento (1980 – 2000)	Maturidade (2000 – 2010s)
Assimilativo	- implantação das primeiras lavouras de cultivo irrigado em Pelotas e Três Cachoeiras.	- expansão das lavouras unidades de beneficiamento;	- expansão das unidades de beneficiamento; - Revolução Verde;	- expansão das unidades de beneficiamento com diversificação de produtos;	- foco das firmas no produto principal;
Adaptativo	- adoção dos locomóveis para irrigação;	- significativas melhorias operacionais para o beneficiamento;	- melhoria do nível tecnológico operacional;	- surgimento das primeiras selecionadoras eletrônicas;	- melhorias nas selecionadoras, empacotadoras e no setor de expedição; - aumento da qualidade e padronização;
Generativo	- criação do primeiro sindicato dos produtores arrozeiros;	- realocação dos centros de pesquisa e implantação do IRGA;	- implantação da EMBRAPA;	- fortificação dos institutos de pesquisa; - expansão das Universidade; - estreitamento da relação “indústria – conhecimento”;	- aumento do número de pesquisadores; - qualificação da mão-de-obra.
Estratégico	- introdução das cultivares japonesas de grão curto;	- introdução das cultivares japonesa típica e japonesa oblongo;	- desenvolvimento da “Cultura de Tecidos”; - entrada no comércio exterior;	- grande aumento no número de cultivares;	- automatização da informação; - robotização;

Fonte: Elaboração própria (2018).

Observando as informações dos Quadros 4 e 5, é perceptível que até o período de Emergência, tanto as Instituições como as firmas sofreram mudanças incrementais, todas elas envolvendo uma gama de capacidades convencionais em pleno avanço. Por um lado, as Instituições de Pesquisa ainda se alocavam e começavam a desenvolver suas atividades com vistas à melhoria principalmente genômica das cultivares, e por outro lado, as firmas absorviam tecnologias operacionais de forma a tornarem o processo mais tecnológico.

As firmas que se destacaram no ranking 2017 do IRGA e que serviram de ambiente experimental desta pesquisa, se mostraram colaboradoras com o processo de mudança tecnológica, sendo líderes no país e tendo representatividade internacional, considerando que são também exportadoras. Isto está de acordo com as evidências de Zawislak *et al.* (2012) a respeito da importância da firma frente a mudança tecnológica.

Por outro lado, o ciclo de vida tecnológico operacional da indústria orizícola é bastante grande e não há grandes mudanças. Uma vez que se implementa estes artefatos, a garantia da manutenção da posição competitiva do estado gaúcho tanto frente aos outros estados, quanto no comércio exterior depende fortemente do desenvolvimento de novas cultivares com adaptabilidade para o ambiente e que satisfaça a demanda e se mantenha em posição de liderança.

Quanto à interação entre as firmas e as Instituições locais de pesquisa, ficou evidente durante as entrevistas que é necessário aprimorar o contato. Apesar de ambas trabalharem em conjunto, a proximidade ainda é pequena, como mencionado durante a entrevista com a firma 2:

[...] a gente tem uma relação muito boa com a Universidade que eu acho que dá para aprimorar mais, eu acho que a gente poderia criar estudos como aqui tem bastante gente que é oriundo da Universidade a gente poderia gerar estudos e até mesmo junto com o pessoal da pós-graduação poderíamos estar mais próximos, principalmente com o pessoal da pós-graduação não só a Universidade como instituição em si, mas o pessoal da pós-graduação poderia estar mais dentro da indústria procurando novas pesquisas e perguntando para indústria "no quê que vocês estão com dúvida?", "O que que a gente poderia fazer?", " Qual que é a dúvida da indústria hoje, no que a gente poderia trabalhar?", enfim, instigar mais a indústria para a gente estar criando mais estudos mais coisas, por que internamente a gente acaba começando algumas coisas mas como correr no dia a dia acabamos por não parar para pensar, e conversar quem são os pós-graduandos com quem a gente poderia desenvolver alguma coisa, mas eu acho que tem um campo legal ainda para crescer nesse contato entre empresa e Universidade. Nossa empresa ela é bem aberta para esse tipo de coisa, falta um pouquinho de cada lado eu acredito.

A firma 2 ainda salientou que o ônus dessa situação é a supressão de troca de informações o que limita um pouco a agilidade em solução de problemas técnicos:

[...] acho que tanto a Universidade quando as empresas poderiam centralizar as decisões e além das decisões algumas programações entre as pessoas ficariam certo, saber com quem falar, saber que se eu ligar para aquela pessoa ela vai resolver. Às vezes acho que tanto a Universidade quanto as empresas elas pecam um pouco pela burocracia eu acho que o processo todo tinha que ser menos burocrático.

Com relação à demanda do setor no contexto do conhecimento científico e tecnológico, há necessidade também de atualização permanente dos produtores agrícolas nas lavouras. Essa questão foi abordada pelo entrevistado 1 da Companhia Nacional do Abastecimento – CONAB, que disse ser relevante que haja a:

[...] atualização permanente do produtor sobre as novas tecnologias, novas cultivares, ele precisa estar sempre atento participando, conhecendo as novas cultivares, além manejo de água pelas questões ambientais.

Todavia, observou-se que o processo como um todo é dependente de matéria-prima de qualidade e que atenda a demanda, nesse sentido, há programas que tratam de questões relacionadas ao escoamento da produção, bem como aqueles relacionados com a qualidade e produtividade. No entanto, considerando-se que o setor hoje encontra-se em um estágio de maturidade, as firmas procuram ganhar frente aos concorrentes investindo na automatização do processo operacional e em cultivares de alta produtividade e qualidade. Ficou claro durante as entrevistas às firmas 1, 2, 3 e 4 que a qualidade do arroz gaúcho hoje garante parcelas de mercado que há décadas atrás não garantia. Justifica-se a afirmação pelo trecho da fala do entrevistado da firma 3, que garante que a representatividade da sua marca no Nordeste do Brasil e no exterior é função da qualidade:

[...] porque a qualidade do Arroz do Rio Grande do Sul é muito boa, tem marcas que fazem questão de dizer que arroz do Rio Grande do Sul, isso é um selo de qualidade como uma referência, e como pega assim para outros produtos com referência, queijo de Minas, por exemplo, então da mesma forma o arroz do Rio Grande do Sul é uma referência [...].

Diante dos resultados teóricos e empíricos percebeu-se que o setor orizícola gaúcho cresceu muito fundamentado em dois pilares fundamentais que o elevaram pelos níveis de capacidade tecnológica. De um lado, os órgãos de pesquisa

trabalhando pela busca de melhorias tanto da parte genética como é o caso da EMBRAPA, questões relacionadas à transferência tecnológica fundamentada nas atividades de extensão do IRGA ou ainda nas demandas com relação à comercialização e abastecimento, que é o caso da CONAB. Por outro lado, há as firmas que investem e adotam as novas tecnologias que surgem por parte destes institutos e Universidades operacionalizando as técnicas desenvolvidas em vias de suprir a demanda e corresponder com o ambiente competitivo.

Percebe-se a perfeita integração dos níveis de capacidade tecnológica que este trabalho propôs, identificou-se consistência dos níveis propostos com relação as fases de crescimento e amadurecimento das firmas e do setor como um todo. Além disso, a integração horizontal e vertical (níveis de capacidade e fases da evolução setorial) puderam demonstrar com clareza nesta pesquisa as atividades intermediárias ao processo de mudança tecnológica na agricultura suprimindo a lacuna teórica identificada previamente à proposta deste estudo.

6 CONCLUSÃO

A trajetória tecnológica do setor orizícola do Rio Grande do Sul apresenta no sequenciamento das suas atividades o acúmulo de capacidades e incrementos tecnológicos ao longo de toda a mudança. Diferentemente de outros estados ou até mesmo de outros países, no período de pré-industrialização já começaram a surgir os primeiros Institutos de Pesquisa no estado que contribuíram com o desenvolvimento das fases seguintes, permitindo tomar uma direção no desenvolvimento tecnológico.

Especificamente, o Rio Grande do Sul começou a desenvolver as suas capacidades no estágio inicial do desenvolvimento da indústria e o processo foi contínuo até que os níveis da capacidade tecnológica puderam avançar até o estágio de crescimento, quando o produto gaúcho já se encontrava no mercado internacional e a demanda passou a ser ainda maior. Nisso, a indústria passou a caminhar para um processo de estabilização e maturidade.

Os resultados sugerem fortemente que os Institutos de Pesquisa desenvolveram importante papel na formação da capacidade tecnológica do setor em estudo, as instituições contribuíram de duas maneiras significativas. A primeira delas foi nas fases iniciais do processo de mudança, a partir da estruturação de um quadro de especialistas que proveu a formação de capital humano nas Universidades e que

contribuiu com o embasamento teórico-científico. A segunda encontra-se na fase estratégica de evolução contribuindo com pesquisas relacionadas à genética e adaptabilidade de plantas. Esse fenômeno é abordado também por Park, Choung, Min (2008) ou Figueiredo (2016), sendo comumente associado também ao desenvolvimento técnico e econômico.

Já quanto às firmas, entretanto, mesmo estando já em fase de maturidade, a modernização por vias de investimento em tecnologias operacionais e pesquisa continuaram no setor, evoluindo o desempenho operacional e a qualidade de acordo com padrões internacionais. Ficou nítido nas entrevistas feitas a grandes firmas como Nelson Wendt LTDA, Cooperja, Santalucia Alimentos LTDA e SLC Alimentos que o arroz exportado pelo Rio Grande do Sul mantém parâmetros internacionais, e por isso, essas firmas estão posicionadas hoje como líderes deste segmento. Ainda nessa evidência, cabe salientar que as firmas não dependem exclusivamente do mercado interno, não recebem subsídios governamentais e não são protegidas da concorrência, isso lhes fornece um estímulo extra a investirem também nas suas capacidades.

Em conclusão, este trabalho enfatiza que a interação entre Institutos de Pesquisa e as firmas são fortuitos do ponto de vista do desenvolvimento e é capaz de elevar os padrões competitivos de produtos considerados básicos e isentos de diferenciação como é o caso do arroz. As evidências aqui encontradas são válidas de acordo com as propostas de Clark *et al.*, (2001) e Mazzoleni; Nelson, (2007) considerando que as capacidades desempenham fundamental papel da evolução. Há ainda aspectos que podem ser mais explorados nessa conjuntura, como por exemplo, o estreitamento da relação entre Universidade – Firma, a fim de que o conhecimento torne-se mais tangível para ambas, uma vez que unem a teoria e concretude.

REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, P. *et al.* System of crop intensification for more productive, resource-conserving, climate-resilient, and sustainable agriculture: experience with diverse crops in varying agroecologies. **International journal of agricultural sustainability**. v.16, n.1, p.1 – 28, 2018.
- ANDERSEN, Birgitte. The evolution of technological trajectories 1890–1990. **Structural Change and Economic Dynamics**. n.9, p.5 – 34, 1998.
- ARCHIBUGI, Daniele; COCO, Alberto. A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). **World Development**, v. 32, n. 4, p. 629–654, 2004.
- Associação Arrozeiros do Alegrete.
- AZAMBUJA, Isabel; MAGALHÃES, Ariano; VERNETTI, Francisco. Situação da Cultura do Arroz no mundo e no Brasil. In: Série Culturas Arroz. p.01 – 12, 2002.
- BARRON, M.; RELLO, F. The impact of the tomato agroindustry on the rural poor in Mexico. **Agricultural Economics**. v.23, p.289–297, 2000.
- BAHLLA, A.; FLUITMAN, A. Science and Technology Indicators and Socio economic Development. **World Development**. v.13., n.2., p. 177-190, 1985.
- BELL, Martin; PAVITT, Keith. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. **Industrial and Corporate Change**, v.2, n.2, p.157 - 210, 1993.
- BELL, Martin; FIGUEIREDO, Paulo; AMANN, E. Building innovative capabilities in latecomer emerging market firms: some key issues. In: Cantwell, J. (Ed.), *Innovative Firms in Emerging Market Countries*. Oxford University Press, Oxford, 2012.
- BESTÉTTI, Carlos; CASAGRANDE, Natacha. Instituições de Pesquisa e apoio à produção orizícola no Rio Grande do Sul. [31 de outubro, 2018]. Porto Alegre/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- BRANDÃO, Bruno; TELLO-GAMARRA, Jorge. Capacidades absorptivas setoriais e a evolução do Brasil no Investment Development Path. **Revista Gestão & Conexões**. v.3, n.2, 2014.
- BRUNNER, H. Building Technological Capacity: A Case Study of the Computer Industry in India, 1975-87. **World Development**, v.19, n.12, p.1737-1751, 1991.
- CANTWELL, John; SANTANGELO, Grazia. Capitalism, profits and innovation in the new techno-economic paradigm. **Evolutionary Economics**. v.10, p.131 – 157, 2000.
- CAPDEVILA, I. Knowing communities and the innovative capacity of cities. **City**,

Culture and Society, 2017.

CASTELLACCI, Fúlvio. Technology clubs, technology gaps and growth trajectories. **Structural Change and Economic Dynamics**. v.19, n.54, 2008.

CASTELLACCI, Fulvio; NATERA, Jose Miguel. The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. **Research Policy**, v. 42, n. 3, p. 579–594, 2013.

CASTELLACCI, Fulvio; NATERA, Jose Miguel. Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: Development paths in Latin America 1970–2010. **Structural Change and Economic Dynamics**. v.37, p.27– 42, 2016.

CEPEA – Centro de Estudos em Economia Aplicada. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/arroz.aspx>>. Acesso em maio de 2018.

CERULLI, G. The Impact of Technological Capabilities on Invention: An Investigation Based on Country Responsiveness Scores. **World Development**. v.59, p. 147–165, 2014.

CHENG, *Shi-Hua, et al.* Progress in Research and Development on Hybrid Rice: A Super-domesticated in China. **Annals of Botany**, v.100, n.5, p. 959 – 966, 2007.

CHOUNG, Jae-Young, *et al.* Transition of Latecomer Firms from Technology Users to Technology Generators: Korean Semiconductor Firms. **World Development**. v.28, n. 5, p.969 - 982, 2000.

CHRISTENSEN, C.M., *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston, Harvard Business School Press, 1997.

CIMOLI, Mario; DOSI, Giovanni. Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap. **Evolutionary Economics**. v.5, p.243 – 268, 1995.

CIMOLI, Mario; DOSI, Giovanni; STIGLITZ, Joseph. *The political Economy of Capabilities Accumulation: the Past and Future of Policies for Industrial Development*. Oxford University Press, 2008.

CLARCK, W. C. et al. Sustainability Science. **Science's Compass**. v.292, p.641 – 644, 2001.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em junho de 2018.

COSTA, C.; GUILHOTO, J.; IMORI, D. Importância dos Setores Agroindustriais na Geração de Renda e Emprego para a Economia Brasileira. **RESR**, v.51, n.4, p.797-814, 2013.

DAL BEN, Bruno. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [17 de outubro, 2018]. Camaquã/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

DANTAS, Eva; BELL, Martin. The Co-Evolution of Firm-Centered Knowledge Networks and Capabilities in Late Industrializing Countries: The Case of Petrobras in the Offshore Oil Innovation System in Brazil. **World Development**. v. 39, n.9, p. 1570–1591, 2011.

DENG, Zhen; LEV, Baruch; NARIN, Francis. Science and technology as predictor of stock performance. **Financial Analysts**. v.53, n.3, p.20–32, 1999.

DIAS, Cleber B.; ALMEIDA, Roberto B. (2013) Produção científica e produção tecnológica: transformando um trabalho científico em pedidos de patente. **Einstein**, v.11, n.1, p.1-10.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147–162, 1982.

DOSI, Giovanni; FREEMANN, Christopher; FABIANI, Silvia. The Process of Economic Development: Introducing Some Stylized Facts and Theories on Technologies, Firms and Institutions. **Industrial and Corporate Change**, v.3, n.1, 1994.

DOSI, Giovanni; NELSON, Richard R. The Evolution of Technologies: An Assesment of the State-of-the-Art. **Eurasian Business Review**, v. 3, n. 1, p. 3–46, 2013.

DUTRÉNIT, Gabriela. Learning and Knowledge Management in the Firm. Cheltenham, Edward Elgar, 2000.

DUTRÉNIT, Gabriela. Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay. **Science Technology and Society**. v.9, n.2, 2004.

DUTRÉNIT, Gabriela, *et al.* Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America. **Technological Forecasting & Social Change**. 2018. No prelo.

EICHER, Carl K. Rebuilding africa's scientific capacity in food and agriculture. Department of Agricultural Economics Michigan State University East Lansing, Michigan, 2004.

EMBRAPA. **Desenvolvimento Tecnológico e dinâmica da produção do arroz em terras altas no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em junho de 2018.

EMBRAPA. Desenvolvimento Tecnológico e dinâmica da produção do arroz em terras altas no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

FIGUEIREDO, A.; SANTOS, M.; LIMA, J. Importância do agronegócio para o crescimento econômico de Brasil e Estados Unidos. **Gestão & Regionalidade**, v.28, n.82, 2012.

FIGUEIREDO, Paulo. Evolution of the short-fiber technological trajectory in Brazil's pulp and paper industry: The role of firm-level innovative capability-building and indigenous institutions. **Forest Policy and Economics**, v. 64, p. 1–14, 2016.

FIGUEIREDO, Paulo.; PIANA, Janaina. Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensive service SMEs in Brazil's mining industry. **Resources Policy**, 2017.

FLECK, James; WEBSTER, Juliet; WILLIAMS, Robin. Dynamics of information technology implementation. **Futures**, v. 22, n. 6, p. 618–640, 1990.

FREDDI, Daniela. The integration of old and new technological paradigms in low- and medium-tech sectors: The case of mechatronics. **Research Policy**. v.38, p.548 – 558, 2009.

FREEMAN, Chris; LOUÇÃ, Francisco. As time goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution. Oxford University Press, 2002.

FREEMAN, C. The Economics of Industrial Innovation. n.2, Pinter- London, 1982.

FURMAN, J., PORTER, M.; STERN, S. The determinants of national innovative capacity. **Research Policy**. v.31, p.899 – 933, 2002.

FURTADO, A.; SCANDIFFIO, M.; CORTEZ, L. The Brazilian sugarcane innovation system. **Energy Policy**. v.39, p.156–166, 2011.

GALENDE, J. Analysis of technological innovation from business economics and management. **Technovation**. v.26, p.300 - 311, 2006.

GONSEN, Ruby. Technological Capabilities in Developing Countries: Industrial Biotechnology in México. Nova Iorque: St. Martin's Press, 1998.

GREEN, K.; MCMEEKIN, A.; IRWIN, A. Technological trajectories and R&D for environmental innovation in UK firms. **Futures**. v.26, n.10, p. 1047 - 1059, 1994.

HALKOS, George; SKOULLOUDIS, Antonis. Corporate social responsibility and innovative capacity: Intersection in a macro-level perspective. **Journal of Cleaner Production**. v.182, p.291 – 300, 2018.

HAVENS, C.; KNAPP, E. Easing in to knowledge management. **Strategy and Leadership**. v.27, n.2, p.4–9, 1999.

HEGDE, D.; SHAPIRA, P. Knowledge, technology trajectories, and innovation in a developing country context: evidence from a survey of Malaysian firms. **International Journal of Technology Management**. v.40, n.4, 2007.

HODGSON, Geoffrey M. What are Institutions? **Journal of Economic Issues**. v.15, n.1, 2006.

HU, M.; MATHEWS, J. China's national innovative capacity. **Research Policy**. v.37,

p.1465 – 1479, 2008.

Instituto Riograndense do Arroz – IRGA.

IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz. **Arroz brasileiro tem o 3º ano consecutivo de balança comercial positiva**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4585/arroz-brasileiro-tem-o3%E3%BF%BD-ano-consecutivo-de-balanca-comercial-positiva>>. Acesso em: 21 de março de 2018.

JOHNSON, N.; KOYOAMA, M. States and economic growth: Capacity and constraints. **Explorations in Economic History**. v.64, p.1 – 20, 2017.

MAGALHÃES JUNIOR, Ariano; ANDRES, André; AZAMBUJA, Isabel. Evolução da produtividade do arroz irrigado no RS e meios para sua continuidade. In: *Série Culturas Arroz*. p.24 – 37, 2002.

KATZ, J.; PIETROBELLY, C. Natural resource based growth, global value chains and domestic capabilities in the mining industry. **Resources Policy**, v.58, p.11 – 20, 2018.

KIM, L. Technology transfer & intellectual property rights: The Korean Experience. n.2. Switzerland, 2003.

KIRKELS, Arjan F. Punctuated continuity: The technological trajectory of advanced biomass gasifiers. **Energy Policy**, v.68, p.170 – 182, 2014.

KOC, Tufan; CEYLAN, Cemil. Factors impacting the innovative capacity in large-scale companies. **Technovation**. v.27, p.105 - 114, 2007.

KRAUSKOPF, M.; VERA, M. I.; ALBERTINI, R. Assessment of a University's scientific capabilities and profile: the case of the faculty of biological sciences of the Pontificia Universidad Católica de Chile. **Scientometrics**. v.34, n.1, p.87 -100, 1995.

KROLOW, William. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [18 de outubro, 2018]. Capão do Leão/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

LABORTE, Alice, *et al.* Rice yields and yield gaps in Southeast Asia: Past trends and future outlook. **European Journal of Agronomy**. v.36, p.9 – 20, 2012.

LALL, S. Competitiveness Indices and Developing Countries: An Economic Evaluation of the Global Competitiveness Report. **World Development**. v.29, n.9, p.1501 – 1525, 2001.

LAZZARINI, S. Strategizing by the government: can industrial policy create firm-level competitive advantage? **Strategic Management Journal**. v.36, p.97 - 112, 2015.

LEMON, M.; SAHOTA, P. Organizational culture as a knowledge repository for increased innovative capacity. **Technovation**. v.24, p.483 - 498, 2004.

LOOY, Bart, *et al.* Scientific capabilities and technological performance of national innovation systems: An exploration of emerging industrial relevant research domains. **Scientometrics**. v.66, n.2, p.295 – 310, 2006.

LUNDVALL, Bengt-Ake. Post Script: Innovation system research - Where it came from and where it might go. In: National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. p.317 - 348, 1992.

MAGALHÃES JUNIOR, Ariano. Instituições de Pesquisa e apoio à produção orizícola no Rio Grande do Sul. [18 de outubro, 2018]. Pelotas/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

MANUAL DE OSLO: Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação. 3 ed. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e Gabinete Estatístico das Comunidades Europeias (Eurostat). Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Brasília, DF, 2005.

MARTIN, J. Energy Technologies: Systemic Aspects, Technological Trajectories, and Institutional Frameworks. **Technological Forecasting and Social Change**. v.53, p.81 - 95, 1996.

MAZZOLENI, Roberto; NELSON, Richard R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**. v.36, p.1512 - 1528, 2007.

MENDES, Julberto. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [24 de outubro, 2018]. Pelotas/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira e Lucas Vidal.

MORI, C.; BATALHA, M.; ALFRANCA, O. Capacidade tecnológica: proposição de índice e aplicação a empresas do complexo agroindustrial do trigo. **Production**. v.24, n.4, p.787 - 808, 2014.

NELSON, R.; WINTER, S. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**. v.6, p.36 - 76, 1977.

OLSEN, Odd; ENGEN, Ole. Technological change as a trade-off between social construction and technological paradigms. **Technology in Society**. v.29, p.456 – 468, 2007.

PARK, T.; CHOUNG, J.; MIN, H. The Cross-industry Spillover of Technological Capability: Korea's DRAM and TFT-LCD Industries. **World Development**. v.36, n. 12, p. 2855–2873, 2008.

PATRA, Swapan; MUCHIE, Mammo. Research and innovation in South African universities: from the triple helix's perspective. **Scientometrics**. v.116, p.51–76, 2018.

PATTON, Michael Quinn. Qualitative Research and Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice. 4 ed. Saint Paul, 2002.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*. v.13, p. 343–373, 1984.

POSSAS, M.; SALLES-FILHO, S.; SILVEIRA, J. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. *Research Policy*. v.25, p.933 - 945, 1996.

PROKSCH, Dorian; HABERSTROH, Marcus; PINKWART, Andreas. Increasing the national innovative capacity: Identifying the pathways to success using a comparative method. *Technological Forecasting & Social Change*. v.116, p. 256 – 270, 2017.

REICHERT, Fernanda; ZAWISLAK, Paulo. Technological Capability and Firm Performance. *Journal of Technology and Management Innovation*. v.9, n.4, 2014.

SÁNCHEZ-SOTO, A. Information needs and information behavior of blue agave farmers in Tequila, Jalisco: A case study. *Investigación Biobiotecnológica*. v.30, n.69, p.138 - 169, 2016.

SANTOS, D.; BASSO, L.; KIMURA, H. The trajectory of the ability to innovate and the financial performance of the Brazilian industry. *Technological Forecasting & Social Change*. v.127, p.258–270, 2018.

SANTOS, Vagner. Instituições de Pesquisa e apoio à produção orizícola no Rio Grande do Sul. [3 de outubro, 2018]. Santo Antônio da Patrulha/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

SOBANKE, Victor; *et al.* Determinants of Technological Capability of Firms in a Developing Country. *Procedia Engineering*, v.69, p.991 – 1000, 2014.

TASCA, Jorge E. *et al.* An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European Industrial Training*, v.34, n.7, p.631 – 655, 2010.

TELLO – GAMARRA, Jorge; ZAWISLAK, Paulo. Transactional capability: Innovation's missing link. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*. n. 18, v.34, p.2 – 8, 2013.

TERRES, Arley; NUNES, Cley. A pesquisa com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: *Série Culturas Arroz*. p.39 – 58, 2002.

VERSPAGEN, Bart. Innovation and Economic Growth. In: Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. *The Oxford Handbook of Innovation*. p. 487 - 514, 2005.

VIEIRA FILHO, José; SILVEIRA, José Maria. Competências organizacionais, trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura: o paradoxo de Prebisch. *Economia e Sociedade*. v.25, n.3, p.599 – 630, 2016.

ZAWISLAK, Paulo. *et al.* Innovation Capability: From Technology Development to Transaction Capability. *Journal of Technology Management & Innovation*. v.7, n.2, p.14 – 27, 2012.

ZYSMAN, J. How Institutions Create Historically Rooted Trajectories of Growth. **Industrial and Corporate Change**. v.3, n.1, 1994.

WAISSBLUTH, M.; GORTARI, A. A Methodology for Science and Technology Planning Based upon Economic Scenarios and Delphi Techniques: The Case of Mexican Agroindustry. **Technological Forecasting and Social Change**, v.37, p.383-397, 1990.

WATKINS, A.; et al. National innovation systems and the intermediary role of industry associations in building institutional capacities for innovation in developing countries: A critical review of the literature. **Research Policy**. v.44, p.1407–1418, 2015.

WENDT, Jones. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [19 de outubro, 2018]. Pelotas/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

WITHFIELD, L. Developing Technological Capabilities in Agro-Industry: Ghana's Experience with Fresh Pineapple Exports. **The Journal of Development Studies**. v.48, n.3, 2012.

YOU, Liangzhi. A tale of two countries: Spatial and temporal patterns of rice productivity in China and Brazil. **China Economic Review**. v.23, p.690 – 703, 2012.

APÊNDICE A – Questionário Aplicado às Firmas.

Nome da Empresa:

Ano de início das atividades:

I. A empresa

- 1) Há quanto tempo a empresa atua no mercado?
- 2) Você pode descrever os marcos tecnológicos que ocorreram no seu setor desde que empresa entrou em atividade? Caso positivo, quais?
- 3) Como a sua empresa tem enfrentado esses marcos tecnológicos do seu setor?
- 4) Ao seu ver, como o aumento da tecnologia tem afetado a produção e as atividades realizadas pela empresa?
- 5) Quando a empresa começou a engajar-se nesse tipo de mudança?
- 6) Você encontrou algum tipo de dificuldade para implementar essas atividades? Quais e como foram superadas?
- 7) Como a posição competitiva da empresa evoluiu ao longo das décadas?
- 8) Como a tecnologia contribuiu para essa evolução?
- 9) Quais os benefícios concretos que as mudanças tecnológicas tem trazido para sua empresa?
- 10) Em sua empresa, as atividades baseadas em tecnologia ainda precisam de melhorias? Quais?
- 11) Quais foram as dificuldades para implementar novas tecnologias?

II. Interação com instituições locais

- 12) A sua empresa realiza atividades com alguma universidade ou instituto de pesquisa?

- 13) Caso a resposta anterior seja positiva, como é a sua percepção com relação a atividade desses órgãos, noutras palavras, como a sua empresa?
- 14) No caso de que você realize interação com alguma universidade ou instituto de pesquisa, quando começou? E por quê?
- 15) Como essa relação tem se desenvolvido ao longo do tempo?
- 16) Quais têm sido os benefícios concretos dessa interação?
- 17) Você pode descrever algum projeto específico?
- 18) Houve alguma dificuldades nessa interação?
- 19) As políticas de governo influenciam o desempenho da sua empresa? Você pode citar algum exemplo de política específica?

APÊNDICE B – Questionário aplicado às Instituições de Pesquisa e Apoio ao Setor.

Nome da Instituição:

Ano de início das atividades:

- 1) Quantos profissionais atuam nessa Instituição?
- 2) Quantas novas pesquisas por ano, em média, tem sido publicadas na área orizícola?
- 3) A Instituição participa periodicamente de eventos como Congressos Científicos Nacionais ou Internacionais, Simpósios?
- 4) A Instituição oferece algum tipo de contato de apoio para os produtores (acompanhamento direto das safras, cursos de especialização, etc.)? Se sim, qual?
- 5) Como a tecnologia tem influenciado a atividade produtiva das lavouras?
- 6) Qual tem sido o impacto das pesquisas nas atividades comuns da lavoura (ex.: melhorias no sistema de cultivo, genética, controle de pragas, etc.)?
- 7) Há alguma parceria entre a Instituição e Universidades? Caso positivo, quando começou e o que tem mudado com essa dinâmica?
- 8) As decisões políticas de governo afetam o trabalho da Instituição? Como?
- 9) Em sua opinião, sem a existência de programas que fomentam o desenvolvimento, inovação e tecnologia, seria possível às atividades da orizicultura gaúcha terem evoluído?
- 10) Você acredita que as atividades de pesquisa e inovação poderiam estar melhores, mais desenvolvidas? Por quê?
- 11) Historicamente, como a sua instituição tem se vinculado com o setor produtivo?
- 12) Como vocês transferem o seu conhecimento científico e tecnológico ao setor produtivo?
- 13) Atualmente, vocês estão interagindo com alguma empresa do setor? Você pode citar algum exemplo?

14) Quais são as principais demandas do setor no que respeita ao conhecimento científico e tecnológico?

15) Existe algum tipo de entrave para transferir o conhecimento ao setor produtivo? Caso positivo, quais?