

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

A Capacidade Tecnológica Da Agroindústria Do Arroz: A Experiência Brasileira

Ana Mônica Fitz de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis – ICEAC
Brasil
ana.monica89@hotmail.com

Jorge Tello – Gamarra
Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Escola de Química e Alimentos - EQA
Brasil
jorgetellogamarra@gmail.com

Resumo

A capacidade tecnológica de um país se refere à habilidade da nação em interiorizar conhecimento, adotar e desenvolver tecnologias. Apesar de existirem diversas pesquisas sobre a capacidade tecnológica a nível país, as pesquisas nos diferentes setores agroindustriais são escassas. O presente artigo tem por objetivo avaliar a capacidade tecnológica da indústria do arroz no Brasil. Para isso, o método utilizado foi a pesquisa quantitativa e qualitativa, baseada na identificação da evolução da produtividade do arroz e em entrevistas a instituições de pesquisa e empresas desta agroindústria no Brasil, respectivamente. Os resultados mostram que o salto do Brasil neste ramo foi em grande parte devido aos esforços de acumulação de capacidade tecnológica. Com isso, conclui-se que, ao longo do tempo, a pesquisa científica do arroz tem desenvolvido um papel fundamental na formação da capacidade tecnológica neste setor.

Palavras-chave: capacidade tecnológica; agroindústria; arroz; pesquisa científica.

1. Introdução

A expressão capacidade tecnológica designa o conjunto de habilidades de uma firma ou de um país em adotar, desenvolver e usar a tecnologia para o seu crescimento. Conforme Archibugi e Coco (2004), o termo é diretamente relacionado aos acúmulos de conhecimento que, quando internalizados, conduzem à mudança tecnológica (Park, Choung & Min, 2008).

As capacidades tecnológicas, no entanto, são desenvolvidas com base em diversos fatores (Pavit, 1984), como, as pressões de mercado, competitividade e a demanda dos clientes. Contudo, para que um país evolua, é necessário que ele, enquanto organização política e econômica, saiba alocar seus recursos de forma correspondente com esses fatores. Essa alocação de recursos é inteiramente ligada ao conhecimento.

Contudo, existem países que fazem parte de uma “evolução tardia”, porque apesar de deterem condições naturais para o desenvolvimento de suas capacidades, não o fazem (Figueiredo, 2016) e os seus setores econômicos e tecnológicos tornam-se obsoletos. Diversos países em desenvolvimento são dessa realidade, principalmente os países da América Latina.

O Brasil é um exemplo. Segundo Mueller e Mueller (2016), a nação sempre possuiu todas as características naturais necessárias para práticas agrícolas, porém, até pouco tempo, figurava como pequeno produtor de café, e hoje é um dos maiores exportadores de *commodities* do

mundo. Dessas *commodities*, destaca-se a produtividade e exportação do arroz brasileiro. Nesse segmento, o Brasil é o líder no continente americano (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2018). Contudo, apesar de existirem diversas pesquisas sobre a capacidade tecnológica a nível país, as pesquisas nos diferentes setores agroindustriais são escassas. Aí reside a problemática deste estudo.

A possibilidade de remontar a trajetória da indústria de arroz no Brasil, não constitui apenas uma mera recordação histórica, mas sim, a chance para que outros países que estão caminhando para o desenvolvimento, como era o caso do Brasil a cem anos atrás, possam fortificar as suas capacidades tecnológicas a exemplo da nação brasileira.

Logo, o objetivo deste trabalho é de medir as capacidades tecnológicas na agroindústria de arroz brasileira e a partir disso, remontar o processo de mudança tecnológica do setor. Para isso, o presente estudo divide-se em mais quatro seções. O item seguinte aborda os conceitos teóricos a respeito da mudança tecnológica fundamentada em capacidades. O item terceiro é referente a mensuração das capacidades tecnológicas. O quarto item aborda o método, e a seguir, na quinta seção temos os resultados e discussão. O artigo termina com as conclusões.

2. Acúmulo de Capacidade Tecnológica e a Mudança Tecnológica

O processo de mudança tecnológica em uma firma, ou em um país, acontece baseado no acúmulo de capacidades tecnológicas (Freeman, 1982; Verspagen, 2005; Figueiredo, 2016). Para termos de coerência conceitual, nesta pesquisa, o termo “capacidade tecnológica” engloba todos os ativos relacionados ao conhecimento, desenvolvimento e inovação.

Com isso, pode-se citar a tecnologia, capital humano, atividade de P&D e todo o arsenal envolvido no processo produtivo inovador, considerando que cada um desses construtos faz parte do conceito geral (Lundvall, 1992; Dutrénit, 2004; Koc; Ceylan, 2007; Castellacci & Natera, 2013; Figueiredo & Piana, 2018).

Com a finalidade de tornar a definição de capacidade mais segmentada, é comum relacioná-la às fontes de conhecimento e habilidade para a atividade inovadora, conforme Archibugi e Coco (2004). Contudo, através do seu desenrolar, é visível a ligação com o desenvolvimento, tanto tecnológico, quanto econômico (Freeman & Louça; 2002; Reichert & Zawislak, 2014) conduzindo à mudança da tecnologia.

A definição de mudança tecnológica, conforme o trabalho seminal de Dosi (1982), é o padrão de atividades para a solução de problemas. No entanto, sem invalidar a definição de Dosi, mas tornando-a mais tangível por uma abordagem específica, esse padrão discutido pelo autor, pode ser visto como o conjunto de ferramentas usadas para a solução de problemas e para a evolução científica e tecnológica, baseada na quebra de paradigmas, fornecendo explicações a respeito do processo inovador (Teece, 2003).

Por outro lado, Kuhn (1962) defendia a ideia de que a ciência é feita pela quebra de paradigmas, e a evolução acontece após momentos de crise. Interpretando essa definição, existe uma lógica forte ao se contrastar as definições de Kuhn e Dosi, uma vez que quando há uma crise tecnológica, para haver uma quebra de paradigma, deve haver também um conjunto de ferramentas as quais correspondam com essa necessidade. Esses instrumentos precisam interligar tecnologias e trabalharem no contexto da atualidade, por isso há o processo de acúmulo de conhecimento.

Nesse aspecto, as capacidades tecnológicas, vistas como as precursoras do processo de mudança tecnológica, são as ferramentas usadas para o gerenciamento da crise e o direcionamento da mudança. Logo, há diversas vertentes de estudos a respeito da evolução tecnológica baseada em capacidades, e cada uma dessas fontes estuda uma das dimensões do processo. O Quadro 1 faz uma relação dessas dimensões.

Quadro 1 – Dimensões da mudança tecnológica.

<i>Driver</i>	<i>Dimensão</i>	<i>Referências</i>
Desenvolvimento	-Acúmulo básico de competências para o desenvolvimento dos países;	- Bell & Pavitt (1993); Hu & Mathews (2008); Sobanke, Adegbite, Ilori & Egbetokun (2014); Halkos & Skouloudis (2018); Capdevilla (2018).
Avanço Tecnológico	-Residência lógica em usar as especificidades dos recursos para o desenvolvimento de uma trajetória;	Martin (1996); Choung, Hwang, Choi & Rim (2000); Park, Choung & Min (2008); Figueiredo (2016); Katz & Pietrobello (2018).
Desempenho da Firma	-Desenvolvimento de competências e acúmulo interno de capacidade tecnológica pelas Firms;	Lemon & Sahota (2004); Koc & Ceylan (2007); Figueiredo & Piana (2018).
Políticas de Desenvolvimento	-Agregação de Capacidade Tecnológica baseada nas políticas industriais;	Furman, Porter & Stern (2002); Cimoli, Dosi & Stiglitz (2008).
Capacidade Nacional de Inovação	-Integração entre as competências dos países para geração de capacidade inovadora;	Castellacci & Natera (2013); Brandão, Tello-Gamarra (2014);Watkins, Papaioannou, Mugwagwa & Kale(2015); Proksch, Haberstroh & Pinkwart (2017).

Fonte: Elaboração própria (2018).

Nesse contexto, tendo como base as capacidades tecnológicas moldando a direção da trajetória, o passo seguinte pode ser interpretado como o desenvolvimento econômico, já que o avanço da economia é um dos objetivos das nações capitalistas.

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 & Narin (1999), Dosi, Freeman & Fabiani (1994), Lall (2001) e Eicher (2004), Galende (2006), Dias & Almeida (2013) e Sobanke *et al.* (2014). Em um aspecto mais amplo, a inovação tecnológica é a precursora das estruturas capitalistas (Green, McMeekin & Irwin, 1994) e da possibilidade dessas manterem-se competitivas (Lemon & Sahota, 2004).

Nessa lógica, ao passo que a competitividade aumenta, as atividades precisam aprimoramento para manter e elevar os padrões competitivos. Isso só é possível de posse do pleno conhecimento das capacidades tecnológicas. Reside aí a necessidade de encontrar maneiras que permitam medir o nível de capacitação, métrica essa, que é importante para traçar medidas estratégicas futuras.

3. 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. Contudo, a maneira complexa com que os agentes atuam sincronizados, faz com que haja um nível de subjetividade na análise (Lundval, 1992; Cerulli, 2014). Salienta-se ainda que nos setores relacionados à agricultura, especificamente, não há um indicador das capacidades tecnológicas como abordado na problemática deste trabalho.

Todavia, algumas das capacidades são interpretadas como *insights*, outras delas absorvidas pelas estruturas (como uma forma de artefatos), e há ainda as que são incorporadas no processo pela capacidade humana (Archibugi & Coco, 2004) e são interpretadas como de natureza interdependente, cumulativa e complementar (Andersen, 1998), por se tratarem de conhecimento interiorizado.

Por isso, nessa sequência, uma análise crítica não apenas da capacidade tecnológica, mas da evolução técnica, exige um grau de medição abrangente que permita capturar o processo da transformação com parâmetros que estão fora dos indicadores de P&D. Uma abordagem semelhante foi feita por Archibugi e Coco (2004) e 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 Desenvolvimento de Capacidades Tecnológicas.

Nível da Capacidade	Grau das Competências	Características
Inovador Básico	Baixo	<ul style="list-style-type: none">- Aquisição, instalação e operação de técnicas e equipamentos básicos;- Implementação de atividades de inovação menores baseadas na experiência acumulada.
Inovador Intermediário	Baixo – Médio	<ul style="list-style-type: none">- Adaptação de tecnologia e atividades de absorção do conhecimento;- Implementação de atividades baseadas em engenharia ao nível da própria firma.
Inovador Avançado	Médio – Alto	<ul style="list-style-type: none">- Maior grau de absorção tecnológica;- Desenvolvimento próximo às fronteiras de conhecimento;- Implementação de atividades inovadoras para o contexto econômico.
Líder Mundial	Alto	<ul style="list-style-type: none">- Pleno grau de absorção de conhecimento e geração de tecnologias próprias;- Implementação de atividades inovadoras diante do contexto internacional.

Fonte: Elaboração própria (2018) com base em Dantas e Bell (1991) e Figueiredo (2016).

Esses quatro níveis adotados para a caracterização da mudança tecnológica, foram os mesmos níveis abordados por Figueiredo (2016), uma vez que o estudo de Figueiredo é a respeito da mudança tecnológica sendo baseado empiricamente em um setor industrial que trabalha com

matéria-prima de origem natural, e de maneira semelhante, este trabalho tem como campo de análise empírica a indústria do arroz brasileiro.

Ao adotar este método para a classificação das atividades de um país através do nível de capacidades, é possível caracterizar as inovações do setor em termos do seu nível de conhecimento e do grau de inovação a que suas atividades estão sujeitas. Os níveis Inovador Básico e Inovador Intermediário 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).

Por outro lado, os níveis Inovador Avançado e Líder Mundial lidam diretamente 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 Inovador Avançado e Líder Mundial, 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 vistas como as precursoras do conhecimento necessário à mudança tecnológica com base no acúmulo de capacidades.

4. Método

4.1. Ambiente Da Pesquisa

O ambiente da pesquisa empírica deste estudo é o Brasil. Isso acontece porque o país é líder em produção de arroz no continente americano. Segundo os dados da EMBRAPA, o Brasil 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 para os próximos anos.

A partir disso, 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 provem as capacidades que permitiram um notável avanço na indústria brasileira do arroz.

4.2. Estratégia De Pesquisa

A estratégia adotada nessa pesquisa foi da coleta de dados puramente quantitativos inicialmente, como os dados de produção, exportação e produtividade. No segundo momento, concentramos na coleta de dados qualitativos através de entrevistas presenciais nas empresas e institutos, buscando informações diversas a respeito da temática.

Porém, como a literatura é escassa em termos de indicadores da capacidade tecnológica no ramo agrícola, verificou-se a necessidade de estudar a maneira como os fenômenos intermediários ao processo se alocam durante a definição da capacidade. 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 na agricultura.

4.3. Coleta Dos Dados Empíricos

A fim de coletar os dados qualitativos, 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 país. Além disso, também foram entrevistados institutos de pesquisa, como elencado na Tabela 1. Foi mantido o sigilo quanto às firmas entrevistadas, adotando-se os nomes fictícios Alfa, Beta, Gama e Delta. Quanto aos institutos de pesquisa, seus nomes foram mantidos abertamente por se tratarem de Instituições Públicas.

Para a escolha destes casos, 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. Os institutos são os que trabalham diretamente com atividades de pesquisa e extensão. A Tabela 1 relaciona essa seleção. Já os dados quantitativos, estes foram coletados nos sites institucionais. Porém, algumas dessas informações que não eram de domínio público foram coletados diretamente dos relatórios das próprias firmas entrevistadas.

Tabela 1 – Casos selecionados para o estudo.

Firma	Ano de Início	Participação (%) em 2017	Faturamento Anual (R\$) em 2017
Alfa	1948	3,48	3 bilhões
Beta	1964	2,5	NC
Gama	1969	2,32	490 milhões
Delta	1985	2,14	NC
Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA	1940	NA	NA
EMBRAPA	1973	NA	NA
Companhia Nacional do Abastecimento - CONAB	1990	NA	NA

Legenda: NA - não aplicável / NC - não consta

Fonte: Elaboração própria (2018) com os dados coletados nas entrevistas.

4.4. Análise De Dados

A análise dos dados aconteceu em três etapas. A primeira etapa consistiu em a partir da literatura, identificar evidências que seria necessário validar no cenário empírico. Dessa forma os questionários foram elaborados. Após isso, já no momento das entrevistas e visitas feitas às firmas e institutos de pesquisa, os detalhes específicos da trajetória de cada uma puderam ser capturados, ou pelo roteiro da entrevista ou por perguntas adicionais feitas pelo entrevistador.

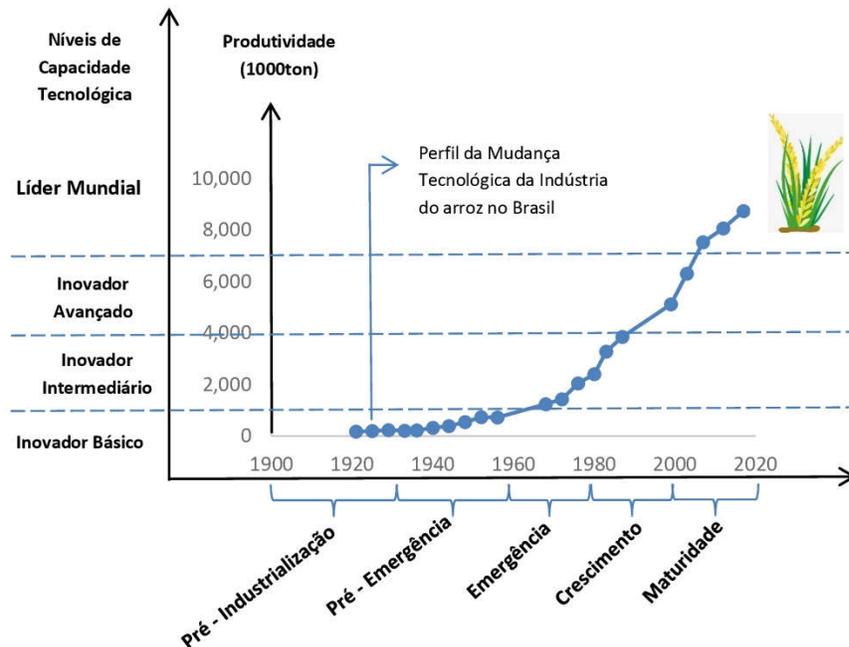
Após as entrevistas, os dados foram separados em blocos de informações, seguindo uma ordem lógica de sucessão de fatos. Finalmente, na última etapa, baseando-se no modelo do ciclo de vida das firmas como sugere Porter (1980), e como adotado de modo semelhante por Figueiredo (2016), dividiu-se a mudança tecnológica na indústria do arroz brasileira em cinco fases: pré-industrial (1900 – 1930), pré-emergência (1930 – 1970), emergência (1960 – 1980), crescimento (1980 – 2000) e maturidade (2000 – 2010s).

A reconstituição da trajetória ocorreu a partir da ordenação dos blocos de dados previamente separados e ordenados dentro dessas fases e em contraste com os níveis de capacidade tecnológica. Os dados foram cruzados, analisados e interpretados com base na literatura para obter os resultados.

5. Resultados e Discussão

Nesta seção estão descritos os principais resultados a respeito da evolução da trajetória tecnológica da indústria do arroz no Brasil encontrados com este estudo. A Figura 1 mostra a curva de produtividade de arroz no Brasil em contraste com os níveis de capacidade tecnológica e de acordo com o ciclo de vida das firmas. A análise dos dados sugere que o período inicial foi fundamental ao armazenamento de conhecimento e desenvolvimento de capacidades, permitindo o avanço aos níveis de liderança.

Figura 1 – Representação da evolução da trajetória do arroz no Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaboração própria (2019) com dados das entrevistas e base em Figueiredo (2016).

A trajetória levou décadas para atingir patamares elevados de produtividade e competitividade, por consequência, isso deve-se a uma série de fatores justificados a seguir.

5.1. Pré-Industrialização (1900 – 1930)

Antes do século XX, os países Asiáticos já lideravam globalmente a produção de arroz (EMBRAPA, 2018). Historicamente essa região foi detentora das capacidades necessárias para figurar nessa posição e ainda assim se mantém até hoje. No entanto, nesses países, devido a densidade demográfica, todo arroz produzido é consumido, além daquele que é importado. Esse fato justifica o poder de influência da Ásia na determinação do preço desta *commodity* no mercado mundial.

Por outro lado, estudos apontam que o Brasil foi a primeira nação da América a cultivar este cereal já pelos índios antes mesmo da colonização pelos portugueses. Segundo a entrevista feita a EMBRAPA, as primeiras lavouras surgiram no Sul do país em 1820.

Ainda segundo a mesma fonte, na primeira década de 1900 surgiram as primeiras lavouras de cultivo irrigado. Os pesquisadores da EMBRAPA salientam que nessa época com o advento dos locomóveis, as bombas de irrigação passaram a ser mais facilmente acionadas fornecendo água em abundância para as lavouras.

Além disso, em meados de 1940, o processo de beneficiamento era 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, 2018).

5.2. Pré-Emergência (1930 – 1960)

No período compreendido entre 1930 a 1960, houve a criação de institutos de pesquisa (CONAB, 2018) que influenciaram a mudança tecnológica da indústria. Através da instituição desses órgãos, foi possível assimilar conhecimento e gerar capacidades, 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, associada a algumas novas cultivares introduzidas na matriz produtiva, os produtores viram a necessidade de se organizarem em associações e garantirem a defesa dos seus interesses com vistas à padronização da qualidade do produto (Terres & Nunes, 2002).

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

Devido a esses fatos, até 1959, a indústria experimentou basicamente dois tipos de arroz: as cultivares japonês típico e japonês oblongo como mencionado em entrevista pela EMBRAPA. Nessa ocasião, foi revelado que naquela época se produzia em média de 3000 kilos por hectare e todas cultivares era advindas do Japão. Esse cenário conduziu à emergência da indústria.

5.3. Emergência (1960 – 1980)

No início da década de 60, o impulso dado à produção foi devido à fortificação dos institutos criados anteriormente. Na década de 1970, o sistema de pesquisas agrícolas sofreu mudanças, o que culminou com a extinção de alguns órgãos e implantação definitiva da 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.

Diversos métodos foram lançados por essa parceria, 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).

Além disso, começaram a surgir grandes indústrias beneficiadoras de arroz que vieram a se consolidar no mercado para atenderem a demanda doméstica e de exportação, nesse período. Isso favoreceu para que a indústria entrasse em uma fase de crescimento.

5.4. Crescimento (1980 – 2000)

Nesse intervalo, houveram dois ciclos de mudanças, baseados ambos no acúmulo de capacidades. Um deles foi caracterizado pela atuação das instituições de pesquisa e o outro foi a adoção de tecnologias eficientes. Destaca-se nos últimos quarenta anos, a expansão da EMBRAPA em várias unidades de pesquisa, o que foi fundamental para que em 2000, acontecesse o que chamou-se de “super safra”, isto foi estimulado também pelas novas cultivares lançadas pelo IRGA. Com isso, o produto brasileiro veio a ser reconhecido e obteve representatividade, ganhando uma nova parcela de mercado, e essa etapa marcou 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 a demanda e as pressões de mercado que se tornaram crescentes.

Um dos grandes marcos encontrados nesse segmento foi o aprimoramento das selecionadoras que permitiram nesse contexto a padronização do produto, alta precisão e eficiência ao processo com menor gasto energético.

Com isso, percebemos que nessa etapa, o implemento de tecnologias ao nível da firma, foi decisivo para o posicionamento das mesmas em uma zona de transição de inovadoras intermediárias para inovadoras avançadas. Percebeu-se nas entrevistas que uma vez que a firma adote tecnologias, ela passa a operar de forma constante com base no aprimoramento das mesmas. Outra evidência do cenário empírico, foi que o processo de automatização e enquadramento tecnológico ocorre impulsionado pela demanda do mercado e pela concorrência, uma vez que o padrão do produto precisa manter-se para chegar ao nível de maturidade.

5.5. Maturidade (2000 – 2010s)

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

Institutos como a EMBRAPA, CONAB e IRGA expandiram as suas fronteiras de conhecimento ampliando as atividades de pesquisa e extensão. A EMBRAPA, teve incremento no seu número de doutores e Phd's envolvidos com pesquisas genômicas de cultivares junto com a Universidade Federal de Pelotas e o IRGA fortaleceu suas redes de pesquisa com universidades do país inteiro.

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 estabilidade de longo prazo, justificando que a pesquisa voltada para atividades genômicas é fundamental para melhorias produtivas.

Quanto ao nível operacional, duas das firmas entrevistadas incrementaram as suas plantas industriais nas últimas décadas com maquinário de alta precisão como as selecionadoras e empacotadoras eletrônicas. Contudo, em 2017 ambas sofreram interdições pelas leis trabalhistas por ergonomia industrial, logo, ambas firmas precisaram adotar a robotização em alguns postos de trabalho em tempo menor que o previsto pela diretoria.

O advento da robotização foi benéfico para ambas, devido a sua eficiência de trabalho e redução de custos ao longo prazo. Em sequência, três das firmas entrevistadas, já na fase de maturidade, viram como alternativa para corresponderem com a concorrência e obterem vantagem, o ganho em velocidade, isto é, automatização dos sistemas de estoque e vendas baseados em programas computacionais.

Essa atividade por parte das firmas, demonstra seu posicionamento no nível estratégico quanto ao domínio de capacidades, tendo em vista que dessa forma, garantem ganhos e representatividade frente aos concorrentes com menos intensidade tecnológica.

Outra alternativa adotada pelas firmas para manterem-se em posições favoráveis diante da concorrência, foi o processo de automação constante. Durante a entrevista, uma das firmas frisou que o processo de adequação comercial e autonomia produtiva, acontecem baseados em tecnologias como forma de resposta rápida às demandas do mercado e que a tecnologia da

informação, nesse estágio, é vista como uma estratégia para ganhos da concorrência por meio da redução de custos, representação comercial e logística.

De modo geral, percebemos que a mudança tecnológica foi fundamentada nas fases evolutivas da firma e que cada uma dessas fases foi marcada 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 3 realiza 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.

Quadro 3 – Integração Horizontal e Vertical dos níveis de capacidade tecnológica e fases evolutivas do setor.

	Pré-industrialização (1900 – 1930)	Pré-emergência (1930 – 1960)	Emergência (1960 – 1980)	Crescimento (1980 – 2000)	Maturidade (2000 – 2010s)
Inovador Básico	- 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;
Inovador Intermediário	- 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;
Inovador Avançado	- 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 Universidades; - estreitamento da relação “indústria – conhecimento”;	- aumento do número de pesquisadores; - qualificação da mão-de-obra.
Líder Mundial	- 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).

A partir das informações do Quadro 3, vê-se que até o período de Emergência, tanto as instituições como as firmas sofreram mudanças incrementais, envolvendo capacidades convencionais. Por um lado, as instituições de pesquisa ainda se alocavam e começavam a desenvolver suas atividades com vistas à melhoria das cultivares, e por outro, as firmas absorviam tecnologias nas linhas industriais.

As firmas que serviram de ambiente experimental desta pesquisa, se mostraram colaboradoras com o processo de mudança tecnológica, sendo líderes no país e tendo representatividade internacional. Isto está de acordo com as evidências de Zawislak, Alves, Tello-Gamarra, Barbieux e Reichert (2012) a respeito da importância da firma frente a mudança tecnológica.

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 e o ônus dessa situação é a supressão de troca de informações.

Com relação à demanda do setor no contexto do conhecimento científico e tecnológico, há necessidade também de atualização permanente dos produtores agrícolas nas lavouras. 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.

6. Conclusão

A partir das análises, pode-se suprir a lacuna teórica que estimulou a pesquisa. Conclui-se que a pesquisa desenvolve fundamental papel na acumulação da capacidade tecnológica do setor no Brasil, evidenciada pelos números de produtividade, que em cinquenta anos, foram de 1,5 toneladas para mais de seis (CONAB, 2018). Por outro lado, o vínculo “instituição de pesquisa – firma” deve ser fortalecido. As instituições contribuíram de duas maneiras significativas.

A primeira delas foi nas fases iniciais do processo de mudança, pela estruturação de um quadro de especialistas que proveu a formação de capital humano e contribuiu com o embasamento teórico-científico. A segunda encontra-se na fase onde o Brasil tomou a liderança, contribuindo com pesquisas relacionadas à genética de plantas. Esse fenômeno é abordado também por Park, Choung e Min (2008) ou Figueiredo (2016), sendo associado ao desenvolvimento técnico e econômico.

Já quanto às firmas, entretanto, mesmo em fase de maturidade, as modernizações pelo investimento em tecnologias operacionais, de informação e pesquisa, continuaram no setor. Ficou nítido nas entrevistas feitas às grandes firmas, que o arroz exportado pelo Brasil mantém padrões internacionais e altos níveis de produtividade, e por isso, essas firmas estão posicionadas 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 próprias capacidades. Além disso, observou-se que não há uma homogeneidade do público alvo ao qual elas detêm-se em atender.

Algumas firmas possuem foco em tipos específicos de arroz, como o integral ou o branco. Outras atendem demandas específicas por tipos de arroz consumidos em regiões geográficas particulares com características diferenciadas. As firmas em questão encontraram na adoção de cultivares, a estratégia para corresponder com esse nicho de mercado.

Uma das limitações dessa pesquisa, foi que os questionários não abrangeram a questão relacionada às cultivares, como por exemplo, qual o fator determinante para se lançar uma nova cultivar, ou então, qual o impacto direto disso na mudança tecnológica. A partir das entrevistas, pode-se ter uma noção da significância desse evento para a indústria e economia. Logo, o estudo sobre a influência do desenvolvimento genômico na evolução do setor, bem como na sua representatividade, seria uma proposta para investigações futuras.

Referências

- Andersen, B. (1998). The evolution of technological trajectories 1890–1990. *Structural Change and Economic Dynamics*. 9, 29.
- Archibugi, D. & Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 25.
- Bell, M., Figueiredo, P. & Amann, E. (2012). Building innovative capabilities in latecomer emerging market firms: some key issues. En: Cantwell, J. (Ed.) *Innovative Firms in Emerging Market Countries*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Bell, M. & Pavitt, K. (1993) Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 53, 1993.
- Bestétti, C. & Casagrande, N. Companhia Nacional do Abastecimento. [31 de outubro, 2018]. Porto Alegre/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Brandão, B. & Tello-Gamarra, J. (2014). Capacidades absorptivas setoriais e a evolução do Brasil no Investment Development Path. *Revista Gestão & Conexões*. 3(2).
- Capdevilla, I. (2018). Knowing communities and the innovative capacity of cities. *City. Culture and Society*. 13, 4.
- Castellacci, F. & Natera, J.M. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 15.
- Cerulli, G. (2014). The Impact of Technological Capabilities on Invention: An Investigation Based on Country Responsiveness Scores. *World Development*. 59, 18.
- Choung, J., Hwang, H., Choi, J. & Rim, M. (2000). Transition of Latecomer Firms from Technology Users to Technology Generators: Korean Semiconductor Firms. *World Development*. 28(5), p.13.
- Cimoli, D., Dosi, G. & Stiglitz, J. (2008). *The political Economy of Capabilities Accumulation: the Past and Future of Policies for Industrial Development*. Oxford: University Press.
- Bal Ben, B. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [17 de outubro, 2018]. Camaquã/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Dantas, E. & Bell, M. (2011) 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*. 39(9), 21.
- Deng, Z., Lev, B. & Narin, F. (1999) Science and technology as predictor of stock performance. *Financial Analysts*. 53(3), 12.
- Dias, C. & Almeida, R. (2013) Produção científica e produção tecnológica: transformando um trabalho científico em pedidos de patente. *Einstein*, 11(1), 9.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 15, 1982.
- Dutrénit, G. (2004) Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay. *Science Technology and Society*. 9(2).
- Figueiredo, P. (2016). 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*. 64, 13.

Figueiredo, P. & Piana, J. (2018). Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensive service SMEs in Brazil's mining industry. *Resources Policy*. 58, 12.

Freeman, C (1982). *The Economics of Industrial Innovation*. (2), Pinter- London.

1.1 Freeman, C. & Louçã, F. (2002). *As time goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford University Press.

Furman, J.; Porter, M. & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*. 31, 34.

Gonsen, R. (1998). *Technological Capabilities in Developing Countries: Industrial Biotechnology in México*. Nova Iorque: St. Martin's Press.

Green, K., McMeekin, A. & Irwin, A. (1994). Technological trajectories and R&D for environmental innovation in UK firms. *Futures*. 26(10), 12.

Halkos, G. & Skouloudis. (2018). Corporate social responsibility and innovative capacity: Intersection in a macro-level perspective. *Journal of Cleaner Production*. 182, 8.

Hu, M. & Mathews, J. (2008). China's national innovative capacity. *Research Policy*. 37, 14.

Katz, J. & Pietrobelly, C. (2018). Natural resource based growth, global value chains and domestic capabilities in the mining industry. *Resources Policy*, 58, 9.

Kirkels, A. (2014). Punctuated continuity: The technological trajectory of advanced biomass gasifiers. *Energy Policy*, 68, 12.

Koc, T. & Ceylan, C. (2007). Factors impacting the innovative capacity in large-scale companies. *Technovation*. 27, 9.

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

Kuhn, T. (1962). A Estrutura das Revoluções Científicas. [Traduzido ao português de The Structure of Revolutions Scientifics] São Paulo: Perspectiva.

Lemon, M. & Sahota, P. (2004). Organizational culture as a knowledge repository for increased innovative capacity. *Technovation*. 24, 15.

Lundvall, B. (1992). Post Script: Innovation system research - Where it came from and where it might go. Em: *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. (p.317 – 348).

Magalhães, A. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. [18 de outubro, 2018]. Pelotas/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

Martin, J. (1996). Energy Technologies: Systemic Aspects, Technological Trajectories, and Institutional Frameworks. *Technological Forecasting and Social Change*. 53, 14.

Mendes, J. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [24 de outubro, 2018]. Santo Antônio da Patrulha/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

Mueller, B. & Mueller, C. (2016). The political economy of the Brazilian model of agricultural development: Institutions versus sectoral policy. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 62, 8.

- Park, T., Choung, J. & Min, H. (2008). The Cross-industry Spillover of Technological Capability: Korea's DRAM and TFT-LCD Industries. *World Development*.36(12), 18.
- Patton, M. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. (4). Saint Paul.
- Pavvit, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*. 13, 30, 1984.
- Porter, M. (1980). *Estratégia Competitiva*. Nova York.
- Proksch, D., Haberstroh, M. & Pinkwart, A. (2017). Increasing the national innovative capacity: Identifying the pathways to success using a comparative method. *Technological Forecasting & Social Change*. 116, 14.
- Reichert, F. & Zawislak, P. (2014). Technological Capability and Firm Performance. *Journal of Technology and Management Innovation*. 9(4).
- Santos, V.. Instituto Rio Grandense do Arroz. [3 de outubro, 2018]. Santo Antônio da Patrulha/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Sobanke, V., Adegbite, S., Ilori, M. & Egbetokun, A. (2014). Determinants of Technological Capability of Firms in a Developing Country. *Procedia Engineering*. 69,8.
- Teece, D. 2008. Dosi's technological paradigms and trajectories: insights for economics and management. *Industrial and Corporate Change*. 17(3), 5.
- Terres, A. & Nunes, C. 2002. A pesquisa com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Em: *Série Culturas Arroz*. 19.
- Verspagen, B. Innovation and Economic Growth. (2005). In: Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. *The Oxford Handbook of Innovation*. (p. 487 – 514).
- Watkins, A., Papaioannou, T., Mugwagwa, J. & Kale, D. (2015). 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*. 44, 11.
- Wendt, Jones. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [19 de outubro, 2018]. Pelotas/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Zawislak, P., Alves, A., Tello-Gamarra, J., Barbieux, D. & Reichert, F. (2012). *J. Technol. Manag. Innov.* 7(2), 14.