

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS – GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
NÍVEL MESTRADO**

RODRIGO FERNEDA

**ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 POR FIRMAS DO
AGRONEGÓCIO DO RIO GRANDE DO SUL**

**SÃO LEOPOLDO
2018**

RODRIGO FERNEDA

**ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 POR FIRMAS DO
AGRONEGÓCIO DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Economia, pelo Programa de Pós-Graduação
em Economia da Universidade do Vale do Rio
dos Sinos – Unisinos

Orientadora: Profa. Dra. Janaína Ruffoni.

SÃO LEOPOLDO

2018

F364a

Ferneda, Rodrigo

Adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul / por Rodrigo Ferneda. – 2018. 133 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Economia, São Leopoldo, RS, 2018.

“Orientadora: Dra. Janaína Ruffoni”.

1. Adoção de tecnologias. 2. Tecnologias da indústria 4.0. 3. Agronegócio. 4. Rio Grande do Sul. 5. Atores institucionais. I. Título.

CDU: 338.43:631.17

Rodrigo Fereda

**ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 POR FIRMAS DO
AGRONEGÓCIO DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Economia, pelo Programa de Pós-Graduação
em Economia da Universidade do Vale do Rio
dos Sinos – Unisinos

Aprovado em 23 de fevereiro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Janaína Ruffoni– Orientador/ PPGE-Unisinos

Prof. Dra. Luciana de Andrade Costa - Examinadora/ PPGE-Unisinos

Prof. Dr. Fernando Maccari Lara - Examinador/ PPGE-Unisinos

Prof. Dr. Orlando Martinelli Junior – Examinador Externo/ PPGE&D/UFSM

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade da vida e por me acompanhar em todos os momentos e atender meus pedidos de bênçãos e proteção.

Aos meus pais Volmir e Salete, ao meu irmão Paulo, pelo apoio e incentivo na busca constante do conhecimento. A minha namorada Jeisi, pela paciência, apoio, compreensão e por todo o amor concedido nessa jornada, gratidão por fazerem parte da minha vida. Esse título também é de vocês.

A minha orientadora Dra. Janaína Ruffoni, pela competência, pelo ensinamento, pelo apoio constante e incansável para a concretização deste estudo. És um grande exemplo de profissionalismo e ser humano. Meus sinceros agradecimentos.

Aos colegas, Gustavo, Luciane e Janaína, pela receptividade e acolhida em seu lares ao longo do curso. Alessandra, Márcio Bertussi e Gustavo pela parceria nas viagens semanais. À Luisa e Aline, pela troca de ideias e conhecimentos sobre os conteúdos e acima de tudo, pela amizade construída. A todos os colegas em geral, um abraço especial.

A Capes/Prosuc, pelo incentivo financeiro. E a Unisinos, em especial a todo o corpo docente e secretaria do Programa de Pós Graduação em Economia, pelo conhecimento compartilhado, pela receptividade, pelos desafios e pelas orientações. Gratidão pelo meu crescimento profissional e pessoal e pelas inúmeras oportunidades que surgirão.

Obrigado aos colegas de trabalho, pela compreensão, incentivo e compreensão durante minhas ausências.

À todos os amigos que me acompanharam nesse período, a Gestão da Assuma 2016-2017, por vivenciar, ouvir e compreender meus anseios, preocupações e conquistas. É especial ter vocês como amigos. Minha gratidão e reconhecimento.

Ao Professor Dr. Luiz Fernando Fritz Filho, por me acompanhar desde a graduação, ser um incentivador e motivador para que esse título por mim fosse alcançado. Obrigado por tudo.

Agradeço, em especial, a todos os atores envolvidos: firmas, instituições e especialistas. Vocês foram fundamentais para a concretização deste estudo.

Enfim, em nome das minhas professoras iniciais, Lourdes, Solange e Davina, por despertar em mim a busca incansável do conhecimento desde a alfabetização, e em seus agradeço a todos os professores que passaram pela vida acadêmica.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi compreender o processo de adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul. Por meio de uma pesquisa exploratória e qualitativa, foram investigados três firmas do agronegócio e uma firma startup. Através de uma amostragem *snowball sampling*, também foram investigados outros atores que compõem o Sistema Nacional de Inovação (SNI): instituições, especialistas do agronegócio, especialistas da indústria 4.0, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações (MCTIC) e o Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior e Serviços (MDIC). Ao total, foram realizadas 14 entrevistas semi estruturadas ao longo de 2017, baseadas nas categorias extraídas do referencial teórico em que abordou a adoção de tecnologias pelas firmas, entre elas: escolha tecnológica, tendências, dificuldades /barreiras, características, mão de obra, papel do Estado, atores institucionais, resultados de inovação e resultado econômico. Os resultados da investigação foram interpretados sob a análise de conteúdo, seguindo as orientações de Bardin (2009). Constatou-se que as tecnologias adotadas são: *Big Data*, Internet das Coisas e Robótica. Essa adoção vem ocorrendo nas firmas multinacionais, de grande porte, localizadas na região metropolitana e atuantes na fase pré porteira, por meio da internacionalização do conhecimento, formalização do departamento de P&D, investimento em mão de obra qualificada, participação dos clientes e fornecedores em testes de protótipos e aplicação de tecnologias, observação das tendências nacionais e internacionais para o setor. A exceção está na firma C, por ser de origem familiar, brasileira, localizada no interior do Estado e investe seus recursos próprios e crédito oriundo de políticas públicas para o desenvolvimento da P&D. Destaca-se o papel de uma startup, como forma de promover e estimular práticas tecnológicas específicas para o agronegócio, visando a flexibilidade, eficiência em custos e em produção, competitividade, comunicação entre máquinas e seres humanos e outros atributos capazes de agregar valor para o setor pré e pós porteira. O papel das instituições foi identificado como fundamental, contribuindo para a qualificação de recursos humanos, tecnológicos e sociais, desenvolvimento nos testes de protótipos, máquinas e equipamentos e na consultoria por meio de projetos em parceria público-privado, como também, as parcerias em que o MCTIC e MDIC estão realizando para a efetivação do desenvolvimento do Plano Nacional de Internet das Coisas e de Manufatura Avançada, onde permite compreender o conhecimento das referidas tecnologias e aplicá-las nas firmas brasileiras. Os resultados das inovações adotadas pelas firmas ocorre através da participação dos clientes e fornecedores nos testes de protótipos, expansão e diversificação da produção, controle e eficiência na tomada de decisão e redução dos custos, assistência técnica e pós venda. Quanto aos resultados econômicos adotados entre as investigadas destacam-se: agregação de valor ao produto final, otimização da força de trabalho, aumento da produtividade e oportunidade de diversificação da cadeia produtiva e eficiência em custos. Conclui-se também, que esforços diversos devem ser feitos por parte de diferentes atores para que o processo de adoção dessas tecnologias seja mais difundido no setor e em firmas com diferentes perfis, proporcionando uma maior agregação de valor e competitividade setorial.

Palavras-chave: Adoção de tecnologias. Tecnologias da indústria 4.0. Firmas do agronegócio. Atores institucionais.

ABSTRACT

The present study's objective was to understand the process of technologies adoption of the 4.0 industry in agribusiness firms of Rio Grande do Sul. Through an exploratory and qualitative research, three agribusiness firms and one startup were investigated. Through a sample of 'snowball sampling', other actors that compose the National Innovation System (SNI) were investigated too: institutions, agribusiness experts, industry experts 4.0, Ministry of Science, Technology and Innovation and Communication (MCTIC) and the Ministry of Development Industry and Foreign Trade and Services (MDIC). A total of 14 semi-structured interviews were carried out during 2017, based on the categories extracted from the theoretical reference that addressed the adoption of technologies by firms, among them: technological choice, trends, difficulties / barriers, characteristics, labor, role of State, institutional actors, innovation results and economic results. The results of the research were interpreted under the content analysis, following the guidelines of Bardin (2009). It was verified that the technologies adopted are: Big Data, Internet of Things and Robotics. This adoption has been taking place in large multinational firms located in the metropolitan area and which are active in the pre-port phase, through the internationalization of knowledge, formalization of the Research and Development department, investment in skilled labor, participation of customers and suppliers in testing of prototypes and application of technologies, observation of national and international trends for the sector. The exception is in firm C, because it is of Brazilian family origin, located in the interior of the state, and invests its own resources and credit from public policies for the development of research and technology. It highlights the role of a startup, as a way to promote and stimulate specific technological practices for agribusiness, aiming at flexibility, cost and production efficiency, competitiveness, communication between machines and human beings and other attributes capable of adding value to the pre and post market sectors. The role of institutions was identified as fundamental, contributing to the qualification of human, technological and social resources, development in prototype, machine and equipment testing and consulting through public-private partnership projects, as well as the partnerships in which MCTIC and MDIC are realizing for the implementation of the National Internet Plan of Things and of Advanced Manufacturing, where it allows to understand the knowledge of the mentioned technologies and to apply them in the Brazilian companies. The innovation results adopted by the company, occurs through the participation of customers and suppliers in prototype testing, production expansion and diversification, control and efficiency in decision making and cost reduction, technical assistance and after sales. Regarding the economic results adopted, the following stand out: aggregation of value to the final product, optimization of the work force, increase of productivity and opportunity of diversification of the productive chain and cost efficiency. It is also concluded that diverse efforts must be made by different actors to make the process of adopting these technologies more widespread in the sector and in firms with different profiles, providing a greater value aggregation and sectorial competitiveness.

Keywords: Adoption of technologies. Industry technologies 4.0. Agribusiness firms. Institutional actors.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Síntese dos tipos de sistemas, atores externos e dinâmicos da inovação da firma	23
Quadro 2 – Síntese das categorias que proporcionam a adoção de tecnologias na firma	28
Quadro 3 – Tecnologias da Indústria 4.0, suas características e novas trajetórias.	38
Quadro 4 – Firmas e Startups da Agroindústria do RS identificadas por adotarem tecnologias da indústria 4.0	43
Quadro 5 – Firmas selecionadas para análise de caso	48
Quadro 6 – Características dos especialistas investigados	49
Quadro 7 - Lista de investigados para o Estudo	52
Quadro 8 - Firmas startup e do agronegócio que adotam tecnologias 4.0.....	56
Quadro 9 – Síntese dos resultados da pesquisa de campo	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos adotantes	26
Figura 2- Nove tecnologias relacionadas à Indústria 4.0.....	31

GLOSSÁRIO

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABIMAQ - Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos

BNDES – Banco Nacional do desenvolvimento

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CNI - Confederação Nacional da Indústria

CPS – Sistemas Ciberneticos

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAMATO - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso

FEE - Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser

FIERGS – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

IOS - Internet de Serviços

IOT - Internet Industrial das Coisas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MDIC - Ministério do Desenvolvimento da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PIB – Produto Interno Bruto

PUC - Pontífica Universidade Católica

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais

RS – Rio Grande do Sul

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SI – Sistema de Inovação

SNI - Sistema Nacional de Inovação

SRI – Sistema Regional de Inovação

SSI – Sistema Setorial de Inovação

TICs – Tecnologia da Informação e Comunicação

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

UPF – Universidade de Passo Fundo

USP – Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos.....	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
1.2 Justificativa.....	17
1.3 Estrutura do trabalho	19
2 ADOÇÃO DA INOVAÇÃO COMO PROCESSO SISTÊMICO	20
2.1. Conceito de Inovação e Sistemas de Inovação	20
2.2 Adoção tecnológica pelas firmas: conceitos e características	23
3. TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E O AGRONEGÓCIO	30
3.1. Tecnologias da indústria 4.0	30
3.2 Agronegócio: surgimento e conceitos.....	39
3.2.1 O Agronegócio do Rio Grande do Sul.....	40
3.3 Tecnologias da indústria 4.0 no Agronegócio do Rio Grande do Sul	42
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
4.1 Método da pesquisa	46
4.2 Sujeitos da pesquisa e coleta de dados.....	47
4.2.1 Seleção das firmas do agronegócio brasileiro que adotam tecnologias da indústria 4.0.	48
4.2.2 Seleção dos especialistas em agronegócio e em tecnologias da indústria 4.0.....	49
4.2.3 Seleção de atores institucionais envolvidos com o agronegócio gaúcho e com tecnologias da indústria 4.0.	50
4.3 Técnica de coleta e análise de dados	51
4.4 Categorias de análise.....	53
5. ADOÇÃO DE INOVAÇÕES PELAS FIRMAS DO AGRONEGÓCIO DO RIO GRANDE DO SUL	55
5.1 Firms adotantes	55
5.1.1 Como é feita a escolha tecnológica?.....	56
5.1.2 Quais tendências de adoção foram observadas?.....	59
5.1.3 Como é feita a adoção?.....	61
5.1.4 Quais foram as dificuldades de adoção das tecnologia 4.0 identificas pelas firmas?	63

5.1.7 Como as firmas percebem o papel de atores externos no seu processo de adoção tecnológica?.....	70
5.1.8 Quais foram os principais resultados econômicos relatados do processo de adoção tecnológica?.....	72
5.1.9 Quais foram os principais resultados em termos de inovações relatados do processo de adoção tecnológica?.....	75
5.2 Percepção dos atores institucionais da adoção tecnológica pelas firmas.....	77
5.3 Percepção dos especialistas da adoção tecnológica pelas firmas.....	96
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116
REFERÊNCIAS	119
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA FIRMA	127
APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA INSTITUIÇÕES	129
APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTAS ESPECIALISTAS	130
APÊNDICE D – ROTEIRO DE ENTREVISTA MINISTÉRIOS.....	131

1 INTRODUÇÃO

A economia neo schumpetereana, ou evolucionária, tem como preocupação a dinâmica da firma capitalista e a inovação como um processo endógeno. Essa lógica, apresentada de forma estruturada na obra de Schumpeter, tem seguidores como Richard Nelson, Sidney Winter, Giovanni Dosi, Nathan Rosenberg, entre outros, conhecidos como neo-schumpeterianos ou economistas evolucionistas. De forma geral, a compreensão é que a geração, absorção, adaptação e transferências de conhecimentos e tecnologias são ações entendidas como promotoras da dinâmica dos negócios, concorrência empresarial e de desenvolvimento econômico, o que aponta uma relação entre a inovação e a economia.

Neste contexto, desperta curiosidade em saber como ocorre a adoção de tecnologias e inovações consideradas portadoras de futuro. A indústria 4.0 é constituída por um conjunto de tecnologias, onde os bens e serviços são voltados para fábricas inteligentes, através de máquinas e peças de trabalho, a serem produzidos por meio da conexão e comunicação entre si. Essa disponibilidade de informações ocorre em tempo real, facilitando a gestão de processos e procedimentos complexos, abrangendo a criação de valor, novos modelos de negócios e serviços como mencionado nos estudos de (KAGERMANN et al, 2013; BAUER, 2014; HENG, 2014; SHEER, 2015; RUBAMANN, et al 2015).

Convém mencionar que essa ruptura tecnológica deve proporcionar cooperação entre redes globais, internet das coisas, *cyber* segurança, sistemas de armazenamento e intercâmbio de informações, manufatura aditiva ou impressão 3D, realidade aumentada, sistemas de produção vertical com os processos entre unidade fabril e firmas, conectados de forma horizontal, onde tais processos podem ser gerenciados em tempo real. Também, gerará uma logística eficiente e customizada, bem como tecnologia de ponta em toda a cadeia de valor (KAGERMANN et al. 2013).

Essas tecnologias já estão sendo adotadas em diversos segmentos produtivos de países desenvolvidos. A Alemanha é a pioneira na abordagem da indústria 4.0, com início em 2011, e deseja ser líder mundial no desenvolvimento e fornecimento dessas tecnologias até 2020. Estimativas de que as tecnologias da indústria 4.0 impactarão em novas oportunidades de negócios e ganhos de eficiência de produção próximos a 8% (KAGERMANN, et al. 2013). Nos Estados Unidos, Kurfuss (2016) afirma que em 2011 ocorreu uma mobilização nacional entre indústria, universidades e governo federal para investir em tecnologias emergentes e mão de obra qualificada nos ambientes fabris, com foco no aumento da competitividade. Em 2014 foi necessário a participação do governo no *Accelerating U.S. Advanced Manufacturing*, com foco

no avanço das capacidades de manufatura do país. A China adotou a tecnologia da indústria 4.0 em 2015 e teve foco na modificação das indústrias tradicionais e serviços modernos, normas internacionais, fábricas inteligentes, métodos e objetivos práticos para a inovação (FRAUNHOFER, 2015).

Na Europa, conforme o boletim emitido por *European Commission* (2013), a União Européia incentivou as indústrias e as micro e pequenas empresas (MPE) a utilizar as tecnologias da indústria 4.0 em diversos setores. Na França, um estudo desenvolvido pela agência *République français e le gouvernement* lançou o projeto em 2015, com o objetivo de encorajar as firmas a sofisticar a base produtiva e adotar tecnologias digitais para revolucionar seus negócios.

As tecnologias da indústria 4.0 refletem em modificações nos modelos de negócios da firma por meio da digitalização avançada dentro de fábricas, da combinação de tecnologias da Internet e seres humanos (DRATH, HORCH, 2014). Atua, de forma direta, em suportes nos processos de produção, no direito de informações para as pessoas no local e momento certo, impondo o desenvolvimento da consciência, de contexto para a fabricação de sistemas de distribuição de informações (SIPSAS et al.2016).

Nesse sentido, um dos setores que pode ser beneficiado na adoção de tecnologias da indústria 4.0 é o agronegócio. Há processos de adoção no setor em países e regiões desenvolvidos, como a União Europeia por exemplo (SCHRIJVER, 2016). O relatório apresentado pelo Cema (*European Agricultural Machinery*2016), informa que essas tecnologias atuam por meio de sensores, micro processadores de baixo custo, comunicação baseada em nuvem. Na análise realizada, as indústrias antes da porteira, ou seja, de máquinas e implementos agrícolas, adotam, por meio de dispositivos de controle inteligentes, sensores para a operação da máquina, com capacidades avançadas de automação e comunicação entre os processos.

Na mesma avaliação, constata-se que existem informações em formato digital para todos os setores e processos agrícolas, comunicação com parceiros externos, como clientes e fornecedores de forma eletrônica, por meio da transmissão, processamento e análise dos dados. Através da conectividade, pode-se facilitar o tratamento de grandes volumes de dados em toda a cadeia produtiva (CEMA, 2016).

Os benefícios estimados para o setor do agronegócio, em adotar as tecnologias da indústria 4.0, concentram-se no desenvolvimento dos empregos intelectuais, equipes interdisciplinares, integração e conexão de máquinas, peças, sistemas e seres humanos, conectividade, agregação de valor aos processos e produtos finais, como descritos por Bauer

(2014); Monostori (2014); Posada et al (2015); Stock e Seliger (2016). Por ser um setor heterogêneo e a tecnologia da indústria 4.0 ser emergente na dinâmica dos negócios, apresenta-se como problema de pesquisa:

Como ocorre o processo de adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul ?

Para explicar a problemática do estudo, investiga-se as firmas do agronegócio, como também os atores que compõem o Sistema Nacional de Inovação, ou seja, universidades, institutos tecnológicos e de pesquisa, órgãos representativos do poder público, consultorias, projetos em parceria público privado e firmas startups¹. Para Lundvall (1992), esses componentes interagem entre si, articulam-se e possuem mecanismos de capacitação de recursos humanos, cooperação, *networking* e interação da firma com infraestrutura e conhecimento; as condições do mercado de trabalho, mercado financeiro, regimes de propriedade intelectual; organização da firma e seu grau de especialização em produtos e processos, onde contribuem para os ciclos virtuosos na economia.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Compreender o processo de adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Descrever e explicar como e por quais motivos as tecnologias da indústria 4.0 são adotadas pelas firmas do agronegócio do RS;

¹ Startup é um empreendimento resultante de um modelo de negócios inovador, escalável e flexível o suficiente para sofrer alterações durante o processo de desenvolvimento, lançamento e maturação do negócio, com grande investimento de capital humano e intelectual, equilibrando custos e resultados financeiros de modo a permitir o sucesso dos empreendedores (TELLES; MATTOS, 2013, p. 20).

- b) Analisar as características das firmas que estão adotando as tecnologias da indústria 4.0 e quais atores do Sistema Nacional de Inovação participam deste processo;
- c) Analisar os principais resultados econômicos e de inovação do processo de adoção de tecnologias da indústria 4.0 pelas firmas investigadas;

1.2 Justificativa

No setor do agronegócio, a indústria 4.0 assume grande relevância, devido à representatividade desse setor perante à economia brasileira. O Produto Interno Bruto do agronegócio – PIB, com base no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA², 2016) - acumulou alta no ano de 2016 de 4,39% em comparação ao mesmo período de 2015. Os fatores que justificam esse cenário, conforme a instituição, devem-se a valorização real acumulada de preços, especialmente para os segmentos primários, a qual contribui para a manutenção do desempenho positivo no acumulado, uma vez que, em volume, o cenário segue em baixa para atividades importantes. No ano de 2015, representou 21,35% do PIB brasileiro, o que representa um montante de R\$ 6 bilhões de reais.

Mesmo diante do exposto, o investimento em ciência e tecnologia depende de políticas públicas capazes de estimular a difusão da capacidade tecnológica e a criação de novos conhecimentos (GUERRERO, 2013). Em relação ao Rio Grande do Sul, o agronegócio tem contribuído para a sustentação da balança comercial brasileira. Ocupa o 4º lugar em exportação do Brasil, exportando US\$ 11 milhões em 2016, o que representa 12,99% do total das exportações brasileiras, com base no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), mesmo com a redução de 8,23% na pauta exportadora na última década, o RS continua com uma importante participação econômica no setor do agronegócio no Brasil.

Os principais produtos exportados são adubos e fertilizantes, máquinas e implementos agrícolas, carnes, couros e peles, peleterias, cereais, soja em grãos, fumo não manufaturado, outros produtos de origem vegetal (FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER 2017), ou seja, o objeto em estudo tem se intensificado como um setor importante economicamente para a pauta exportadora do Rio Grande do Sul,

² O Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) é parte do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” (Esalq), unidade da Universidade de São Paulo (USP). O Cepea depende natural ênfase aos temas ligados ao meio rural, mas sem excluir outros setores econômicos com ligações diretas ou indiretas com o agronegócio.

mas ainda está baseado, essencialmente, no comércio de *commodities*, (AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÃO E INVESTIMENTOS - APEX³, 2011).

Em complemento às investigações, que analisam a pauta de exportação do Brasil e do Rio Grande do Sul por intensidade tecnológica, (CALDAS, 2012; MARASCHIN e MASSUQUETTI, 2015; DECARLI, 2016) destacam que, os setores menos intensivos em tecnologia são aqueles que ganham mais espaço na pauta de exportação ao longo do tempo. Nos estudos, que apontam baixa intensidade tecnológica dos produtos exportados, podem indicar uma perda de competitividade dentro do próprio setor, em favor dos produtos com menor pesquisa e desenvolvimento e menor especialização (CALDAS, 2012).

É através desse cenário que se entende que as tecnologias da indústria 4.0 podem contribuir para o setor do agronegócio, por meio da introdução de inovações capazes de estimular a diferenciação de produtos (HENG, 2014) e ampliar a capacidade de inovação em toda a cadeia produtiva (SIPSAS et al, 2016), favorecendo a competitividade do setor, através da especialização e novas demandas tecnológicas (DRATH, HORCH, 2014), rompendo com a lógica tradicional de produção em toda a cadeia produtiva.

A partir desse cenário, a atenção prioritária volta-se a analisar e compreender o ambiente em que nascem e operam essas firmas e contribuem para a inovação (MENDEZ, 2002). Sendo assim, Lundvall (1992), Nelson (1993), Edquist (1997), Lastros e Cassiolatto (2005) mencionam a participação de atores institucionais e econômicos, além das firmas, que contribuem para o processo de adoção tecnológica pelas empresas.

O agronegócio tem sido um importante setor para a sustentação da economia do Rio Grande do Sul e pela existência de grandes firmas nacionais e multinacionais antes da porteira. A adoção das tecnologias em estudo oportuniza ganhos agregados em processos e produtos, dentro da porteira e possivelmente no pós porteira. Também, o estudo visa contribuir para ciência econômica e para a ciência do agronegócio, em virtude de poucas fontes de material relacionada a temática.

³ atua para promover os produtos e serviços brasileiros no exterior e atrair investimentos estrangeiros para setores estratégicos da economia brasileira (www.apexbrasil.com.br)

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em seis capítulos. No primeiro, apresenta-se introdução, problema, objetivos e justificativa do trabalho.

Na segunda etapa, estão os fundamentos teóricos relativos aos conceitos de inovação, mencionando as características teóricas dos Sistemas Nacionais de Inovação e adoção de inovação pelas firmas, na qual é compreendido o processo de adoção pelas firmas e identificadas as categorias do estudo. Aborda-se, no terceiro capítulo, as tecnologias da indústria 4.0, o agronegócio em suas dimensões teóricas que organizam o setor, seguido do agronegócio do Rio Grande do Sul e as firmas do agronegócio que adotam a tecnologia 4.0.

No quarto capítulo, apresenta-se o método, informando como ocorreu a coleta e a técnica de coleta de dados. Destaca-se, ainda, como foi realizada a apresentação e análise dos resultados e a amostra investigada. No quinto capítulo, apresenta-se a descrição de análise dos dados, seguido das considerações finais apresentadas no sexto capítulo.

2 ADOÇÃO DA INOVAÇÃO COMO PROCESSO SISTÊMICO

Neste capítulo, apresentam-se os assuntos relevantes ao tema do estudo. Num primeiro momento, descrevem-se os conceitos de inovação, seguidos do entendimento da inovação na dinâmica capitalista e os sistemas de inovação, a conceituação e características da adoção da inovação. No segundo momento, apresenta-se os conceitos principais da indústria 4.0 e respectivamente suas tecnologias. Aborda-se, também, os conceitos de agronegócio e sua importância para o Rio Grande do Sul e, por fim, as tecnologias da indústria 4.0, que já estão sendo adotadas pelas firmas do agronegócio gaúcho.

2.1. Conceito de Inovação e Sistemas de Inovação

O processo de destruição criadora abordado na teoria schumpetereana é o elemento central para rupturas do sistema capitalista. A partir das obras de Schumpeter, (1912) e (1942) é possível observar contribuições na dinâmica da inovação. A principal contribuição do autor foca no desenvolvimento de uma economia pautada na inovação de cinco tipos: novos produtos, novos métodos de produção, novas fontes de matéria-prima, exploração de novos mercados e novas formas de organizar as firmas (SCHUMPETER, 1942).

Convém lembrar que a dinâmica da inovação na economia capitalista tem surgido quando Schumpeter desenvolveu em sua obra de 1912, elementos indispensáveis para seu funcionamento como a inovação, o empresário e o crédito (SCHUMPETER, 1912). Em 1942, ressalta que essa dinâmica ocorre em ambientes internos da firma, via desenvolvimento da institucionalização das organizações, a grande firma e seu departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (SCHUMPETER, 1942).

A inovação pode ser vista como um arranjo de "novas combinações", apresentada por meio de novos produtos, novos processos, materiais, novas formas de organização e novos mercados (DOSI, 1998; LUNDVALL, 2005), transformando o conhecimento em ativo ou passivo, identificando as razões para a mudança tecnológica e a relevância das fontes de informação e inovação (MALERBA, 1999). Envolve a incerteza na busca de soluções sob influências das instituições públicas e privadas, conhecimento explícito e tácito e informações assimétricas das firmas (DOSI, 1988).

Como ressalta Schumpeter (1942, p. 112), “as inovações geram o desenvolvimento capitalista a partir de dentro, sendo um fenômeno endógeno ao sistema capitalista, gerando um processo de mutação industrial (...) que incessantemente revoluciona a estrutura econômica

desde o seu interior”. Esse processo destrói o antigo modo de trabalho, criando um novo, atribuindo-se o nome desse processo de destruição criadora, sendo o fato essencial a respeito do capitalismo.

A inovação criada pela firma acumula uma gama de produtos e atividades, e a imitação pode ser institucionalmente estimulada. Esses mecanismos sofrem interferência dos consumidores, leis que regulam os mercados, sistemas de patentes, processos de investimentos, que variam de acordo com a realidade de cada setor (NELSON; WINTER, 1982) e que compõem um conjunto de pesquisa, descoberta e experimentação (DOSI, 1988).

Uma inovação consiste em certos conhecimentos técnicos sobre como fazer as coisas de forma eficiente e eficaz. O *know-how* em questão volta-se ao âmbito para que seja parcialmente codificado e tácito, na qual promova a geração de lucros, através da venda ou utilização de alguma forma no mercado (TEECE, 1986). As principais inovações surgem dos nichos, que ao exercer suas rotinas podem transformar suas normas sociais e técnicas, podendo modificar e construir novos processos organizacionais, baseados na perspectiva multinível (GEELS, 2004).

Teece e Pisano (1994) afirmam que a inovação desperta vantagem competitiva por longos períodos, e que tendem a desaparecer quando a imitação vem sendo desenvolvida pelas firmas rivais, bem como criar inovações semelhantes ou até mesmo superiores. Nesse sentido, quando a inovação difundir conhecimento produtivo de forma tácita, mais oneroso é a imitação de inovação pelos competidores.

No entendimento de Machado (1998), as atividades de inovação não são aleatórias, mas fortemente seletivas, seguindo um mecanismo de busca e seleção dentro da lógica de mercado, que possibilita inovações contínuas e cumulativas em função do estado da arte das tecnologias já em uso e da capacidade de cada firma a partir dos conhecimentos acumulados.

Novos processos terão que passar por um uso mais amplo, a fim de torná-lo atraente e mais amplamente utilizado. Nesta base, Lundvall (2005) define a inovação como um processo que engloba, 1) a descontinuidade nas características técnicas ou na utilização de um novo produto ou processo; 2) introdução, difusão e adaptação do novo artefato; 3) envolvimento da inovação radical e incremental, difusão, absorção e a utilização de novas técnicas; 4) aprendizagem interativa, em conexão com as atividades em âmbito produtivo e comercial. Esses elementos são identificados como fonte de inovação (LUNDVALL, 2005).

As inovações referem-se à mudanças que ocorrem na estrutura gerencial da firma, na forma de articulação entre suas diferentes áreas, na especialização de trabalhadores, no relacionamento com fornecedores e clientes e nas múltiplas técnicas de organização dos

processos de negócios (TIGRE, 2006). Com a perspectiva do aumento da oferta e a ampla disseminação das técnicas de produção, as firmas que buscavam reduzir custos não às tornavam mais competitivas.

A inovação ocorre através do conjunto de vários atores externos, que originam os Sistemas de Inovação a qual se mobilizam para formalizar o desenvolvimento dos negócios em nível nacional, regional e setorial.

Nesse sentido, Lundvall (1992, p. 12) conceitua Sistemas de Inovação como "todas as partes e aspectos da estrutura econômica e institucional que afeta a aprendizagem, bem como busca e exploração". Para Nelson (1993, p.4), é "um conjunto de instituições que determinam o desempenho inovador das empresas nacionais". Na visão de Edquist (1997, p. 14), relata que os mesmos integram "importantes fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais, institucionais e outros que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso de inovações".

Ainda, na visão de Lastres e Cassiolatto (2005), os SI constituem elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do conhecimento, por meio de ações científicas e tecnológicas que influenciam direta e indiretamente a relação com outras firmas e organizações, de forma sistêmica e interativa, motivadas por diferentes tipos de cooperação.

Em complemento, os Sistemas de Inovação são divididos em três tipologias que estimulam a inserção tecnológica no desenvolvimento cíclico da economia. Sendo assim, estudos como Nelson (1984), Fremamm (1987), Pattel e Pavitt (1994), determinam o Sistema Nacional de Inovação (SNI) como forma de geração tecnológica entre Países, com início nos anos de 1980.

Nos primórdios da década de 1990 surgiram os Sistemas Regionais de Inovação (SRI), com origem na Alemanha, desenvolvidos por autores como Edquist (1997), Cooke et al (2000), em que atribuíram novos conceitos que representam a perspectiva tecnológica, através da cooperação e desenvolvimento de uma Região.

Na Itália, no decorrer da década de 1990, Marlerba (1999) desenvolveu o conceito de Sistemas Setoriais de Inovação (SSI), na qual Lundvall (2005) esclarece que, dentre essas três diferentes perspectivas, a abordagem do Sistema Regional é a que se assemelha ao Sistema Nacional de Inovação, por meio da utilização de conhecimentos locais e tácitos para explicar como os Sistemas de Inovação estão localizados, bem como explicar o desempenho econômico das entidades geográficas. Nesse sentido, estes se dividem em Sistemas Nacionais de Inovação, Sistemas Regionais de Inovação e Sistemas Setoriais de Inovação, que no Quadro 1, apresenta-se uma síntese dos tipos de sistema, com seus respectivos atores externos e explorando as dinâmicas da firma, que são impulsionados sob a ótica de cada sistema de inovação.

Quadro 1– Síntese dos tipos de sistemas, atores externos e dinâmicos da inovação da firma

Tipos de Sistemas	Atores externos	Dinâmica da Inovação da firma
Sistemas Nacionais de Inovação	Instituições dos setores públicos e privados, universidades, centros tecnológicos, laboratórios de pesquisa, entre outros.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Importância de recursos humanos capacitados nas firmas; 2) Interação entre firmas e atores diversos; 3) Diferenças internacionais com referências específicas (educação nacional, mercado de trabalho, mercados financeiros, regimes de propriedade intelectual) 4) Organização da firma e articulação público privado, em que resulta na especialização e o desempenho do Sistema de Inovação.
Sistemas Regionais de Inovação	Cooperação entre firmas, universidades, instituto de pesquisa, organizações de treinamento e agências de transferência de tecnologia na criação e difusão do conhecimento no âmbito de uma região.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Aspectos institucionais e sociais aplicados a regiões e setores; 2) A inovação é impulsionada pela proximidade geográfica e pelas interações de firmas localizadas na região; 3) Presença de governança regional e os clusters locais-regionais, através da cooperação e acúmulo de conhecimento pelas firmas e interação com as instituições.
Sistemas Setoriais de Inovação	Firmas, consumidores, universidades, e centros de pesquisa no âmbito das particularidades setoriais	<ol style="list-style-type: none"> 1) Processos, competências, estruturas e comportamentos que interagem em um mercado; 2) Competição entre as firmas de um mesmo setor; 3) Setores operam sob a ótica de tecnologias diferentes, considerando a dinâmica da competição entre as firmas por meio de oportunidades e distintas condições de apropriabilidade e cumulatividade da tecnologia e a disseminação do conhecimento

Fonte: adaptado de Lundvall (1992); Freeman (1995); Malerba (1999), Cooke et al (2000); Carlsson et al (2002); Doloreux e Parto (2005);

2.2 Adoção tecnológica pelas firmas: conceitos e características

Desde os anos de 1970, vários estudos de inovação organizacional foram amplamente discutidos com foco na adoção de tecnologias. Através dos autores Zaltman et al (1973), Daft (1982), Damanpour e Evan (1984), constatou-se que a adoção da inovação surge por meio de uma modificação radical ou incremental de um produto, serviço, dispositivo, política ou programa, rompendo com a lógica tradicional de trabalho e tornando novas rotinas para a firma adotante.

Na visão de Kruglianskas (1996), e Damanpour (2001), a temática está baseada no processo em que a firma adapta-se ao ambiente, antecipando-se às mudanças, como forma de aumentar sua competitividade, por meio do aumento da participação do mercado, satisfação do cliente, diferenciando-se assim da concorrência. No estudo de Possas (2008) essa adoção gera inovações para a firma, por meio de novas rotinas que induzem a uma maior lucratividade, em um processo de seleção pelo mercado.

Engsfelt e Nordgren (2014), identificam que a decisão de adotar é afetada pelas características e particularidades da firma e do ambiente externo, pela integração de vários atores institucionais, na condução de políticas públicas, geração de conhecimento e aprendizagem que impactam no processo de desempenho da firma.

Kimberly e Evanisko (1981), mencionam a importância da inovação de uma firma, em estimular outras firmas do setor a adotá-la, mesmo na sua heterogeneidade em termos de atividades econômicas. Como característica, destaca-se a especialização nos processos como diferencial para adotar novas rotinas, fazendo a inovação parte da identidade organizacional (KIMBERLY; EVANISKO, 1981). Jensen (1982) afirma que a adoção pode induzir a futura adoção por outras empresas mas, em geral, não vai induzir a adoção por todas as empresas do setor.

Para Langley e Truax (1994) a adoção de tecnologia contribui com uma estratégia global da firma, constituídas com uma estratégia definida pelos gestores para reorientar a mesma para um novo mercado. Iniciativas de marketing, recursos humanos, mudança cultural, expansão tecnológica, são determinantes para o planejamento da firma, via adoção de tecnologia. Destaca-se, também, o financiamento para expansão da capacidade de infraestrutura e capacidade produtiva da firma, com a finalidade de melhorar a aceleração da adoção. Ainda Rogers (1994) e Frambach e Schillewaert (2002) investigaram outras características importantes das inovações que explicam sua taxa de adoção, através do relacionamento social, relações de mercado, influência ambiental, experiências, valores e identidade organizacional da firma, práticas, estrutura, tamanhos, entre outros. Rogers (1994, p. 204) refere-se que a “taxa de adoção consiste na velocidade relativa com que uma inovação é adotada por membros de um sistema social”.

A escolha da adoção depende de quanto a tecnologia irá avançar ao longo do tempo. Massini, Henrich e Greve (2005), atribuem que as firmas inovadoras do mesmo setor são heterogêneas, pois as que estão aptas à mudança encontram-se na fronteira tecnológica, sendo os primeiros adotantes. Estas, são motivadas pela oportunidade de ganho social e econômico, e que as adotantes posteriores são motivadas pela ameaça da perda de competitividade. O

processo de escolha tecnológica, envolve a participação dos gestores, colaboradores, consultores, fornecedores, onde definem-se as prioridades de acordo com atividade econômica de cada firma. Como impacto, a adoção de tecnologias pode beneficiar ou atrasar os negócios da firma, dependendo do nível de maturidade organizacional, cultura inovadora, interferência externas e outras variáveis que, por sua vez, não estão sob o controle da mesma (LANGLEY; TRUAX, 1994).

Ao planejar a adoção de tecnologias, o ambiente organizacional é afetado por incertezas, relacionadas à chegada e a eficiência das novas tecnologias, interferência nas condições de mercado de atuação da firma, respostas dos consumidores, concorrência de produtos rivais, custo de investimento inicial, mão de obra e o grau de intensidade tecnológica. Quanto menor a intensidade tecnológica, mais distante a condição da firma em adotar novas tecnologias (FARZIN et al. 1998).

Como barreiras ou dificuldades à adoção da tecnologia, Parente e Prescott (1994) destacam o conjunto das firmas em sua distribuição em diferentes níveis de tecnologias e tamanho, o setor doméstico, onde envolve a renda do consumidor, fundamental para a decisão da firma no processo de inovação e o setor governamental, que determina a renda investida pelos grupos de governo com o objetivo de aumentar a quantidade de investimento que uma firma possa adotar uma tecnologia mais avançada.

Parent e Prescott (1994) mencionam que os atores externos são indispensáveis para a adoção e que podem ter função limitada ou expansiva, como os sindicatos, legislação, associações de classe, governos, especialistas e grupos de referência. Na visão de Ettlíe e Reza (1992), destacam-se que a baixa apropriabilidade em tecnologia tornou-se uma ameaça, devido à fácil imitação e lentidão nos processos de patenteamento de marcas, produtos, entre outros.

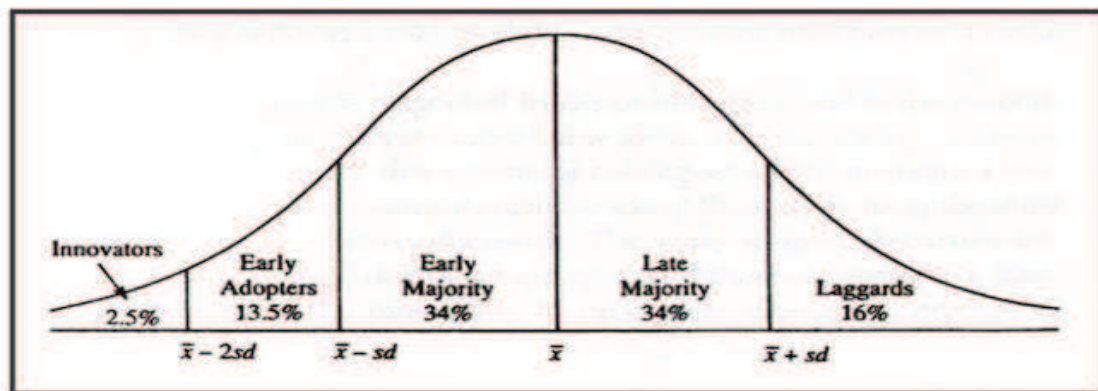
Diante da temática da adoção, a firma apresenta vantagens cumulativas e aprender-fazendo (*learn by doing*). Quanto maior a qualificação da mão de obra, mais inovativa torna-se a firma, em todas as dimensões, tornando-se líder do mercado. Isso oportuniza uma experiência favorável, através de resultados onde a inovação difunde-se através da indústria, ou seja, algumas empresas que adotam determinam probabilidade de sucesso ao longo do tempo, através de experiências positivas (JENSEN, 1982). Como resultados, o que faz da firma ser a mais inovadora é o lucro da inovação, a eficiência em custos, especialização da mão de obra, tendências nacionais e internacionais. Isso oportuniza maiores retornos esperados em relação aos concorrentes atrasados na adoção de tecnologia (JENSEN, 1982).

Na mesma lógica, Parente e Prescott (1994), afirmam que um dos resultados da adoção é o retorno do investimento, considerado um elemento importante na decisão da firma em adotar

tecnologia. Langley e Truax (1994), mencionam que o apoio financeiro é fundamental para o dimensionamento dos resultados econômicos e de potencial de mercado, podem ser oriundos por meio de recursos próprios da firma, recursos externos, como por exemplo, subsídio do governo ou empréstimos, capital de risco, empréstimo bancário. Farzin et al (1998, p. 4), complementam que uma adoção inadequada é um custo irrecuperável e não pode ser recuperado para ser reinvestido em uma tecnologia mais eficiente mais tarde, devido ao alto custo de oportunidade de investimento a curto prazo.

Rogers (1994), menciona cinco categorias que sinalizam os adotantes de tecnologia. A curva é comparada com um sino, e representa o número de unidades que adotam a inovação a cada ano, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Classificação dos adotantes



Fonte: Rogers (1994; 2003)

Conforme observado na Figura 1, Rogers (1994) apresenta cinco classificações: a) os inovadores, caracterizados como ousados, empreendedores, onde buscam conhecimento técnico para adotar novas ideias; b) adotantes iniciais, são líderes nato e buscam um prestígio para firma, adotando técnicas favoráveis para redução da incerteza; c) maioria inicial: adotam novas idéias antes da metade dos membros do sistema. Ocorre uma interação frequente com seus pares, mas não são considerados líderes no sistema; d) maioria tardia: em termos gerais são os imitadores, pois adotam novas idéias após os demais membros do sistema já terem adotado; e) retardatários: são os últimos num sistema social a adotar a inovação e praticamente não apresentam opinião, nem liderança. São resistentes num primeiro momento à inovação e, também, no contato com os agentes de mudança. O processo decisório da inovação é lento.

Ainda é possível diferenciar os resultados de inovação em produtos e processos. Para Danneels (2002), a inovação em produto, pode ser vista como uma fonte de conhecimento

integral e as firmas bem sucedidas integram os processos produtivos com o conhecimento obtido através dessa atividade, criando a vantagem competitiva. Damanpour (2001), constatou que as inovações de produtos são adotadas a uma taxa maior em comparação a adoção de processos. Bem como, a adoção de produtos inovadores está positivamente associada a adoção de inovação por processos. Ettlie et al. (1984), atribuem que a inovação de produtos exigem que as firmas assimilam as necessidades dos clientes, sofisticam a base produtiva, ofertando bens finais de valor agregado ao consumidor.

As inovações em processos exigem que as mesmas direcionem a tecnologia para melhorar a eficácia de desenvolvimento de produto e comercialização (ETTLIE;REZA, 1992). Nessa categoria, a mudança tecnológica oportuniza à firma a introdução de novos métodos de gestão de recursos humanos e design de novos produtos (LANGLEY; TRUAX, 1994).

Na literatura contemporânea, Wisdom et al (2014), desenvolveram o estudo *Innovation adoption: a review of theories and construct*, buscando entender como funciona a adoção das inovações pela firma quando, como e porque identifica-se os mecanismos que promovem a adoção. Foram apresentados cinco elementos considerados essenciais para a eficiência da adoção de tecnologia pela firma:

1. Influência externa e sócio-política do ambiente em que as firmas estão inseridas: as políticas, regulamentos, normas, incentivos financeiros e apoio institucional são condições para promover a adoção;
2. Características organizacionais: envolvendo as capacidades da firma e colaboradores, apoio da liderança, gestores de alto escalão, infra estrutura, qualificação da mão de obra, descentralização das informações;
3. Características da inovação: as firmas devem avaliar as barreiras limitadoras e buscar trabalhá-las antes de adotar a tecnologia. As inovações, que são fáceis de adotar, são mais propícias de serem imitadas. As inovações mais difíceis devem observar a relação custo benefício de acordo com a realidade econômica de cada firma;
4. Características individuais: preparação dos colaboradores engajados no aspecto positivo para a mudança, destaca a importância da melhoria da qualidade, feedback sobre o processo de adoção, habilidades, experiências individuais, rede de relacionamento, mão de obra qualificada;
5. Características dos clientes: atitudes dos clientes, crenças, participação no processo de mudança;

Diante da trajetória dos estudos de adoção da inovação nas firmas, destaca-se as tendências das tecnologias e seu impacto no processo produtivo, onde envolve uma série de

variáveis que não estão sob o controle da firma. A decisão da escolha da tecnologia depende da atividade econômica, capacidade inovativa e participação da mão de obra interna e terceirizada para sua efetividade. O desenvolvimento do processo de adoção das tecnologias ocorre através das características particulares de cada firma, a mão de obra para seu desenvolvimento, o papel do Estado e os atores institucionais como elementos fundamentais na decisão da firma em inovar. Destacam-se ainda as dificuldades obtidas no processo de adoção, sendo obtida como uma barreira que a firma identifica no ambiente na qual estão inseridas. Contudo, os resultados em produtos e processos e resultados econômicos constituem os elementos finais do processo de adoção. O Quadro 2, apresenta a síntese, evidenciando as categorias, suas dimensões e os autores envolvidos.

Quadro 2 – Síntese das categorias que proporcionam a adoção de tecnologias na firma

Identificação	Categorias	Dimensões	Autores
Por que	Tendências	Quando a firma decide quando adotar uma nova tecnologia, ela observa várias questões pertinentes, como: as preocupações com a nova tecnologia, com as incertezas, condições de mercado, a provável resposta dos consumidores à nova tecnologia, concorrência, custos, investimentos, capacitação da mão de obra.	Farzin et al (1998)
	Escolha tecnológica	A escolha da adoção depende de quanto a tecnologia irá avançar ao longo do tempo ¹ . As firmas inovadoras do mesmo setor são heterogêneas, pois, as que estão aptas a mudança, encontram-se na fronteira tecnológica, sendo os primeiros adotantes, motivados pela oportunidade de ganho social e econômico, e que as adotantes posteriores são motivadas pela ameaça da perda de competitividade. ² Envolve a participação dos gestores, colaboradores, consultores, que definem as prioridades e especificam os sistemas de seleção e fornecedores ³ .	Massini, Henrich e Greve (2005) ¹ Engsfelt e Nordgren, (2014) ² ³ .
Como	Características e peculiaridades da firma e da tecnologia	Iniciativas de marketing, recursos humanos, mudança cultural, expansão tecnológica, são determinantes para o planejamento da firma, via adoção de tecnologia ⁴ . Destaca-se também, a financiamento para expansão da capacidade de infraestrutura e capacidade produtiva da firma, com a finalidade de melhorar a aceleração da adoção ⁵ Características importantes das inovações que explicam sua taxa de adoção, através do relacionamento social, relações de mercado, influência ambiental, experiências, valores e identidade organizacional da firma, práticas, estrutura, tamanhos ⁶ . Integra vários atores do sistema organizacional. A inovação de uma firma, estimula outras a adotarem ⁷ .	Kimberly e Evaniska (1981) ⁴ Langley e Truax (1994) ⁵ Rogers (1994) ⁶ , Frambach e Schillewaert (2002) ⁷
	Mão de obra	Rede com desenvolvedores e consultores; normas, valores e cultura; tamanho e estrutura operacional; treinamento e desenvolvimento de esforços;	Damanpour (2001) ⁸

		liderança; prontidão para a mudança ⁸ ; o interesse da firma em controle da qualidade e reengenharia podem melhorar a eficiência e permitir a adoção de inovação de processo ⁹ . Quanto maior a qualificação da mão de obra, mais inovativa pode torna-se a firma. ¹⁰	Wisdom et al (2014) ⁹ . Buzzacchi, et al (1993) ¹⁰ .
	Papel do Estado	Setor governamental que determina a renda investida pelos grupos de governo com o objetivo incentivar o investimento da firma em uma tecnologia mais avançada ¹¹	Parente e Prescott (1994) ¹¹
	Atores institucionais	Influência externa e sócio-política, por meio do ambiente em que as firmas estão inseridas, as políticas, regulamentos, normas, incentivos financeiros e apoio institucional são condições para promover a adoção. ¹²	Wisdom et al (2014) ¹² .
	Dificuldades internas	Restrições legais e regulamentares, decisão dos colaboradores. Destaca-se o conhecimento geral e científico e tecnológico e o tamanho das barreiras à adoção da firma ¹³ .	Parente e Prescott (1994) ¹³
		Inclui os fatores internos, como a atitude e a percepção de como adotar a tecnologia, financiamento ¹⁴ ,	Rogers (1994) ¹⁴
	Dificuldades externas	Depende da capacidade produtiva e dos investimentos, e da saída de tecnologia e que define o tamanho da barreira à adoção no País em que firma está localizada ¹⁵ . Isso reflete em várias ações que o poder público pode incentivar a firma a adotar uma tecnologia mais avançada ¹⁶ .	Farzin et al (1998) ¹⁵ Parente e Prescott (1994) ¹⁶ .
		Disponibilidade técnica e acessibilidade e apoio institucional. Menciona o papel da universidade, suporte técnico, assessoria, grupos de interesse, mão de obra qualificada, financiamento, treinamento e desenvolvimento de pessoas, hardware, software ¹⁷ .	Rogers (1994) ¹⁷
Resultados	Resultado da inovação	Inovação em produtos: as firmas bem sucedidas integram os processos produtivos com o conhecimento, criando vantagem competitiva ¹⁸ . Exige que a firma assimile a necessidade dos clientes para desenvolver e produzir o produto ¹⁹ . Inovação em processos: a firma adota tecnologia para melhorar a eficácia de desenvolvimento de produto e comercialização ²⁰ Proporciona novos métodos de gestão de recursos humanos, design de novos produtos ²¹ .	Danneels (2002) ¹⁸ . Ettlie et al (1984) ¹⁹ . Ettlie e Reza (1992) ²⁰ . Langley e Truax (1994) ²¹ .
	Resultado econômico	Destaca que o retorno do investimento, é considerado um elemento importante na decisão da firma em adotar tecnologia ²² , O apoio financeiro é fundamental para o dimensionamento dos resultados econômicos e de potencial de mercado, podem ser oriundos de recursos próprios da firma, recursos externos, como por exemplo, subsídio do governo ou empréstimos, capital de risco, empréstimo bancário ²³ Uma adoção inadequada é um custo irrecuperável; não pode ser transferido para um investimento em outra tecnologia mais eficiente em um segundo momento, devido ao alto custo de oportunidade de investimento a curto prazo ²⁴ .	Parente e Prescott (1994); ²² Langley e Truax (1994) ²³ ⁸ Farzin et al (1998) ²⁴ .

Fonte: elaborado pelo autor.

3. TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E O AGRONEGÓCIO

Na subseção 3.1 são apresentados os conceitos relacionados às tecnologias da indústria 4.0 abordando seu surgimento, características, requisitos e as nove características identificadas por Rubamann, et al (2015). Na subseção 3.2, apresenta-se os conceitos de agronegócio e suas divisões, seguido da caracterização do setor em estudo no Rio Grande do Sul. Abordam-se também as firmas do setor do agronegócio do Rio Grande do Sul que já adotam as tecnologias da indústria 4.0.

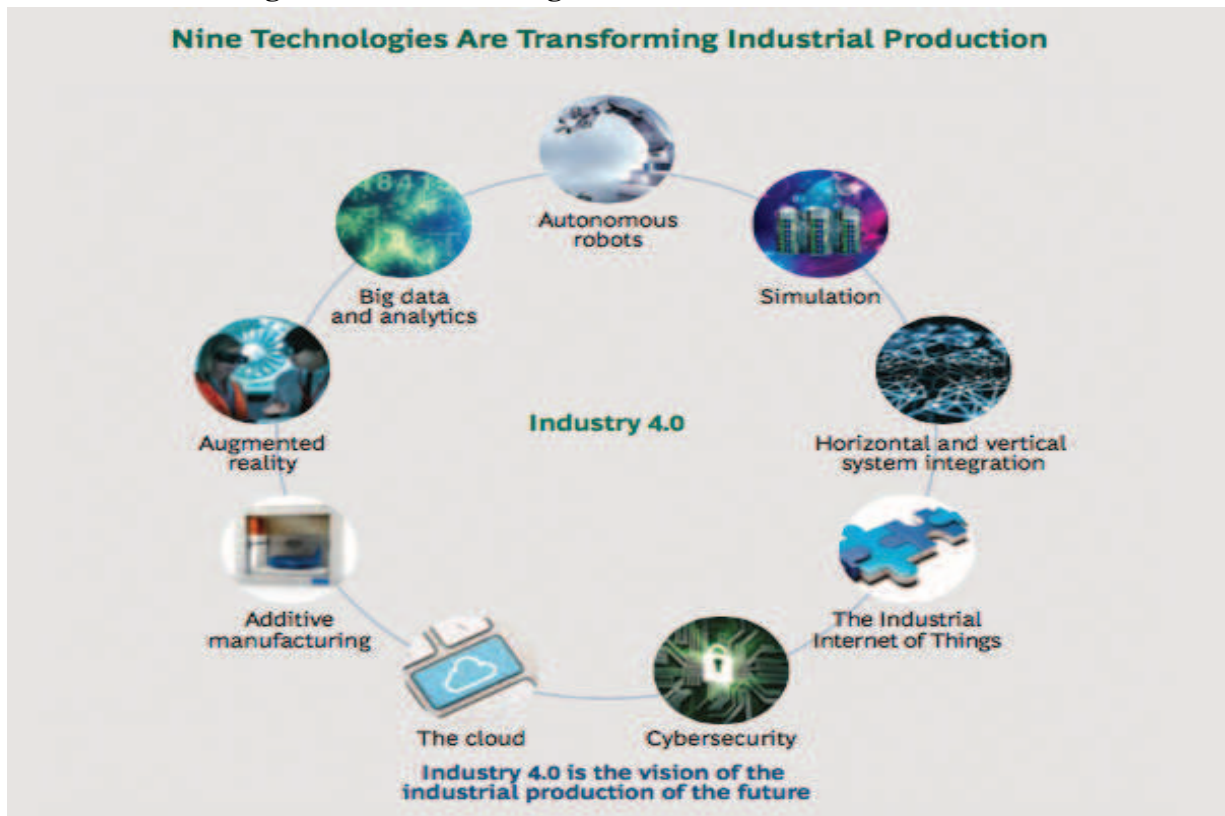
3.1. Tecnologias da indústria 4.0

O termo “tecnologias da indústria 4.0”, surgiu na Alemanha em 2011, quando Kagermann, Lukas e Wahlster, representantes de negócios na Feira em *Hannover*, identificaram uma mudança paradigmática na indústria Alemã. Essas tecnologias foram responsáveis pela manutenção estável do número de empregados na economia num período de 10 anos, não apresentando dificuldades em manterem-se ativas na indústria durante o período de enfrentamento da crise financeira internacional, iniciada em 2008 (KAGERMANN, 2011).

A Alemanha estabeleceu uma posição de liderança em sistemas e software intensivo, (KAGERMANN, LUKAS e WAHLSTER, 2011), tornando-se destaque sobre a temática (SHEER, 2015), gerando maior valor agregado em inúmeros setores, (HENG, 2014) particularmente na engenharia automotiva e mecânica (KAGERMANN, LUKAS e WAHLSTER, 2011). Diante desse conjunto tecnológico, voltam-se as estimativas de que o país tornar-se-á pioneiro em 2020. Ou seja, líder no fornecimento de equipamentos desta indústria para outras nações (KAGERMANN, LUKAS e WAHLSTER, 2011), e fará com que os sistemas de produção operem até 30% mais rápido e 25% mais eficiente, elevando a personalização em massa a novos níveis da firma (RUBAMANN, et al 2015). Além desses autores, Schawab (2016) destaca a geração de oportunidades de integração da economia global, criando demandas adicionais para serviços e produtos existentes, através da conectividade, redução de custos e da orientação de novos modelos de negócios.

A partir do conhecimento sobre o surgimento histórico e alguns impactos que a indústria 4.0 causará na firma e na sociedade, Rubamann, et al (2015), apresentam um conjunto de nove tecnologias que compõem a temática em estudo, conforme a Figura 2.

Figura 2- Nove tecnologias relacionadas à Indústria 4.0



Fonte: adaptado de Rubamann et al (2015, p. 5).

A seguir apresentam-se as tecnologias da indústria 4.0, suas funcionalidades, aplicações e vantagens que são proporcionadas às firmas adotantes.

**** *Big Data and Analytics***

A tecnologia *Big Data* tem seu formato analítico baseado em grandes conjuntos de dados, que surgiu recentemente nos Países desenvolvidos, voltadas à tecnologia avançada, e tem por finalidade aperfeiçoar a qualidade da produção, economia de energia e melhoramento nos serviços de saúde (RUBAMANN, et al 2015).

Num contexto da Indústria 4.0, envolve a avaliação dos dados de muitas fontes de diferentes equipamentos e sistemas de produção, sistemas de gestão empresarial e de gestão de clientes, tornando-se um suporte na tomada de decisões em tempo real (RUBAMANN, et al 2015).

**** Robôs Autônomos (*Autonomous Robots*)**

As indústrias localizadas em países desenvolvidos têm usado, de forma progressiva, a tecnologia robótica autônoma para agregar valor no decorrer dos processos operacionais. Com o advento das tecnologias da indústria 4.0, os robôs apresentam uma utilidade peculiar, tornando flexível e colaborativo. Como característica principal, ocorre a interação entre si, e desempenham as atividades com segurança, em paralelo com os seres humanos e também desempenham a troca de aprendizagem na relação robótica e humanos (RUBAMANN, et al 2015). Como vantagens, apresentam um menor custo e uma ampla capacidade produtiva, se comparada com as técnicas apresentadas nas tecnologias anteriores (RUBAMANN, et al 2015).

Para Schwab (2016, p. 25), os robôs são cada vez mais utilizados em todos os setores e para uma ampla gama de tarefas como, por exemplo, na agricultura de precisão. Neste caso, estreitam a ligação entre máquinas e seres humanos, tornando-os flexíveis e adaptáveis. Por meio de sensores, a robótica possui uma capacitação maior de compreender e responder melhor o ambiente e empenhar nas atividades domésticas. Essa tecnologia atribui características relacionadas à *smart factory* (fábrica inteligente), a qual tem sido primordial, entre as demais características da 4ª Revolução Industrial. Como mencionado por Kagermann et al., (2013, p. 19), “as fábricas inteligentes constituem uma característica chave da Indústria 4.0”, com o objetivo de eficiência na produção, comunicação direta entre o homem, máquina e recursos, direcionados para a mobilidade inteligente, sendo um elemento importante para o futuro da firma (HENG, 2014).

Na Alemanha, por exemplo, uma fábrica de beneficiamento de leite atua por meio de transportadores inteligentes como peças de trabalho. Neles, são relatados quando o trabalho está pronto para ser captado na origem, e permite iniciar o processo de transformação do leite, apenas se houver demanda. Como benefício, auxilia no desperdício de leite e reduz o trabalho braçal (SCHLICK, 2014).

**** Simulação (*Simulation*)**

Atuante de forma direta nas atividades de engenharia, as simulações 3D de produtos, materiais e processos, no futuro, serão voltadas para as operações da fábrica. Estas simulações objetivam alavancar dados em tempo real e procuram espelhar o mundo físico em um modelo

virtual, que integram a composição de máquinas, produtos e humanos (RUBAMANN, et al 2015).

Um exemplo citado pelos autores é da empresa *Siemens* - fabricante alemão de máquinas e ferramentas – que desenvolveu uma máquina para simular a usinagem de peças usando dados que reduz o tempo de preparação do processo em 80%, em comparação com o processo convencional (RUBAMANN, et al 2015).

**** Integração Horizontal e Vertical de Sistemas (*Horizontal and Vertical System Integration*)**

Na indústria 4.0 os sistemas de tecnologia da informação tornam-se integrados. A própria engenharia, referente às plantas e à automação, necessita de uma integração completa, que integre firmas, departamentos, funções, capacidades, de forma coerente, na medida em que os dados evoluem em formato de redes e permitem cadeias de valor verdadeiramente automatizadas (RUBAMANN, et al 2015).

Brettel et al (2014) definem integração horizontal como a inter-relação com a indústria que liga os processos de produção. Nela, os trabalhos são exigidos das máquinas e atribuído via *hubs*. O objetivo é gerenciar o fluxo de bens e informações dentro da cadeia de valor. Como característica principal está a criação de valor através de redes de firmas e projetos de integração horizontal. Para isso, são desenvolvidas as estratégias das firmas a partir do desenvolvimento, para que novos negócios se tornem sustentáveis, resultando em novos modelos de negócios e novas formas de cooperação entre diferentes firmas (KAGERMANN et al. 2013).

Na Integração Vertical, Brettel et al (2014), definem a otimização do fluxo de bens e dados internos com o objetivo de aumentar a qualidade e a flexibilidade de ambos os aspectos da indústria 4.0, interligados por informações cruciais processadas em tempo real, através da comunicação, na tentativa de auto-organização. Em particular, essa tecnologia será, portanto, um processo longo e gradual (BRETTEL, et al, 2015).

Um exemplo que Rubamann et al (2015) citam é o lançamento de uma plataforma para a indústria aeroespacial e de defesa europeia. A plataforma *AirDesign* atua como um espaço de trabalho comum para a colaboração de projeto e disponível como um serviço em uma nuvem (*cloud*) privada. Adota um gerenciamento complexo de troca de produtos e dados de produção entre múltiplos parceiros (RUBAMANN, et al 2015).

**** Internet Industrial das Coisas (*The Industrial Internet of Things*)**

Atualmente, alguns sensores e dispositivos de campo possuem pouca inteligência, controle de automação e alimentam um controle abrangente de sistema (SCHAWAB, 2016). Por meio dessa lacuna, a Internet Industrial das Coisas (IOT), representará um acréscimo de dispositivos, incluindo produtos inacabados, aos quais serão enriquecidos com auxílio da computação e conectados usando tecnologias padronizadas (RUBAMANN, et al 2015), bem como a utilização de sensores inteligentes e acessíveis, aos quais estão sendo instalados em casas, roupas e acessórios, cidades, redes de transportes e energia, bem como nos processos de fabricação (SCHWAB, 2016).

Kagermann et al (2013), afirmam a integração da Internet das Coisas (IOT) e da Internet de Serviços (IOS), tratando essencialmente o início da 4ª Revolução Industrial. O termo Internet das Coisas refere-se às coisas e objetos, sensores, telemóveis, que interagem uns com os outros e cooperam por meio de componentes inteligentes para alcançar objetivos comuns (GIUSTO, 2010), que podem ser definidos como uma rede de CPS (Sistemas Cibernéticos), que cooperam entre si através de esquemas de endereçamento exclusivos.

Nesse sentido, apresentam-se vantagens relacionadas aos dispositivos de comunicação e interação com controladores centrais, conforme a necessidade, como também descentraliza a análise e tomada de decisão, permitindo em tempo real o fornecimento de sistemas de acionamento e controle, num processo de produção semi automatizado e descentralizado. Os produtos são identificados por códigos de radiofrequência e as estações de trabalho devem ser realizadas para cada produto e podem ser adaptados para operação específica (RUBAMANN et al 2015).

Em relação à Internet de Serviços, (IOS), é formada por participantes por meio de infraestrutura de serviços, modelos de negócios e os próprios serviços. São oferecidos e combinados, com a finalidade de agregar valor por parte de vários fornecedores e consumidores (BUXMANN, HESS; RUGGABER, 2009).

Este desenvolvimento permite uma nova forma de variação da distribuição das atividades de cada firma da cadeia de valor. Pode-se afirmar que esse conceito é passível de transferência tecnológica, envolvendo fábricas únicas até redes de valor agregado no futuro. Estas tecnologias de produção serão oferecidas através do IOS e podem ser utilizadas para fabricar produtos ou compensar as capacidades de produção (SCHEER, 2015).

**** Segurança Cibernética (Cybersecurity)**

Muitas firmas que ainda dependem de sistemas de gestão e produção apresentam um *gap*, relacionado à ligação e o fechamento do sistema. O acréscimo dessa conectividade e do uso de comunicações apresentam protocolos que identificam como a Indústria 4.0 necessita proteger sistemas e linhas de fabricação, onde as ameaças de segurança cibernética aumentam de forma contínua (RUBAMANN et al 2015).

Nos processos produtivos isso dissemina a produção física, acompanhados por processos baseados em computadores, sistemas cibernéticos que incluem a capacidade de computação e armazenamento, envolvendo as áreas da mecânica e eletrônica que utilizam a Internet como meio de comunicação (SHIMIDT et al. 2015). O reflexo dessa tecnologia envolve comunicações seguras e confiáveis, bem como identidades sofisticadas e de gerenciamento de máquinas e usuários, aos quais são essenciais, por meio de firmas atreladas por parcerias ou aquisições (RUBAMANN et al 2015).

Essa definição atribui-se ao conceito de CPS. Ou seja, Sistemas Cibernéticos onde envolve três fases: a) a primeira geração de CPS inclui tecnologias que permitem a identificação única, onde o armazenamento e análise devem ser fornecidos como um serviço centralizado; b) a segunda geração de CPS está equipada com sensores e atuadores com uma gama limitada de funções; c) a terceira geração de CPS pode armazenar e analisar dados, é composto com vários sensores e atuadores e são compatíveis com a rede (BAUERNHANSL, 2014). Esta tecnologia facilita e propicia as melhorias nos processos industriais, envolvidos na fabricação, engenharia materiais e cadeia de suprimentos e gerenciamento do ciclo de vida (KAGERMANN et al. 2013).

Na indústria 4.0 as máquinas, peças, sistemas e seres humanos serão altamente conectados e integrados (SIPSAS et al, 2016), sendo que a integração digital será formulado por um sistema físico-Cyber e terá conexão com as CPSs circundantes de seu curso nos processos (MONOSTORI, 2014). É criada uma estrutura de produção pós-fordista, com base na desintegração vertical e alto valor agregado, com menos desperdício, de acordo com a necessidade dos clientes e com as infinitas variedades de produtos (KAGERMANN, 2011).

**** A Nuvem (*The Cloud*)**

Conforme Rubamann et al (2015), as firmas no ambiente atual estão usando *softwares* baseados em nuvem para algumas aplicações industriais. No caso da Indústria 4.0, mais empresas ligadas à produção terão exigência de maior compartilhamento de dados entre os sites e os limites da empresa.

No decorrer da disseminação do Paradigma 4.0 o desempenho das tecnologias em nuvem melhorará, atingindo tempos de reação em alguns milissegundos, refletindo em resultados eficientes, em que os dados e a funcionalidade da máquina aumentarão. Assim, permitindo uma sistematização dos serviços de dados para produção, que monitoram e controlam processos. É através dessa explicação que o desempenho de tecnologias em nuvem melhorará, ao alcançar em apenas alguns milissegundos (RUBAMANN et al 2015). A importância da computação em nuvem e da computação móvel para a indústria 4.0 envolve a capacidade de produção em escala, como também a prestação de serviços que pode ser acessado globalmente através da Internet (SHIMIDT et al. 2015).

**** Manufatura Aditiva ou Impressão em 3D (*Additive Manufacturing*)**

As empresas começaram a adotar aditivos de fabricação, como a impressão em 3D, sendo que o uso principal é para produzir componentes individuais. Estes métodos de fabricação de aditivos terão foco em pequenos lotes de produtos personalizados que oferecem vantagens de construção complexas e leves. Nesse sentido, para essa tecnologia, os sistemas de transporte terão um impacto menor no estabelecimento da relação, transporte e estoque disponível (RUBAMANN et al 2015).

Schwab (2016, p. 25) afirma que essa tecnologia atua por meio de uma ampla gama de utilizações, que vão desde as grandes tecnologias, como exemplo as turbinas eólicas até as pequenas, como implantes médicos. A impressão 3D se tornará mais difundida e incluirá componentes eletrônicos integrados, como placas de circuito e até mesmo células e órgãos humanos. Ainda, investiga-se a importância da tecnologia 4D, sendo um processo que cria uma nova geração de produtos capazes de fazer modificações em si mesmo de acordo com as mudanças ambientais, como calor e umidade.

Como exemplos, os autores destacam as empresas aeroespaciais, nas quais, utilizam novos projetos que visam reduzir o peso dos aviões, bem como suas despesas com o titânio (RUBAMANN et al 2015).

**** Realidade aumentada (*Augmented reality*)**

Os sistemas baseados em realidade aumentada suportam uma variedade de serviços, peças capazes de enviar instruções de reparo por dispositivos móveis. Estes sistemas estão atualmente em fase inicial. Porém, no futuro, as empresas farão a utilização de uma realidade ampla, que será possível fornecer aos trabalhadores informações para melhorar a tomada de decisão e procedimentos de trabalho (RUBAMANN, et al 2015).

Neste mundo virtual, os operadores podem aprender a interagir, alterar parâmetros, recuperar dados operacionais e receber instruções de manutenção, através de uma ciber representação. Essa tecnologia já está impactando na indústria 4.0 e já está em andamento entre as empresas na Europa, nos EUA e na Ásia (RUBAMANN, et al 2015). Essa característica necessita que os dados sejam coletados e analisados em tempo, onde o *status* da planta é permanentemente rastreado e analisado. Assim, diante de uma falha da máquina, a planta pode reagir e reencaminhar produtos para outra máquina (SCHLICK et al., 2014).

Um exemplo dessa realidade aumentada deve-se aos trabalhadores, que podem receber instruções de reparação sobre como eles estão olhando para o sistema real, que precisa de reparação. Essas informações podem ser exibidas diretamente no campo de visão dos trabalhadores, usando dispositivos como óculos de alumínio. Outra aplicação é o treinamento virtual. A *Siemens* desenvolveu numa fábrica virtual um módulo de treinamento para o *software* com que usa uma base de dados 3D realista, com óculos de realidade aumentada para treinar cientistas (RUBAMANN, et al 2015).

Com base no exposto, o Quadro 3 apresenta uma sistematização do conjunto de tecnologias da indústria 4.0, suas características e alguns impactos causados.

Quadro 3 – Tecnologias da Indústria 4.0, suas características e novas trajetórias.

Tecnologias	Características	Impactos gerados
Big Data	Otimização a qualidade da produção, economia de energia e melhoramento nos serviços de saúde.	Diferentes equipamentos e sistemas de produção; Sistemas de gestão empresarial e sistema de gestão de clientes; Decisão em tempo real.
Robôs Autônomos - Autonomous Robots -	Agregação de valor nos processos operacionais; Interação entre robótica e humanos; Sensores; Volume de informações de posições e objetos, com base em informações de forma física e virtual.	Produção enxuta; Controla a capacidade crescente; Eficiência na produção; Comunicação entre homem, máquina e recursos para o processo de fabricação.
Simulação - Simulation -	Alavancagem de dados em tempo real; Espelhar o mundo físico em um mundo virtual; Integração de máquinas, produtos e humanos.	Testar e otimizar as definições da linha de produto próximo no mundo virtual; Redução dos tempos de configuração da máquina; Aumenta a qualidade
Integração de Sistemas Horizontal e Vertical - Horizontal and vertical system integration -	Horizontal: interrelação da indústria com a ligação dos processos de produção. Novos modelos de negócios Vertical: aumento da qualidade e flexibilidade; Estrutura de produção não fixa e predefinida;	Horizontal: gerenciar o fluxo de bens e informações dentro da cadeia de valor, através da cooperação entre firmas; Vertical: processamento em tempo real; Auto organização, através da comunicação; Adequação a nova forma PCP;
Internet Industrial das Coisas -The Industrial Internet of Things -	Sensores, telemóveis, que interagem uns com os outros e cooperam por meio de componentes inteligentes; Dispositivos de comunicação e interação com controladores centrais, conforme a necessidade; Descentralização da análise e tomada de decisão; Processo de produção semi automatizado e descentralizado	Utilização de sensores inteligentes e acessíveis instalados nos processos de fabricação; Os produtos são identificados por códigos de radiofrequência, as estações de trabalho devem ser realizadas para cada produto e podem ser adaptados para operação específica
segurança	Processos baseados em computadores, sistemas cibernéticos; Capacidade de computação e armazenamento;	Envolvem comunicações mais seguras e confiáveis; Identidades sofisticadas e de gerenciamento de máquinas e usuários; Propicia as melhorias nos processos industriais
A nuvem - The Cloud -	Maior compartilhamento de dados entre os sites e os limites da empresa	Tempos de reação em milissegundos; Resultados eficientes; Sistematização dos serviços de dados para produção via controle de processos Capacidade de produção em escala
	Produzir componentes individuais e personalizados; Impressão 3D;	Pequenos lotes personalizados; Construções complexas e leves; Impacto menor no sistema de transporte;
	Variedade de serviços, peças capazes de enviar instruções de reparo por dispositivos móveis	Dados coletados e analisados em tempo; Status da planta é rastreado e analisado; Falha de uma máquina, a planta pode reagir e reencaminhar produtos para outra máquina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Agronegócio: surgimento e conceitos

O termo agronegócio surgiu em 1957, quando John Davis e Ray Goldberg pesquisaram na escola de Harvard, EUA, as condições existenciais⁴ do agronegócio, onde identificaram as lacunas de que as mudanças tecnológicas na agricultura são induzidas pelas mudanças nos preços dos fatores de produção. Ou seja, terra, capital, trabalho. Na obra *A concept of Agribusiness*, os autores definem que o conceito de agronegócio está focado no conjunto de todas as operações e transações que envolvem a fabricação de insumos agropecuários, produção nas unidades agropecuárias, processamento, distribuição e consumo dos produtos agropecuários e seus derivados (DAVIS; GOLDBERG, 1957).

No decorrer do estudo, Malassis (1969), em uma análise do complexo agro industrial da França, identifica o setor com um enfoque evolucionário e constata que o *agribusiness* é induzido pela participação do empresário inovador e pode refletir o grau de desenvolvimento de uma região. Nessa proposta, foi sugerido que fosse feita uma caracterização de acordo com as participações de cada produto agregado na renda total do agronegócio.

No decorrer dos avanços científicos, o agronegócio foi alvo de investigações para o cenário econômico, em especial, a participação do setor no desenvolvimento nacional e regional. Estudos como Araújo et al. (1990), Santana (1994), Zylbersztajn (1994), Haddad (1999), Montoya e Guilhoto (2000), Abramovay (2000), Parré e Guilhoto (2001), Montoya e Finamore (2001), Batalha (2001), Neto e Costa (2005), e Mendes e Padilha Junior (2007), adotaram diversos eixos do conhecimento como objeto de análise que variam desde metodologias, cálculo de matriz insumo, inovações tecnológicas, participação na economia, estratégias de comercialização, organização do setor, cluster, entre outros.

Em estudos mais recentes, o conceito de agronegócio na visão de Mendes e Padilha Junior (2007, p. 48) refere-se a um conjunto de atores como “fornecedores de bens e serviços para a agricultura, os produtores rurais, os processadores, os transportadores e distribuidores e todos os envolvidos na geração e no fluxo dos produtos de origem agrícola até chegarem ao consumidor final”. Ainda, os autores mencionam a participação dos governos, mercados, entidades comerciais, financeiras e de serviços no desenvolvimento do setor.

Para Feix e Leusin Júnior (2016) o agronegócio engloba as atividades agropecuárias⁵, a produção de bens de capital -fertilizantes, defensivos, máquinas agrícolas-; a indústria de

⁴ Davis e Goldberg (1957), atribuíram ao “*business*” o sentido de ocupação e não de negócio. Em português o termo foi traduzido de diversas formas, mas a palavra agronegócio foi a mais utilizada.

⁵ Seja de base familiar ou empresarial. Estas atividades incluem, agricultura através do cultivo de cereais, cana-de-açúcar, soja, frutas, café, milho, entre outras culturas temporárias e permanentes. Pecuária, envolve a criação

transformação de matéria-prima agropecuária como alimentos, bicomustíveis, fumo e as atividades especializadas na oferta de serviços agropecuários e na armazenagem e distribuição dos produtos do agronegócio.

Batalha (2001), dividiu o estudo do agronegócio em três partes. A primeira parte trata dos negócios agropecuários propriamente ditos mencionados como "dentro da porteira" que representam os produtores rurais, sejam eles pequenos médios ou grandes, constituídos na forma de pessoas físicas (fazendeiros ou camponeses), ou de pessoas jurídicas (empresas). Na segunda parte, os negócios à montante ou "da pré-porteira", são representados pelas indústrias e comércios que fornecem insumos para a produção rural. Por exemplo, os fabricantes de fertilizantes, defensivos químicos e equipamentos. E, na terceira parte estão os negócios à jusante dos negócios agropecuários, ou de "pós-porteira", onde está a compra, transporte, beneficiamento e venda dos produtos agropecuários até chegar ao consumidor final. Enquadram-se nesta definição os frigoríficos, as indústrias têxteis e calçadistas, empacotadores, supermercados e distribuidores de alimentos (BATALHA, 2001).

3.2.1 O Agronegócio do Rio Grande do Sul

O agronegócio do RS, na visão de Feix e Leusin Júnior (2016), é observado sob a influência da agropecuária. Mas, destaca-se também uma diversificação de culturas agroindustriais em todas as regiões, contribuindo de forma econômica e social para o crescimento do estado e do País.

Em relação aos subsetores, a Fundação de Economia e Estatística (FEE) dividiu em três grupos: **Grupo a)** insumos, máquinas e equipamentos de uso agropecuário; **Grupo b)** produtos de origem animal; **Grupo c)** produtos de origem vegetal.

Em relação ao Grupo A, o Rio Grande do Sul é o maior produtor de máquinas e implementos agrícolas do Brasil, decorrente do fato de ser um estado líder na produção nacional de grãos. Frente a esse cenário, surgiram às primeiras firmas na década de 1950 e 1960 e, com a modernização da agricultura, obtiveram vantagens competitivas no país. Nos anos de 1990 essa tendência modificou o cenário através de parcerias, fusões e aquisições, tornando-se um mercado concentrado (FEIX; LEUSIN JÚNIOR, 2016). Importante observar que do total das colheitadeiras e tratores de rodas produzidos no RS no ano de 2016, 33,86% foi vendido na

de bovinos, suínos e aves e outros animais e produção dos produtos derivados na propriedade rural. Silvicultura e exploração florestal, envolve a produção de lenha, madeira em tora, madeira para celulose e outros produtos de extração florestal. Pesca, envolve a produção do pescado fresco (FEIX; LEUSIN JÚNIOR, 2016, p. 6).

região sul; 38,40% na região sudeste; 23% foi direcionado a exportação e 16% mantido em estoque (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, 2017).

Em relação ao Grupo B, as carnes de frango e suíno são exportadas *in natura*, e as carnes de gado e peru são vendidas de forma industrializada. O total das exportações de origem animal em 2016, representaram um montante de 2.779 bilhões de dólares. Os produtos manufaturados com maior representatividade na categoria são: carne de frango (57,70%); carne suína (23,86%); carne bovina (10,76%) e demais carnes e miudezas (5,51%) (FEE, 2017).

Em relação ao Grupo C, em 2016 as exportações de origem vegetal totalizaram 8, 215 bilhões de dólares. Constatou-se uma redução em comparação a 2015, de 5,19% no valor total das exportações do referido grupo. Destaca-se a exportação da soja (32,9%), fumo não manufaturado (13,57%), celulose (5,17%), adubos e fertilizantes formulados (9,38%) (FEE, 2017). Para Feix e Leusin Junior (2016), a produção de soja foi a que mais avançou no Estado nos últimos 15 anos, incentivada pelo crescimento da demanda externa e pela alta nos preços recebidos pelos agricultores. Para os mesmos autores, “a produção de fumo, tradicional atividade econômica da região do Vale do Rio Pardo, destaca-se dentre as lavouras temporárias não destinadas à produção de grãos” (FEIX; LEUSIN JUNIOR, 2016, p 19).

No que se refere às importações, o RS foi responsável por 6% das importações no Brasil em 2016, representando um valor US\$ 8.313,45 uma redução de 17,04% no comparativo com ano de 2015 conforme o MDIC (2017). Para a importação, o MDIC dividiu em três categorias, sendo produtos básicos, produtos manufaturados e produtos semimanufaturados.

Os principais produtos básicos importados do agronegócio são o trigo em grãos (1,8%); milho em grãos (0,98%); cevada em grãos (0,79%); arroz em grãos (0,59%); demais produtos básicos (1%). Os produtos semimanufaturados do agronegócio são o cloreto de potássio (3,3%); borracha sintética e artificial (0,81%); demais produtos manufaturados (0,17%). Os produtos manufaturados do agronegócio são a categoria com maior peso nas importações, sendo veículos de carga (8,3%); adubos ou fertilizantes (5,8%); demais produtos manufaturados (4,1%); partes e peças para veículos automóveis e tratores (3,9%); uréia (2,6%), leite e creme de leite concentrado (1,6%); superfosfato (1,2%); motores para veículos automóveis e suas partes (1%); máquinas e aparelhos para o uso agrícola (0,77%), vinhos e uva (0,34%) (MDIC, 2017).

Os principais Países que o RS importa são Argentina 23%; China 11%; Estados Unidos 9,10%; Argélia 8,8%; Uruguai 4,4%; Alemanha 4,2%; Nigéria 3,8%; Rússia 3,5%; Espanha 2,3%, Itália 2,2%, demais países 19,90% (MDIC, 2017).

Em número de empregos formais no agronegócio, pode-se constatar que a maior representatividade do número de ocupações está depois da porteira, 70% dos empregos formais, enquanto as ocupações dentro da porteira representa 12% e antes da porteira são alocados 18% no volumes de ocupações (FEE, 2017).

Conforme a Relação Anual de Informação Social - RAIS (2017), no ano de 2015 o RS apresentava 10.744. firmas vinculadas ao agronegócio. Em relação ao número de propriedades, o censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2006, constatou que o Estado possui 441.467 propriedades agropecuárias. Já no estudo da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação do RS (2011), foi constatado um total de 374.048 propriedades agropecuárias cadastradas.

Nesse sentido, nota-se que o Rio Grande do Sul contribui com 10% do total do agronegócio brasileiro, identificando grandes potencialidades diante de um complexo de atividades do setor existentes do Estado. Através da diversificação produtiva, pode-se perceber a exportação de manufatura, o que constata-se pouco investimento em tecnologia no setor em geral.

Para Feix e Leusin Junior (2016, p. 41), o setor de máquinas e implementos agrícolas é a “indústria que se favoreceu da sinergia entre empresas, fornecedores, consumidores, trabalhadores, instituições de suporte, poder público e população local, o que contribuiu para a elevação da sua performance produtiva e inovativa”.

No estudo realizado pela FEE (2014), constatou-se que há uma lacuna em mão de obra qualificada, tornando o processo de inovação nas firmas industriais em caráter passivo e dependente, através do baixo esforço inovativo das firmas industriais do Estado, através dos parâmetros de intensidade de P&D em comparação ao PIB, pelo comportamento característico da inovação, similar ao Brasil, em que predomina a adoção de tecnologias geradas através da dependência externa. Para Vieira Filho (2014), mesmo que o ambiente institucional oportuniza a absorção de conhecimentos externos, convém à firma ou produtor buscar capacitação, como forma de desenvolver e descobrir novos conhecimentos.

3.3 Tecnologias da indústria 4.0 no Agronegócio do Rio Grande do Sul

As tecnologias da indústria 4.0 no Rio Grande do Sul ainda estão sendo pauta de discussão pelas Universidades, Institutos Tecnológicos, Centros de Pesquisa, Associações Empresariais, Firms, em aspectos que se referem a conceitos e aplicação.

Nesta subseção, apresentar-se-á as tecnologias da indústria 4.0 que estão sendo adotadas nas firms do agronegócio do RS, bem como suas vantagens e o tempo de existência da adoção. Essas informações foram coletadas por meio de dados secundários, como reportagens jornalísticas e *websites* das firms identificadas.

Quadro 4 – Firms e Startups da Agroindústria do RS identificadas por adotarem tecnologias da indústria 4.0

Firms	Tecnologias da indústria 4.0	Fonte	Ano da informação consultada
JOHN DEERE	Internet das coisas	www.marketingparaaindustria.com.br	2016
STARA	Internet das coisas	www.stara.com.br	2016
YARA BRASIL FERTILIZANTES	<i>Big data</i> e realidade aumentada	http://cio.com.br/carreira	2017
AGCO	Realidade aumentada	http://revistapegn.globo.com	2017
STHIL	Big data	http://www.brasilalemanhanews.com.br	2017
AEGRO	Software que auxilia o gerenciamento da propriedade	www.correiodopovo.com.br	2015
ARPAC	Aeronaves remotamente pilotadas ou drones de grande porte destinados a pulverização	www.jcrs.uol.com.br	2017

Fonte: elaborado a partir dos dados secundários.

A partir do Quadro 4, foram buscadas referências com base nos *websites* e apresentados como exemplos de firms do agronegócio que já adotaram ou estão em processo de adoção das tecnologias da indústria 4.0.

A **JHON DEERE**, apresenta uma solução de monitoramento remoto de operações, a partir da conexão via internet, através do acesso de informações por meio de laptops, tablets e smartphones. A adoção tecnológica tem a origem na capacidade de coletar, enviar e processar informações, possibilitando o melhoramento da disponibilidade ao desempenho e aos custos de produção da máquina (MARKETING INDUSTRIAL, 2016).

Em relação à **STARA**, adotou uma tecnologia mundial inédita, a Telemetria, ao gerenciamento de informações, para a ampliação da produção, redução de desperdícios e custos

de produção. Também é possível o monitoramento em tempo real de qualquer dispositivo móvel, estabelecendo uma operação mais segura e eficiente. O lançamento ocorreu na *Agrishow*, em 2016, e a tecnologia foi desenvolvida em parceria com a equipe interna de P&D, colaboradores da *SAP Labs Latin America* – São Leopoldo e estudantes da área técnica e científica (STARA, 2016).

Na **YARA BRASIL FERTILIZANTES** – tem como foco a digitalização dos negócios, onde atinge os clientes hiperconectados, atuando de forma vertical. Isso atende de certa forma às exigências do novo cenário com o desenvolvimento de soluções digitais criativas e inovadoras, em alguns casos pioneiras na área de atuação. A Yara ganhou, na categoria agronegócio, o prêmio da 17ª Edição do prêmio IT Leaders 2017, que revela o aumento considerável de projetos inovadores voltados para a digitalização dos negócios, com foco na melhoria do nível de satisfação dos clientes externos (CIO, 2017).

A firma **AGCO** utiliza como teste o *Glass*, óculos de realidade aumentada, conectados por tablets para acessar as plataformas, na qual foi criado pelo Google. O objetivo é a utilização da tecnologia na linha de montagem dos monoblocos, espécie de chassi dos tratores, sendo que o óculos realiza a leitura do código de especificação e identifica o produto. Foi adotado inicialmente nos Estados Unidos, e no Brasil ainda está em teste de expansão pela própria firma, desde 2015 (REVISTA PEQUENAS EMPRESAS, GRANDES NEGÓCIOS, 2017).

Em relação à **STHIL**, foi lançado em 2017 um novo centro de P&D, seguindo o modelo padrão da matriz na Alemanha, por meio de salas individuais para testes, espaço para preparação de motores e áreas administrativas. As tecnologias adotadas são pautadas na digitalização, otimização e automatização dos processos fabris, como mencionado na fonte da pesquisa. A previsão para conclusão do centro de P&D é no final de 2018 (BRASILEMANHANEWS, 2017);

A firma **AEGRO** foi fundada em 2015, e está presente em nove propriedades rurais, produtoras de arroz, localizadas na Fronteira-Oeste do RS. A ideia futura é expandir para outras lavouras de grãos, com a intenção de melhorar os processos produtivos, financeiros e comerciais. Esse aplicativo pode ser utilizado em celulares, tablets, onde proporciona informações oportunas e precisas. Assim, melhorando o preparo do solo, gestão do processo, utilização de defensivos. Esse cenário está adequado ao *Big data*, tecnologia pertencente a indústria 4.0 (CORREIO DO POVO, 2015).

A **ARPAC** é startup incubada pela Unitec do Tecnosinos de São Leopoldo, desenvolve aeronaves remotamente pilotadas ou drones de grande porte destinados à pulverização agrícola, tanto de defensivos como para semeadura. Como vantagens, aponta a economia de tratar

doenças e pragas da lavoura, sendo necessário o auxílio do piloto em áreas perigosas e agilidade na aplicação (JORNAL DO COMÉRCIO RS, 2017).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória, realizada a partir da investigação empírica do processo de adoção de tecnologias da indústria 4.0 por algumas firmas do agronegócio do RS. A investigação foi feita com base na estruturação de roteiros de entrevistas realizadas nas firmas selecionadas, com especialistas no assunto e com instituições de apoio. Os roteiros semi-estruturados encontram-se em anexo. Este capítulo está organizado em 4 subseções, onde são apresentados o método da pesquisa, os sujeitos investigados, a técnica de coleta e análise dos dados e as categorias de análise.

4.1 Método da pesquisa

Importante esclarecer, no que se refere aos objetivos definidos da pesquisa, entende-se que a pesquisa proposta é de cunho exploratória. Esse entendimento ampara-se na idéia de Hair Jr. et al (2005), em que a pesquisa exploratória é útil quando o responsável pelas decisões dispõe de poucas informações, buscando descobertas, não havendo a intenção de testar hipóteses específicas. (HAIR, JR. Et al. 2005).

Em relação à abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois para Marconi e Lakatos (2010) a pesquisa qualitativa “responde a questões particulares” e “ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores, atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização de variáveis. Para os mesmos autores, o estudo qualitativo tem um plano aberto e flexível, e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada. (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Em relação à estratégia ou procedimento técnico, trata-se de um estudo de multi casos, que na ótica de Triviños (2010, p.136) não incide a “necessidade de perseguir objetivos de natureza comparativa, o pesquisador pode ter a possibilidade de estudar dois ou mais sujeitos”. Essa característica tem finalidade de analisar um objeto de estudo de maneira individual, mesmo que, após tenham sido identificadas semelhanças entre os casos, retrata a realidade de forma completa e com profundidade.

A orientação de Yin (2010) enfatiza que ao organizar um estudo multi casos, a primeira tarefa é definir a teoria ou a caracterização do problema; em seguida, determina-se a apresentação dos casos selecionados e para definições dos indicadores de análise. Essas

atividades a serem executadas constituem uma grande importância para o processo de coleta de dados e o desenvolvimento da pesquisa, sendo que cada caso consiste de um estudo completo, considerando suas trajetórias relevantes e grandes descobertas que conduzem às conclusões, dando a possibilidade de obter em determinadas situações, as causas pelas quais alguns fatos ocorreram e outros não (YIN, 2010).

4.2 Sujeitos da pesquisa e coleta de dados

Para a investigação dos sujeitos da pesquisa foram abordados as firmas, como objeto central do estudo e outros atores como: especialistas da indústria 4.0; especialistas do agronegócio; universidades; startups e instituições. Isso, pois seguiu-se nesta pesquisa a lógica de analisar a adoção de inovações pela firma através do processo sistêmico, que depende de diferentes atores de um Sistema de Inovação, conforme exposto no capítulo 2 deste trabalho. O processo de definição das empresas investigadas baseou-se a partir de informações detectadas nas reportagens, a qual está mais detalhado na próxima seção.

- a) Firmas: 3 dirigentes de firmas do agronegócio.

Também, fez-se uso de uma técnica denominada de *snowball sampling*, ou seja, “bola de neve”, principalmente para identificação de especialistas e instituições. Na óptica de Biernacki e Waldorf (1981, p. 141), trata-se de uma técnica adequada para a investigação de uma pesquisa a respeito de um assunto pouco explorado, e que exige a identificação das pessoas pertencentes a um determinado grupo social para localizar pessoas ou outros atores para o estudo. O método de amostragem é usado quando os entrevistados iniciais ajudam a encontrar outros convidados potenciais em contribuir com a investigação. Por meio desta característica, a amostra é definida no decorrer do estudo e não apresenta um tamanho definido (GOODMAN, 1961).

Nesse sentido, a partir da amostragem *snowball sampling*, para o presente estudo foram selecionados os seguintes entrevistados:

- b) Especialistas do agronegócio: 3 especialistas;
- c) Especialistas em tecnologia da indústria 4.0: 2 especialistas;
- d) Universidades: 1 coordenador de curso de engenharia agrônômica;
- e) Startups: 1 empreendedores de startups;

- f) Instituições: 1 instituição de serviços para micro e pequenas empresas; 1 instituição de pesquisa agropecuária;
- g) Órgãos Públicos: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC).

4.2.1 Seleção das firmas do agronegócio brasileiro que adotam tecnologias da indústria 4.0

As firmas escolhidas para a investigação do estudo foram selecionadas através de recortes jornalísticos, websites, onde o conteúdo da informação tinha como foco a adoção de tecnologias da indústria 4.0. Também foram realizados contatos na Feira Expointer com as firmas. As características das selecionadas são observadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Firmas selecionadas para análise de caso

Empresa	Características	Tecnologia 4.0 adotada	Fonte	Ano
A	Startup	<ul style="list-style-type: none"> • Aeronaves remotamente pilotadas; • Drone de pulverização agrícola 	Jornal do Comércio	2017
B	Software e comunicações	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Big data</i> 	Site da empresa	2016
C	Telemetria	<ul style="list-style-type: none"> • Internet das coisas 	Secco Consultoria de Comunicação	2016
D	Permite monitoramento em tempo real	<ul style="list-style-type: none"> • Internet das coisas 	Zero Hora	2017
E	Otimização da cadeia produtiva	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Big data</i> e Internet das coisas 	Zero Hora	2017

Fonte: dados secundários (2017).

Convém destacar que a ideia inicial era investigar todas as firmas do agronegócio identificadas no Quadro 4, da subseção 3.2.2 deste estudo. Porém, por motivos particulares de cada uma, não foi possível alcançar o planejado, restringindo a amostra em 4 firmas. Também, foi investigado 1 firma startup do setor do agronegócio, como forma de observar o papel das mesmas no processo de aceleradora de tecnologias nesse contexto. Sua seleção ocorreu por meio de indicações, de especialistas do agronegócio e as firmas do agronegócio participantes do estudo.

4.2.2 Seleção dos especialistas em agronegócio e em tecnologias da indústria 4.0.

A seleção dos especialistas em tecnologias da indústria 4.0 foram indicados através de contatos com Universidades e possíveis especialistas, sendo estes em nível de doutorado e com a temática da tese em tecnologia da indústria 4.0.

A seleção dos especialistas do agronegócio foi por indicação de Doutores especialistas da área, onde foram disponibilizados os contatos de e-mail e posteriormente marcada a data da entrevista. Também foram realizadas entrevistas pessoalmente, através da presença dos pesquisadores na Expoiner de 2017, em Esteio-RS, onde também foi realizado o primeiro contato com as firmas do setor, indicadas pelos especialistas. A outra feira a ser destacada foi a Expomarau – Marau-RS, onde reuniu pesquisadores e profissionais no I Fórum do Agronegócio, sendo realizada a primeira abordagem do autor, com especialistas da área. As características dos investigados são descritas no Quadro 6.

Quadro 6 – Características dos especialistas investigados

Especialistas	Formação	Experiências no setor	Capacitação
A	Graduação em Administração, Mestre em Administração, Doutorando em Engenharia da Produção.	Professor nas disciplinas de gestão da inovação; gestão por processos e gestão por projetos.	Experiência nas áreas de gerenciamento de projetos, gestão de processos e logística. Interesses de pesquisa: Indústria 4.0, transformação digital das organizações e inovação.
B	Graduação em administração, Mestrado em Engenharia da produção, Doutor em Engenharia da produção.	Coordenador de curso superior em tecnologia em gestão da produção industrial, coordenador de curso de engenharia da produção.	Pesquisador do grupo de pesquisa em modelagem para aprendizagem.
C	Graduação em Agronomia, Mestrado em Agronegócio, Doutorado em Agronegócio.	Pesquisador no setor do agronegócio.	Atuou como bolsista Cnpq de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI) no Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO-RS) do Ministério da Agricultura, com projeto ligado ao controle de qualidade e classificação de produtos vegetais.

D	Graduado em Economia, Mestrado em Economia, Doutorando em Economia.	Coordenador de Pesquisa em Agronegócio, Pesquisador do Núcleo de análise setorial nas linhas de pesquisa de economia agrícola, economia industrial, economia da inovação e desenvolvimento econômico.	Possui experiência na docência universitária e no desenvolvimento de projetos de pesquisa e consultorias técnicas.
E	Graduado em Engenharia Agrônômica, Mestre em Planejamento de Sistema Cibernéticos, Doutorando em Engenharia elétrica	Pesquisador na área do agronegócio e internet das coisas.	Experiência no setor do Agronegócio. Tem experiência no exterior (França) por meio de graduação sanduíche em Mercados Agropecuários Internacionais. Líder do Grupo de Trabalho de Aplicações e Serviços do Fórum Brasileiro de Internet das Coisas.

Fonte: dados elaborados a partir do pesquisa de campo

4.2.3 Seleção de atores institucionais envolvidos com o agronegócio gaúcho e com tecnologias da indústria 4.0.

A seleção dos atores institucionais foi percebida no decorrer das entrevistas com os especialistas, sobre a importância dos mesmos no processo de pesquisa, desenvolvimento e extensão dessas tecnologias até a firma. Alguns desses contatos foram realizados na Feira Expointer, onde foi direcionado o responsável pela área de tecnologia da indústria 4.0, o agendamento de horários e as datas para possíveis entrevistas. Alguns atores institucionais em nível de Brasil, não foi possível investigar pela ausência de retorno para a efetivação da entrevista.

Destacam-se como atores institucionais universidades, centros tecnológicos e acessoria às micros e pequenas firmas. No decorrer da coleta de dados, foi possível perceber entre os investigados a importância do papel dos (MCTIC) e (MDIC), na condução da temática em estudo, sendo pauta de discussões, *workshops* e seminários, sendo assim, participantes da amostra. O Ministério da Educação (MEC) foi mencionado entre os investigados, porém não foi possível obter retorno para a entrevista.

Todos os componentes da amostra foram contatados via e-mail com antecedência, onde era realizada a apresentação do autor, do objetivo do trabalho, dos dados institucionais e convidando a participar da entrevista. Após o retorno, eram agendadas datas e horários para a

efetivação do estudo, que normalmente era realizado via vídeo conferência. As entrevistas, Instituição A, Especialista C, foram realizadas pessoalmente, pela acessibilidade do autor com os investigados.

4.3 Técnica de coleta e análise de dados

A entrevista semi estruturada oportuniza ao entrevistado a possibilidade de apresentar suas experiências, decorrente do foco principal determinado pelo pesquisador. Nessa lógica, essa técnica permite respostas livres e espontâneas do entrevistado e valoriza a atuação do entrevistador (HAIR Jr et al, 2005; TRIVINOS, 2010). As questões abordadas na entrevista consideram fundamentações teóricas da investigação e as informações que o pesquisador coletou sobre o fenômeno social (TRIVINOS, 2010), o que consiste em uma maneira de analisar com maior ênfase as questões levantadas (LAKATOS, MARCONI, 2010).

O roteiro de investigação da firma foi validado por uma pesquisadora Doutoranda em Engenharia de Produção. Em relação aos roteiros dos demais grupos, foi realizado um pré-teste com primeiro investigado de cada grupo, sendo analisados e ajustados conforme a necessidade percebida pela amostra. Foram realizadas 14 entrevistas entre os dias 20 de agosto de 2017 até 15 de outubro de 2017, estimando um tempo de 30 a 60 minutos cada. Richardson (2012), enfatiza que cada entrevista proporciona importantes informações para a análise, o que envolve tempo para considerar de fato todo o conteúdo. O autor recomenda que, para uma pesquisa, o limite máximo de amostra são de 20 investigados. Os roteiros utilizados estão disponíveis no Apêndice A, B, C e D do estudo.

Antes de iniciar a entrevista, foi solicitado aos investigados a permissão para gravar o conteúdo, no qual posteriormente foi transcrito os áudios, analisando e interpretando os dados, seguindo as orientações de Richardson (2012). Visando manter a ética e a integridade da amostra, foram substituídos seus nomes por códigos alfabéticos atribuídos como Firmas (A, B, C e D); Instituições (A, B, C, MCTIC e MDIC); Especialistas (A, B, C, D e E), conforme determinado por Bardin (2009).

Em relação à análise e interpretação dos dados, no presente estudo utilizou-se a análise do conteúdo, seguindo as orientações de Bardin (2009, p. 121). Para o aprofundamento das técnicas e métodos, consideram-se três etapas: 1) organização da análise; 2) codificação dos resultados; 3) as categorizações; 4) interferências; 5) informatização da análise das comunicações. Para a eficiência dos resultados, a análise do conteúdo deve ter como ponto de

partida o objeto em estudo. Isso oportunizará uma maior coerência do método, de acordo com as interpretações dos dados, obtidos através da coleta de dados.

As diferentes fases da análise de conteúdo organizam-se em torno de três sequências, as quais se destacam: 1) A pré- análise; 2) a exploração do material; e 3) o tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação (BARDIN, 2009, p.121). “Isto porque a análise de conteúdo se faz pela prática” (BARDIN, 2009, p.51). Richardson (2012), esclarece que em estudos qualitativos busca-se examinar as técnicas de pesquisa, por meio de determinadas características, regras e procedimentos utilizados em cada etapa da análise do conteúdo. Nesse olhar, o pesquisador observa as categorias a serem analisadas, critérios para utilizar, registrar e codificar o conteúdo. Em síntese, o Quadro 7 apresenta em ordem cronológica a lista dos investigados para o estudo, data e duração da entrevista.

Quadro 7 - Lista de investigados para o Estudo

Amostras	Entrevistado	Caracterização da amostra	Data da entrevista	Duração da entrevista	Técnica de realização da entrevista
Firmas	Firma A	Firma Startup	16/10/2017	34:35	Gravada
	Firma B	Firma do agronegócio	17/10/2017	54:45	Telefone
	Firma C	Firma do agronegócio	13/09/2017	42:38	Gravada
	Firma D	Firma do agronegócio	19/10/2017	36:21	Gravada
Instituições	Instituição A	Assessoria	09/10/2017	48:31	Gravada
	Instituição B	Instituto Tecnológico	22/08/2017	48:23	Gravada
	Instituição C	Universidade	28/09/2017	1:01:06	Gravada
	MCTIC	Ministério MCTIC	08/11/2017	20:25	Gravada
	MDIC	Ministério MDIC	21/11/2017	25:20	Telefone
Especialistas	Especialista A	Especialista em tecnologia da indústria 4.0	24/08/2017	57:26	Gravada
	Especialista B	Especialista em tecnologia da indústria 4.0	23/08/2017	57:26	Gravada
	Especialista C	Especialista em Inovação do Agronegócio	01/09/2017	50:43	Gravada
	Especialista D	Especialista em Inovação do Agronegócio	02/09/2017	01:03:49	Gravada
	Especialista E	Especialista em Inovação do Agronegócio	09/09/2017	28:07	Gravada

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Categorias de análise

Conforme descrito no Quadro 2, do item 2.2 da revisão da literatura, foram consideradas as seguintes categorias de análise para o presente estudo.

- a) Tendências: a firma decide adotar uma nova tecnologia quando observa as condições de mercado, analisando fatores que em certas circunstâncias está fora do controle da mesma, conforme orientações de Farzin et al (1998);
- b) Escolha tecnológica: envolve a identificação de quanto a firma consegue avançar com a adoção da inovação escolhida, ganhos de oportunidade econômico e social, através da diferenciação dos concorrentes, e também a participação dos recursos humanos para o processo de pré adoção e adoção da firma, conforme orientações de Massini, Henrich e Greve (2005); Engsfelt e Nordgren, (2014); Langley e Truax (1994);
- c) Características e peculiaridades da adoção pela firma: ressaltam-se as estratégias que a nova tecnologia impacta na dinâmica da firma e o desempenho da mesma frente às outras firmas do setor, onde estimula a outras firmas a adotarem tecnologias, conforme orientações de Kimberly e Evaniska (1981); Langley e Truax (1994); Rogers (1994) e Frambacha e Schillewaert (2002);
- d) Dificuldades barreiras tecnológicas: destacam-se os elementos internos da firma, como conhecimentos da gestão e colaboradores, mão de obra, regras, normas de como adotar as tecnologias, seguindo Parent e Prescott (1994) e Rogers (1994). E as dificuldades externas, que caracteriza o incentivo por parte do Estado e o papel dos atores externos em auxiliar a firma em como conduzir o processo de adoção tecnológica, como mencionados por Farzin et al, (1998); Rogers (1994); Parent e Prescott (1994);
- e) Mão de obra: envolve os esforços de treinamento e desenvolvimento da mão de obra da equipe interna e gestores, apoio de consultores e outros atores externos que estimulam a firma em inovar, como destacados por Damanpour (2001), Wisdom et al (2014), Buzzacchi et al (1993);
- f) Papel do Estado: envolve a participação em incentivos fiscais e financeiros, elaboração de políticas públicas, sendo um estimulador da firma em adotar tecnologias, sob a orientação de Parente e Prescott (1994);
- g) Atores institucionais: participação de Universidades, centros de pesquisa, institutos tecnológicos, consultorias, concedendo o apoio para a adoção de tecnologias da firma, seguindo as orientações de Wisdom et al (2014);

- h) Resultados de inovação em processos e produtos: obter informações sobre a dinâmica interna da firma frente a inovação em produtos e processos Damanpour (2001);
- i) Resultados econômicos: envolve o papel da firma no aumento do faturamento, análise do prazo de retorno, com base nos conceitos de Wisdom et al (2014).

5. ADOÇÃO DE INOVAÇÕES PELAS FIRMAS DO AGRONEGÓCIO DO RIO GRANDE DO SUL

Neste capítulo apresenta-se a análise e descrição dos resultados investigados, sobre a adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul. Por meio de um estudo exploratório e qualitativo, são apresentados os resultados, seguindo as categorias de análise.

Na primeira subseção, identifica-se as firmas que adotam as tecnologias da indústria 4.0, bem como as tendências e características das tecnologias adotadas. Na segunda subseção, apresenta-se como ocorre o processo de adoção e a interferência na firma, abordando as dificuldades encontradas, a mão de obra para seu desenvolvimento, o papel do Estado, enquanto o apoio financeiro, incentivos, subsídios, políticas industriais e os atores externos que auxiliam a firma nesse processo. Na terceira subseção, apresentam-se os resultados com foco na inovação em processo e produto e os resultados econômicos, apontando o aumento do faturamento da firma e análise do custo de oportunidade, após a adoção de tecnologias 4.0.

Na quarta subseção, apresenta-se a visão institucional, na qual representam papel importante em conjunto da firma no processo de adoção de tecnologia, por auxiliar o processo de gestão, testes de protótipos e a qualificação da mão de obra. Constata-se o papel dos órgãos públicos, através da representação do MCTIC e o MDIC sobre as tecnologias em que estão sendo pauta de estudos no Brasil. Na quinta subseção, apresenta-se um panorama, a partir das experiências dos especialistas em tecnologia da indústria 4.0 e especialistas do agronegócio.

5.1 Firmas adotantes

Em termos, as firmas investigadas que estão adotando tecnologias da indústria 4.0 destacam-se:

Quadro 8 - Firmas startup e do agronegócio que adotam tecnologias 4.0

Firmas	Nº de colaboradores no Brasil	Localização geográfica no RS	Ano de fundação	Principais produtos fabricados	Principais inovações
A	6	São Leopoldo	2014	Drones de pulverização agrícola; Aeronaves remotamente pilotadas;	Robótica
B	1000	Montenegro	1837	Hardware com conexão de um servidor da Firma B via internet	Internet das coisas
C	2100	Não me Toque	1960	Máquinas agrícolas conectadas por telemetria.	Internet das coisas
D	6.000	Porto Alegre. 30 unidades em todo o Brasil	1913	<i>Playground</i> – uma aplicação de <i>Big Data</i> para toda a cadeia produtiva Drone com uma câmara 3D, por meio de IOT.	Internet das coisas e <i>Big Data</i>

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa de campo.

No conjunto das nove tecnologias da indústria 4.0, como destacado na revisão da literatura, não foram adotadas pelas firmas investigadas os sensores, a integração vertical e horizontal, a nuvem, a realidade aumentada, sensores e a manufatura aditiva. Portanto, as conclusões do estudo serão referentes às tecnologias: Internet das Coisas – IOT, *Big Data* e Robótica. A seguir, apresenta-se a escolha das tecnologias da indústria 4.0 por parte das firmas startup e firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul.

5.1.1 Como é feita a escolha tecnológica?

A decisão de adotar tecnologias entre as firmas investigadas A, B e D, ocorre por meio da integração do conhecimento por parte da cultura inovadora da firma, através do intercâmbio com multinacionais, que oportunizou conhecer a tecnologia e adaptar à realidade econômica do Brasil. Notou-se uma particularidade na firma C, que é de origem familiar, que foi a utilização de seu centro de P&D para gerar atividades inovativas, com formação de equipes interdisciplinares, testes de protótipos, conectividade, informações em tempo real, permitindo maior competitividade nacional e mundial.

Sendo assim, as firmas investigadas apontaram que a decisão de adotar tecnologias da indústria 4.0 são pautadas pela inovação disruptiva de seus processos, por meio da identificação de ganhos econômicos para o setor do agronegócio. Constatou-se ainda que as firmas, A, B e C são caracterizadas por estarem localizadas antes da porteira, e atuam como “puxadoras” de

tecnologias (*technology-push*), o que estimula as firmas dentro e pós porteira a repensarem as vantagens que a adoção de tecnologias da indústria 4.0 poderão provocar em seus negócios.

De forma mais específica, destaca-se que a Firma A volta-se para a integração de drone com robótica, oportunizando vantagens para o produtor rural. A Firma B ressalta a escolha de um *hardware*, que auxilia o gerenciamento da propriedade rural por meio da IOT, analisando desde o solo até a assistência técnica:

“A Firma A tem duas competências: 1º) produzir o drone; e 2º) e uma estação experimental onde realiza os testes, com as equipes de trabalho em campo. Essas equipes farão a prestação de serviço futuro. A empresa nasceu com a ideia de fazer um drone para pulverização. No decorrer das atividades, transformou-se em uma startup, como um modelo de negócios ainda não definido. Definem-se os ajustes no decorrer das atividades, ou seja, na medida em que o drone vai voando. O drone tem tecnologia da robótica. A Firma A trabalha uma inovação disruptiva, apresentando uma série de benefícios para o produtor. O drone é desenvolvido por meio de hardware e software para voar de maneira adequada na área plantada. O objetivo da escolha dessa tecnologia é ser mais eficiente e a um preço acessível para produtor rural”. (FIRMA A).

“A tecnologia foi lançada nos Estados Unidos em 2014, onde ocorre maior incentivo à adoção, qualificação de mão de obra, ênfase na procura de produtos, índice de eficiência e eficácia em produtividade, o que é muito diferente da realidade do Brasil. Essa tecnologia, transmite informações por meio de um dispositivo ao produtor, sobre estoque, momento de preparo para o solo, momento de plantio, insumos a serem utilizados, matéria prima, monitoramento de frota, entre outros. A assistência técnica também é realizada via acesso remoto, o que customiza tempo e recursos financeiros. É um servidor instalado na Firma B, conectado em celulares, tablets, smartphones, conectados via chip, por meio da internet”. (FIRMA B).

Durante a investigação, constatou-se que a Firma C possui uma cultura pró-ativa em inovação que iniciou nos anos 2000, com a eletrônica embarcada e agricultura de precisão. Esse cenário despertou a vocação inovadora por parte desta firma, por meio de testes de protótipos, identificando que a inovação do agronegócio oportuniza desafios e conquistas para o setor. Mencionou, ainda, que as oportunidades observadas em feiras nacionais e internacionais, que as inovações disruptivas constituiriam a nova economia. A Firma C mostrou-se preparada para escolher a internet das coisas como a tecnologia 4.0, que oferece uma estratégia de gestão por meio da conectividade em tempo real. O relato da firma é seguinte:

“A Firma C, é uma das únicas firmas no Brasil e talvez no mundo, em que integra o desenvolvimento de máquinas agrícolas em conjunto com hardware e software. Então, fica esse desafio de estar sempre próximo das tecnologias, das tendências, para o setor do agronegócio. Existe um setor de engenharia internamente, que pensa nisso, então é algo novo no mercado, com rumo a transformação digital” (FIRMA C).

“Todas as máquinas da firma, estão conectadas pela telemetria, o que proporciona informações, ideias e insights. Isso é internet das coisas, na qual foi iniciado o processo de pesquisa em 2009, sobre IOT na comunicação entre as máquinas e o

lançamento da tecnologia em 2014-2015. Em 2016, foi integrado dados das máquinas com o sistema de gestão, proporcionando comparar os dados do agronegócio, com outros setores da economia, integrar dados da logística, meteorologia e assim por diante. Esse desenvolvimento de software, proporciona redução de custos e informações precisas e oportunas para dentro da porteira” (FIRMA C).

Foi possível identificar, através do relato da Firma C, que as discussões sobre as tecnologias 4.0 no Brasil surgiram a *posteriori* as práticas desenvolvidas pela mesma, o que torna-a cada vez mais reconhecida pela estratégia de escolha. Por outro lado, a Firma D trabalha com tecnologias *Big Date* e Internet das coisas. Essa escolha envolve cautela pois, em primeiro momento, estuda-se sobre a tecnologia, identifica o tempo de aplicabilidade e o que necessita ser modificado; envolve a firma e seus colaboradores a buscarem aprender e entender a tecnologia por meio de testes e simulações. Por último são selecionados projetos, com capacidades de tolerância ao risco de implementar uma inovação, na qual a firma concede segurança, caso ocorra falhas na aplicação da tecnologia.

Através dos relatos da mesma, a excelência operacional é um valor importante, o que oportuniza a aplicabilidade das tecnologias 4.0:

“A tecnologia é usada para dentro da fábrica e não dentro da porteira. A Firma D, tinha um departamento que se chamava agricultura digital, onde trabalhava por meio de tecnologias emergentes fora do alcance da Firma, através do playground – uma aplicação de Big Date para toda a cadeia produtiva -. Foi identificando essa necessidade, o setor levou para a fábrica o conceito e posteriormente trabalhar as aplicabilidades. Utiliza-se potakrade desde de 2014, e as tecnologias que estão dentro dele, é usado desde 2015. A tecnologia é dividida em 4 quadrantes. Um quadrante é o desenho de tecnologias, onde trabalha-se as técnicas e metodologias a serem adotadas. O segundo quadrante consta os padrões de mercado. No terceiro quadrante, apresenta as tecnologias IOT e Big Date. No quarto quadrante chama-se de plataformas e ferramentas e suas aplicações na firma. Num primeiro momento, é realizado a ideia, concretiza e valida a tecnologia. Para analisar o drone, se utiliza o vídeo game no computador, fazendo testes, evoluindo conceitos, até chegar no produto final, que é um Drone com uma câmara 3D, por meio da IOT. Os fertilizantes são considerados a cadeia pobre do agronegócio e essas tecnologias vem para revolucionar as firmas dentro da porteira” (FIRMA D).

Destaca-se também, conforme observado pela firma D, as tecnologias 4.0 emergiram de acordo com as atividades de trabalho na relação com o tema. Em muitas situações, a troca de experiências internas favorece à decisão de escolha, através da realização de testes, que proporciona grandes aprendizados, através de erros e acertos cumulativos.

Pode-se constatar que as firmas startup e as firmas do agronegócio A, B, e C escolheram as tecnologias para auxiliar as firmas dentro da porteira, com o desafio de tornar a tecnologia a um preço acessível por meio de estratégias cooperativas, aumento na produtividade,

conectividade, monitoramento em tempo real, ferramentas que auxiliam na tomada de decisão do produtor rural. Nota-se que, entre as investigadas, a escolha das tecnologias em estudo não contemplam as firmas pós porteira. Isso deve-se ao fato da heterogeneidade entre as firmas do setor, o que limita a adoção entre todos os elos da cadeia.

A Firma D escolheu essas tecnologias para melhoria dos processos internos e a aplicabilidade para os demais elos da cadeia está em fase conceitual. É nesse cenário, em que a firma identifica os acertos e erros cumulativos, sendo etapas importantes do processo de aprendizado, elementos esses característicos da atividade de pesquisa. A integração entre duas tecnologias permite a eficiência em custos, otimização das aplicações de fertilizantes e mão de obra irá favorecer a firmas antes da porteira e com benefício dentro da porteira a partir de 2018. Pelo relato da firma D, num primeiro momento o pós porteira não será beneficiado diretamente com as tecnologias desenvolvidas pela mesma.

Em termos gerais, as tecnologias da indústria 4.0 das firmas A, B, C e D projetam para um caminho tecnológico revolucionário, que aponta para benefícios ao setor. Tal cenário é convergente ao estudo de Massini, Henrich e Greve (2005), pois estão atuando na fronteira tecnológica, sendo as primeiras adotantes e motivadas pela oportunidade de ganho social e econômico.

5.1.2 Quais tendências de adoção foram observadas?

A firma startup e firmas do agronegócio apontaram semelhança no que se refere a busca do conhecimento internacional para adotar as tecnologias em estudo. Esse intercâmbio, oportuniza identificar os avanços que a prática e ciência determinam. Tem-se observado que, ao adotar as firmas, buscam conhecimento com outros países e posteriormente adaptam a realidade do Brasil. Bem como, criação de parcerias para inovar e eliminar barreiras e incertezas quanto a decisão de adotar tecnologia em estudo. Destaca-se ainda, como tendência, o aumento de produtividade, ou seja, produzir mais, com a mesma área destinada a plantação, por meio do incremento de novas funções da tecnologia existente.

Também, destaca-se a importância da adoção de tecnologias da indústria 4.0, como forma de promover a qualidade de vida da população, otimização da força de trabalho, oportunizando a ampliação da capacidade de diversificação. Cabe mencionar que a tendência é a transformação das firmas do agronegócio em recursos ociosos, onde incide a possibilidade de

observar novas alternativas de crescimento. Sendo assim, constatou-se como respostas das firmas:

“O Brasil têm uma agricultura desenvolvida, embora é uma produtividade muito baixa em comparação com outros Países. Mas pode-se comparar o setor do agronegócio do Brasil com os Países dos Estados Unidos, Ucrânia, França, economias estas, que tem um padrão tecnológico já existente, de “alto padrão”. (FIRMA A).

“Preocupa-se devido ao meio rural, ser um local de difícil acesso a tecnologia. Mas por outro lado, há um cenário positivo, pois, os proprietários rurais estão com um olhar sistêmico para inovar. Nessa tecnologia que a Firma B, adotou, há clientes cautelosos em adquirir, porém, há aqueles já interessados. A ideia é evoluir o hardware, e atribuir outras funções no mesmo, onde através da conectividade, como por exemplo, escolhe-se a marcha do trator, que consome menos combustível, observa-se o plantio, realiza-se a própria manutenção”. (FIRMA B).

“Pretende-se aumentar os investimentos no curto prazo, adotando a tecnologia de realidade aumentada e sensorização. Estamos trabalhando em algo para as plantas, porém, ainda na prova de conceito. As demais tecnologias 4.0, estima-se a adoção no longo prazo. A ideia para 2018 é sensorizar todo o campo, onde se realiza todo um monitoramento em nível de nitrogênio no solo, o que torna importante quanto o potássio. Precisa-se achar uma fórmula para a Firma D, conseguir aprimorar a capacidade analítica, sobre as novidades que terá dentro da porteira”. (FIRMA D).

A firma C menciona que as inovações radicais na área da eletrônica serão o futuro do agronegócio. A tendência é resolver os problemas do setor por meio do acesso a tecnologias que oportunizem ganhos de produção, eficiência em custos, possibilitando a firma competir no ambiente nacional e internacional. Estima-se tornar cada vez mais a equipe interdisciplinar e acompanhar a evolução das tecnologias, e aplicá-las por meio de protótipos, parcerias com clientes e unidades de demonstração. Pode-se constatar, através da investigação, que a firma, em seu propósito, trabalha para a evolução do agronegócio brasileiro:

“Temos muito orgulho, de ser uma empresa brasileira, que está se tornando uma multinacional no ramo do agronegócio, tentando fazer diferente e ter essa visão de que hoje em dia, se fala muito em eletrônica, de indústria 4.0, eletrônica embarcada, startups. A Firma C, buscou resolver os problemas do agronegócio, e trabalha de forma evolutiva para isso, como por exemplo, a cada safra no Brasil, aumenta a produtividade, temos muito orgulho em saber que a Firma C, tem um pouco de parcela nesse aumento de safra. Isso em virtude da tecnologia. Até 2030, cerca de 70% das empresas estarão fazendo softwares, e no caso, a própria firma, deve internalizar mais essas coisas. A firma C, teve a ideia de traçar os caminhos internos, determinar as estratégias em como traçar os caminhos da revenda” (FIRMA C).

“Continuar com a internet das coisas – IOT, vejo que é um fator muito forte para se trabalhar, a integração de sistema, mas a informação na palma da mão, em tempo real, se consegue fazer com que o produtor faça mais com menos. A meta é ser até 2021, uma das maiores firmas do mundo em agricultura de máquinas agrícolas. É uma meta muito arrojada, tem muita empresa grande no mercado, e muito isso, vem

da inovação, e para se manter nesse índice e fazer o produtor comprar e trocar máquinas, tem que trazer novidades e grande parte dessa tendência, está com tecnologias relacionadas a telemetria e agricultura de precisão” (FIRMA C).

Constata-se por meio do estudo que as firmas A, B, e D observaram a aplicabilidade das tecnologias da indústria 4.0, nos países desenvolvidos e buscaram adaptar no Brasil, frente aos gargalos que o setor do agronegócio apresenta. Soma-se à investigação, o envolvimento de fornecedores, clientes e mão de obra internacional nas etapas de produção e processos, sendo estes elementos fundamentais para acelerar a adoção nas firmas.

A firma C, observou as tendências participando na feira de *Hannover*, na Alemanha, a Agrishow em Ribeirão Preto – São Paulo, onde, por meio da equipe interna, o mentor foi o coordenador do centro de pesquisa e desenvolvimento. Nesse sentido, constata-se que a firma C é exclusiva na amostra, que adotou uma tecnologia brasileira e não havendo dependência das multinacionais, o que torna a mesma diferente das demais investigadas.

Conforme a investigação entre as firmas, quando decidem inovar, identificam necessidades no mercado, planejam e posteriormente trabalham com cenários e tendências do setor, observando as condições de mercado, incertezas, preocupações, aceitação do cliente, identificando assim a recuperação do investimento, a qualificação da mão de obra, como identificados na teoria desenvolvida por Farzin et al (1998).

5.1.3 Como é feita a adoção?

Ao adotar tecnologias, as firmas modificam a capacidade produtiva e a condução dos negócios. Foi possível perceber que as características referentes à adoção, entre as investigadas startup e do agronegócio, foram: integração de hardware e software; conectividade; soluções inteligentes na tomada de decisão; interação com clientes e fornecedores; conversação entre processos; qualificação da mão de obra; pesquisa & desenvolvimento. As respostas das firmas A e B foram:

“O drone tem muita coisa de robótica, a inovação é bastante disruptiva, com uma inovação que o produtor rural faz hoje. Para efeito de trator, e efeito de aviação, ocorre uma série de benefício para o produtor. Na etapa do desenvolvimento, destaca-se o hardware na identificação do software, o que oportuniza o drone voar com maior agilidade e de uma maneira melhor” (FIRMA A).

“Trata-se de um servidor da firma B, conectado nos celulares, smartphones, tablets, que dá suporte para a tomada de decisão do agricultor. Trata-se de um hardware que conecta com a central da máquina via chip, por meio de uma conexão via internet. Esse processo, realiza todos os relatórios da máquina, onde no próprio site, com login

e senha. Através desse servidor se consegue ver toda a posição da máquina. O B Linki tem o centro de soluções tecnológicas inteligente, que trabalha com tecnologia e os produtos são feitos por uma das novidades para adequar as máquinas, na conversação com os demais equipamentos para entender o cliente. O grupo de pesquisa vai a campo, realiza testes, identifica quais as necessidades e principais preocupações do cliente. Este centro, atua em São Paulo e nos Estados Unidos. Na Firma B, investiu gradativamente em treinamento, por ser mais eficiente, no entanto, se adapta a realidade do Brasil, por meio de manuais estrangeiros, orientações. Mais de 90% das instruções são repassadas por telefone e 10% em algum encontro presencial. A equipe focou em produto e tecnologia do trator”. (FIRMA B).

Destaca-se também que as firmas adotam as tecnologias com base na demanda do mercado, por meio de inovações incrementais na tecnologia em execução e a realização da P&D, para ser assertivo na adoção de uma nova tecnologia.

A transformação ocorrida no setor de máquinas e equipamentos agrícolas apresenta um perfil inovador desde os anos 2000, quando surgiu a agricultura embarcada e agricultura de precisão como mencionada pela Firma C. Essa lacuna observada sucede das falhas de integração entre usuários e máquinas dos produtos importados, o que fez da Firma C buscar conhecimento para entender e a repensar melhor a adoção dessas tecnologias. Nesse sentido, destaca-se:

“O agronegócio, tomou uma proporção, onde para se diferenciar em tecnologia, precisa-se perceber os detalhes. O Brasil contribui para a alimentação do mundo, e para isso, será necessário, fazer mais com menos. Então, qualquer tecnologia como a telemetria, agricultura de precisão, vem muito a esse encontro. Isso ajuda o produtor na tomada de decisão, pois ele começa a ter o número de máquinas maiores, onde ele carece muito de informações, por isso, a importância do projeto com o SAP. O que justifica a importância das fazendas atuarem mais na gestão. E os dados dessas máquinas podem ajudar o produtor a entender a eficiência da fazenda e poder agir em tempo real, por meio dessas informações”. (FIRMA C)

“Com o avanço da tecnologia, foi para entregar os dados das máquinas com o sistema de gestão de fazenda e muitas vezes tinha os dados separados por si só, o que não faz muito sentido. Foi desenvolvido a busca de uma solução integrada que manda os dados para o SAP e consegue dar muito mais valor com esses dados. A opção pela telemetria, foi analisada pela nossa própria engenharia interna que observou as tendências na Agrishow na Europa, por meio da feira de Hannover, sendo saídas tecnológicas bastante oportunas frente às novas tecnologias para a Firma C”. (FIRMA C).

Observa-se, como característica da adoção de tecnologias, o aprendizado como caráter cumulativo. Como resultado, visualiza-se o aumento da própria capacidade de aprender, caracterizado como *learning by learning*. Quanto mais uma organização aprende, mais eficiente torna-se sua gestão e o seu processo de aprendizado. A Firma D, menciona que:

“Eu gosto bastante, desse conceito, do lean startup, que eu acredito que seja, a maior parte dos aprendizados, acontece quando está ensinando alguém, através da troca de conhecimento para testar a tecnologia e também por aprender vários processos, mesmo quando ocorrem falhas. O Takrade foi desenvolvido há dois anos, e as tecnologias estão em seu interior. Desde o início, trabalha-se com técnicas e metodologias aonde o IOT e a Big Data, são considerados como plataformas e ferramentas. Quando se fala em IOT, as tecnologias de imagens e drones, está em fase final de implementação. Trabalha-se também com a linha de startup, onde é incubado a ideia, acredita-se que faz sentido, e aos poucos são realizados os ajustes, e pilotando quando necessário. Para analisar o drone utiliza-se um vídeo no computador e fazendo os testes, de forma a evoluir os conceitos, até chegar no produto final, por meio de um drone, com uma câmara 3D, que faz esse movimento. Assim evolui-se dessa maneira por meio do IOT, e de passos repetitivos de vibração e imagens”. (FIRMA D).

Ainda a firma D menciona que a adoção ocorreu por meio de parcerias, onde favoreceu o *know-how* entre os envolvidos. Pode-se complementar também que as características envolvidas para firma adotante é o teste de protótipos, *workshops*, planejamento, interdisciplinaridade para alcançar o objetivo final. Sendo assim, a Firma D complementa:

“Sempre se procura melhorar e estimular as condições de parcerias, esse foi o comportamento solicitado da Firma D. Foi desenvolvido uma plataforma relacionada a tecnologia, então quando ocorre o mapeamento é contatado esses fornecedores para obter as primeiras provas de conceitos. As interações vão desde o surgimento das falhas iniciais, através da elaboração de workshops para discutir essas tecnologias, realização de visitas nas unidades para enxergar o caso de uso real, reuniões, para discutir melhorias da tecnologia, até cenários que co-criação, onde tanto a Firma D, como o parceiro (fornecedor), trabalham em conjunto”. (FIRMA D).

Na investigação realizada, percebeu-se um conjunto de atores humanos, institucionais e tecnológicos, que formam o processo de ideias, pré-adoção adoção da firma. Visualiza-se que o sucesso da adoção ocorre por meio da acumulação de competências técnicas, através de processos de aprendizado tecnológico e das estratégias de comercialização adotadas, baseados na experiência, na busca e em P&D por parte da firma.

Nesse contexto, as respostas obtidas no estudo assemelham-se à teoria de Kimberly e Evaniska (1981), constatando que a adoção da tecnologia oportuniza especialização de processos como diferencial para adotar novas rotinas, fazendo parte da identidade da firma.

5.1.4 Quais foram as dificuldades de adoção das tecnologia 4.0 identificas pelas firmas?

O processo de adoção, como mencionado na revisão da literatura, pode apresentar incertezas internas e externas, que geram dificuldades para a firma. Vale ressaltar que o empresário identifica o processo inicial de adoção no curto prazo, como um “gasto”,

“desembolso”, e pode modificar sua compreensão para investimento em médio e longo prazo, em virtude do retorno.

As principais dificuldades externas, citadas entre as investigadas é o acesso ao crédito, burocracia em termos de políticas públicas e participação de projetos que exigem conectividade, banco de dados estatísticos em tecnologia do setor, educação, cultura empreendedora, imaturidade da firma, parceiros para auxiliar no processo de adoção. Como dificuldades internas, as firmas startup e do agronegócio mencionam a produtividade, as relações de trabalho, normas internas da firma, segurança e proteção do ser humano. As firmas respondentes mencionaram que:

“O Brasil, pode ser um País em desenvolvimento, um dos gargalos é a produtividade. Isso deveria ter uma análise mais profunda, pois, nos Estados Unidos, a produtividade da soja, fica em torno de 1520 quilogramas por hectare a mais que o Brasil. Essa é uma dificuldade que o produtor observou e está em busca de uma solução mais eficiente. Outra dificuldade é o acesso ao crédito, em especial, a ausência de linhas de crédito para firma que trabalham com pesquisa e desenvolvimento. Está longe de quem está pensando que o dia vamos tentar fazer difusão de tecnologia profunda. A burocracia consome o empresário, onde ele deveria ter mais ociosidade para pensar no negócio”. (FIRMA A).

“O governo não ajuda com sinal, discute-se com os Estados Unidos, porque eles já estão no 4G, mas aqui, não há tecnologias de ponta para suprir. Outras preocupações são consideradas: a) burocracia: relação de trabalho, com uma máquina tipo protótipo, onde ele interage com o ser humano; b) segurança: ocorre a necessidade de olhar as normas e segurança de proteção; c) normas internas da firma, como forma de evitar entraves e condições inacessíveis durante os testes, pelo fato de comprometer todo o esforço tecnológico investido”. (FIRMA B).

“No Brasil não se tem um viés empreendedor em inovação. A lacuna educacional impede uma cultura de empreendedorismo, como também, o ambiente econômico da atualidade, não estimula a firma a inovar. Existem também falhas no processo de adoção, em alguns casos, destaca-se a imaturidade da firma em adaptar a tecnologia a realidade do agronegócio brasileiro. Algumas situações, a Firma tinha em mente o benefício da tecnologia, porém, quando buscava-se parcerias com os fornecedores no Brasil, era direcionado para uma tecnologia, baseada na necessidade de relação comercial. Há uma grande preocupação em eliminar o trabalho braçal no agronegócio, porém, uma dificuldade em disseminar a adoção em todos os elos da cadeia”. (FIRMA D).

Nota-se, também, a comparação do Brasil com outros Países desenvolvidos, por meio de exemplos que apresentam a adoção de tecnologias com incentivo do Estado. O que no Brasil é uma barreira que deveria ser amenizada para poder ocorrer o incremento tecnológico por parte da firma.

Por outro lado, conforme investigação, houve firmas que não encontraram dificuldades devido à cultura inovadora da firma. Porém, mencionam que as políticas públicas burocráticas

apresentam dificuldade de interpretação e informações desconectadas e subjetivas. Em muitas situações, a busca de adoção da tecnologia via incentivos como Lei do Bem⁶ e FINEP⁷ é muito burocrática, o que impede a firma de iniciar e concluir a busca e seleção da tecnologia. Com base nos argumentos, a Firma C, menciona sua dificuldade/facilidade de adoção:

“Não encontramos muita dificuldade, pois, em alguns aspectos não dependemos do governo, no olhar estratégico e operacional da tecnologia em si. O que dificultou foi enquadrar a ideia tecnológica nas políticas públicas, pois torna-se muito burocrático, a colocação das informações e saber convencer que a inovação tecnológica, teria benefícios, para o setor, para a sociedade. Espera-se também, maior participação do Estado, em relação a conectividade, pois atualmente, se torna um grande entrave. Porém, se faz necessário, um levantamento estatístico do setor, pois é difícil de medir, o que os níveis de tecnologia representam para o setor. Muitas vezes estima-se, mas não tem muito senso de apropriabilidade”. (FIRMA C).

Pelos relatos da Firma C, pode-se constatar que a integração da internet das coisas e telemetria ocorreu de forma acessível no processo de adoção. No entanto, não se descarta a possibilidade de enfrentar entraves, na medida em que novas inovações radicais forem sendo adotadas. Percebeu-se que o fato descrito pela mesma é a semelhança com as demais investigadas, onde as dificuldades externas não estão sob seu controle que, conforme identificados no estudo, impactam diretamente na expansão da firma, em suas capacidades de inovação em processos e produtos.

Quanto às dificuldades internas, foi abordado apenas pela Firma C, relação de trabalho conjunta entre ser humano e tecnologias 4.0 como, por exemplo, robôs, sensores, o que deve-se atentar para uma requalificação e uma reorganização das capacidades internas da firma.

Sendo assim, pode-se assemelhar a realidade obtida através das firmas investigadas, do estudo com Farzin et al (1998), possibilitando compreender que a dificuldade de adoção

⁶ A Lei 11.196/05, que passou a ser conhecida como “**Lei do Bem**”, cria a concessão de incentivos fiscais às pessoas jurídicas que realizarem pesquisa e desenvolvimento de inovação tecnológica. O governo federal, por meio do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), utiliza esse mecanismo para incentivar investimentos em inovação por parte do setor privado. Com isso, busca aproximar as empresas das universidades e institutos de pesquisa, potencializando os resultados em P&D. Para maiores informações www.leidobem.com.br

⁷ A atuação da Finep em sua missão de promover o desenvolvimento econômico e social pelo fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação, descrevendo setores e áreas prioritárias, as modalidades de apoio (financiamento reembolsável, financiamento não-reembolsável a ICTs, subvenção econômica, operações de investimento) e as linhas de ação (condições de financiamento, taxas, prazos de carência, prazos totais, % de participação da Finep), além das operações descentralizadas (Inovacred, Inovacred Expresso, Tecnova) e outras ações (Prêmio Finep de Inovação, Feiras e Eventos). Para maiores informações: www.finep.gov.br

depende da capacidade produtiva, dos investimentos e da saída de tecnologia no País em que a firma está localizada. Ainda, destacando que as dificuldades presentes entre as investigadas referem-se à políticas públicas e projetos governamentais, que na ótica de Parente e Prescost (1994), o Estado tem a missão de incentivar a firma a adotar uma tecnologia mais avançada.

5.1.5 Qual é a influência da mão-de-obra no processo de adoção?

A busca pelo conhecimento é necessário no processo de adoção da firma. Por meio da inovação incremental, ou mesmo disruptiva, se faz necessário a qualificação da mão de obra, reorganização da capacidade da firma, bem como a requalificação dos colaboradores, pelo fato de operacionalizar processos e produtos em conjunto com robôs, sensores, alimentando informações em nuvem, gerando testes através da realidade aumentada, são alguns exemplos do desafio da empregabilidade no cenário das tecnologias 4.0.

Entre as respondentes startup e do agronegócio, a utilização da mão de obra foi por meio de: interação internacional, participação do gestor de alto escalão, equipe interna no centro de P&D, consultores e técnicos no auxílio dos testes e aplicações da tecnologia 4.0, o que proporcionou aprendizados e autonomia para a consolidação das tecnologias em estudo no Brasil. Assim, as firmas respondentes, mencionam que:

“Foi buscado mão de obra no mundo inteiro. No começo a dúvida era, produzir ou comprar o equipamento. Fomos até o Japão, Alemanha, Ucrânia, Estados Unidos, França e China e conversamos com firmas para entender o ponto do desenvolvimento tecnológico que eles estavam. Percebeu-se que o desenvolvimento estava muito lento e aqui no Brasil era possível alcançar e passar eles. Outro motivo, também, foi conhecer a realidade em que estávamos inseridos”. (FIRMA A).

“A mente da fábrica é bem aberta, recebe bem a ideia de inovação. A participação do gestor foi fundamental, onde os principais pontos, eram eles que dominavam, o que fez o projeto ser forte e engajador, o que ultrapassou outros projetos de atividades”. (FIRMA B).

“A participação de mão de obra estrangeira, no desenvolvido de drones, big date analytics, e através da troca de informações com o pessoal do lado de fora, tem-se autonomia o suficiente para desenvolver coisas aqui, não é questão de importar ou exportar mão de obra, mas sim de importar conhecimento, por meio da troca”. (FIRMA D).

Convém salientar que as Firmas C e D, institucionalizaram a adoção da inovação de acordo com seu nicho de mercado, promovendo a geração de ideias no ambiente interno, em conjunto com a equipe interdisciplinar, com foco no processo e com o objetivo de

operacionalização segura e confiável para seus clientes. Cabe mencionar que a troca de experiências e os testes de protótipos foram desenvolvidos no Brasil, o que, de certa forma, pode-se observar que mesmo diante dos recursos limitados em educação e tecnologia, é possível adotar tecnologia de fronteira. As investigadas mencionaram:

“O grande sucesso da adoção de tecnologia, foi através de profissionais capacitados no ambiente interno da empresa. Cerca de 200 profissionais trabalham no setor de P&D. Logo, foi necessário contratar algum pessoal externo, como por exemplo, em questões relacionadas ao processamento em nuvem. Mesmo que atualmente está mais difundido, falar em nuvem em 2010, era algo, pouco disseminado. Então foi contratado mão de obra para essa tecnologia. Também se faz necessário, destacar o papel da gestão nesse processo, onde o desenvolvimento eletrônico começou desde 2002, onde era importada, muita eletrônica, sendo assim, a gerencia do antigo departamento de tecnologia era focado somente eletrônicos. Atuando em áreas conjuntas da engenharia eletrônica e mecânica, foi o que puxou isso e atualmente se transformou em centro de pesquisa e inovação. Ocorreu treinamento de maneira orgânica, a gente gosta muito desse tipo de desenvolvimento, a troca de experiências com pessoas externas, proporciona aprendizados internos em grandes proporções. Isso oportuniza o domínio da tecnologia e um suporte ágil e rápido para os clientes”. (FIRMA C).

“Utilizamos alguns parceiros comerciais (de startups, de Drones, de empresas já estabelecidas, no Brasil). A ideia para a adoção da tecnologia, ocorreu da base operacional, por meio de um mecanismo, onde são estimuladas as pessoas, a pensarem. Um portal de ideias, com a opção de sugerir melhorias relacionadas as tecnologias que comentei. Então, a maioria desses projetos, surgiu por meio dessas categorias de base, enfim essas pessoas que acabaram dando as ideias, acabaram se dedicando, e transformando essas ideias em produtos”. (FIRMA D).

“Foi necessário a troca de ideias, pois, quando se está em prova de conceitos, com fornecedores e especialistas de produtos, acabamos chamando especialistas de mercado, dependendo do tipo de inovação. Quando se fala do Drone, foi contratado uma empresa de Belo Horizonte, na qual é uma expertise no assunto, mas quando se fala do Big Data, por exemplo, foi contratado uma startup de São Paulo, no entanto não tem uma região específica. Quando se olha para a condição de startup, percebe-se um ecossistema de startup no agronegócio, cada vez maior, no interior de São Paulo, para esse assunto é quase como se fosse um Pólo”. (FIRMA D).

Ao observar o estudo, nota-se que as firmas startup e firmas do agronegócio diferem quanto à lógica da mão de obra. De um lado, as investigadas dependem de conhecimento, treinamento & desenvolvimento, tecnologias e experiências oriundas do exterior. Para esse cenário, a firma adotante assume o interesse em controle da qualidade e reengenharia, podendo melhorar a eficiência e permitir a adoção de inovação de processo sobre o produto, como observado no estudo de Wisdom et al (2014).

De outro lado, nota-se que existem firmas que buscaram internalizar as inovações e a troca de experiências com especialistas técnicos, compreendendo a funcionalidade da tecnologia de origem brasileira. Essa característica vai ao encontro de Buzzacchi et al (1993),

onde destaca que quanto maior a qualificação da mão de obra, maior a probabilidade de adoção de tecnologia pela firma, tornando - a líder do mercado.

Em síntese geral, a mão de obra envolvida no processo de adoção de tecnologias da indústria 4.0 entre as investigadas envolve consultores, especialistas, gestores de alto escalão, desenvolvedores tecnológicos, equipe interna, com base nas normas, valores, tamanho da firma por meio do treinamento e desenvolvimento, que oportunizam fácil adaptação da mudança, como observado no estudo de Damanpour (2001).

5.1.6 Como as firmas percebem o papel do Estado no processo de adoção tecnológica?

O papel do Estado é auxiliar o setor produtivo, identificando as falhas de mercado, por meio de intervenções assimétricas identificadas. Nesse sentido, o processo dinâmico de mercado busca promover a competitividade de mercado, ligado a uma política de inovação, através de Instituições do Estado, pois sem esse auxílio torna-se uma incerteza elevada por parte da firma.

Dentre as investigadas startup e agronegócio, as experiências divergem quanto ao auxílio do Estado, frente a adoção de tecnologia da indústria 4.0. Quanto às Firmas A e B, afirmam não terem acesso e não terem utilizado as linhas de crédito. Quanto às Firmas C e D, utilizaram a Lei do Bem e a Finep, as quais apontaram este aporte financeiro necessário para acelerar a adoção de tecnologia. O relato das firmas foi:

“Até agora não foi conseguido nenhum tipo de acessibilidade. Se discute muito, mas na prática ainda é falha. É obtido parceria com entidades privadas, universidades, mas, a burocracia do governo, dificulta o caminho da inovação”. Como por exemplo, linhas de crédito, para gerir a tecnologia”. (FIRMA A).

“Sei que o FINAME⁸ está modificando as regras para quem faz investimento em tecnologia, mas a firma B não utilizou nenhum processo”. (FIRMA B).

⁸ Linha de crédito, destinados para financiamento de máquinas e equipamentos. Financiamento, por intermédio de instituições financeiras credenciadas, para produção e aquisição de máquinas, equipamentos e bens de informática e automação que sejam novos, de fabricação nacional e credenciados pelo **BNDES**. Para maiores informações www.bndes.gov.br

Por outro lado, as firmas também avaliaram a importância da utilização dos projetos governamentais a favor do desenvolvimento tecnológico, como a Lei do Bem, por exemplo. Isso justifica-se porque as Firms C e D possuem regras simples de gastos em P&D, e simplifica a aplicação da racionalidade limitada, o que gera uma ociosidade existente entre as rotinas organizacionais. As investigadas apontam:

“Foi utilizado recurso próprio e também linhas de financiamento. Por exemplo, em 2006, a Firma possuía 4 colaboradores terceiros, trabalhando no desenvolvimento de tecnologias. Atualmente há 50 colaboradores que trabalham na área de eletrônica, no próprio Centro interno de P&D”. (FIRMA C).

“A Firma C, utilizou também, políticas de financiamento, como a Lei do Bem, Finep, o que contribuiu para o avanço da transformação digital, através de projetos e editais, onde foi necessário expor a ideia de conceito e aplicabilidade da tecnologia. No que se refere a ciência e tecnologia, a firma C, participa de comitê de agricultura de precisão em Brasília, onde representa a ABIMAQ, sendo que as tecnologias 4.0 é pauta de discussão. Na educação, instituições como o Senar, fazem um papel interessante em treinamentos, pois tem que ter quem usa essas tecnologias no campo”. (FIRMA C).

“Tem, tem a lei do Bem, na qual foi utilizado para como linhas de financiamento para ajudar. Tem câmaras de investimento, da Alemanha e da Noruega, sendo recurso externo a empresa, creio que não seja o principal fator determinante, se existe um bom projeto, se desenvolve um bom investimento. Através das Câmaras da Alemanha, é fácil de obter linhas de financiamento, mas em especial na Noruega, foi em 2016, por meio de linhas de investimento, relacionados a campanha desenvolvida pela firma, como por exemplo, é realizado um projeto relacionado a indústria, vinculado a campanha que eles tem, e é mais fácil que a Lei do Bem no Brasil”. (FIRMA D).

Destaca-se também o papel das firmas multinacionais, na busca de recursos financeiros próprios no exterior, para gerenciar o processo de adoção. Essas firmas realizam a adoção de tecnologia da indústria 4.0 por meio da parceria público-privado, em projetos de ciência e tecnologia e educação, desenvolvendo máquinas e equipamentos, melhorando as técnicas de gestão, eficiência em custos, tornando-a assim, competitiva no cenário nacional e internacional, através do patenteamento de produtos e marcas.

Sendo assim, pelas dificuldades encontradas pelas firmas startup e firmas do agronegócio do RS, o estudo não apresenta a realidade apresentada por Parente e Prescott (1994), onde o setor governamental determina a renda investida pelos grupos de governo com o objetivo de aumentar a quantidade de investimento que uma firma possa adotar uma tecnologia mais avançada. Assemelha-se, no entanto, ao estudo de Langley e Truax (1994), onde

atribuem que a eficiência das parcerias público-privado para reduzir incertezas e recuperar o custo de oportunidade do investimento.

5.1.7 Como as firmas percebem o papel de atores externos no seu processo de adoção tecnológica?

A firma, no processo de adoção de tecnologias, faz parte do sistema econômico que compreende diversos atores que impulsionam as capacidades de desenvolvimento, operação, gestão e comercialização. Nas firmas startup e firmas do agronegócio, constata-se uma integração de consultorias, as quais trabalham no foco de seminários, *workshop* e projetos que visam o fortalecimento do empreendimento, na busca e seleção de rotinas dinâmicas e de investimento. Salienta-se o papel das Universidades, o que aproxima a relação com a firma, através da inserção de recursos humanos, tecnológicos, sociais e econômicos. Convém destacar a presença das instituições tecnológicas, um ator importante no processo de desenvolvimento e testagem de protótipos, com viés pautado nas características 4.0.

Nesse sentido, as firmas mencionaram a seguinte situação:

“Os workshop com o Sebrae, ganhamos uma premiação, que era um dinheiro a fundo perdido, para o desenvolvimento de tecnologia, tem bastante palestras com o SEBRAE, por meio de projetos que levam essas informações para o agricultor. Participamos de um projeto apresentado na Expointer, então o SEBRAE convidou as startups, apresentando várias possibilidades de adoção tecnológica para os agricultores, e foi uma troca de experiência durante o dia. Então, isso se torna muito bem sucedido. Outra forma, é a relação universidade-empresa, por meio de parcerias com a UNISINOS, UFRGS, PUC, o que representa muito bem, o papel das entidades de classe, nessa temática” (FIRMA A).

“Quanto aos grupos de referência, na verdade, nem devem saber o que está acontecendo. Quanto as entidades de classe, há uma mobilização para se discutir, porém, ainda há dificuldade de mensurar como será a operacionalização dessas tecnologias. Essas entidades tem que entender que a tecnologia vem trabalhar junto com os humanos, existe um controle sobre o trabalhador. Por exemplo, se temos 5 tratores para plantar 1000 hectares, o proprietário, consegue identificar, quais máquinas está sendo mais ágil, o comportamento do operador, as falhas que irão ocorrer, sem precisar estar presente na lavoura. Quanto a relação universidade-empresa, a UNICAMP, por meio do projeto, conectividade rural, é a base da firma B, onde ocorre o centro de treinamento. Ainda na visão da firma B “comprometimento e credibilidade, farão parte desta nova onda tecnológica”. (FIRMA B).

Para as Firmas C e D a relação Universidade-Empresa foi posteriormente o lançamento da tecnologia, considerada como melhoramento na tomada de decisão, por meio de um

software. Nesse processo, em específico, foi imposta a inovação radical e os ajustes, onde estão sendo desenvolvidos incrementos necessários para competir e consolidar a tecnologia no mercado. É por meio dessa condição que a mídia atua de forma constante na divulgação da tecnologia no agronegócio.

“No nosso caso, foi desenvolvido internamente, posteriormente foi realizado uma parceria muito forte com o SAP Lablin de São Leopoldo, na segunda fase do projeto de dados da integração dos dados, o primeiro núcleo foi desenvolvido internamente. Como são produtos inovadores, a mídia tem atuado diretamente no setor agrícola. Essa inserção de comunicação das notícias do agronegócio, se consolidou nos últimos 2 anos, pela representatividade do setor na formação do PIB, sendo o que mais cresceu, comparando com os demais”. (FIRMA C).

“A Firma D ganhou o prêmio num desses projeto em 2016, em 2017, onde foi apontado de forma positiva na mídia, a firma possui um navio autônomo que está em processo de construção, tem bastante repercussão essa pauta mais disruptiva”. (FIRMA D).

Nesse sentido, percebe-se que as Firmas C e D, geram através da institucionalização, um aprendizado de rotinas, voltadas às necessidades internas da firma, gerando protótipos e que, posteriormente, convertem-se num produto de modo contínuo no mercado. Por outro lado, nota-se que a maior parte do esforço é dedicado ao desenvolvimento e não à pesquisa e ao aperfeiçoamento de produtos e processos existentes. Essa última afirmação está associada a realidade da firma D, onde a participação da Universidade, como ator externo, tem impactado negativamente:

“Aí tem um ponto triste, tentamos construir a muito tempo parcerias, com algumas universidades, e via de regra se encontra um pouco de dificuldade, de engajamento das universidades, para conseguir fazer esse trabalho em conjunto, como por exemplo, iniciou-se a conversa com a área de geologia, design estratégico e tecnologia da informação, da Instituição X, e somente após 24 meses, foi realizado essa troca de conhecimento, o que comprometeu o aceleração da tecnologia, devido a falta de pró atividade desses atores em conjunto”. (FIRMA D).

“Existe um problema autocultural no meio acadêmico brasileiro, que ele é muito centrado. Então quando se vai atrás de uma pesquisa aplicada, as empresas para investir em pesquisa, elas vão querer alguma contra partida, que vão conseguir aplicar. O mundo acadêmico está muito preocupado em publicar artigo, negligenciando um pouco a pesquisa aplicada na prática, no mercado. Já não se tem uma cultura de empreendedorismo forte no Brasil, é possível perceber pela economia, e quando incide o olhar para o meio acadêmico, ele é o reflexo dessa falta de estímulo ao empreendedorismo. A mudança chave desse cenário, é mudar o meio acadêmico”. (FIRMA D).

Convém destacar que a cultura brasileira, no que tange as Universidades, na visão das investigadas, é a produção científica e não inserção de tecnologia. Por ser um país em desenvolvimento, nota-se uma lentidão nas políticas da educação básica e tecnológica, que

estimulam a prática de adotar e pensar em inovações com aplicabilidade para a firma startup e para as firmas do agronegócio. Se percebe, ainda, uma ausência de informações por parte dos sindicatos de classe, órgão representativos de classe e agentes políticos, de forma a preparar e contribuir para a preparação da temática nas cadeias produtivas do agronegócio.

Em termos gerais, nota-se que existe uma relação de aprendizado da firma com o contexto institucional, por estratégias ou organização interna da firma. As universidades representam conhecimentos variados e formação de recursos humanos qualificados; as agências governamentais e instituições de pesquisa impõem o acúmulo de competências nas firmas, por meio do suporte às atividades de pesquisa; as instituições financeiras trabalham no foco dos riscos inerentes as atividades inovadoras.

Sendo assim, o estudo apontou que num contexto institucional o aprendizado pode ou não ser incentivado, o que está de acordo com o que Freeman (1988) atribui de Sistema Nacional de Inovação. Nesse sentido, nota-se que o ambiente em que as firmas estão inseridas, as políticas públicas de incentivos, o aporte financeiro, a participação institucional são fundamentais para estimular a firma a adotar tecnologias, como descrito no estudo de Wisdom et al (2014).

5.1.8 Quais foram os principais resultados econômicos relatados do processo de adoção tecnológica?

Nesse sentido, as firmas respondentes apresentaram crescimento em seu faturamento, além da otimização da força de trabalho, com o foco de melhoria da qualidade de vida das pessoas. Considera-se a importância da indústria antes da porteira, como impulsionadora da tecnologia para dentro da porteira, buscando atender pequenos, médios e grandes proprietários rurais. Menciona-se a importância da cooperação para ampliar o número de adotantes dentro da porteira, devido ao capital ser incompatível com a aquisição individual de cada tecnologia. Sendo assim, a Firma A, destaca:

“Um pequeno produtor, com um pulverizador costal ele faz 0,9 hectares por dia como um drone é possível fazer um hectare em seis minutos. Então, há uma aplicabilidade muito maior do que o pulverizador costal, e o cara não tem contato com equipamento, não precisa ir tocar no produto e também não precisa manusear e, não precisa ficar o dia todo na lavoura. Nesse caso o produtor compra o produto e o drone aplica. Estamos criando parcerias com as cooperativas, as empresas de agroquímico e as empresas de biológico que são fundamentais para a divulgação e o

desenvolvimento dos negócios. Como está em fase de experimento, ainda não há uma estimativa de faturamento anual” (FIRMA A).

Na diversidade de cada região econômica do Brasil, em termos do agronegócio, a Firma B deseja atuar desde a agricultura familiar até a grande fazenda. Para a mesma, obter maior rentabilidade, produtividade, eficiência econômica em custos, mão de obra é o principal objetivo em adotar essas tecnologias. Envolve a participação de atores externos para o incentivo e auxílio financeiro, quando se trata de regiões de agricultura familiar. Sendo assim, a mesma respondeu o seguinte:

“Vamos atuar na agricultura familiar, pois tivemos muitos contatos com cooperativas que atuam no ramo. As tecnologias na agricultura familiar é limitada, porém, para as grandes propriedades, se fala em agricultura de precisão, tratores com GPS para conduzir a máquina. Então, para o produtor com 5, 10 hectares isso se torna um drama, pois não tem capacidade financeira para essa finalidade, então, os agricultores familiares serão os primeiros clientes. O impacto em todas as cadeias, deve acontecer, mas ainda, no pós porteira é prematuro, o concessionário, ainda está aprendendo. Antes, quando se tinha um problema, a equipe técnica deslocava-se até o local, agora, o suporte é realizado via acesso remoto e ainda está engatinhando. O valor do hardware é de R\$ 5.000, 00 e o trator com 200 cv custa em torno de R\$ 400.000,00. Não posso divulgar o faturamento, a ideia não é precificar os produtos, é de momento inicial difundir a tecnologia, sendo um benefício para o produtor, onde reflete em agilidade do negócio, aumento da rentabilidade, aumento da eficiência”. (FIRMA B).

Nota-se, ainda, que para a Firma C a ideia a curto prazo era romper barreiras culturais ao adotar a tecnologia enquanto, o prazo de retorno de investimento foi considerado no longo prazo. Assim, as oportunidades a serem exploradas num setor tornam-se um diferencial para a firma em ritmo de inovação. Este cenário oportuniza a probabilidade de inovação para qualquer recurso investido em P&D, o relato a seguir aponta que:

“Esta sendo investido, sem pensar no prazo de retorno. Quando se aposta em tecnologia, primeiro precisa-se romper as barreiras culturais. A firma C possui mais de 1000 máquinas com telemetria, operando no campo, porém, a grande dificuldade dessa tecnologia de proliferar é a falta de comunicação e conectividade. Os clientes estão muito satisfeitos, pelo volume de informação que a máquina possui. Alguns clientes médios e pequenos, conseguem controlar manualmente, eles não dão tanta importância para a telemetria. Os clientes estão distribuídos na Rússia, Ucrânia, Brasil e Bolívia. O índice de faturamento aumentou de 10% a 15% após, a adoção dessas tecnologias”. (FIRMA C).

“Muitas empresas do setor, nacionais e multinacionais, estão fazendo ações que a Firma C fez há 10 anos atrás. Isso é motivo de orgulho para nós, pois mostra que estamos no caminho certo. E também mostra, um caminho que não tem volta, até tem no nosso quadro de competências da Firma C, dominar os processos de eletrônica,

com a integração de software e hardware, agregando valor as máquinas, onde as demais firmas dos mesmo setor, tem dificuldade de ver isso, elas estão obtendo vantagens talvez em outras brigas, as vezes brigar por custos no produto, é muito complicado, ela tem essa briga por diferenciar, em que acaba agregando valor a máquina e acaba gerando diferenciais”. (FIRMA C).

A firma D foca no lucro e também no desenvolvimento econômico, pensando nas condições de vida de uma população, da qual a mesma depende para a sobrevivência e também na Região onde está situada. O estudo constatou o investimento em P&D como forma de agregar valor ao produto final e acelerar o retorno do investimento. Menciona-se ainda que, firma inovadora que visa lucro, exerce sua dinâmica com base na racionalidade limitada, através das rotinas de busca, adotando estratégias determinadas por mecanismos de seleção. A Firma D esclarece:

“No Brasil há um mercado ainda no fertilizante, com bastante manual, então todo e qualquer avanço tecnológico, que consiga melhorar a qualidade de vida das pessoas, que participam dessa indústria, além de benefícios financeiros. Em geral, o tempo de retorno, é menos de um ano. No meu ponto de vista, quando se fala de inovação, o retorno financeiro, é uma unidade de medida importante, mas ela não é a única unidade de medida que deve ser considerada, então, eventualmente, eu te diria, que eu investiria, em tecnologia que melhorasse a qualidade de vida e a segurança dos colaboradores e teoricamente custa mais caro, por que a segurança das pessoas vale mais que o dinheiro, não é somente o retorno que consideramos importante na inovação” (FIRMA D).

“O agronegócio como um todo, está focando sobre inovação, investiu-se um montante de dinheiro em startup, em pesquisa & desenvolvimento. Alguns dos projetos já apontaram retorno, os resultados foram interessantes, o projeto do drone, o impacto de financeiro é satisfatório, o retorno que se espera ter é proporcional a uma unidade média”. (FIRMA D).

Com base na realidade do estudo, constatou-se a postura pró ativa da firma em buscar conhecer as tecnologias 4.0, em períodos anteriores que a teoria no Brasil estivesse na pauta das discussões. Além do mais, o resultado econômico por parte da adotante, envolve o retorno do investimento, preocupação com qualidade de vida de seus colaboradores e sociedade, otimização da mão de obra braçal, parcerias para fomentar o acesso das tecnologias dentro da porteira e adoção dessa tecnologia em toda a cadeia do agronegócio. Nesse sentido, o estudo amplia a discussão realizada, agregando informações para ciência, partindo da obra de Jensen (1982), onde menciona apenas que a firma líder de mercado é a que possui maiores retornos, esperados em relação aos concorrentes atrasados no processo de adoção de tecnologias.

Ainda como resultados econômicos, nota-se que o aumento do faturamento, por meio da adoção de tecnologias de fronteira, as firmas estimaram os custos de oportunidades por

envolver recursos humanos, físicos e tecnológicos, o que caracteriza as investigadas, como firmas de alta intensidade tecnológica, o que vai ao encontro da teoria de Widsom et al (2013).

5.1.9 Quais foram os principais resultados em termos de inovações relatados do processo de adoção tecnológica?

Os resultados de inovação foram identificados entre as investigadas como inovação em processos. Esse é um atributo do paradigma 4.0, o que diferencia de outros paradigmas anteriores, na qual a inovação incidia sobre o produto.

A característica da tecnologia 4.0 é a participação do cliente no processo de elaboração do produto, com regras e padrões de acordo com sua necessidade. Convém salientar que, para o setor do agronegócio, os testes de protótipos são de fato necessários, para que a eficiência tecnológica seja capaz de transformar manufatura em produtos de alto valor agregado, aumento da produtividade de alimentos, redução dos custos de produção, controle para a tomada de decisão, informações precisas e oportunas. Assim, aumentando a rentabilidade em todos os elos da cadeia. As firmas respondentes apontam:

“Também, a cadeia produtiva, deve andar em conjunto, uma produção de commodities em larga escala, vai ter menos valor agregado, do que uma commodity do produto final, em que está disponível na gôndola do supermercado, e que vai definir isso, é o valor agregado e portanto, espera-se que andem juntas”. (FIRMA A).

“Foi envolvido os clientes no processo de protótipos. Realizou-se um teste de antena nova, onde foi constatado muita receptividade, os clientes participaram dando suas ideias, sugestões, modificações a serem feitas, para permitir a eficiência de acordo com as atividades do meio rural. Como contrapartida, é cedida a máquina por um ou dois anos, dependendo do que o cliente apontar. Estes, estão concentrados em maior parte em São Paulo e alguns pontos do Mato Grosso. Sempre é focado em um número menor de clientes, com maior número de tratores possíveis, para testar sobre diferentes óticas. Os clientes são organizados por meio de cultivos de soja, milho, algodão, cana de açúcar”. (FIRMA B).

“Em relação aos fornecedores, houve pouco envolvimento, pois, envolve projetos para hardware, software, e ambos estão instalados nos Estados Unidos e México. Aqui no Brasil, se desenvolve envoltórios, plásticos, chapa e o resto da carcaça vem do exterior. Um dos grandes desafios, é que por meio desta tecnologia, o produtor consegue visualizar toda a fazenda no celular, também, seu planejamento, estoque, utilização de semente, que muitas vezes não é realizada. São muitos dados agregados que beneficiam o produtor”. (FIRMA B).

Complementa-se ainda que, a Firma B envolveu mecanismos internos, por meio da adoção de mão de obra qualificada e os mecanismos externos, como participação dos clientes

e fornecedores, estes de vários pontos dos mundo. A conduta da firma se ajusta de acordo com os processos dinâmicos e sistêmicos do mercado, o que diferencia as firmas adotantes das demais. Destaca-se a expansão e a diversificação, em que o próprio ambiente estimula a firma em fazer investimentos para eliminar a concorrência e ser a líder em inovação.

Em relação a firma C, constatou-se que a inovação em processo refletiu a participação dos clientes, pois são fundamentais na decisão de tecnologia de fronteira, impulsionando para o paradigma 4.0, sendo estes os principais ativos no processo de inovação da firma. Pode-se perceber que a indústria brasileira é passiva em inovação, o que a Firma C aponta controvérsias se comparadas as indústrias brasileiras em geral. Sendo assim, a adoção de inovação por processo constitui-se da seguinte forma:

“Essa tecnologia, impactou na relação dos clientes, pois, a revenda tem acesso via remoto ao equipamento. A mesma ligou para o cliente e avisou que o pulverizador estava transpassando muito a área. De imediato, o agricultor ficou preocupado e foi verificar, e realmente tinha mudado a configuração, onde permitia aplicar como se fosse o modo manual. A revenda identificou isso, e com o auxílio da telemetria, uma máquina conectada na internet, foi possível identificar o problema”. (FIRMA C).

“A firma não possui, uma meta específica da aplicação da tecnologia, se tem um resultado de hoje, até teve casos que falhamos, mas falha faz parte do processo de aprendizado, é isso que ocorre em pesquisa”. (FIRMA D).

A Firma D ainda não possui uma meta específica da aplicação da tecnologia. Esse cenário aponta o processo de busca e seleção, onde menciona o processo de aprendizagem, por meio de erro e acerto cumulativo. Nesse sentido, a adoção de tecnologias impacta nos seguintes tipos de inovação:

*“Humana: acaba criando uma relação próxima, no caso do Drone, tem um cunho voltado a segurança, eliminando as pessoas do perigo, aumentando a qualidade de vida delas;
Cultural: criando uma cultura de inovação, onde aprende-se a tolerar certas falhas, aprende com as falhas, a inovação também, gera, uma sensação de que a gente trabalha num lugar legal, e isso auxilia com certeza na questão cultural;
Financeira: algumas dessas tecnologias, vieram por motivo de alguma melhoria operacional, então em algum aspecto, acaba se tornando algum resultado financeiro”. (FIRMA D).*

Com base nas investigações, nota-se que a inovação em processos para a Firma D tem um viés de benefício integrado, quando se trata de adoção de tecnologia. Ambas contribuem para o fortalecimento da identidade organizacional, as quais constituem importantes ativos para a firma. Tais argumentos são orientados e assemelham-se às ideias de Langley e Truax (1994), as quais conduzem a firma para importantes direções estratégicas e competitivas.

Conforme os exemplos mencionados pela Firma D, a tecnologia IOT é fundamental para o desenvolvimento dos processos internos da firma, otimização das rotinas de trabalho, o que promove a segurança durante a interação de trabalho entre ser humano e tecnologia da indústria 4.0. Quanto à tecnologia *Big Date*, envolve a integração de informações internas da firma, sobre o processo produtivo e de gestão. Assim, mencionou que:

“IOT - a firma D, possui sensores para realizar o cercamento eletrônico. Por exemplo, imagina-se uma máquina da Firma D que se usa determinado EPI, então, quando se aproximar dessa máquina, o indivíduo tem um bracelete por dentro do uniforme, que vibra e avisa que está fazendo uma coisa que não deveria. Isso mostra um impacto positivo na prevenção de acidentes e melhoria da qualidade de vida do ser humano”. (FIRMA D).

“o BIG DATE, a firma D tem uma pok em andamento para fazer junto com uma startup, relacionado a todo o mercado do agronegócio, com mais de 50 mil armazéns maquiados. Então, é o cruzamento dessas informação, por meio do big date, com as informações internas da firma, e ter uma estimativa melhor, sobre o uso de nossa armazenagem externa. Também, está em andamento a fábrica de conceito”. (FIRMA D).

Essa investigação permitiu identificar que a inovação em processos é o diferencial para a Firma transformar rotinas estáticas em rotinas dinâmicas, ofertando benefícios aos clientes, qualificação da mão de obra, eficiência em custos financeiros e ambientais, precisão na tomada de decisões, design de produtos, através de interferências internas e externas, convergindo com os estudos de Ettlíe e Reza (1992) e Langley e Truax (1994). No próximo item, apresenta-se o papel dos atores institucionais, caracterizados como consultoria nas micros e pequenas firmas, instituto tecnológico e universidade, no processo de adoção de inovação e a contribuição institucional pública, através do MCTIC e o MDIC.

5.2 Percepção dos atores institucionais da adoção tecnológica pelas firmas

Os atores institucionais envolvidos no estudo, são assessoria, instituto tecnológico, universidade, MCTIC e MDIC.

Com base nos investigados A, B e C, a escolha das tecnologias da indústria 4.0, altera os padrões da capacidade interna da firma - nos setores de finanças, marketing, produção e recursos humanos -, identifica oportunidades adequadas às necessidades dos clientes, automação de processos e conversação entre os mesmos, constatando o que é valor para o

mercado, o consumidor produz seus próprios conteúdos, customização de matéria prima e preço, garantia de recursos naturais.

Nesse sentido, conforme o investigado A, a estrada das tecnologias da indústria 4.0 é o desenvolvimento de equipamentos que possam suprir necessidades da indústria brasileira. O Brasil está atrasado, em torno de 20 a 30 anos, em termos de indústria. No entanto, para envolver os micro e pequenos negócios, tem que começar a trabalhar manufatura enxuta, focando a otimização da produção e o desperdício, por exemplo. Este é o primeiro passo para implementar os conceitos de indústria 3.0. À partir desse cenário, trabalha-se os fluxos de produção, melhorando o processo produtivo para tentar dar um salto direto para a indústria 4.0, trabalhando empresas do mesmo setor. A investigada A, se posiciona:

“A adoção da tecnologia ocorre por meio do incentivo de grupos de empresas, a seguir por um caminho específico, em estratégia, marketing, finanças, recursos humanos. Na produção, otimiza-se processos produtivos e trabalha-se no mercado para que as firmas juntas desenvolverem processos e nichos de mercado específico para ter maior valor agregado”. (INSTITUIÇÃO A).

“Estamos buscando ajudar as empresas a abrir novos mercados. Tem uma Estrada na tecnologia 4.0, que é o desenvolvimento de equipamentos, é o que estamos auxiliando as firmas a identificarem as oportunidades adequadas às demandas dos clientes e aos padrões da indústria 4.0, dentro dos conceitos para que eles possam desenvolver para a Europa e outras partes do mundo, como Estados Unidos, Ásia. É o trabalho que pretendemos aprofundar para o próximo ano”. (INSTITUIÇÃO B).

Conforme observado pela instituição B, os equipamentos criados pela mesma buscam atender a demanda das firmas que visualizam a tecnologia da indústria 4.0, de acordo com sua capacidade produtiva. Isso permite avançar para mercados de economia desenvolvidas. Os protótipos em exercício, apontam para o início de uma nova condução dos negócios, em que a firma seja mais eficiente em produtos e processos. Destaca-se o papel do gestor em conhecer o processo produtivo, para identificar suas oscilações que as tecnologias da indústria 4.0 podem provocar. Em paralelo, a Instituição B menciona:

“Acredita-se que tem que trabalhar com sensoriamento e digitalização, porque são duas tecnologias que oportunizam ser mais produtiva nesse momento de adoção. A partir disso, o Brasil dá um passo à frente, então, basicamente, sensorizar para ter controle, isso reflete em mapeamento. Nesse contexto, entra o papel do controller na produção, onde tem a finalidade de trabalhar com a melhoria em linhas que agregam

valor à produção. Nos processos onde não ocorre melhoria, coloca-se sensores”.
(INSTITUIÇÃO B).

Nesse sentido, o investigado B menciona que: “trata-se de uma nova onda, de identificar o que é valor para o mercado, o consumidor quer produzir seus próprios conteúdos, que tenham suas assinaturas, adotando o conceito de customização”.

Destaca-se, também, que para os investimentos realizados pelos micro e pequenos negócios serem eficientes com as tecnologias da indústria 4.0, se faz necessários três etapas, conforme o investigado F. 1) reduzir os gargalos de produção, onde é o que o Brasil está mais atrasado; 2) automatizar os processos; 3) conversação dos processos entre si. Essas três condições são proporcionadas por sensores, que tomam decisões. A realidade da micro e pequena firma é a dificuldade em automação, no entanto, estas podem até inovar em produtos, do que em processos.

Constata-se que o papel das instituições é fomentar a prática da adoção de tecnologias da indústria 4.0 para as firmas, seja ela de qualquer setor, como também, de qualquer porte. Constituem como parceiros ativos no processo de inovação, seja através de práticas de gestão, desenvolvimento de equipamentos e máquinas para o processo produtivo, seja por meio da qualificação da mão de obra técnica e científica.

Com base no cenário apresentado pela amostra, assemelha-se aos estudos de Massini, Henrich e Greve (2005), onde mencionam que a escolha da adoção depende de quanto irá avançar ao longo do tempo. Também, Langley e Truax (1994) atribui que o gestor apresenta papel fundamental na escolha da adoção tecnológica.

As instituições apontaram que ocorre dificuldades nesse processo de adoção, onde destacam-se entre elas: indústria defasada, concentração de publicações científicas, ao invés de processos e produtos; conectividade limitada, cultura resistente das firmas dentro da porteira em adotar inovações, assimilação dos benefícios tecnológicos da indústria 4.0, por parte do produtor. Nesse sentido, as instituições A, B e C mencionam:

“As firmas pequenas e médias não estão nem a indústria 3.0 ainda, porque para ter automação, tem que ter fluxo de produção bem montado, caso contrário terá um gargalo de produção. O Brasil, está muito defasado, onde requer maiores esforços para acompanhar a indústria com os demais setores do mundo” (INSTITUIÇÃO A).

“Quando o modelo de negócio brasileiro passa de inovação e envolve a educação, se percebe que a geração de conhecimento está apenas publicar. Quando se fala em inovação, deveria falar em processos e produtos, mas nesse aspecto, concentra-se em

inovação publicações”. Outro fator, é a dificuldade de conexão via internet” (INSTITUIÇÃO B).

“Enquanto instituição, o que me preocupa é a capacidade que teremos ao longo do curso, para levar até o pequeno produtor esse trabalho de extensão e fazer com que ele se convença que é possível utilizar. A grande preocupação, é fazer com que ele se convença a utilizar, a ser positiva para o projeto de vida no meio rural através dos benefícios. Uma das grandes armas, é como vamos fazer chegar essa tecnologia”. (INSTITUIÇÃO C).

Como observado entre os investigados, as dificuldades estão enraizadas na tradição dos negócios e na operacionalização das firmas, o que as torna com média-baixa intensidade tecnológica e limita a competitividade diante de uma mudança paradigmática. Essa realidade também contribui para a lentidão da firma em adaptar seu cenário, diante de uma trajetória tecnológica, o que faz o Brasil perder espaço em comparação às economias emergentes, em aspecto de crescimento e desenvolvimento econômico. Essas informações obtidas por meio do estudo, assemelham-se as ideias de Parente e Prescott (1994).

No que se refere às tendências, os investigados A, B e C, apontam que irá contribuir para o desenvolvimento industrial, através do aumento da produtividade, novas funções de trabalho intelectual, maior proximidade entre firmas e Universidades e Centros de Pesquisa nacionais e estrangeiros, interdisciplinaridade na mão de obra da firma, preço acessível ao consumidor final, identificação das tecnologias que deverão adaptar-se no ambiente da firma, eficiência em capacidade produtiva, comparação de vantagens entre as tecnologias da indústria 4.0 com as tecnologias já existentes. Nesse sentido, destaca-se a visão das instituições:

“É positivo porque envolve um desenvolvimento tecnológico industrial importante. Isso vai abrir muito a oportunidade de trabalho de alto nível, principalmente em nível cognitivo, e em segundo capacidade técnica. É positiva pois, eleva a produtividade em proporção maior. O ideal é a disseminação do setor, a qual se faz necessário um conjunto maior de firmas para a adotarem essas tecnologias, sendo que, os setores seriam fortalecidos, com produtos de alto valor agregado, com desenvolvimento de fronteira tecnológica. Como reflexo, ela oportuniza maior poder aquisitivo em seu quadro funcional, gerando desenvolvimento econômico para a Região”. (INSTITUIÇÃO A).

“O Brasil precisa realizar muitas parcerias, com diversos locais, existem modelos de negócios, que atualmente se faz necessário rever. Existem universidades conceituadas, como Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Universidade Federal de Santa Catarina UFT, as particulares como a Universidade de Campinas - UNICAMP e a Universidade de São Paulo - USP, onde nestes locais se encontram muitos pesquisadores de nível mundial. Isso gera possibilidades de desenvolver conhecimentos internos. Necessariamente deve-se construir parcerias

com instituições estrangeiras pelo fato de sempre produzir tecnologias novas e enquanto Brasil, se tem condições e meios de buscar e ainda são baratos, de fabricar no exterior, o que podemos desenvolver aqui. O que o Brasil precisa identificar neste momento, é o que é preciso sensorizar, para conseguir integrar várias máquinas, e atuar como controller, o que é muito importante trabalhar agora com capacidade produtiva, e por meio desse foco se identifica o que é mais eficiente”. (INSTITUIÇÃO B).

“Não será necessário romper com a lógica de produção tradicional, se faz necessário respeitar quem pratica a atividade. Essa resistência vai ter sempre, será necessário observar o lado positivo dos usos dessas tecnologias em prol do meio ambiente, do meio produtivo, todas as atividades econômicas e isso nenhuma instituição pode oprimir e nem obrigar a adotar a tecnologia. Essas tecnologias vão desenvolver um sistema de culturas, onde ocorre um encontro de um equilíbrio em harmonia tanto no tradicional como o avanço tecnológico da informática, do controle de automação da robótica e tudo o que envolve tecnologia da informação e novas tecnologias”. (INSTITUIÇÃO C).

Uma percepção mencionada pelo investigado A são tendências de internet, com a possibilidade de utilização na indústria com a tecnologia 4.0. O principal enfoque envolve a internet em comunicação, com qualquer produto e ser humano de qualquer lado do mundo. Com essa tecnologia na lavoura, os sensores conectam nos tratores que identificam a quantidade de clorofila numa planta e verifica a quantidade de insumos agrícolas que o produtor precisa colocar, transferindo essas informações via mobile para um gerente da lavoura.

Pode-se constatar que as tendências da tecnologia da indústria 4.0 são positivas em termos econômicos, sociais e ambientais. Cabe mencionar, ainda, que visões de diferentes instituições integram o desenvolvimento da firma e suas capacidades, por meio de parcerias com atores externos para qualificação e identificação dos gargalos nas firmas brasileiras antes da porteira. Em complemento, identifica-se o trabalho cultural apresentando os benefícios que a tecnologias poderão oportunizar para as firmas antes da porteira. Quanto ao pós porteira não foram apresentadas tendências pelos investigados.

O cenário de tendências, obtido através do estudo, foi o contrário obtido por Farzin et al (1998), onde diz que na tendência em adotar a firma observa preocupações e incertezas que estão fora de seu controle.

Em relação às características, os investigados A, B e C apontaram a conversação entre equipamentos, auxílio na tomada de decisões do produtor, interação com as atividades dentro da porteira, interação entre humanos e robôs, interação colaborativa, inter-habilidade, inserção das firmas nas cadeias globais, interdisciplinaridade do conhecimento. Em paralelo, apresentam-se os relatos das instituições B e C:

“O agronegócio é o que puxa a economia do Brasil. Então estamos atendendo o setor metal mecânico voltado ao agronegócio. Tem que mostrar para as empresas de máquinas e equipamentos, que elas podem levar muito mais produtividade para o produtor rural, por meio de tecnologias que conversam entre equipamentos, que consiga ter mais precisão na colheita, precisão no uso de defensivos, equipamentos de colheita que pode ter um sensor infravermelho ou que avisa se o produto está pronto para a colheita, se o plantio foi feito corretamente. O produtor por ter uma câmara no aparelho celular, ou qualquer dispositivo e pode possuir boas estimativas positivas ou negativas. Equipamentos como esses, devem conversar entre si, para poder melhorar a produtividade, identificar onde estão os problemas que interferem na produtividade do campo. Então, oportunidade são inúmeras”. (INSTITUIÇÃO A).

“O uso de defensivos na máquina tem um sensor que identifica as peculiaridades do solo, do plantio da semente, para determinar a dosagem naquele ponto para aquele metro quadrado e isso reduz em grandes proporções os custos, em virtude da redução dos usos dos defensivos. A integração do ser humano com a robótica se faz necessário, pois por meio de vários sensores de toque, quando ocorre a aproximação entre máquinas e seres humanos, o robô interrompe as atividades, o que além de ocorrer a interação colaborativa, evita acidentes de trabalho. Tem uma norma de segurança do trabalho, a NR 12, que ela tem que ser repensada, pois um robô, consegue auxiliar nas atividades que o ser humano não consegue ou não tem força para realiza-la”. (INSTITUIÇÃO B).

A característica abordada pela Instituição C é o investimento em educação, onde dissemina-se o conhecimento no ambiente interno das próprias fábricas. Existem muitas oportunidades no Brasil de especialização e tecnologias, não sendo necessário importar, porque há condições da firma e seus parceiros trabalhar com sensoriamento e digitalização no agronegócio, adotando talentos internos.

Outra menção que a instituição B cita é que: “quando se discute evolução tecnológica, deve-se verificar o que é maduro para o Brasil”. Isso refere-se ao papel do gestor em realizar o exercício de responsabilidade e conhecimento sobre a capacidade produtiva, identificando se a adoção de tecnologia proporciona maior competitividade e dará o retorno necessário para firma.

Destaca-se também, na visão da Instituição B, o princípio da inter-habilidade que une máquinas por meio da internet das coisas e trabalha com lotes que se identifica ao longo do curso da fábrica, onde toda a planta é sensorizada e se conecta por um modelo de cópia digital, em que o gestor consegue analisar o *mix* de produção de acordo com o que o sistema real da fábrica está trabalhando.

Quanto à Instituição C, esta afirma que o papel da Universidade é na inserção da tecnologia 4.0, na promoção do mundo físico e virtual através da integração de cadeias globais

de valor como, por exemplo, desde a concessão do produto até o cliente final. Como consumidor, é destinado uma atenção especial por meio de cursos com disciplinas interdisciplinares, onde o foco é o desenvolvimento sustentável no meio rural. As características do curso em conjunto com as tecnologias 4.0 são:

“Primeiro foco: o aluno vai ter módulos do uso da tecnologia da informação como ferramenta facilitadora para o desenvolvimento rural. O mercado digital disponível, tanto o equipamento, como o aplicativo, facilita o cotidiano sem perder o foco em produtividade.

Segundo foco: máquinas e Implementos agroflorestais. Quando se fala em máquinas e implementos agrícolas, fala-se em controle da automação e automaticamente está se inserindo dentro da temática indústria 4.0. Essas tecnologias, permitem mais segurança, em máquinas agrícolas como um trator que dispensa o motorista, automaticamente ele reduz riscos de trabalho, redução das horas de trabalho garantindo a eficiência. E também o manejo dos recursos garantidos também a produtividade, o trabalho agrícola é um trabalho intenso e dependendo do tipo de trabalho, acredito que a indústria 4.0 é inserida através da extensão Rural, tem de captar a confiança do pequeno produtor. Destaca-se a capacidade de desenvolver a tecnologia no campo que garanta segurança, aumento da produtividade, conservação dos recursos, redução das horas de trabalho, para pensar em novas lavouras, novos cultivos, nova forma de renda.

Terceiro foco: irrigação e drenagem trabalhando mecanismos e controle da automação e o uso de aplicativos. Através da troca sistemas de informação, apresenta-se a ligação e drenagem para poder controlar o uso do recurso hídrico, por meio de sensores para detecção de umidade que permite o uso racional dos recursos.

Quarto foco: atividades de manejo e Conservação do solo, através da utilização de sensores. A indústria 4.0, usa recursos como sensores de presença, eles conseguem transmitir para o proprietário a localização do Gado, por meio do uso de cercas com sensores. Como benefício, identifica-se, se o gado está pensando em fugir, como também, a aproximação de pessoas tentando furtar, ou seja, são várias oportunidades que os alunos terão acesso a um leque de possibilidades, de inserção nessa fase do curso. Destaca-se o papel da agroecologia em Sistemas integrados, geo referenciamento, que integram a ciência e a ecologia, da planta ao animal com a mecanização agrícola, manejo do solo, entre outros”. (INSTITUIÇÃO C).

Nesse sentido, nota-se que as características atribuídas às tecnologias da indústria 4.0, pelas instituições, são particularidades onde cada qual desenvolve com firmas do agronegócio. Percebe-se a importância institucional na participação do processo de adoção de tecnologias, permitindo, assim, eficiência na gestão, desenvolvimento de equipamentos e máquinas de ponta e na formação de profissionais voltadas às necessidades que tecnologia da indústria 4.0 exige, indo ao encontro da teoria desenvolvida por Kimberly e Evaniska (1981).

Em relação à mão de obra, os investigados A, B e C destacam o papel das Universidades, Institutos tecnológicos e Centros de Pesquisa através de projetos, parceiras em regiões estratégicas do Estado do Rio Grande do Sul, formação profissional de acordo com as tecnologias necessárias à firma e internacionalização do conhecimento. Nesse sentido, os investigados mencionam que:

“Para auxiliar a firma, há na região parceria com o Senai metal-mecânico, de grande representatividade, também parceria com a UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos), na qual também trabalha-se, por meio do Portal da Inovação, tem ainda o laboratório aberto Senai, onde viabiliza as entradas das firmas no laboratório. A instituição tem parceria em diversas regiões e universidades, como na região norte, parceria com a UPF (Universidade de Passo Fundo), na região da campanha, parceria com a UNIPAMPA (Universidade do Pampa), no Sul com a FURG (Fundação Universidade de Rio Grande). O objetivo da instituição é estar, próximo às universidades para viabilizar o acesso as Pequenas Empresas nas universidades, mas as empresas não dão tanto valor como deveriam para isso”. (INSTITUIÇÃO A).

“A instituição consegue enxergar isso muito rápido em alguns setores, em especial, olhando para agricultura. Para verificar os insumos que são necessários para cada planta, a indústria na saúde, por exemplo, tem várias alternativas que podem se tornar interessantes, é possível olhar para manufatura aditiva, e consegue-se fabricar produtos por fusão seletiva a laser, fazer o contorno que você necessita. Atualmente, ainda está a prova de conceito de protótipo”. (INSTITUIÇÃO B).

“Para desenvolver a mão de obra, se faz necessário firmar parcerias para dar algum suporte em algumas áreas do curso, pois o curso tem três grandes áreas. Todo o conteúdo programático disciplinar está incluído numa instituição de ensino parceira plausível, com Universidades estrangeiras, vai ser o primeiro contato de parceria, por meio da troca de ciência e conhecimento. Em relação as áreas do curso, em caso específico, um professor que vem há quase 20 anos trabalhando com a utilização da biomassa para redução de energia, por exemplo, sabe-se que o Rio Grande do Sul, é o maior produtor de arroz do país, e este, gera resíduos agrícolas e a casca possui elevado poder calorífico. Um grande potencial a ser utilizado com uma fonte de energia, então, essa troca de experiência com a produção de energia através da biomassa, busca-se trocar um pouco de conhecimento do que o Rio Grande do Sul precisa para explorar o nível de resíduos agrícolas, necessário para produção de energia. Trocar essa experiência, é um primeiro passo para a internacionalização do curso e fazer o diferencial no mercado de trabalho”. (INSTITUIÇÃO C).

Observa-se que a mão de obra, no relato das instituições, envolve a conexão com as Universidades no que se refere aos investigados A e C, promovendo o conhecimento científico e oportunizando a troca de experiência com a firma. Quanto ao investigado B, desenvolve a aplicação de testes de protótipos, máquinas e equipamentos que oportunizam melhorias no processo produtivo e permitem uma aproximação da realidade das tecnologias que serão inseridas nas firmas.

Nesse sentido, o olhar dos investigados sobre a mão de obra vai ao encontro do que diz Damanpour (2001), onde a firma inovativa busca parcerias de mercado em rede com desenvolvedores e consultores; treinamento e desenvolvimento de esforços, com o intuito de promover a adoção de tecnologias para competir ou até mesmo manter a liderança de mercado.

Convém mencionar que o Estado apresenta participação no processo de adoção de tecnologia. Para as Instituições A, B, C o governo tem papel fundamental no incentivo às

tecnologias, como forma de viabilizar para a firma a adoção, financiar projetos, apresentar uma política industrial que recupere a confiança do empresariado, incentivos para Institutos de Pesquisa, Centros Tecnológicos e Universidades para mapeamento científico e tecnológico, desenvolver políticas para a educação básica e profissional e parcerias público-privada. Sendo assim, destaca-se a visão institucional frente ao papel do Estado:

“O governo tem papel importante, em conceder o patenteamento das tecnologias, viabilizando assim, um modelo de desenvolvimento mais simples, menos burocrático, que dê mais proteção a empresa. O segundo passo, é financiar de forma mais agressiva, os projetos, para facilitar o cenário para as pequenas empresas, e o ambiente para as mesmas desenvolver o produto”. (INSTITUIÇÃO A).

“Tem que ter uma política Industrial porque o empresário da indústria está muito desmotivado, os maiores encargos vem da Indústria, maiores problemas trabalhistas, os piores entraves acontece na indústria, empresário está deixando de investir no Brasil, e investindo nos demais países. Esse cenário, é característico, por que as barreiras para indústrias são muitos muito grandes e o pequeno empresário percebe muito mais”. (INSTITUIÇÃO B).

“Ajuda a identificar oportunidades, onde as Universidades, tem consultores que trabalham no mercado, por meio de oportunidades e trazendo para essas empresas o desenvolvimento de equipamentos ou soluções em conjunto ou sozinha, ou em cooperação. O corpo docente trabalha muito a gestão em parceria com universidades, trabalhar em parceria com o SENAI para ajudar as empresas a desenvolver seu produto. O SENAI, o SEBRAE e as Universidades são subsidiadas para auxiliar as pequenas empresas, então vem recurso para as consultorias, para o desenvolvimento do produto, então viabiliza que a empresa possa chegar na universidade”. (INSTITUIÇÃO C).

“O Estado vai ter que olhar necessariamente para ver como é o comportamento das novas profissões, como se está formando profissionais para atender essa demanda 4.0 em termos de conhecimento de eficiência, produtividade. Dados do dados do fórum econômico Mundial, um terço desses empregos que têm surgido hoje, não existiam há 10 anos atrás. Se um terço desses empregos não existiu há dez anos atrás, algum fenômeno está acontecendo, mas novos empregos urgentes surgirão. Então, as pessoas já tinham sido formadas para isso, como se aumenta a eficiência? Existe um outro dado do fórum, em que se discuta as profissões que irão surgir. Daqui a 10 anos, as pessoas que hoje são crianças elas irão trabalhar em empregos em que geralmente não imagina-se qual seja. Então o papel do estado nessa questão é auxiliar do papel da educação na formação profissional, junto com a iniciativa privada. Como forma estratégica, deve-se olhar as leis trabalhistas, o estado deve olhar para os modelos econômicos e começar a pensar como alavancar a indústria nacional a partir de 2018. (INSTITUIÇÃO C).

No Brasil, devido aos fatores macroeconômicos dos últimos anos – juros elevados, inflação descontrolada, investimento público e privado decrescente, déficits comerciais e infraestrutura física e humana de baixo padrão, em comparação com a economia mundial, torna-

se limitante o desenvolvimento de políticas industriais. Isso promove a desconfiança do empresário em investir nas tecnologias.

Também, se faz necessário mencionar que o Estado poderia garantir mercado no curto prazo, até que o custo de investimento em tecnologia fosse recuperado pela firma. Assim, rompia-se o paradigma de que o investimento em tecnologia nesse período de tempo ser considerada como um “gasto” ou “desembolso” para o empresariado.

Nesse sentido, os resultados apontados no estudo contradizem o que Parente e Prescott (1994) mencionam, sendo o Estado como mentor fundamental de direcionar investimentos para a firma investir em tecnologia de fronteira tecnológica.

Para os investigados A, B e C mostra-se uma convergência por parte do papel dos atores externos, através da movimentação dos sindicatos, os institutos tecnológicos de pesquisa e o intercâmbio de Universidades, as quais estão mobilizando-se por meio de interação no exterior, para posteriormente aplicar as tecnologias da indústria 4.0, de acordo com a realidade das firmas Brasil. Nesse contexto foi mencionado o seguinte:

“Há uma movimentação favorável para isso, ao menos tentando levar essa informação para empresa. O sindicato metal-mecânico, está levando informações, buscando participar da Feira de Hanover, ou seja, é aonde se mantém a maior parte desses conceitos. Uma das dificuldades é quanto as empresas conseguem aproveitar e associar as informações obtidas, em seus modelos de negócios. O que se pode perceber, países como Alemanha, Itália, Estados Unidos, a movimentação pela tecnologia movimenta muito o nível de inteligência do trabalhador, aumenta muito o nível intelectual da empresa, vão deixar de ser empresas de manufatura, vão ser empresas de pensamento. Isso também, vai incentivar os trabalhadores a se prepararem melhor”. (INSTITUIÇÃO A).

“Eu me sinto confortável em falar isso porque eu trabalho para indústria. No que eu tenho observado aqui na nossa região, acho que sim, estão se mobilizando, chamando as empresas para os fóruns mais adequados ao tratamento do assunto 4.0. Estão verificando os processos que estão alterando os centros de tecnologia, que estão operando no instituto, por exemplo, já foi feito algumas instituições em diferentes setores de acordo com as necessidades deles, eles mesmo buscaram pessoas capacitadas, ocorrendo assim, uma grande mobilização”. (INSTITUIÇÃO B).

“Fazendo intercâmbio de conhecimento, busca-se levar um pouco da teoria que como uma universidade. Como uma instituição de ensino, disseminar o conhecimento ou dúvidas que geram visibilidade internacional, habilidade de desenvolvimento local, e a nível das sociedades. Se quiser prezar pela cultura, deve-se transformar em desenvolvimento local, grande parte desse desenvolvimento quando se fala em autarquia sociedade”. (INSTITUIÇÃO C).

Nesse sentido, pode-se perceber que a mobilização exercida pelos atores externos está pautada na discussão e apresentação das tecnologias em estudo, como determinantes do futuro da firma brasileira, bem como na orientação da conduta profissional dos colaboradores, suas habilidades e suas aptidões. E o papel da Universidade como promotora da qualidade de vida da sociedade, modificação da cultura e aproximação da realidade econômica de temáticas emergentes, que interferem nos modelos de negócios da firma. As informações, obtidas no presente estudo, condicionam aos estudos desenvolvidos por Wisdom et al (2014).

Em relação aos resultados econômicos para os investigados B e C, apontam que as firmas antes da porteira possuem o papel de impulsionador tecnologia da indústria 4.0, por meio de máquinas e implementos, insumos, sementes, matéria prima, pós venda e suporte.

Quanto aos resultados econômicos dentro da porteira, o papel dos atores externos é fundamental para disseminar a informação e apresentar as oportunidades de ganhos que a adoção das tecnologias em estudo impactarão nos negócios, redução das barreiras que limitam o produtor em adotar. Destaca-se o papel dos atores como intermediário entre as parcerias público-privado para contribuir através de incentivos e financiamento:

“As empresas antes da Porteira, tem um papel muito importante de adotar tecnologias e disseminar para o produtor rural. Então, são produtos que eles estão desenvolvendo, eles estão fabricando, além de processo de venda, tem toda a instrução técnica. De fato, eles são impulsionadores externos, mas, dentro da porteira, tem o Sebrae e o Senai, também tem esse papel, que trabalha no apoio ao produtor rural, de disseminar essa informação, com chance de aumentar a produtividade. Pode-se aumentar muito mais a produção, na mesma metragem de área plantada, vêm para eliminar as perdas, todas as entidades que estão envolvidas na cadeia de produção, tem oportunidade de disseminar o conhecimento”. (INSTITUIÇÃO A).

“A abordagem é diferente, antes da Porteira onde estão investindo na tecnologia e pretendem, inseri-la no campo. Inseri-la dentro da Porteira, a primeira barreira é o produtor, mesmo para ele sendo positivo, devido a não ter recurso financeiro suficiente para adquirir a tecnologia. Para isso, se faz necessário, apresentar uma nova realidade para a mudança de pensamento, ou seja, controle versus a tecnologia como solução; e não como um ladrão de recurso e de renda. Porque, a partir do momento em que o pequeno produtor, ele não tem condição de adquirir a tecnologia, ele pede para o vizinho do lado, condição esta que envolve políticas públicas. É necessário haver um fomento governamental de inserção desses mecanismos para toda a cadeia, para todos sair ganhando. A população está aumentando, e precisa-se produzir mais, com menos esforços, com menos recurso natural não renovável, menor é o custo final para o consumidor final, mas para isso, se faz necessário, englobar toda a integração da cadeia produtiva, por meio de recursos tecnológicos”. (INSTITUIÇÃO B).

No pós porteira, nota-se um distanciamento dessas tecnologias, devido ao fato do Brasil ser característico da exportação de *commodities*, o que diante desse novo cenário, deve-se atentar para estratégias de cooperação entre a cadeia produtiva, bem como políticas de valorização das firmas dentro da porteira que utilizarem as tecnologias da indústria 4.0. Requer um volume maior de informações para identificar a procedência e os ciclos produtivos, tipos de insumos utilizados, entre outros:

“No pós porteira, consegue-se agregar valor em todo o processamento dos alimentos produzidos no campo, gerando muita oportunidade. O Brasil e o Rio Grande do Sul, exporta muita commodity, o que nessa pauta, pode-se consumir e exportar muito mais produtos de alto valor agregado, semi processados, ou mini processados. Envolve a participação de grandes cooperativas, grandes Indústrias, o que de certa forma, pode remunerar melhor, o produtor, a indústria processadora, por investir em tecnologias, por apresentar melhor qualidade, customização de produtor, volume de vendas em maiores proporções, e há um preço acessível para o consumidor”. (INSTITUIÇÃO A).

“A partir do momento em que você tem o acesso à informação, o atacadista o supermercadista, o consumidor compra do pequeno e o grande produtor. Tendo acesso às informações, ele consegue rapidamente verificar hoje qual o tipo de produto que tem saída, se existe sazonalidade, qual o tipo de cultura ou produto, é possível intercalar, enfim, depois da Porteira, o acesso a informação é ilimitado, porém, tem que saber trabalhar”. (INSTITUIÇÃO C).

Nesse sentido, nota-se que os resultados econômicos por parte das instituições apresentam diferença entre as firmas, o que mostra que as tecnologias da indústria 4.0 são complexas em adotar e cada firma apresentam suas particularidades quanto a adoção, assemelhando-se a ideia de Wisdom et al (2014).

Quanto aos resultados de inovação, antes da porteira, percebe-se uma melhoria de processos pelo fato de oportunizar melhores resultados e com esforço físico customizado. Isso envolve a produção personalizada e de acordo com a necessidade do cliente com maior qualidade. Menciona-se, ainda, que a importância do gestor em pensar nas estratégias de negócio e buscar apoio institucional para adequar as tecnologias da indústria 4.0 em suas firmas, reduzindo as dificuldades e identificando novas oportunidades.

Para dentro da porteira, percebe-se a qualificação dos produtores rurais em operacionalizar as tecnologias da indústria 4.0, o que de certa forma reflete em eficiência em custos, ganhos em qualidade, segurança no escoamento da produção, aumentando o volume de *commodities* em um mesmo espaço produtivo. No pós porteira, faz-se necessário trabalhar para explorar a manufatura em componentes de alto valor agregado, por meio de competências

intelectuais e técnicas, em conjunto com máquinas e equipamentos de fronteira tecnológica, desenvolvida pelas firmas antes da porteira:

“A classe empresarial, iniciou a disseminação desses conceitos, mas ainda muitos desconhecem, os que conhecem, poucos deles começam a ter atitude para saber o que melhorar em seus processos, ou alguma coisa relacionada à indústria 4.0. Muito por causa da desconfiança do empresariado com a economia, não vão investir, vão tentar sobreviver nesse momento, mas isso é uma questão comportamental, mesmo porque eles não buscam a informação. É a instituição que leva a informação até eles. Oportunidade são inúmeras, basta o empresariado se envolver, deixar de exercer o operacional, e praticar o pensamento do negócio”. (INSTITUIÇÃO A).

“As firmas terão que fabricar soluções, isso não está tão forte, por parte dos produtores. Isso gera uma mão dupla, fazer tecnologia é um rumo, mas colocar na fábrica é outro, porque tem uma questão de cultura e de conhecimento que envolve uma série de fatores, como equipe multidisciplinar, testes, protótipos, investimento em máquinas e equipamentos, por exemplo, plantio de culturas, não adianta você sensorizar toda a área, se não souber plantar é a mesma coisa se você plantar, no terreno errado, não tem milagre. Tem as coisas básicas que precisam vir antes de planejar a produção”. (INSTITUIÇÃO B).

“Quando se pensa em agricultura, se pensa no resumo das profissões mais antigas. O campo passou a ser um lugar de destaque, produzir, com menos, e uma melhor qualidade, se pensa em agricultura orgânica no futuro. Quando se remete a máquinas e equipamentos de grande porte, se pensa em agricultura extensiva. Assim, altera-se os processos, pois, produzir de forma orgânica, hoje é contraditório, porque trabalhar com a agricultura ecológica, se faz necessário juntar a pecuária e agricultura florestal. As tecnologias 4.0, vem para suprir essa lacuna”. (INSTITUIÇÃO C).

Pode-se ressaltar que, a alteração nos processos produtivos modifica os padrões tradicionais de operacionalização e projeta-se a firma para a competitividade e eficiência em suas capacidades de gestão, comercialização, produção e recursos humanos. Isso possibilita acrescentar o estudo obtido a investigação de Damanpour (2001).

Em relação às escolhas tecnológicas, participaram do estudo os Ministérios da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e o Ministério da Indústria e Comércio Exterior e Serviços (MDIC), em que destacam o desenvolvimento do Plano Nacional de Manufatura Aditiva Avançada e o Plano Nacional de Internet das coisas. Estes estudos foram desenvolvidos em nível nacional, como uma estratégia que envolveu Especialistas, Institutos de Pesquisa, Universidades, Firms, como forma de identificar oportunidades no Brasil em todas as atividades econômicas.

Os relatos foram obtidos por meio da entrevista e complementados através dos documentos sobre os referidos planos. Desse modo, notou-se a escolha pelas tecnologias da manufatura aditiva e a internet das coisas, sendo estas as únicas em fase de investigação, a qual foram se transformado em plano.

Cabe destacar a presença de gargalos econômicos, sociais e ambientais, identificados no estudo. E também foram propostas ações e metas para alcançar as estratégias desenvolvidas em cada plano. Essas tecnologias mencionadas buscam em primeiro momento apresentar as melhoria nos processos da firma e na qualidade de vida da população. Nesse sentido, os Ministérios em estudo, apontam:

“Desenvolver e buscar entender a temática da tecnologia da indústria 4.0, faz parte do nosso trabalho, foi proposto ações e metas e atualmente trabalha-se na construção das ações. Quando se fala em tecnologia, fala-se de ações, capazes de atender as atividades econômicas do Brasil, algumas destas, não temos condições de dizer que o se tem a fazer, outras temos que fazer levantamento, por meio de estudos, para identificar quais as competências que a Manufatura Aditiva causará nas firmas”. (MCTIC).

“Cada ação dessas, será desenvolvido observatórios de manufatura avançada. Posteriormente, será eleita a tecnologia de Manufatura Aditiva de acordo com o segmento tecnológico, gerando inúmeras ações de porte grande”. (MCTIC).

“A escolha pela IOT é transformar e pular etapas nas tecnologias tradicionais. Terá impacto nos segmentos de manufatura e agronegócio, nos grandes centros urbanos, com melhoria da qualidade de vida da população, proporcionando melhores condições de saúde, educação, segurança, oportunizando crescimento e desenvolvimento econômico. Esse plano, busca definir um foco e superar as barreiras para o desenvolvimento e adoção”. (MDIC).

Pode-se compreender que as tecnologias proporcionarão a adaptação e o avanço do setor produtivo, requalificação e novas competências profissionais, ganhos em competitividade por meio de valor agregado. Dessa forma, minimizando as barreiras e incertezas por parte das firmas, o que comporta a ideia de Farzin et al (1998). Também, identificou-se através do estudo, o avanço da tecnologia em termos de processos produtivos em conjunto com o desenvolvimento econômico do Brasil, beneficiando setores, população e Estado.

Como características, constata-se a sensibilização dos atores externos, integração das cadeias produtivas, normas e regras, mão de obra qualificada, conectividade e recursos tecnológicos. Os Ministérios apontam a seguinte referência:

“O MCTIC, possui a Secretaria de desenvolvimento tecnológico e inovação, onde desenvolve-se a gestão; a coordenação de manufatura avançada, onde são desenvolvidos os planos de ciência e tecnologia de manufatura avançada, na qual os parceiros identificam cinco grandes áreas: 1) tecnologia; 2) recursos humanos; 3) cadeias produtivas; 4) infra estrutura; 5) regulamentação, as quais são fatores fundamentais para na ótica do MCTIC para elevar o nível de produção da indústria. Faz parte também, a Secretaria de Informática, onde trabalha a estratégia digital brasileira e o Plano Nacional de Internet das Coisas. Até agora estamos trabalhando para fechar esses planos em 2017. Serão esses, não tem como realizar mais estratégias por enquanto”. (MCTIC).

“O Brasil precisa preparar-se para aumentar a adoção por meio da qualificação da mão de obra, infraestrutura, por meio da conectividade e normas e regulações que permitem o acesso e o exercício das tecnologias da indústria 4.0”. (MDIC).

Convém esclarecer que tais planos desenvolvidos apontam ser extensos, devido à diversidade das atividades econômicas e a heterogeneidade das firmas brasileiras. Sua aplicação e efeito prático, torna-se gradativo entre as regiões, o que pode gerar disparidades da adoção de tecnologias em diferentes setores e espaços geográficos. Nesse sentido, esses estudos tornam-se fundamentais para a criação de estratégias e até mesmo suportes para o desenvolvimento de políticas públicas. Estas, por sua vez, podem estimular a expansão da capacidade produtiva e de infraestrutura, com a finalidade de acelerar o processo de adoção por parte da firma. Tal cenário soma-se aos estudos de Langley e Truax (1994).

Com base nas características, os ministérios investigados apontam dificuldades no processo de elaboração dos planos para posteriormente as firmas adotarem. Essas dificuldades são oriundas de recursos financeiros e humanos, desemprego, preparação das firmas para adotar as tecnologias em estudo e, também, a ausência de políticas públicas eficazes para as micro e pequenas firmas. Os Ministérios apontam que:

“O grande desafio são recursos financeiros, é sabido que o governo está sem dinheiro. Se faz necessário encontrar recursos e parcerias, para que não se perca esses planos de desenvolvimento de tecnologias da indústria 4.0 no Brasil. Se faz necessário ainda, a articulação das atividades, em otimizar a aplicação de recursos e unir esforços para otimizar recursos. São planos muito grande, a preocupação, em concretizar as ações no decorrer do processos”. (MCTIC).

“Nenhum País está preparado ainda, àqueles que já adotam, também enfrentam dificuldades, porém, não é divulgado. Quando ocorre a mistura de tecnologias tradicionais e tecnologias radicais (tecnologia da indústria 4.0), está preparado. Outra preocupação é ausência de políticas públicas para pequenas e médias firmas; algumas situações ocorreram desemprego, mas ainda não dimensionado”. (MDIC).

A formação desses planos visa reduzir as dificuldades identificadas no estudo, bem como auxiliar a firma em determinar as estratégias de condução dos negócios, que as tecnologias da indústria 4.0 provocarão no desempenho das mesmas. Esse plano também oportuniza ações que visem uma capacitação diferenciada, por meio da formação e requalificação da mão de obra em processos produtivos.

Com base nas informações obtidas, constatou as dificuldades externas identificadas por Farzin et al (1998), onde aponta que o perfil da capacidade produtiva e dos investimentos define o tamanho da barreira à adoção do País, e também associa-se à realidade investigada, à percepção de Parente e Prescott (1994), através dessas dificuldades, o Poder Público deve determinar ações que viabiliza a firma a adotar as tecnologias da indústria 4.0.

No que se refere às tendências, conforme investigação, constata-se que o (MCTIC) trabalha sob dois pontos a serem explorados. Conforme informações obtidas no Plano Nacional de Manufatura Avançada, este plano possui a tendência de criar estratégias de estímulo para a modernização fabril através da robótica, informática, internet das coisas e nanotecnologia nos processos produtivos.

O Plano de Internet das Coisas busca acelerar a implantação desta tecnologia, como instrumento de desenvolvimento sustentável no Brasil, promovendo o aumento da competitividade da economia, fortalecimento das cadeias produtivas nacionais e a promoção da melhoria da qualidade de vida humana:

“Esse plano de manufatura, conforme o ministério, é a integração de novos dispositivos eletrônicos aplicados em diversos setores da sociedade. A principal finalidade de integrar a aplicação das tecnologias de produção inteligente, com alto grau de personalização apoiada na nanotecnologia, materiais avançados, metrologia, sensoriamento distribuído, materiais de referência, segurança e sigilo dos dados e de elementos diversos conectados em rede, através de sistemas ciberfísicos”. (MCTIC).

“O Brasil para ser mais produtivo, deve criar parcerias com os Institutos Senai de Inovação, para melhorar o processo de gestão e reengenharia em todas as áreas, em especial o setor do agronegócio”. (MDIC).

A previsão para a finalização do plano é 2018, onde terão participação especial as firmas, especialistas, instituições com seu conhecimento e experiências e aplicabilidade para posteriormente concluir o plano. A tendência é primeiramente difundir o conhecimento teórico

e aprimorar sua aplicabilidade de acordo com a realidade econômica das firmas brasileiras. Conforme obtidas informações MDIC, o Plano de Manufatura Avançada será apresentado em Março de 2018, na programação do Fórum Econômico Mundial.

À tendência obtida no estudo, soma-se a ideia de Farzin et al (1998), onde os MCTIC e o MDIC, estão atuando de forma pró ativa para reduzir as preocupações e incertezas de mercado, para facilitar e acelerar o processo de adoção de tecnologias por parte da firma.

Quando se refere à mão de obra, busca-se pensar em condições voltadas à capacitação criativa, por meio novos modelos de ensino, treinamento & desenvolvimento, universidades interativas. A busca pela qualificação na era das tecnologias da indústria 4.0, exige além de diplomas, a aplicabilidade do conhecimento, como elemento fundamental, elementos estes, encontradas por Damanpour (2001). Nesse sentido, os Ministérios em estudo, apontam:

“Capacitação de novos e a requalificação de quem já está em atividade. É mais fácil desenvolver novas competências, uma pessoa que está em início de carreira, em comparação de treinar os já existentes. Esse é um desafio, que a Holanda desenvolveu, por meio da requalificação de adultos. Aposta-se essa prática em parceria com CNI, Sebrae e Senai”. (MCTIC; MDIC).

Destaca-se ainda a busca do conhecimento internacional, para poder compreender e aplicar a temática das tecnologias da indústria 4.0 no Brasil. Nesse sentido, a experiência nas economias desenvolvidas foram posteriormente discutidas por meio de workshop, em parcerias com 111 firmas e seus representantes de diversos segmentos econômicos, 51 instituições e associações e 55 representantes de instituições públicas, para a discussão do Plano de Manufatura Avançada.

Conforme o Plano Nacional de IOT, desenvolvido em parceria com o BNDES, participaram 380 especialistas diretos no assunto; 4600 convites para o debate sobre bytes de IOT, 2.200 contrições na consulta pública. Foram realizadas 100 entrevistas exploratórias e 100 horas de *workshops* com especialistas. Nesse sentido o MDIC, complementa:

“O MDIC participou de missões empresariais e tecnológicas nos EUA e Alemanha, a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) fez missões no Japão e Alemanha, onde foi analisado o plano tecnológico deles, e adaptado no Brasil. A partir das observações, foram desenvolvidos 7 workshop, onde trabalha-se ouvindo a nossa secretaria com firmas, e seus representantes, bem focados em compreender o fenômeno tecnológico que surgirá no Brasil. Teve participação de várias firmas

multinacionais e brasileiras, pessoas de empresas brasileiras, a Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), contratou estudos feitos no Reino Unido, China e EUA, a partir das experiências internacionais, a partir desses estudos, temos representantes de pequenas, medias e grandes firmas, instituto de pesquisa e academia”. (MDIC).

Sendo assim, de acordo com as investigações obtidas, o processo de qualificação da mão de obra aponta que as experiências as quais estão sendo desenvolvidas no Brasil, através da experiência internacional, exige uma maior qualidade e uma reengenharia para melhoria de processos sobre os produtos, conforme evidências encontradas por Wisdom et al (2014) e que, por meio de uma mão de obra qualificada, torna a firma mais inovadora, sendo esta, líder de mercado. Estes resultados complementam-se ao estudo de Buzzacchi, et al (1993).

O relação ao seu papel, o estado deve atuar como um incentivador da tecnologias da indústria 4.0, através da conectividade, incentivos humanos, físicos e financeiros, firmar parcerias público privado para otimizar esforços e acelerar o processo. Os Ministérios ainda não apresentaram planos para sindicatos, entidades de classe, mídia, conforme o relato:

“Não chegamos ainda na discussão com o Ministério do Trabalho e centrais sindicais, se discute primeiro a construção da tecnologia, com plano estruturado, com benefícios, sociais, econômicos e ambientais”. (MCTIC; MDIC).

“A ideia do governo através desses planos é definir prioridades entre setores e identificar os principais atributos e gargalos que será enfrentado ao adotar a tecnologia da indústria 4.0. Nesse sentido, se faz necessário, a parceria público Privado, em conjunto com institutos de pesquisa, Universidades, Grandes firmas, firmas startups, para facilitar o desenvolvimento desses esforços”. (MCTIC; MDIC).

Conforme obtido nas informações das firmas, instituições e especialistas, para a eficiência e eficácia do processo de adoção de tecnologia, se faz necessário a parceria público-privado. Mostra-se uma parceria entre os ministérios na condução dos planos que comportam a tecnologia da indústria 4.0. Nesse sentido, a mobilização dos mesmos fez a integração de especialistas, firmas, instituições, no objetivo de desenvolver competências e conhecer a realidade do Brasil, na tentativa de adotar a manufatura aditiva.

“A atuação em conjunta com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, estão constituindo o Plano Nacional de Manufatura Avançada”. (MCTIC; MDIC).

“Foram realizados 8 workshops com especialistas, na qual foi desenvolvido uma sistematização por meio das experiências obtidas sobre o debate do processo da manufatura avançada e seu impacto na cadeia produtiva da firma”. (MCTIC).

Nesse sentido, relação governo e atores externos se faz necessária para aproximar os dados obtidos no exterior e adaptar à realidade brasileira por meio da pesquisa, extensão, testes de protótipos, técnicas de gestão, melhorias em infra estrutura em termos de energia, conectividade, assistência técnica, suporte tecnológico. Também adaptar as infraestruturas da firma para a adoção das tecnologias em estudo, bem como a interação do ser humano das rotinas em nível operacional e intelectual. Esse apoio institucional, obtido através da parceria público-privado, complementa-se com a evidência encontrada por Wisdom et al (2014).

Em relação aos resultados, estes foram obtidos por inovação e não foi possível obter os resultados econômicos. Por tratar-se de um plano, o MCTIC e o MDIC apontaram que devido a estar em construção, não possuem informações conclusivas sobre o impacto das tecnologias abordadas na firma. Ainda, mencionaram que faz parte das atividades dos Ministérios discutir as inovações radicais que estão a surgir.

Sob a ótica dos investigados, é um assunto que tem que se difundir no Brasil, sobre essas tecnologias e esse novo modelo de trabalho, que envolve desde a gestão, novos modelos de produção, trabalhar de maneira integrada para a eficiência da articulação por meio de esforços. Nessa situação, para o resultado ser oportuno, os projetos pilotos constituem uma importante experiência que permite a visualização e a participação do cliente, para a eficiência do processo completo de adoção de tecnologias. Portanto, os Ministérios mencionam:

“Isso é uma questão delicada, o ministério não pode ter escolha, temos que ver os setores, que comecem esse tipo de projeto, eles vem muito de a gente está montando uma rede, e tem que ser empresas que se candidatem, por meio de edital”. (MCTIC).

“Em relação ao setor do agronegócio, está sendo desenvolvido, projeto piloto de manufatura avançada em parceria com a Embrapa. Isso oportuniza vantagens, por meio da criação de uma rede de contatos e profissionais que estão processo de cooperação, P&D, clientes antes da porteira, parceira com fornecedores, clientes dentro da porteira e pós porteira, atuando de forma integrada a cadeia produtiva”. (MDIC).

Como resultados, também a expectativa dos Ministérios em relação ao Plano Nacional de Internet das coisas, apresenta a visão de aumentar a produtividade e a relevância do Brasil no comércio mundial de produtos agrícolas, com qualidade, sustentabilidade socioambiental, o que oportuniza ao Brasil ser o maior exportador de soluções de IOT para a agropecuária tropical. Com base, o MDIC menciona que tal plano busca:

“Aumentar a produtividade e qualidade da produção rural brasileira pelo uso de dados; otimizar o uso de equipamentos no ambiente rural pelo uso de IOT; aumentar o volume de informações e sua precisão no monitoramento de ativos biológicos; promover a adoção de soluções desenvolvidas localmente para desafios do ambiente. As aplicações selecionadas, para o agronegócio, são, gestão de desempenho de máquinas; gestão de pragas, monitoramento de incêndios, monitoramento meteorológico, monitoramento peso e alimentação animal e monitoramento de localização e comportamento”. (MCTIC; MDIC).

Diante do exposto, nota-se que as oportunidades para o setor do agronegócio volta-se ao melhoramento da tomada de decisão, informações oportunas, indicadores de consumo, produtividade, matéria prima, que permitem otimizar processos e agregar valor ao produto dentro da porteira. Destaca-se o papel das firmas antes da porteira, como impulsionador da adoção, por meio do desenvolvimento de *hardwares* e *softwares* adequados à tecnologia da agricultura 4.0. Fica ainda a necessidade da adoção por parte das firmas pós porteira, para que todos os elos da cadeia sejam compatíveis com as tecnologias em estudo. Tais investigações complementam-se, no entanto, com a teoria apresentada por Damanpour (2001).

A seguir, apresenta-se o cenário dos especialistas em tecnologia da indústria 4.0 e especialistas do setor do agronegócio quanto à adoção de inovação nas firmas do agronegócio.

5.3 Percepção dos especialistas da adoção tecnológica pelas firmas

Nesta etapa, foram investigados os especialistas em indústria 4.0, com o objetivo de assimilar e compreender o entendimento frente à temática e sua importância para as firmas e a perspectiva na dinâmica dos negócios. Quanto aos especialistas do agronegócio, o foco foi de identificar o conhecimento dos mesmos, sob a ótica da visão acadêmica e institucional que as tecnologias da indústria 4.0 proporcionarão para o setor em estudo.

As percepções, entre os especialistas em indústria 4.0, divergem de acordo com o conhecimento obtido de cada um sobre as tecnologias específicas. É importante destacar que, embora a conceituação científica se concretiza em fase inicial, na prática existe há mais de uma década, pois a Alemanha analisou sua economia durante uma série temporal de 10 anos para identificar o comportamento de firmas que adotaram tecnologias avançadas, em comparação com os modelos tradicionais de negócios. Pela ótica dos especialistas em indústria 4.0 A, percebe-se que essas tecnologias já vêm ocorrendo de forma evolutiva, enquanto o especialista B, afirma ser uma revolução, como mencionado:

“Se for citar, por exemplo, as principais como cyber-physical systems, o big data analytics e a internet das coisas – IOT – vem sendo pesquisadas desde 2006. São evoluções dentro das próprias tecnologias, a internet das coisas é uma revolução dentro da própria internet; o big data analytics, vem da evolução do data mining e assim por diante. Isso exige maior flexibilidade do sistema e a indústria 4.0 surge como uma proposta de flexibilizar o sistema e tornar possível a produção personalizada a um custo de massa”. Estamos diante de uma mudança paradigmática, não por conta da tecnologia, mas sim pelas combinações delas e no momento em que elas acontecem”. (ESPECIALISTA A).

“Em dez anos, as firmas que não adotarem ao menos uma tecnologia, não terá mais espaço no mercado. Isso envolve desde as micro empresas do setor do agronegócio até a grande firma, de certa forma, da padaria a indústria de máquinas e implementos. Isso é uma questão de sobrevivência, é a única saída que terá para alavancar os negócios na economia interna e externa do Brasil. Mudará completamente o modelo de negócio da firma e da sociedade. Essa revolução industrial, vem para reestruturar os sistemas de gestão, na busca de melhoramento dos novos modelos, desde a micro empresa até a empresa de grande porte. No agronegócio, isso vai auxiliar o Brasil na agregação de valores nos produtos agrícolas, bem como, gerar oportunidades de produção de alimentos para abastecer o mundo”. (ESPECIALISTA B).

Tendo em vista essa análise, trata-se de uma inovação incremental de tecnologias da informação e comunicação (TICs). São evoluções que redefinem os negócios da firma em termos de produção, pessoas, marketing, oportunizando melhores condições econômicas, sociais e ambientais ao consumidor e a sociedade, num determinado período histórico. Os investigados B, C, D e E apresentam opiniões semelhantes quanto ao motivo que leva as firmas escolherem as tecnologias:

“Nessa ótica, o entrevistado, identifica como uma revolução nos modelos de negócios, onde a inovação ocorre com mais ênfase no processo, ao invés do produto. Trata-se de uma inteligência cognitiva na gestão da firma, onde o trabalho nos moldes operacionais, terão interação por meio de robôs, sensores, que interagem com o ser humano. Nesse sentido, inteligência artificial, com presença de software e mão de obra qualificada, resultará em primeiro momento, agregação de valor, customização e personalização, como elementos diferenciais para a firma”. (ESPECIALISTA B).

“A ideia é obter os dados e automatizar a coleta, armazenar esses dados, que vão gerar uma tomada de decisão. Isso é uma aplicação mais específica, ou seja, numa indústria para saber quanto as máquinas estão produzindo, além de sensores, vai precisar de conectividade, onde alguém vai buscar a informação, vai armazenar numa nuvem, seguido de uma avaliação. Então, é um conjunto de uma tecnologia com outra”. (ESPECIALISTA C).

“Mesmo numa condição passiva é um trabalho muito forte ainda de convencimento de que as agriculturas 4.0 podem trazer que é vinculada a racionalização dos insumos a gestão da propriedade e via por essas garantia de uma rentabilidade para o produtor, mas os trabalhos, ainda estão por surgir, os produtos ainda estão em fase de pesquisa e desenvolvimento e o momento ainda é muito difícil de apontar com clareza a taxa de crescimento no mercado nacional e internacional. A tecnologia na agropecuária vai mudando ao longo do tempo, a agricultura empresarial, está cada vez mais presente em determinadas regiões do País”. (ESPECIALISTA D).

“Nota-se que o Brasil precisar agregar valor aos produtos para poder competir internacionalmente com diferenciais. Precisa enriquecer a indústria de software de computadores, por meio do desenvolvimento de peças produzidas internamente. A aposta, está concentrada num primeiro momento nas startups, em empresas multinacionais de máquinas e equipamentos, onde dispõe de recursos para financeiros para investir em pesquisa e desenvolvimento. Outras empresas familiares, também estão adotando essa postura tecnológica para diferenciar-se no mercado, e levar maior rentabilidade para o produtor, mas ainda é muito incipiente. A base para isso é um concentração de esforços em pesquisa e desenvolvimento e uma cultura organizacional voltada a base de diferenciação tecnológica”. (ESPECIALISTA E).

Como pode ser observado, a escolha da tecnologia da indústria 4.0, por parte dos investigados, apresenta benefícios para o setor do agronegócio. Bem como, a firma deve adotar uma nova cultura organizacional, voltada a P&D, oportunizando maior valor agregado nos produtos finais, ocorrendo a customização de mão de obra, matéria prima e oferta de produtos a um preço acessível ao consumidor final. Através desse cenário, na percepção dos investigados, é que gradativamente a disseminação entre todos os elos da cadeia, tornam-se essenciais, favoráveis à adoção, tornando assim o setor competitivo com outras economias de fronteira tecnológica.

Por outro lado, entre a visão dos especialistas A, B, C, D e E observa-se também uma preocupação em relação a adoção dessas tecnologias, decorrente do Brasil ser uma economia

em desenvolvimento e apresentar gargalos em termos de inovação tecnológica e base educacional, instabilidade macroeconômicas, lentidão por parte do Estado em promover ações pró ativas, favoráveis ao processo de adoção, conectividade, cultura organizacional, mão de obra qualificada, infra estrutura tecnológica, pouca discussão entre os elos da cadeia produtiva quanto a temática:

“Os maiores entraves são a base tecnológica e a base educacional. No Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, o Brasil tem muitas iniciativas, porém, todas desconectadas. Não existe um planejamento a longo prazo e parece que todos os projetos falta muito folego. No site do Ministério da Indústria, no Ministério do Comércio Exterior, Ciência e Tecnologia, parece que alguém esqueceu de atualizar, difícil pegar uma informação e poder confiar. Quanto ao Ministério da Educação, tinha que estar preocupado com a educação básica, pois, senão tiver uma boa base de matemática, de física, química, não vai conseguir desenvolver pessoas com capacidade técnica para entrar nessa nova era. O Brasil, não vai conseguir inovar, se não tem sistema da base”. (ESPECIALISTA A).

“Outra afirmação, é que pelo fato de termos uma economia passando por altos e baixos, temos uma economia muito instável e as firmas tem muita dificuldade de fazer investimentos em longo prazo, embora as tecnologias a indústria 4.0 são viáveis, elas ainda são consideradas como investimentos significativos. Essa corrida já iniciou e o Brasil está ficando para trás, não se desenvolve capital humano ligado às áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática”. (ESPECIALISTAS A).

“A base tecnológica do Brasil é precária, não possui condição de suporte tecnológico, nem estrutura via internet. A preocupação é como uma fábrica vai dispor de sensores, de robótica, se não tem uma base necessária para o desenvolvimento”. (ESPECIALISTTA B).

“A indústria brasileira ainda não absorveu de uma maneira sistêmica as tecnologias da indústria 4.0. Há apenas algumas a iniciativas, geralmente de indústrias multinacionais que estão adotando em suas linhas de produção e processos produtivos relacionadas. Há uma dificuldade também, por parte da indústria brasileira, em ter acesso a essas tecnologias, devido ao fato de seu alto custo, por virem de fora e também a questão do câmbio de moedas. Além disso, há entraves relacionadas à mão de obra qualificada nacional, para desenvolver essas tecnologias, quanto para operar as que vêm de fora”. (ESPECIALISTA C).

Em relação aos investigados D e E, aponta-se um complexo de dificuldades educacionais, tecnológicas, infraestrutura e de aprendizagem organizacional que o setor enfrenta, limitando o processo de adoção por parte da firma. Para investir em tecnologia, na visão do investigado E, se faz necessário estimar o custo de oportunidade do investimento devido às dificuldades mencionadas. Nesse sentido, os especialistas, mencionaram:

“Percebe-se que no Brasil, os entraves que limitam a agricultura 4.0 são em aspectos voltados a infraestrutura, a internet, e a própria condição Educacional dos produtores rurais, que são os responsáveis por realizar essa adoção. A utilização dos recursos tecnológicos por parte do produtor ainda é limitado, ou seja, o produtor adquire equipamentos de alta sofisticação mas tem dificuldade de tirar proveito de suas vantagens. O nível de escolaridade é mais baixo na gestão da propriedade rural, sabe-se que no Brasil, não é padrão, em índice de Educação de tecnologia, na agricultura, isso ainda é muito pior em termos de acompanhamento de produtividade, uso de insumos de acordo com a necessidade do solo, que é o que a agricultura de precisão proporciona. Outra ação pouco desenvolvida, está relacionada a infra estrutura, como por exemplo, a difusão da internet no campo, ainda é muito limitada, o que gera um grande gargalo frente a essas tecnologias da indústria 4.0”. (ESPECIALISTA D).

“Em primeiro momento, Barreiras culturais para adoção, onde as firmas vão pensar em termos econômicos a viabilidade do investimento. Em segundo momento, a questão do aprendizado por meio de um conjunto de tecnologias que as próprias indústrias tem dificuldade de reter mão de obra qualificada. A terceira menciona que é o aprendizado de conhecer as tecnologias e ter uma percepção que traz ganhos pensando no produtor rural, a qual tem uma dificuldade em relação à geração anterior a nossa de entender isso. Eu vejo muitas barreiras de educação, aprendizado e conhecimento nesse sentido.

Por ser incipiente, ainda estão andando a passos curtos, o que percebe-se que a firma brasileira, vai continuar comprando tecnologias, e o grande problema é o desenvolvimento de mão de obra, porque importar mão de obra, torna-se complicado, devido ao, as condições de vida que o Brasil apresenta”. (ESPECIALISTA E).

Sendo assim, entre os investigados, observa-se que as dificuldades apontadas são semelhantes entre amostra e conteúdo. Importante destacar que, os fatores externos, caracterizados no estudo, contribuem de forma direta para as limitações internas da firma, considerados como mão de obra qualificada, melhorias nos processos, aprendizagem organizacional na adoção das tecnologias da indústria 4.0.

Constata-se, no estudo, que as dificuldades estão concentradas no papel do Estado em organizar de forma sistêmica o acesso às tecnologias e, contudo, oportunizar condições que favoreçam a confiança das firmas do setor em investir tecnologia e competir com economias desenvolvidas.

Nesse sentido, o estudo complementa-se a ideia de Farzin et al (1998) onde discute-se que o grau de dificuldades de adoção depende da capacidade produtiva e dos investimentos de tecnologia do País em que a firma está localizada. Contudo, surge o papel dos atores externos para minimizar as dificuldades, como abordado por Rogers (1994).

Em relação às tendências, a opinião dos especialistas diverge quanto à adoção de tecnologias. Os investigados B e E mantêm sua opinião otimista, enquanto os especialistas C e D identificam um cenário pouco favorável para o desenvolvimento de tecnologias da indústria 4.0 no setor do agronegócio. Sendo assim, os especialistas apontaram: alteração nos modelos

de negócios, enxugamento das firmas, produção em lotes personalizados, reorganização das plantas produtivas, agregação de valor ao produto final, maior competitividade nas exportações, redução de custos, redução da mão de obra e utilização via dispositivos de fácil acesso como, por exemplo, celulares, *smartphones*, mencionados pelos investigados B e D.

A adoção ocorre por meio das indústrias antes da porteira, beneficiando de forma gradativa as firmas dentro e pós porteira, bem como, apresentado pelo investigado E, que os primeiros adotantes terão maiores ganhos em relação a concorrência:

“A tendência é a alteração nos modelos de negócios, em todas as atividades econômicas. É o enxugamento das firmas, reorganização das plantas produtivas, redução dos estoques, produção em lotes personalizados. O operador da máquina de hoje, será o intelectual que irá atuar com robô no ambiente de fábrica. O Brasil, nas cadeias do agronegócio, deve ser um dos setores de maior destaque, como medida de aumentar a renda via exportação, agregar valor ao produto acabado, e também, buscar a realocação dos empregos operacionais que serão substituídos”.
(ESPECIALISTA B).

“Os drives da mudança da população em termos socioeconômicos, possibilitam a adoção dessas tecnologias por meio de celulares. A indústria 4.0 vai avançar em seu primeiro aparecimento, por meio de máquinas e equipamentos agrícolas, pois ela precisa incorporar no Brasil, nas indústrias de processamento de frangos, arroz, e eles precisam destas tecnologias para reduzir custos e ganhar escalas de produção”.
(ESPECIALISTA D).

“Existe uma série de possibilidades para a adoção de tecnologia. Mas existem determinantes para a adoção, os motivos da adoção por alguns produtores que são pioneiros e querem produzir mais, obtendo assim, maiores ganhos. Outro fator a ser destacado é a redução da mão de obra, a qual está relacionado a produtividade e outras variáveis, que no futuro será necessário adotar para permanecer no sistema”.
(ESPECIALISTA E).

Nesse sentido, pode-se atribuir que as tecnologias em estudo impactarão de forma positiva em toda a cadeia, proporcionando uma mudança no aprendizado e conhecimento da mão de obra e na interação ser humano e robôs no ambiente de trabalho. Aposta-se na visão dos especialistas B e E como um grande avanço para o desenvolvimento social e econômico, por meio de um caráter evolutivo no aumento da produtividade e um novo modelo mental da firma.

Quanto à tendência negativa, os investigados C e D mencionam que as firmas do agronegócio gaúcho não estão atuando na fronteira tecnológica. O que caracteriza esse atraso é a falta de interesse do produtor, as firmas em investir em tecnologia e a baixa conectividade. A

diferença entre economias desenvolvidas em relação as em desenvolvimento, devem-se ao fato da identificação de oportunidades com base na realidade econômica de cada país, o que permite melhorar os processos e competir internacionalmente. Os relatos dos especialistas C e D apontam a realidade:

“A firma brasileira, não está atuando na fronteira tecnológica de uma forma geral. Há setores específicos no Brasil, em que certas indústrias conseguem se destacar perante outras. Geralmente essas indústrias específicas atuam em mercados extremamente competitivos, não somente no campo nacional, mas também no campo internacional. Um exemplo, os parques industriais no Brasil, em especial, o setor de logística, o Brasil tem o maior Porto da América Latina, e toda a exportação de commodities agrícolas, devido a essa estrutura que o Brasil exporta milhões, tem um maior poder de capacidade financeira de absorção dessas tecnologias”. (ESPECIALISTA C).

“O futuro da agricultura 4.0 ocorre por meio de produção sustentável, porém, cabe ao produtor ter interesse de buscar tecnologias em feiras, mas se fatores como, falta de energia elétrica, transferência de dados de sinal é muito restrito no meio rural, a difusão se torna difícil e atrasando o Brasil em termos de fronteira tecnológica”. (ESPECIALISTA D).

As diferenças, obtidas entre os especialistas investigados, permitem visualizar as realidades vivenciadas individualmente, frente ao setor do agronegócio ser heterogêneo em cada região do Estado do Rio Grande do Sul e também do Brasil. Percebe-se ainda, a disparidade do setor em aspectos relacionados à adoção, sendo um possível entrave para a disseminação da adoção em todos os elos da cadeia.

A realidade identificada entre os especialistas vai ao encontro de Farzin et al (1998), onde menciona quando uma firma decide adotar tecnologias, a mesma observa todo o cenário macro e micro econômico para poder direcionar suas estratégias de alcançar novos resultados.

Atrelado às tendências, constatou-se uma convergência de ideias entre os especialistas, A, B, C, D e E, bem como reorganização dos setores internos da firma, comunicação entre processos, aumento da capacidade intelectual do colaborador, conexão entre máquinas e humanos, aumento da produtividade com o mesmo espaço em produção, redução de custos. Nesse sentido, os investigados mencionaram que:

“Nas indústrias uma revitalização e uma reampliação nos sistemas. Isso muitas vezes vai custar dinheiro, então precisa de investimento. Na medida em que muitas empresas implementarem, isso começa a dar um resultado. Se somente uma empresa implementar o resultado pode existir, porém, de forma limitada. O benefício, no entanto, é preciso ter em toda a cadeia, apontando ser flexível, para conseguir o

resultado que a indústria 4.0 pode proporcionar. Como por exemplo, Sistemas auto configuráveis, porque eles podem ter inteligência e conectividade. Essas tecnologias vão permitir que sejam desenvolvidas pessoas com maior capacidade intelectual e com maior habilidade. Para a indústria 4.0 acontecer, é a inter habilidade que as firmas conseguirem um acordo desenvolver sistemas modulares que facilmente se acoplam e desacoplam a outros sistemas. Isso possibilita das pequenas empresas fornecendo serviços para as outras, no entanto, elas se encaixam e desencaixam de forma mais flexível, rápida e dinâmica”. (ESPECIALISTA A).

“Menciona que para adoção dessas tecnologias, são iguais em toda a economia mundial, como redução de custos produtivos, maior produtividade, bem como tentar permanecer no cenário industrial, dado que o Brasil, passa por um processo de desindustrialização”. (ESPECIALISTA C).

“Futuro da agricultura 4.0 se dá por meio da produção sustentável em aumentar a produção em uma mesma unidade de área em conjunto com o meio ambiente. Se exige uma absorção tecnológica e uma série de ferramentas a serem desenvolvidas para a indústria 4.0”. (ESPECIALISTA D).

“O agronegócio de forma geral é uma digitalização da agricultura até transformar processos de alguma parte para automatizar. Tem toda uma lógica no processo de produção existe uma conexão entre o produtor e máquinas desenvolvidas, na tentativa de obter uma comunicação entre os elos da cadeia”. (ESPECIALISTA E).

Com base nas características apresentadas pela amostra, percebeu-se que o impacto ocorre no ambiente interno e externo da firma e igualmente em todos os elementos que constituem o processo produtivo. Aponta-se um cenário favorável para a geração de novos negócios, decorrente do conhecimento científico e prático, o qual determina a competitividade da firma. Nesse sentido, os especialistas B, D e E, comentam as características de acordo com o perfil de firma:

“Os pequenos negócios, terão de agregar valor na venda com um produto tecnologicamente menos agressivo ao meio ambiente mais acessível para customização, redução de custo. Toda a cadeia produtiva vai precisar adotar novos moldes de negócios, por meio das estratégia de marketing, planejamento, recursos produtivos e humanos”. (ESPECIALISTA B).

“O grande impulsionador dessas tecnologias, são as firmas antes da porteira, em especial o setor de máquinas e equipamentos agrícolas, as quais possuem uma heterogeneidade muito grande, onde as empresas multinacionais tem um sucesso na ampliação do mix de produtos mais sofisticados, por meio da microeletrônica, sendo esses acessórios, fundamentais para a adoção e difusão da agricultura 4.0 neste momento no Brasil”. (ESPECIALISTA D).

“Existem empresas nacionais e internacionais fundamentais, onde as próprias startup como drones e equipamentos novos não tradicionais e surgem na agricultura como uma possibilidade de ao longo do tempo ser absorvido pelas menores também”. (ESPECIALISTA D).

“O surgimento de muitas startups buscam dar suporte para analisar esses dados, uma simples e geral percepção que iniciou na indústria de máquinas e o produtor passa a adquirir para algumas tecnologias e coisas assim, mas ainda está um pouco distante em relação à agricultura 4.0, pois assim, em relação ao produtor, a agricultura 4.0, ao meu entender ela tem um pouco de inteligência artificial”. (ESPECIALISTA E).

Constata-se o conhecimento da amostra através dos perfis de firma, que envolve desde os pequenos negócios, firmas multinacionais e firmas startups. Cada negócio evolui em aspectos econômicos, sociais e técnicos, através da relação entre aprender fazendo ou aprender usando, com o objetivo de melhorar o processo produtivo, complementando assim o presente estudo com a teoria desenvolvida por Kimberly e Evaniska (1981).

No que se refere à mão de obra, ocorre uma divergência entre os especialistas investigados. De um lado, os especialistas, A, C e D apontam que a qualificação ocorre com o intercâmbio de conhecimento com firmas multinacionais, onde há uma mobilização dos Países desenvolvidos, através de startups, institutos de pesquisa e centros de P&D. Destaca o papel da Universidade e Institutos Tecnológicos para a formação e a requalificação da mão de obra. Os especialistas A, C e D afirmam:

“O Brasil é tradicional importar tecnologia, e vai continuar nesse ritmo, algo de diferente é o serviço interativo, por meio das Startups. O Brasil, parte de uma posição muito atrasada, em relação aos outros países. Por exemplo, No Vale do Silício, a própria Alemanha, tem iniciativas próprias, relacionadas a Smart Factor. Desde 2005, os Estados Unidos, Alemanha, Coreia do Sul estão se mobilizando sobre essas tecnologias, enquanto Brasil, começou a discussão em 2016”. (ESPECIALISTA A).

“A mão de obra é desenvolvida através de ambientes virtuais entre empresas matriz e filiais, espalhadas pelo mundo. Destaca-se a importância da Universidade e centros de pesquisa para o desenvolvimento de protótipos, manufatura 3D”. (ESPECIALISTA C).

“Em relação ao departamento de pesquisa e desenvolvimento sabe-se que os quartéis Gerais estão fora do Brasil. A agricultura em regiões de clima tropical, não é igual a agricultura exercida nos Estados Unidos. Cada região tem suas condições particulares, por exemplo, o cerrado, o sul do Brasil, o centro oeste, onde existem pesquisa e desenvolvimento adequada a cada realidade de condição de agricultura. A arte da pesquisa e desenvolvimento e inovação na agricultura é feito através desse recorte, com uma interface cada vez maiores, das firmas filiais localizadas nas regiões, por exemplo, é o caso da John Deere, com fábrica do país de origem, para fazer esse tipo de contribuição, é pesquisa e desenvolvimento de máquinas adequadas a condição do sistemas de produção isso vale para equipamentos mais sofisticados da Agricultura 4.0”. (ESPECIALISTA D).

Percebeu-se, ainda, que a partir da visão do Especialista D, cabe às multinacionais, serem pioneiras no processo de adoção de tecnologia e desenvolvimento de mão de obra no Brasil. Isso justifica-se pelo fato da carência na estrutura educacional de base e em desenvolvimento tecnológico nos ambientes empresariais. Considera-se também a heterogeneidade do setor, comprometendo a adoção de tecnologias em todos os elos da cadeia.

Já para os investigados B e E, mencionam que as tecnologias da indústria 4.0 apontam para um novo modelo de negócios e novas profissões. Porém, a baixa qualificação da mão de obra do Brasil será um desafio para transformar o trabalho operacional em trabalho intelectual no exercício das atividades que envolve tecnologias da indústria 4.0:

“Os novos modelos de negócios, deverão ser apontar novas profissões que nem o gestor está preparado para enfrentar. O trabalho rotineiro, será dado o espaço, para o trabalho intelectual. Mesmo que ainda há trabalhos operacionais, deve-se ter mão de obra qualificada para saber compreender e interpretar os robôs. Então isso, vai envolver desde a padaria, até a grande indústria. Alimentar a nuvem de informações também, requer alto nível de concentração, pois podem comprometer todo o processo produtivo da firma. Na manufatura aditiva, a impressão em 3D, carece de pessoas capacitadas para o desenvolvimento de protótipos, até o produto final, conforme a necessidade do cliente”. (ESPECIALISTA B).

A exigência da mão de obra qualificada torna-se um diferencial no processo de adoção das tecnologias em estudo, por meio da institucionalização das firmas através da P&D de produtos e processos com base em seus segmentos. Sendo assim, nota-se que a firma, quando for de grande porte, investe recursos próprios em adoção de tecnologia, o que torna a mão de obra com maior qualificação, enquanto as firmas pequenas dependem de estratégias de cooperação e parcerias para esta finalidade. É nesse processo que o especialista E menciona:

“Quando se fala em produtor rural, tem que pensar nos dois tipos do produtor rural produtor rural. 1) pessoa física: voltada a agricultura familiar que não existe no Rio Grande do Sul. 2) produtor rural pessoa jurídica: que são os grandes proprietários de terra onde, ocorre a contratação particularmente dessa tecnologia para o desenvolvimento das suas atividades. Por exemplo, em São Paulo e Minas Gerais, os produtores conseguem fazer o uso das tecnologias a seu favor, por meio da contratação da Google e a IBM, no desenvolvimento de serviços alocados para otimizar a eficiência, para desenvolver novos meios de produção, otimizar processos dentro dessas propriedades. Nesta região, para o produtor, investir em tecnologias, proporciona maiores rendimento, ao contrário da Região Sul, que predomina a agricultura familiar, e que para sua execução, depende do aporte de atores externos”.(ESPECIALISTA E).

Através dos dados do estudo, quanto maior a qualificação da mão de obra, mais inovativa torna-se a firma em todas as dimensões, tornando-se líder do mercado. Considera-se, nesse cenário, a realidade das firmas de fronteira tecnológica, seguindo as orientações de Buzzacchi, et al (1993). Como no Brasil o setor do agronegócio apresenta limitações em termos de mão de obra qualificada, necessita-se de parcerias, com consultores e institutos tecnológicos, que trabalham para garantir efeitos positivos na mudança tecnológica. Informações constatadas no estudo que somam-se a teoria de Damanpour (2001).

Em relação ao papel do Estado, os investigados, B, C, D e E apontam falhas na política estadual e nacional em promover a adoção de recursos tecnológicos nas firmas do agronegócio gaúcho. Os mesmos constataram que será necessário parcerias público privados – assistência técnica, educacional e tecnológica -, linhas de crédito específica para a adoção de tecnologias da indústria 4.0 no Agronegócio, envolver o ambiente das firmas em editais de fomento a P&D, repasse de crédito via BNDES e BRDE. A seguir o relato dos especialistas:

“O Estado isolado não vai conseguir abraçar a ideia sozinho. Será necessário parcerias com o setor privado para melhorar o sinal de internet. Nas condições econômicas e sociais que o Brasil enfrenta, torna-se complicado esse olhar. Será necessário uma mudança do ensino básico e regular, que por meio destas mudanças que o Ministério da Educação, está realizando. Em relação ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, e o Ministério da Indústria e Comércio Exterior, esses já estão em alguns grupos de projetos e estão discutindo a temática”. (ESPECIALISTA B).

“O Estado tem um papel preponderante no sentido de estimular os setores a se tecnificarem, com por exemplo, linhas específicas de crédito para desenvolvimento e aplicações de tecnologias da indústria 4.0. No campo do agronegócio, da mesma forma, o governo poderia lançar linhas de crédito específica para adoção e aquisição de tecnologias na produção agrícola. Da mesma forma, poderia lançar chamadas de editais de fomento à pesquisa e inovação de tecnologias da indústria 4.0 aplicadas ao agronegócio”. (ESPECIALISTA C).

“Se ficar restritos na esfera política estadual ou nacional, torna-se inexistente. Sobre isso, eu tenho uma condição fiscal bastante difícil, então os recursos disponíveis para programas governamentais são escassos, é a partir da iniciativa privada e instituição como a Embrapa, Universidades, que isso tem de acontecer, numa condição mais direta do produtor com a participação indireta do Governo do Estado, para financiamentos específicos como linhas de crédito via bancos de fomento. É uma possibilidade real via BRDE e via BNDES, em uma linha específica, mas que hoje não existe porque ainda o conceito da agricultura 4.0, é pouco compreendido, não aconteceu sua difusão plena”. (ESPECIALISTA D).

O investigado E menciona que, nas economias desenvolvidas, o Estado atua como indutor no processo de adoção de tecnologia na firma. A realidade do Brasil compromete a

incerteza, pois não há garantia de financiamento a longo prazo, como forma de incentivar a inovação por meio de estratégias sustentáveis. O Especialista E, apresenta:

“Se tivéssemos nos Estados Unidos, ou na Alemanha, o Estado seria um indutor. No Brasil, eu vejo muito mais a iniciativa privada fazendo essas questões e desenvolvimento. Então, o papel do estado, está muito ligado via Emater, por meio do suporte para assistência técnica. Por outro lado, a Emater, vai ter que mudar o foco de atuação, voltado a questão tecnológica, tornando-se um aliado do Produtor familiar, melhorando a assistência técnica. O Estado tem que fornecer condições para agricultor, permanecer no meio Rural. Toda essa questão da Agricultura 4.0, envolve a internet, então a melhor coisa que o Estado poderia fazer é incentivar as empresas de telecomunicação a distribuir um sinal de alta qualidade em todo estado do Rio Grande do Sul via internet. Imagina o quanto isso seria importante para desenvolver essas tecnologias, não se pode pensar em agricultura 4.0, sem internet de qualidade, sem ter sinal em todo o território. O nível de educação dos proprietários mais elevados, seria necessário para ter uma educação, assistência técnica, sinal de infraestrutura sinal, telecomunicação” (ESPECIALISTA E).

Faz-se necessário, instituições que atuam no processo de parcerias público-privado, e que apresentem o retorno para o Estado em termos de tecnologias. No Brasil, esse cenário é reflexo do baixo investimento em P&D, condições de infra estrutura, qualificação profissional em todos os elos da cadeia e assistência técnica o que, pela visão obtida pelos especialistas, contradiz as orientações do estudo de Parente e Prescott (1994).

Através das parcerias público-privado, em que os atores externos assumem a importância de fomentar o processo de adoção das firmas, destacam-se as Universidades, Centros de pesquisa, Institutos tecnológicos, consultorias, projetos governamentais, entidades de classe, sindicatos, entre outros atores que promovam e qualificam a firma, em termos qualitativos e quantitativos:

“A base científica da Alemanha publicou um estudo falando da corrida da indústria 4.0, através de três países entrega dos Estados Unidos Alemanha e Coreia do Sul, onde o Brasil não é um desenvolvedor de tecnologias comparada ativamente. Permanece na dúvida, se o Brasil desenvolverá mão de obra ou importará. O que se percebe é a disseminação do conhecimento nas universidades sobre o assunto. Porém, não se percebe o quanto, o debate está inserido totalmente nos conceitos de indústria 4.0, bem como, ocorre a operacionalização no ambiente empresarial”. (ESPECIALISTA A).

“Se faz necessário a formação superior de formação técnica e científica voltada para ambientes reais e disruptivos”. (ESPECIALISTA C).

Conforme a opinião dos investigados, constatou-se que os atores externos possuem um papel fundamental no processo de discussão e disseminação do conhecimento de tecnologias 4.0. Entre os investigados, a interferência das Instituições é positivo para aproximar a realidade da inovação com as firmas do setor do agronegócio. Participam do processo de desenvolvimento a Confederação Nacional da Indústria (CNI), Universidades e seus grupos de pesquisa, Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Associação Brasileira de Agricultura de Precisão. Por outro lado, os investigados mencionaram os sindicatos de classe, como sendo um grande entrave em auxiliar a firma em termos de conhecimento e acessibilidade na adoção de inovação. Nesse sentido, os especialistas mencionaram:

“Esses grupos geralmente têm um papel de divulgação. Percebe-se em São Paulo, por exemplo, todo o ano tem eventos que conversa sobre indústria 4.0, com participação da Confederação Nacional da Indústria, promove algumas palestras, mas fica por aí, tem muita coisa a divulgar”. (ESPECIALISTA A).

“É fundamental o papel das Universidades, onde se produz toda a difusão do conhecimento, dos institutos de pesquisa, por meio de projetos voltados a inovação no Agronegócio. Se destaca também o papel da CNI, da FIERGS, como pauta de discussão e debate. Agências de consultoria estão já provendo seminários e workshops para despertar e provocar o empresariado e buscar melhorias em processos. Quanto aos sindicatos, percebo um grande entrave, pois, eles tem um olhar social, e não econômico. Certamente irá ocorrer manifestações, em que se trata do trabalho humano e conjunto com a robótica, pela pauta da substituição de mão de obra”. (ESPECIALISTA B).

“Não tenho conhecimento, como o Brasil tem adotado esse processo de médio prazo em diante, não vai acontecer de maneira imediata a substituição dos trabalhadores, as iniciativas vão ser mais lentas, por parte dos sindicatos e entidades de classe. Haverá maior impacto na iniciativa por parte de universidades e parceiros”. (ESPECIALISTA C).

Também, é possível observar a fala do especialista D sobre a realidade das firmas do agronegócio, onde ocorre a integração entre ciência e prática para compreender o processo de adoção de tecnologias, o que possibilita o conhecimento sobre as atividades exercidas no setor. O papel dos atores externos também contribui para o processo de formação técnica-científica de um setor que vem sendo explorado com maior ênfase pelas instituições.

“É fundamental a importância dessas instituições. A percepção varia de acordo com as características da agricultura predominante do Rio Grande do Sul. Ainda temos uma agricultura tradicional, grande parcela desempenhada por pequenos agricultores, estão muito longe da Fronteira Tecnológica. Se comparada com outros grandes proprietários de terra, eles conseguiram se manter nesse mercado devido à alta dos preços nos últimos anos e que permitiu essa inserção do mercado. A difusão dessas tecnologias tem interesses induzidas pelas próprias empresas, voltados aos

produtores mais capitalizados, aos que tem a sessão mais favorável a esse tipo de produto. As realidades do centro-oeste, percebe-se, que desenvolvem a agricultura voltada mais tecnologicamente de precisão, interior de São Paulo, são instituições muito demandadas. Existe a Associação Brasileira de agricultura de precisão, que atuam na divulgação de resultados em nível acadêmico que possa sobrevoar os conceitos através das suas vantagens e da agricultura 4.0”. (ESPECIALISTA D).

Conforme identificado no relato do especialista E, destaca-se a importância dos atores no processo interdisciplinar, ao invés da formação isolada. Para esse cenário, o papel da Embrapa como instituição pioneira é observar as tendências e características das tecnologias da indústria 4.0 e promover o desenvolvimento científico, aplicar tecnologias no campo e monitorar os resultados. Esse investigador atribui que o próprio sindicato e as associações de classe podem entender e disseminar a conceituação da temática:

“Isso é possível, mas ainda é um negócio novo. Ninguém ainda sabe muito. Assim se fala em agricultura 4.0, mas pensa só em tecnologia da informação. Se pensa muito mais em computador, planilhas e software. Mas é um mundo muito maior, em inteligência artificial, onde é importante o próprio sindicato, as associações de classe, em buscar entender como as tecnologias vão ajudar. Como a agricultura 4.0 vai se inserir em alguns seminários, a própria assistência técnica começando a pensar nisso, a ponta inicial, deve começar pela Embrapa, em observar dentro das estratégias Macro”. (ESPECIALISTA E).

Nesse sentido, nota-se que os atores institucionais atuam como parceiros das firmas, onde contribuem para o desenvolvimento técnico de processos que permitem tornar o setor diante da fronteira tecnológica, assemelhando-se os apontamentos encontrados à teoria descrita Wisdom et al (2014).

Os resultados econômicos entre os investigados apontam que será um processo lento, com várias limitações e dificuldades. Porém, torna-se um potencial para o Brasil desenvolver produtos que possam ser competitivos internacionalmente. Nesse sentido, o investigador B, menciona que:

“O funcionamento da firma no processo de transição de tecnologias para tecnologia 4.0, ocorrerá no caso do Brasil, de forma bem gradual, e a um ritmo não muito alto. Algumas indústrias possuem maior capacidade financeira, são capazes de acompanhar o mercado externo e adotar esse tipo de tecnologia. No entanto, indústrias pequenas e médias são limitadas financeiramente e também em termos de trabalho especializado. A introdução destas tecnologias por indústrias menores andar sempre a um ritmo menor que as grandes indústrias”. (ESPECIALISTA B).

“Para o Brasil adotar essas tecnologias, com certeza, se tornará mais competitivo, devido ao fato de agregar valor aos produtos finais, entende-se que as máquinas e

implementos agrícolas antes da porteira, impulsionam a produtividade dentro da porteira, ou seja, trabalhar com maior eficiência e customização, onde o produtor rural, exerce a função de gestor. Os sistemas integrados, contribuem para resultados financeiros, com menor custo. O grande gargalo, ainda está no pós porteira, onde é o elo da cadeia que demorará para perceber a importâncias dessas tecnologias. Isso é um fator cultural, pois, busca-se pelo preço final, e não necessariamente pelo processo produtivo em si. (ESPECIALISTA C).

Constata-se, pela menção do investigado C, que as firmas antes da porteira impulsionam a adoção de tecnologias para dentro da porteira, oportunizando o produtor rural diversificar sua capacidade produtiva, qualificar a matéria prima, obtendo maior resultado financeiro e eficiência em custos. A preocupação desse especialista é o pós porteira, onde a adoção ocorre de forma reativa. Os exemplos da exploração da manufatura dentro da porteira, são apontados pelo especialista D, constatando a importância do Brasil na alimentação internacional e as demais vantagens que podem ser conquistadas para a economia, como observado:

“Existem cadeias curtas e cadeias longas, e o que se produz hoje no Brasil e no Rio Grande do Sul, está mais no crescimento da Agricultura é a soja, dentro da categoria de proteína vegetal. O que vai oportunizar essas tecnologias, é como usar na cadeia, boa parte da proteína vegetal, se produz boa parte da proteína animal, por meio do plano de carboidrato, através do milho, na ração. Se for pensar na cadeia conjunta, percebe-se que existe possibilidade na cadeia de avanço, nos próximos anos. Atualmente, temos um cliente externo potencial, a China, que tem uma compra ainda como preferência da proteína vegetal, ou seja, aqui a cadeia produtiva, como o produtor rural, usando a sua terra, estará disponível para produção de grãos, na qual, absorve a tecnologia para produzir cada vez mais, na mesma unidade de área, e o grão da soja sofre um processamento mínimo para ser exportado. O seu processamento só vai acontecer se você tiver um processamento de aves e suínos, o que os chineses usam para a produção de soja, a China tem escalada tarifária por grão, ou seja, cobram importação maior para farelo, óleo e o grão. O mercado está aberto e as nossas vendas para esse mercado estão crescendo, mas, existe a possibilidade no setor de carnes, em se tornar um grande exportador, que aumentaria o valor agregado, o valor de oportunidade de peso, seria muito maior com essa possibilidade”. (ESPECIALISTA D).

Vale ressaltar que a adoção de tecnologias da indústria 4.0, na agricultura, tem sido um cenário precário e que permaneceu ao longo do tempo defasado, com pouco viés científico e técnico, possibilitando estimular as práticas de inovação em processos, permitindo competir nacionalmente e internacionalmente, com produtos de valor agregado, eficiência em custos, qualificação de mão de obra, apoio governamental, cultura organizacional, preferência do

consumidor, entre outros benefícios que o acesso à tecnologia oportuniza. O especialista E menciona:

“Não observei o compartilhamento de informações entre os elos da cadeia, é identificado, por exemplo, a questão de internet das coisas, sendo repassado pelo consumidor em termos de agregação de valor ou do benefício. É um setor que ficou fragilizado por longo período histórico, e quando se fala em pequeno porte, para conseguir melhorar linhas de crédito, mesmo assim está muito distante dos países da Europa, Estados Unidos nessa questão de aprimoramento e desenvolvimento tecnológico, quando se trata de todos os elos da cadeia do setor do agronegócio, no Brasil. No que se refere depois da Porteira, o consumidor brasileiro não está interessado em produtos tecnológicos e otimizados, ele está mais interessado em preço”. (ESPECIALISTA E).

Nesse sentido, pode-se observar que a visão dos especialistas não correspondeu aos estudos realizados por Wisdom et al (2014), pelo fato de não ser identificado o custo de oportunidade das tecnologias antes de adotá-las.

Quanto aos resultados de inovação, a amostra aponta semelhança entre os argumentos citados. Destaca-se a melhoria dos processos, produtos de valor agregado, oportunizando redução da mão de obra e benefícios para a saúde do trabalhador. Se faz necessário a adequação da firma frente às novas tecnologias e também a interação através do Estado como forma de incentivar o processo de adoção.

Para esse cenário, a firma deve realizar parcerias com atores externos ou ter seu próprio centro de P&D como, por exemplo, a firma antes da porteira como indutor para que outras firmas possam adotá-las. As tendências observadas em feiras nacionais e internacionais, associadas ao conhecimento científico e técnico com relação as firmas multinacionais, universidades, centros de pesquisa e institutos tecnológicos, são fundamentais para o lançamento de novos produtos. Mencionam as tecnologias como sensores, robôs, internet das coisas:

“O setor, em especial, todos os elos da cadeia, devem se preparar para a modificação em processos, o que hoje, ocorre somente inovação em produto. Os processos, serão realizados por meio de sensores e robôs, onde a interação humana será menor”. Também, isso trará ganhos para a firma em termos de redução de doenças ocupacionais, redução de reclamações trabalhistas, redução de trabalho rotineiro. Cada firma, cada propriedade rural, vai se adaptar com essas tecnologias. O que se faz necessário, é um maior conhecimento por parte da cadeia do setor, e maior agilidade do Estado, em casos de patenteamento das marcas. Muitas tecnologias e

formatos de produtos serão desenvolvidos, a partir dessa nova onda”. (ESPECIALISTA B).

“As tecnologias devem atuar em conjunto, e a firma deve abrir portas para que a universidade e centros de pesquisa ou ter algum departamento de pesquisa e desenvolvimento em seu ambiente interno. Pensar mais no negócio, otimizar processos, e novas formas de gestão. Formar tecnologia e formar mão de obra e atuar nesta fronteira, e não esperar uma década em comparação com os países desenvolvidos”. (ESPECIALISTA C).

Importante destacar que, na visão dos especialistas, os resultados de inovação ocorre nas firmas antes da porteira, por meio de máquinas e implementos agrícolas que modificam os processos produtivos dentro da porteira. Os investigados D e E afirmam que as firmas do agronegócio estão adotando as tecnologias da indústria 4.0 como sensores, telemetria, internet das coisas, robôs, conforme exposto:

“O segmento antes da porteira atua como impulsionador. A partir disso, surgem ferramentas, através do trabalho entre o desenvolvimento da inovação e o lançamento dela pela absorção na etapa de desenvolvimento. Isso está ocorrendo como referência no âmbito industrial, as possibilidades de adaptação, uma chave para esse desenvolvimento é o segmento antes da porteira, em termos de necessidade de rastreabilidade do produto, que envolve também o segmento depois da porteira, isso tende a ser fomentado, mas a tecnologia do desenvolvimento do produto, ocorre no elo antes da porteira”. (ESPECIALISTA D).

“Tem-se observado, até tenho conversado com o setor de máquinas pensando já nessa questão da Agricultura inteligente, na agricultura 4.0, onde consta diferentes conceitos para a temática. Ele tem começado nas máquinas, ao qual avançou um pouco, com a colocação de sensores, telemetria, entre outros, com isso, impulsiona outros setores na tentativa de utilizar esses dados. O agronegócio de forma geral é uma digitalização da agricultura, em transformar processos, mas ainda está devagar, se comparar com a indústria de automóveis, por exemplo, e outras indústrias, que tem uma automação voltada para a inteligência artificial, robôs automáticos, onde existe, toda uma lógica no processo de produção, e uma conexão entre o produtor rural e as máquinas desenvolvidas, na tentativa de obter uma comunicação entre os elos da cadeia”. (ESPECIALISTA E).

Identifica-se que a inovação nos processos via tecnologia da indústria 4.0 proporcionará melhorias na capacidade produtiva e na qualidade de vida da sociedade, por meio de inteligência artificial, robôs, sensores e comunicação entre processos, garantindo a disseminação da tecnologia em todos os elos da cadeia. Esse cenário apresentado pelos especialistas segue a ideia de Langley e Truax (1994), onde mencionam que a mudança

tecnológica oportuniza a firma a introdução de novos métodos de gestão de recursos humanos e design de novos produtos.

Sendo assim, com base nas categorias, escolha tecnológica, tendências, características e peculiaridades, dificuldades internas e externas, mão de obra, o papel do estado, atores institucionais, resultados econômicos e resultados de inovação adotadas para a condução do presente estudo, são apresentadas no Quadro 9, através de uma síntese dos resultados da pesquisa de campo.

Quadro 9 – Síntese dos resultados da pesquisa de campo

Identificação	Categorias	Síntese dos resultados da pesquisa de campo
Por que	Escolha tecnológica	<p>Firmas: integração do conhecimento compartilhado com multinacionais; utilização do centro de P&D; inovação disruptiva nos processos; cultura organizacional pró-ativa em inovação; participação em feiras nacionais e internacionais; melhoria nos processos internos; possíveis aplicações em todos os elos da cadeia.</p> <p>Instituições: alterações nos padrões da capacidade interna da firma; identificação de oportunidades de negócios adequado às necessidades dos clientes; automação de processos e conversação entre os mesmos; consumidor produz seus próprios conteúdos; customização de matéria prima e preço; garantia de recursos naturais.</p> <p>Especialistas: a firma deve adotar uma nova cultura organizacional; ênfase nas P&D; valor agregado aos produtos finais; customização da mão de obra e da matéria prima; ofertas de produtos a preço acessível ao consumidor final.</p>
	Tendências	<p>Firmas: criação de parcerias para inovar e reduzir barreiras e incertezas; aumento da produtividade; aquisição de conhecimento externo; promoção da qualidade de vida da sociedade; otimização da força de trabalho; ampliação da capacidade de diversificação produtiva; novos ganhos de produção; eficiência em custos; equipe interdisciplinar; parcerias com clientes; unidade de demonstração do uso das tecnologias da indústria 4.0; envolvimento de clientes, fornecedores nos processos produtivos e nos produtos; participação em feiras nacionais e internacionais como forma de atualização das tendências tecnológicas.</p> <p>Instituições: contribuição para o desenvolvimento industrial; aumento da produtividade; novas funções do trabalho intelectual, maior proximidade entre as firmas e centros de pesquisa nacionais e estrangeiros; equipes interdisciplinar; preço acessível ao consumidor final; eficiência na capacidade produtiva; comparação do desempenho da firma, entre as tecnologias já existentes, com as tecnologias da indústria 4.0; internet em comunicação com qualquer produto e ser humano de qualquer lado do mundo.</p> <p>Especialistas: alteração nos modelos de negócios; enxugamento das firmas; produção em lotes personalizados; reorganização das plantas produtivas; agregação de valor ao produto final; maior competitividade nas exportações; redução de custos de mão de obra.</p>
Como	Características e peculiaridades	<p>Firmas: integração de <i>hardware</i> e <i>software</i>; conectividade, soluções inteligentes na tomada de decisão; interação com os clientes e fornecedores; conversação entre processos; qualificação na mão de obra; investimento em P&D; aprendizado como carácter cumulativo; testes de protótipos; planejamento e interdisciplinaridade da firma.</p> <p>Instituições: conversação entre máquinas e equipamentos; auxílio na tomada de decisões do produtor; interação com as atividades dentro da</p>

	<p>porteira; interação entre humanos e robôs; interação colaborativa; inter-habilidade; inserção nas cadeias globais; interdisciplinaridade do conhecimento; investimento em educação básica e profissional.</p> <p>Especialistas: comunicação entre processos; capacidade intelectual do colaborador; conexão entre máquinas e humanos; aumento da produtividade com o mesmo espaço em produção; redução em custos.</p>
Dificuldades internas	<p>Firmas: relações de trabalho; normas internas da firma; segurança e proteção do ser humano.</p> <p>Instituições: cultura resistente dentro das firmas dentro da porteira; assimilação dos benefícios da tecnologia da indústria 4.0 por parte do produtor e do consumidor final.</p> <p>Especialistas: falta de interesse do produtor e firmas em investir em tecnologias da indústria 4.0; baixa conectividade; baixa capacidade de aprendizagem organizacional.</p>
Dificuldades externas	<p>Firmas: acesso ao crédito, burocracia em termos de políticas públicas; conectividade; banco de dados estatísticos em tecnologias no setor do agronegócio; educação dos colaboradores e gestores; cultura empreendedora; imaturidade da firma; parceiros para auxiliar no processo de adoção de tecnologia.</p> <p>Instituições: indústria defasada; concentração em publicação científica; conectividade;</p> <p>Especialistas: gargalos em termos de inovação e base educacional; instabilidade macroeconômica; conectividade; cultura organizacional; mão de obra qualificada; infra estrutura tecnológica e pouca discussão entre os elos da cadeia produtiva sobre as tecnologias em estudo.</p>
Mão de obra	<p>Firmas: preparação dos jovens profissionais focados nas tecnologias em estudo; requalificação dos profissionais já atuantes; interação internacional do conhecimento; participação do gestor de alto escalão, líderes de equipe e equipe interna; participação de consultores, técnicos, institutos de pesquisa no processo de qualificação; ênfase no treinamento e desenvolvimento.</p> <p>Instituições: participação das universidades, centros de pesquisa, institutos tecnológicos com projetos de parcerias em regiões estratégicas do Rio Grande do Sul; formação de profissionais de acordo com as tecnologias necessárias a firma e internacionalização do conhecimento; desenvolvimento e aplicação de testes de protótipos e de máquinas e equipamentos.</p> <p>Especialistas: intercâmbio de conhecimento com as firmas multinacionais, universidades e institutos tecnológicos para a formação e requalificação da mão de obra.</p>
Papel do Estado	<p>Firmas: envolve projetos voltados a Lei do Bem e a Finep; parcerias públicos privados; porém, algumas firmas também, apontaram não possuir incentivos e não identificar políticas públicas voltadas a estimular a adoção de tecnologias.</p> <p>Instituições: viabilizar a adoção; financiar projetos; apresentar políticas industriais que recupere a confiança do empresariado; incentivos para os Institutos de Pesquisa; Centros Tecnológicos; Universidades para mapeamento científico e tecnológico; desenvolvimento de políticas de educação básica e profissional, por meio de parcerias público-privados.</p> <p>Especialistas: Falhas na política estadual e nacional em prover a adoção; parcerias público-privado; linhas de crédito específica para a inovação e para a aquisição de tecnologia; envolver o ambiente das firmas em editais de fomento e P&D; repasse de crédito via BNDES e BRDE.</p>
Atores institucionais	<p>Firmas: consultorias para o desenvolvimento de seminários, workshop e projetos; universidades para qualificação de recursos humanos, tecnológicos, econômicos e sociais; institutos tecnológicos, através dos testes de protótipos e desenvolvimento de máquinas e equipamentos. Pouca participação dos sindicatos e entidades de classe e agentes políticos, quanto a temática.</p>

		<p>Instituições: movimentação dos sindicatos, institutos tecnológicos de pesquisa, e o intercâmbio entre universidades.</p> <p>Especialistas: além da descrição mencionada pelas instituições, destaca-se o papel das CNI, FIERGS, FAMATO, EMBRAPA e Associação Brasileira de Agricultura de Precisão.</p>
Resultados	Resultado de inovação	<p>Firmas: participação dos clientes e fornecedores nos testes de protótipos, expansão e diversificação da produção, gerados pela controle para a tomada de decisão e redução dos custos, transformando as rotinas estáticas em rotinas dinâmicas.</p> <p>Instituições: antes da porteira: produção personalizada e de acordo com a necessidade do cliente; qualidade nos produtos; papel do gestor fundamental no conhecimento da capacidade produtiva da firma. Dentro da porteira: qualificação dos produtores rurais; eficiência em custos; ganhos de qualidade e segurança no escoamento da produção; aumento no volume de commodities no mesmo espaço produtivo. Pós porteira: explorar a manufatura em componentes de alto valor agregado; competências técnicas e intelectuais em conjunto com as máquinas e equipamentos de fronteira.</p> <p>Especialistas: Antes da porteira: melhoria nos processos produtivos, por meio da fabricação de sensores, robôs e internet das coisas, máquinas e equipamentos. Estes, são utilizados dentro da porteira e ganham escala, competitividade e diversificação das atividades agrícolas. Pós porteira: dinâmica da capacidade produtiva; qualidade de vida da sociedade com a participação da inteligência artificial, robôs, sensores, comunicação entre processos.</p>
	Resultado econômico	<p>Firmas: crescimento do faturamento; otimização da força de trabalho; melhoria na qualidade de vida das pessoas; firmas antes da porteira como impulsionadoras do processo de adoção tecnológica; cooperação para ampliar o nº de adotantes dentro da porteira; produtividade, eficiência em custos; rentabilidade; agregação de valor ao produto final;</p> <p>Instituições: firmas antes da porteira: máquinas e implementos, insumos, sementes, matéria prima, pós venda e suporte. Dentro da porteira: papel dos atores externos é fundamental para disseminar a informação e apresentar oportunidades de ganhos; redução de barreiras culturais por parte do produtor; parcerias público-privado para contribuir com incentivos e financiamentos. Pós porteira: distanciamento das tecnologias; necessitam determinar estratégias de cooperação entre a cadeia produtiva, política de valorização; maior volume de informação para identificar a procedência dos produtos.</p> <p>Especialistas: Antes da porteira: impulsionador para as firmas dentro da porteira adotar tecnologia da indústria 4.0. Dentro da porteira: processo lento, necessidade de qualificar matéria prima; necessidade de diversificação da capacidade produtiva; possibilidade de obter maior resultado financeiro e eficiência produtiva. Pós porteira: postura reativa quanto a adoção; depende do nível tecnológico da matéria prima produzido dentro da porteira para alavancar nos pós porteira.</p>

Fonte: elaborado pelo autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi compreender o processo de adoção de tecnologias da indústria 4.0 em firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul. Nesse sentido, foi realizada uma revisão da literatura, abordando o processo de adoção de tecnologias, as tecnologias da indústria 4.0, sendo este um tema em destaque no meio acadêmico e na literatura científica. Foi também abordada a conceituação do agronegócio e sua representatividade para o Rio Grande do Sul, bem como uma identificação das firmas do agronegócio do Estado que pioneiramente vêm adotando tecnologias em estudo.

Na sequência, foi realizada uma pesquisa de campo, através de quatorze entrevistas semi-estruturadas, com firmas do agronegócio e startups, especialistas em agronegócio e indústria 4.0 e instituições. As variáveis abordadas foram extraídas da literatura referente à adoção de tecnologias com a contribuição de diversos autores, na qual destacam-se: tendências; escolhas tecnológicas; dificuldades internas e externas; características; mão de obra; papel do estado; atores institucionais; resultados de inovação e resultado econômicos.

De fato, constatou-se que as firmas que estão adotando as tecnologias da indústria 4.0, são, principalmente, as multinacionais. Durante a pesquisa, evidenciou-se que a firma C é de origem familiar e que, através da utilização do próprio centro de P&D, apontou que é possível atuar na fronteira tecnológica, observando as tendências nacionais e internacionais e o comportamento do setor do agronegócio no formato da nova economia. Destacam-se como tecnologias da indústria 4.0 investigadas a robótica, internet das coisas e *big data*.

No que se refere às características das firmas que estão adotando as tecnologias da indústria 4.0, constatou-se no Rio Grande do Sul o importante papel das multinacionais (antes da porteira). Importante ressaltar a participação da firma nas atividades de treinamento e desenvolvimento de gestores, líderes de equipe e outros colaboradores, como forma de reduzir incertezas diante da adoção de tecnologias da indústria 4.0.

Dentre os atores do Sistema Nacional de Inovação que participam deste processo, destacam-se as universidades e instituições de ensino, para a qualificação de recursos humanos, tecnológicos e sociais, que atuam na preparação dos jovens profissionais focados nas tecnologias em estudo e a requalificação dos profissionais já atuantes. O papel dos institutos de pesquisa e tecnologia, no desenvolvimento e testes de protótipos, máquinas e equipamentos, como também as consultorias, que auxiliam as firmas no processo de gestão e preparação para

operacionalização das tecnologias em estudo, por meio de seminários e projetos em parceria público-privado. Cabe mencionar ainda que, entre as investigadas, afirmam a pouca participação de sindicatos, entidades de classe e agentes políticos como forma de interação e discussão das tecnologias abordadas no estudo.

Participam também como atores do SNI os órgãos públicos, na condução de políticas públicas, como apontado pelas investigadas C e D, a Lei do Bem e a Finep, que atuam como mecanismos para estimular o setor privado em investir em tecnologia. Por outro lado, as firmas A e B apontam não ter acesso às informações, ocorrendo o investimento com recursos próprios no que se refere a adoção tecnológica. Vale ressaltar a participação do MCTIC e MDIC no desenvolvimento do Plano Nacional de Internet das Coisas e o Plano Nacional de Manufatura Avançada, desenvolvidos em parceria com diversos atores institucionais de todas as regiões do Brasil, para compreender o conhecimento das referidas tecnologias e aplicá-la nas firmas brasileiras.

Convém destacar a experiência negativa da firma D com a universidade situada em sua região de localização, pela dificuldade em compreender a necessidade tecnológica, exposta pela firma. A partir desta afirmação, a mesma apontou que há um gargalo para a indústria brasileira, onde a academia concentra um grande volume de publicações em periódicos científicos e pouca efetividade na prática, o que limita o avanço da indústria brasileira na adoção da inovação e desenvolvimento de marcas e patentes.

Quanto aos resultados econômicos, pode-se constatar que as firmas investigadas tendem a impulsionar outras firmas a adotarem o processo de adoção tecnológica, em especial as firmas dentro da porteira. As investigadas A, B e D não afirmaram o crescimento em rentabilidade, apenas a firma C apontou que cresceu entre 10% e 15% após a adoção da telemetria integrado a internet das coisas. Vale ressaltar que ao investigar as firmas sobre o investimento em tecnologia, percebeu-se que a ideia principal no curto prazo é romper as barreiras culturais entre os elos da cadeia produtiva, quanto à adoção de tecnologias. Destaca-se ainda que, as firmas ao adotarem as tecnologias em estudo, apontaram a agregação de valor ao produto final, otimização da força de trabalho, aumento da produtividade e oportunidade de diversificação da cadeia produtiva, eficiência em custos, oportunizando melhoria na qualidade de vida da sociedade.

Quanto aos resultados de inovação, a adoção das tecnologias em estudo oportunizou inovações em processos nas firmas investigadas, por meio da participação dos clientes e fornecedores nos testes de protótipos, expansão e diversificação da produção, gerados pelo controle, eficiência na tomada de decisão e redução dos custos, transformando as rotinas

estáticas em rotinas dinâmicas. Destaca-se ainda, através da investigada C, que assistência técnica e o pós venda, permitem gerenciar e monitorar as ações executadas pelos seus clientes, através da informação remota, sobre qualquer fato que incida no processo produtivo.

Foi possível também perceber que o ambiente institucional oportuniza a oferta de conhecimento. Porém, nota-se uma preocupação quanto aos produtores (dentro da porteira) e as firmas pós porteira, na busca pela capacitação e qualificação para atuar com as tecnologias da indústria 4.0. Conclui-se que esforços diversos devem ser feitos por parte de diferentes atores para que o processo de adoção dessas tecnologias seja mais difundido no setor e em firmas com diferentes perfis, proporcionando uma maior agregação de valor e competitividade setorial.

Entende-se que o estudo alcançou seus objetivos. Porém, apresentou algumas limitações por não abranger todas as firmas do setor e startups que adotam as tecnologias da indústria 4.0, no Rio Grande do Sul, o que limitou também o conhecimento sobre as demais tecnologias da indústria 4.0 mencionadas na literatura. Alguns atores institucionais como a Embrapa, Cepea /Esalq, ABDI e o Ministério da Educação, não foram obtidos retornos para realizar as entrevistas. Alguns especialistas investigados não conheciam o setor do agronegócio, o que limitou o conhecimento com maiores detalhes.

Sugere-se, no entanto, realizar um estudo com uma maior amostragem de firmas do agronegócio e startups; estudar de forma individual cada tecnologia da indústria 4.0 e analisar os indicadores de eficiência inovativa em comparação com as tecnologias tradicionais nas firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul. Outra sugestão é investigar as firmas dentro da porteira, a partir das categorias abordadas neste estudo, abrangendo assim um volume maior de informação sobre a temática para a ciência e para o setor. Salienta-se as possibilidades de identificar as tendências e as possíveis escolhas das tecnologias da indústria 4.0, nas firmas pós porteira, permitindo a troca de conhecimento e experiências entre o setor, para que gradativamente ocorra processo de adoção da tecnologia em todos os elos da cadeia.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. **O capital social dos territórios**: repensando o desenvolvimento rural. Economia Aplicada. Ribeirão Preto, v. 4, n. 2, p. 379-397, abr./jun. 2000.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS. 2011. As exportações brasileiras e os ciclos de commodities: tendências recentes e perspectivas. **Análise Apex-Brasil Conjuntura e Estratégia**. p. 1-61; 2011.
- ARAÚJO, N. B. et al. Complexo agroindustrial: o "agribusiness" brasileiro. São Paulo, **Agroceres**, 1990.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). São Paulo. 2017. **Dados de tratores de roda e colheitadeiras**. Disponível em <http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html> acesso em 13 abr. 2017.
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Brasília. 2017. **Desembolso em tecnologia**. Estatística por Região, Estado e Porto da empresa. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/estatisticas-regiao-estado-porte> acesso em 11 abr. 2017.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- _____. La notion de filiere comme outil d 'analyse stratégique: le cas des matieres grasses à tartiner au Brésil. Tese: Doutorado. 1993.
- BAUERNHANSL, T. **Die vierte industrielle Revolution**. Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, p. 3-35. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, 2014: *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologie, Migration*. 2014.
- BAURER, W., et al. Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an “Industry 4.0”. **Procedia Manufacturing** 3 (2015) 417 – 424. 2014.
- BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball sampling: problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological Methods & Research**, Thousand Oaks, CA, v. 10, n. 2, 1981.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. 2015. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/rais/estatisticas.htm>>. Acesso em: 05 abr. 2017.
- BRASILALEMANHANEWS. **Stihl inicia obra do seu novo centro de P&D**. disponível em <http://www.brasilalemanhaneews.com.br/empresas-2/stihl-inicia-obra-do-seu-novo-centro-de-pd/> acesso em 5 dez. 2017.

BRETTEL, M. Et al How Virtualization, decentralization and network Building Change the manufacturing Landscape: Na Industry 4.0 Perspective. World Academy of Science, Engineering and Technology International. **Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering** Vol:8, No:1, 2014.

BUXMANN, Peter; HESS, Thomas; RUGGABER, Rainer. Internet of services. **Business & Information Systems Engineering**, v. 1, n. 5, p. 341, 2009.

BUZZACCHI, L. et al. **Technological regimes and innovation in services**: the case of the Italian banking industry, Research Policy, Vol. 24, 1993, p.151–168.

CALDAS, B. B. Uma análise por intensidade tecnológica das exportações brasileiras e gaúchas. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 45-56, 2012.

CEMA – European Agricultural Machinery - **Digital Farming: what does it really mean?** 2017.

CIO. **Cios transformadores conquistam o prêmio IT leaders 2017**. Disponível em <http://cio.com.br/carreira/2017/12/06/cios-transformadores-conquistam-o-premio-it-leaders-2017/>. Acesso em 23 dez. 2017.

COOKE, P. et al. **The Governance of Innovation in Europe**: regional perspectives on global Competitiveness. London, Pinter. 2000.

CORREIO DO POVO. Startups inovam vida no campo. Disponível em <http://www.correiodopovo.com.br/Noticias/Rural/Agricultura/2015/12/573883/Startups-inovam-vida-no-campo> acesso em 05 dez. 2017.

DAFT, R. L. Bureaucratic versus nonbureaucratic structure and process of innovation and change. In: BACHARACH, S. B. (Ed.) **Research in the sociology of organizations**. p. 129-166. Greenwich, CT: JAI Press, 1982.

DAMANPOUR, F.; EVAN, W. M. Organizational innovation and performance: the problem of organizational lag. **Administrative Science Quarterly**, v. 29, p. 392-409, 1984.

_____. The Dynamics of the adoption of product and process innovations in organizations. **Journal of Management Studies** 38:1 January 2001.

DANNEELS, E. **The dynamics of product innovation and firm competences**. Strategic Management Journal; 23, 12; ABI/INFORM Global pg. 1095-1121; 2002.

DAVIS, J. GOLDBERG. R. **A Concept of agribusiness**. Boston: Harvard University, 1957.

DECARLI, Lúcio. **Aspectos das exportações do agronegócio brasileiro e a taxonomia setorial de Pavitt**. 95 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Agronegócios do Centro de Pesquisa de Estudos e Pesquisa em Agronegócio. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2016.

DOSI, G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, 36, p. 1120-1171, 1998.

DRATH, R. HORCH, A. *Industrie 4.0: Hit or Hype?* [Industry Forum]. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, 8(2), p. 56–58, 2014.

EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations**. London: Pinter, 1997.

ENGSFELT, P. NORDGREN, E. **Adoption of management innovations: motivation, timing and extent of implementation**. University of Gotheburg. School of Business, Economics and Law. 1-39, 2014.

ETTLIE J. E. REZA. E.M. *Organizacional Integration and Process Innovation*. **The Academy of Management Journal**, Vol. 35, No. 4 (Oct., 1992), pp. 795-827; 1992.

_____. et al. *Organizational Strategy and Structural Differences for radial versus incremental innovation*. **Management Sci.**, 30, 632-695. 1984.

EUROPEAN COMMISSION. **Factories of the Future PPP: towards competitive EU manufacturing**. 2013. Disponível em: http://ec.europa.eu/research/press/2013/pdf/ppp/fof_factsheet.pdf. Acesso em 12 fev. 2017.

FARZIN, Y. H., et al. *Optimal timing of technology adoption*. **Journal of Economic Dynamics and Control**, 22(5), 779-799. 1998.

FEIX, R. D; LEUSIN JÚNIOR, S. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul — 2016**. Porto Alegre: FEE, 2016.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). Brasil. 2017. CT Agro. Disponível em <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fontes-de-recurso/fundos-setoriais/quais-sao-os-fundos-setoriais/ct-agro> acesso em 05 abr. 2017.

FRAMBACH, R.T; SCHILLEWAERT, N. *Organizational innovation adoption: the multi-level frame work of determinants and opportunities for future research*. **Journal of Business Research**, vol. 55, n. 2, pp. 163-176, 2002.

FREEMAN, C. *The national system of innovation in historical perspective*. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER (FEE). Porto Alegre. 2017. **Emprego formal celetista no Agronegócio**. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/agronegocio/emprego-formal-celetista/serie-historica/> . Acesso em 03 abr.2017.

_____. Porto Alegre b. 2017. **Exportações**. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/agronegocio/exportacoes/serie-historica-2/> acesso em 04 abr. 2017.

_____. Porto Alegre c. 2017. **PIB estadual**. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/estadual/serie-historica/>. Acesso em 30 mar. 2017.

_____. Porto Alegre d. 2017. **PIB dos municípios do RS em 2014: desempenho dos serviços contribui com os principais ganhos de participação**. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/destaques/> acesso em 30 mar. 2017.

FRAUNHOFER IAO. **Industry 4.0**: China moves into the fast lane. 30 de março de 2015. Disponível em: <https://www.iao.fraunhofer.de/lang-en/about-us/press-and-media/1218-industry-4-0-china-moves-into-the-fast-lane.html>> Acesso em 12 fev. 2017.

GEELS, Frank W. **From sectoral systems of innovation to sócio-technical systems insights about dynamics and change from sociology and institutional theory**. Department of Technology Management, Eindhoven University, Elsevier B.V. 2004.

GIUSTO, D., A et al: **The Internet of Things**. In. Buxmann, P., T. Hess and R. Ruggaber, 2009: Internet of services. *Business & Information Systems Engineering*, 5, p. 341–342, 2010.

GOODMAN, Leo A. Snowball sampling. **The Annals of Mathematical Statistics**. V. 32. n. 1, p. 148-170, 1961.

GUERREIRO, G. A. Os gastos em ciência e tecnologia nos Estados mais industrializados do Brasil. **Carta de Conjuntura Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser**. Ano 22. Nº 4. Abril de 2013.

HADDAD, P. (Org.). A competitividade do agronegócio e o desenvolvimento regional no Brasil: estudos de clusters. Brasília: **CNPq/Embrapa**, 1999.

HAIR JR., J.F.; et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Tradução Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HENG, S. Industry 4.0: Huge potential for value creation waiting to be tapped. **Deutsche Bank AG, Deutsche Bank Research**. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2006.

JENSEN, R.A Adoption and Diffusion of Innovations Under Uncertainty. **Journal of Economic Theory**, 27, 182-193; 1982.

JORNAL DO COMÉRCIO RS. **A pulverização por Drones**. Disponível em http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2017/08/colunas/observador/580645-a-pulverizacao-por-drones.html acesso em 01 dez 2017.

KAGERMANN H. et al. **Industrie 4.0**: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*, 13. 2011.

_____. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: **Final report of the Industrie 4.0 Working Group**, 2013.

KIMBERLY A. EVANISKO, M. J. Organizational Innovation: The Influence of Individual, Organizational, and Contextual Factors on Hospital Adoption of Technological and Administrative Innovations John R.: **The Academy of Management Journal**, Vol. 24, No. 4, pp. 689-713, 1981.

KRUGLIANSKAS, Isak Tornando a Pequena e Média Empresa Competitiva. São Paulo, Editora **IEGE**; 1996.

KURFUSS, T. **Office of Science and Technology Austria Washington, DC. Industry 4.0: Manufacturing in the United States.** Disponível em: <http://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0>. Acesso em: 12 fev. 2017.

LANGLEY, Ann, TRUAX, Jean. (1994). A Process Study of New Technology Adoption in Smaller Manufacturing Firms. **Journal of Management Studies**, Vol. 31:5, September.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E. **Sistema de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política.** **Revista São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan./mar. 2005.

LUNDEVALL, B. A. **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning.** Londres: Pinter Publishers, 1992.

_____. **National Innovation Systems – Analytical Concept and Development Tool.** Copenhagen: DRUID Conference, June, 2005.

MACHADO, R. T. M. Fundamentos sobre o Estudo da dinâmica das Inovações no Agribusiness. **Revista de Administração Contemporânea**, V. 2, n.2, Maio /Ago. 1998, p. 127-141.

MALASSIS, L. Analyse Du complexe agro-alimentaire d' apres La comptabilité nationale française. **Économies et sociétés**, 9(3): 1667-87, Sept-1969.

MALERBA, Franco. **Sectorial Systems of innovation and production.** Druid Conference on: National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policy Rebuild, June 9-12, 1999.

MARASCHIN, R. V. MASSUQUETTI, A. O perfil da pauta exportadora do Brasil para o Mercosul, por intensidade tecnológica (2000-2014). **Revista de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**. Vol. 09, n. 2, pp. 129-149, 2015.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARKETINGINDUSTRIAL. **O que é a “internet das coisas” e o seu impacto nas indústrias** Disponível em <https://www.marketingparaindustria.com.br/industria/internet-das-coisas-e-impacto-industrias/> acesso em 23 nov. 2017.

MASSINI, S. LEWIN, A. Y. GREVE, H. R. Innovators and imitators: Organizational reference groups and adoption of organizational routines. **Research Policy** 34 (2005) 1550–1569.

MENDES, J. T. G.; PADILHA JUNIOR, J. B. **Agronegócio: Uma Abordagem Econômica.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MÉNDEZ, R. Innovación y desarrollo territorial: algunos debates teóricos recientes. Santiago de Chile: **Revista EURE**, v. 28, n. 84, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Brasília. 2017. Plano Agrícola e Pecuária. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola> acesso em 26 abr. 2017.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR, E SERVIÇOS (MDIC). Brasília. 2017. **Comex Vis**: Estado Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-uf-produto?uf=rs> acesso em 12 abr. 2017.

MISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTIC) 2017. Disponível em: <http://www.mcti.gov.br> acesso em 02 abr. 2017.

MONOSTORI, L., **Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges**, 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS 2014); 2014.

MONTOYA, M. A. & GUILHOTO, J. J. M. **Mudança estrutural no agronegócio brasileiro e suas implicações na agricultura familiar**. In: Tedesco, J. C. (org.). *Agricultura familiar: realidades e perspectivas*. Passo Fundo, Ediupf, 1999.

_____. FINAMORE, E. B. Evolução do PIB do agronegócio brasileiro de 1959 a 1995: uma estimativa na ótica do valor adicionado. **Revista Teoria e Evidência Econômica**. FEA-UPF, Passo Fundo, RS. V.9, N.16, P. 09-24, Maio de 2001.

NELSON, R. WINTER, S. *Na evolutionary theory of economic change*. **Cambridge, Harvard University Press**, 1982.

_____. **High-technology policies: A five-nation comparison**. Washington: American Enterprise Institute. 1984.

_____. **National innovation systems: a comparative analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.

NETO, D.L.A., COSTA, E.F. Dimensionamento do PIB do agronegócio em Pernambuco. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Vol. 43, nº04, Brasília. Out./Dez. 2005.

PARENTE, S. L; PRESCOTT, E. C. Barriers to technology adoption and development. **Journal of Political Economy**, 102:298–321. 1994.

PARRÉ, J.L., GUILHOTO, J. J. M. **A importância econômica do agronegócio para a região sul do Brasil**. *Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 19, n. 35, p. 37-54, 2001.

PATEL, P; PAVITT, K. **National Innovation Systems: Why They Are Important, And How They Might Be Measured And Compared**, *Economics of Innovation and New Technology*, 3:1, p. 77-95, 1994.

POSADA, J. Et al. **Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet**. **Published by the IEEE Computer Society**. March-April, 2015.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE LE GOUVERNEMENT. **Industry of the future: Rallying the «New Face of Industry in France»**. 18 de maio de 2015. Disponível em: http://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/pk_industry-of-future.pdf. Acesso em: 12 fev. 2017.

REVISTA PEQUENAS EMPRESAS, GRANDES NEGÓCIOS. **Realidade aumentada chega a indústria**. Disponível em

<http://revistapegn.globo.com/Tecnologia/noticia/2017/08/pegn-realidade-aumentada-chega-a-industria.html>, acesso em 15 dez. 2017.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ROGERS, E. **Diffusion of Innovations**. The Free Press, 1994.

_____. **Diffusion of innovations** (5th ed.). New York: Free Press. 2003.

RUBMANN, M. et al. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. **The Boston Consulting Group**. P. 5-20; 2015.

SANTANA, A. C. de. **A Dinâmica do complexo agroindustrial e o crescimento econômico no Brasil**. Viçosa, 1994. 302 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

SCHEER, A. **Industry 4.0: from vision to implementation**. Whitepaper. Disponível em <http://www.researchgate.net/publication/281447305>, acesso em 30 de dez. 2016.

SCHLICK, J., P. et.al **Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung**. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, eds., 2014: Industrie 4. 0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration, p. 57–84, 2014.

SCHMIDT, R. Industry 4.0 – **Potentials for Creating Smart Products**: Empirical Research Results. Springer International Publishing Switzerland. W. Abramowicz (Ed.): BIS 2015, LNBIP 208, pp. 16–27, 2015.

SCHRIJVER, R. **Precision agriculture and the future of farming in Europe**. Scientific Foresight Study. 2016.

SCHUMPETER, J. **A teoria do Desenvolvimento Econômico**: uma investigação sobre os lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo. Abril Cultural, 1912.

_____. **Capitalismo, Sociedade e Democracia**. London. Routledge, 1942.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo. Edipro, 2016.

SECRETARIA DE ABASTECIMENTO, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL. **Municípios com maior número de propriedades rurais cadastradas**. Levantamento populacional. 2008.

SIPSAS, K. Et al. **Collaborative maintenance in flow-line manufacturing environments**: na industry 4.0 approach. Procedia CIRP 55, p. 236 – 24, 2016.

STARA. **Stara e SAP levam a tecnologias das Coisas para o Agronegócio na Agrishow**. Disponível em <http://www.stara.com.br/2016/04/26/stara-e-sap-levam-a-tecnologia-das-coisas-para-o-agronegocio-na-agrishow/> acesso em 12 dez. 2017.

STOCK, T.; SELIGER, G. **Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0**. Procedia CIRP, v. 40, p. 536-541, 2016.

TEECE D. PISANO G. **The dynamic capabilities of firms**: an introduction, Industrial and Corporate Change, v.3, 1994.

_____. Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy (1986). **Research Policy**, Vol. 15, Issue 6, p. 285-305 1986.

TELLES, A.; MATTOS, C. **O empreendedor viável**: uma mentoria para empresas na era da cultura startup. Rio de Janeiro: LeYa, 2013.

TIGRE. P. B. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. São Paulo. Elsevier, 2006.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1. ed. – 19. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2010.

VIEIRA FILHO, J. E. R. V. Políticas públicas de inovação no setor agropecuário: uma avaliação dos fundos setoriais. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), 13 (1), p. 109-132, janeiro/junho 2014.

WISDOM JP, et al.. Innovation Adoption: A Review of Theories and Constructs. **Administration and policy in mental health.**;41(4):480-502, 2014.

YIN, R. K. -. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZALTMAN, G. et al. **Inovations and Organizations**, Wiley and Sons, New York, 1973.

ZYLBERSZTAJN, D. O agribusiness brasileiro e o mercado mundial. In: FAGUNDES, M. H. org. Políticas agrícolas e o comércio mundial. Brasília, **IPEA**, 1994.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA FIRMA

1. Ramo de atividade
2. Tempo de existência
3. Faturamento anual ou número de empregados
4. Cidade
5. País de origem da firma
6. Tecnologia(s) da Indústria 4.0 utilizada(s) pela firma

Por que

1. Como conheceu essa(s) tecnologia(s) ?
2. Quais os motivos que determinaram a firma adotar essa tecnologia?

Como

- 1) Quais os desafios identificados pela firma ao adotar a tecnologia da indústria 4.0;
- 2) Existem políticas de financiamento e políticas industriais, subsídios de incentivos para a firma adotar essa tecnologia? Se sim, quais?
- 3) A firma buscou financiamento externo para implementar a tecnologia em questão?
- 4) Os grupos de referência (mídia, sindicatos, associações de classe) tiveram alguma influência na escolha da tecnologia?
- 5) Houve participação de universidades, centros de pesquisa, laboratórios?
- 6)
- 7) Onde a empresa buscou informações para a implementação da tecnologia?
- 8) Quem foi o principal mentor do projeto de implantação na empresa? Foi montado um grupo de trabalho?
- 9) A empresa utilizou empregados próprios? Houve necessidade de contratar especialistas ou consultores?
- 10) A implantação exigiu treinamento e desenvolvimento de pessoas?
- 11)
- 12) A implantação da tecnologia impactou os clientes? Eles foram informados previamente? Participaram do processo?
- 13) ? A implantação da tecnologia impactou os fornecedores? Eles foram informado previamente? Participaram do processo?

- 14) Houve impactos em outros elos da cadeia?
- 15) A implantação impactou quais processos internos da empresa?
- 16) Como os gestores do alto escalão participaram do processo de implantação.
- 17)
- 18) Em sua opinião, quais são os benefícios do uso dessa(s) tecnologia(s) para o setor do agronegócio?
- 19) Qual é o prazo calculado pela firma para o retorno do investimento na tecnologia 4.0?
- 20) No seu ponto de vista é um prazo de retorno adequado?
 - a. Foram estabelecidos meios de comunicação para a troca de informações em toda a firma durante o processo de implantação. Quais os principais desafios da adoção dessa tecnologia? Como lidaram com eles?
- 21) Em seu ponto de vista, como o setor está lidando com as tecnologias da Indústria 4.0?
 - a. Quais são os principais desafios da adoção de tecnologia da indústria 4.0 frente ao agronegócio. E quais também são as oportunidades.

Resultados

3. Já é possível identificar os resultados da implantação da tecnologia?
4. Após a adoção de tecnologia, foi possível obter ganhos em eficiência na firma como
5. Como você mensura o desempenho da tecnologia em questão? Atendeu as expectativas?
6. No seu ponto de vista, o que pode ser melhorado para que firmas instaladas no Brasil adotassem essa tecnologia com maior facilidade?
7. Quais os planos para o futuro da firma frente à adoção de tecnologias da Indústria 4.0?
8. Em relação ao faturamento, aumentou em quantos %. Qual a percepção para os próximos 5, 10 anos.

Considerações finais.

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA INSTITUIÇÕES

1. Comente sobre o papel da Instituição no processo de desenvolvimento ou aceleração de tecnologias da indústria 4.0.
2. Qual a estratégia inicial da Instituição no processo de desenvolvimento da indústria 4.0?
3. Foi buscado experiências (profissionais e tecnológicas) no exterior ou foi adquirido por experiências no Brasil?
4. Ocorre relação Universidade/Empresa envolvido no processo de desenvolvimento /conhecimento das tecnologias da indústria 4.0?
5. Quais são os requisitos essenciais para que ocorra a inserção da tecnologia da indústria 4.0 no Brasil?
6. A Instituição verifica o papel do governo como fundamental nesse processo? Como ele está identificando esse novo cenário?
7. É possível a criação de uma política industrial voltada a esse foco?
8. E o empresariado do agronegócio, como está se comportando sobre a possibilidade de adoção de tecnologias da indústria 4.0?
9. No ponto de vista institucional, quais as principais vantagens do Brasil, frente a essas tecnologias no agronegócio?
10. E as preocupações?
11. Referente ao agronegócio, qual a perspectiva do impacto dessas tecnologias para o setor?
12. Quais as possibilidades de se desenvolver as tecnologias da indústria 4.0 em todos os elos da cadeia produtiva? (antes, dentro e depois da porteira).
13. Considerações finais

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTAS ESPECIALISTAS

- 1) Qual sua percepção inicial sobre as tecnologias da indústria 4.0?
- 2) Em seu ponto de vista, a firma brasileira está preparada para receber a tecnologia 4.0?
- 3) Quais são os fatores que estimulam a firma brasileira em adotar a tecnologia 4.0?
- 4) Quais as atividades econômicas que mais terão impacto com a tecnologia 4.0? Cite exemplos?
- 5) Você identifica o papel do Estado como fundamental para a adoção dessa tecnologia 4.0? De que forma o Estado pode induzir/estimular a adoção de tecnologia 4.0 no agronegócio?
- 6) Em termos gerais, qual a tendência da firma brasileira, seja ela, pequena, média e grande na perspectiva de adotar as tecnologias 4.0?
- 7) Em seu ponto de vista, existem no Brasil firmas que já estão operando com a tecnologia 4.0?
- 8) O processo de adoção de tecnologias 4.0 já existentes no Brasil, em seu ponto de vista, tem interferência da tecnologia estrangeira de firmas instaladas em Países desenvolvidos? Sim, não, porque?
- 9) Com base na Tabela, através de dados secundários investigou-se as firmas que já adotam essa tecnologia. A respeito dessas informações, o que você pesquisador tem a argumentar sobre?
- 10) Você considera que a firma brasileira está atuando em fronteira tecnológica? Como você explica isso? Quais tendências para firmas frente a adoção dessas tecnologias?
- 11) Você tem conhecimento a respeito do papel dos sindicatos, associações de classe e outros grupos de referência no processo de incentivo na adoção de tecnologias 4.0?
- 12) Há uma padronização entre as firmas em termos de adoção de tecnologias 4.0, ou cada firma apresenta regras e normas distintas?
- 13) Em seu ponto de vista, como ocorrerá o funcionamento da firma no processo de transição de tecnologias tradicionais para tecnologias 4.0? Já acompanhou algum processo assim? Qual?
- 14) Comentários finais.

APÊNDICE D – ROTEIRO DE ENTREVISTA MINISTÉRIOS

1. Comente sobre o papel do Ministério MDIC-MCTIC no processo de desenvolvimento ou aceleração de tecnologias da indústria 4.0.
2. Qual a estratégia inicial do Ministério MDIC-MCTIC no processo de desenvolvimento da indústria 4.0?
3. Ocorre relação Universidade/Empresa envolvido no processo de conhecimento das tecnologias da indústria 4.0?
4. Quais são os requisitos essenciais para que ocorra a inserção da tecnologia da indústria 4.0 no Brasil?
5. O Ministério MDIC-MCTIC verifica o papel do governo como fundamental nesse processo? Como ele está identificando esse novo cenário?
6. É possível a criação de uma política industrial voltada a esse foco?
7. E o empresariado do agronegócio, como está se comportando sobre a possibilidade de adoção de tecnologias da indústria 4.0?
8. No ponto de vista institucional, quais as principais vantagens do Brasil, frente a essas tecnologias no setor do agronegócio?
9. E as preocupações?
10. Referente ao agronegócio, qual a perspectiva do impacto dessas tecnologias para o setor?
11. Quais as possibilidades de se desenvolver as tecnologias da indústria 4.0 em todos os elos da cadeia produtiva? (antes, dentro e depois da porteira).
12. Considerações finais