



ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG

Inovação, Sustentabilidade e Pandemia

10 a 14 de maio de 2021

Adoção de tecnologias da indústria 4.0 no agronegócio: uma percepção de especialistas sobre as firmas pós porteira.

Rodrigo Ferneda (Faculdade Cesurg – Marau-RS).

Resumo: O objetivo do presente estudo foi identificar a percepção dos especialistas sobre a adoção de tecnologias da indústria 4.0 em firmas pós porteira no setor do agronegócio do Rio Grande do Sul. Por meio de uma pesquisa exploratória e qualitativa e um estudo de caso, foi aplicado uma entrevista semiestruturada para cinco especialistas com experiência e capacitação no setor. Os resultados obtidos por meio das categorias de análise proporcionaram informações que trazem o entendimento e reflexões a respeito do novo paradigma, como tendências otimistas e preocupações, frente a situação econômica e social do Brasil; dificuldade de percepção das empresas pós porteira em geral frente as possibilidades de adoção das tecnologias em estudo; e um novo modelo de qualificação das empresas em termos de gestão, mão de obra, infraestrutura capazes de gerar ganhos econômicos e inovativos e a participação dos atores institucionais na condução da adoção dessas tecnologias.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Inovação; Agronegócio. Pós porteira.

Código JEL: O30

Área Temática: 1.6 Novos temas - Indústria 4.0, Internet das coisas, outros.

1 Introdução

A economia evolucionária ou neo shumpeterana busca explicar a dinâmica da firma capitalista a partir da inovação como um processo endógeno, elemento fundamental que determina a evolução ou a revolução dos negócios em termos econômicos, sociais e ambientais.

Neste contexto, ao discutir inovações, faz-se necessário compreender como as atividades econômicas realizam o processo de adoção de tecnologias, como forma de evoluir os processos em sua trajetória tecnológica e também, como posicionar-se diante de uma mudança de paradigma.

O conceito de indústria 4.0 é o conjunto de nove tecnologias (KAGERMANN, 2011) que trabalham para tornar a fábrica inteligente, a comunicação entre as cadeias produtivas, agilidade nos processos, a otimização dos custos de produção, a personalização dos serviços conforme a necessidade do cliente, informação em tempo real, entre outras características identificadas no estudo de (FERNEDA; RUFONI, 2018). Entre estas tecnologias, destacam-se o Big Data, Robótica, Sensores, Manufatura Aditiva, Simulação, Internet das Coisas, Realidade Aumentada, Integração Vertical e Integração Horizontal.

É através desse cenário que se entende que as tecnologias da indústria 4.0 pode 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.

Conforme a elaboração do Plano Nacional de Internet das Coisas¹, por meio do Decreto 9854 de 25 de junho de 2019, regulamenta o uso da IoT como ferramenta de desenvolvimento sustentável em todo o território Brasileiro, nos setores da indústria, saúde, cidades inteligentes e agronegócios. A decisão em estudar o agronegócio, da contribuição do Rio Grande do Sul para a sustentação da balança comercial brasileira. Ocupa o 4º lugar em exportação do Brasil, exportando US\$ 15 Bilhões em 2019, o que representa 8,2% do total das exportações brasileiras, com base no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2019), 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 complexo soja (US\$ 1,7 bilhão), carnes (US\$ 492,7 milhões), fumo e seus produtos (US\$ 246,4 milhões), produtos florestais (US\$ 220,6 milhões) e cereais, farinhas e preparações (US\$ 189,2 milhões) (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020), ou seja, o objeto em estudo tem se intensificado como um setor importante economicamente para a pauta exportadora do Rio Grande do Sul, mas ainda está baseado, essencialmente, no comércio de *commodities*, (AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÃO E INVESTIMENTOS - APEX, 2011).

No estudo desenvolvido por Ferneda (2018) constatou-se um envolvimento e mobilização das firmas antes da porteira - indústrias e comércios que fornecem insumos para a produção rural – no processo de adoção das tecnologias em estudo no Rio Grande do Sul, por meio das multinacionais, que de forma gradativa incentivam e impulsionam esta adoção para dentro da porteira – produtor rural - . Nesta investigação, foi constatado as firmas pós porteira², como o último elo da cadeia produtiva em perceber o impacto das tecnologias da indústria 4.0 em seus negócios. Neste cenário, ressalta-se que os papéis dos atores institucionais são fundamentais na concentração de esforços capazes de gerar resultados inovativos e econômicos no processo de adoção nos negócios à jusante.

Nesse sentido, tem-se como objetivo do estudo, identificar a percepção dos especialistas sobre a adoção de tecnologias da indústria 4.0 em firmas pós porteira no setor do agronegócio do Rio Grande do Sul.

A escolha dos especialistas, ocorreu pelo conhecimento técnico e científico sobre o setor e o impacto que estas tecnologias irão proporcionar no referido elo da cadeia. O estudo visa contribuir para ciência econômica e para a ciência do agronegócio, em virtude de poucas fontes de material relacionada a temática.

¹ O plano tem por finalidade criar ações para o desenvolvimento de IoT no país, com seus objetivos estratégicos e específicos, assim como as iniciativas mapeadas nos diversos fóruns de engajamento do estudo.

² 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)

2 Adoção tecnológica pelas firmas

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. Nos estudos de Possas (2008) e Conceição (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 influenciada 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 (1995) 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 (1995, 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 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

O Quadro 1, apresenta a síntese, apresentando as categorias, suas dimensões e os autores envolvidos.

Quadro 1: Síntese das categorias que proporcionam a adoção de tecnologias pela firma

Categorias	Dimensões	Autores
Tendências	Quando a firma decide adotar uma nova tecnologia, observa várias questões pertinentes, como: as preocupações, 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	*Empresas que estão na fronteira tecnológica são as pioneiras na adoção. *São motivadas pela oportunidade de ganho social e econômico e as adotantes posteriores são motivadas pela ameaça da perda de competitividade. *Envolve a participação dos gestores, colaboradores, fornecedores, clientes, onde define-se as prioridades de acordo com a atividade econômica de cada firma. *A adoção de tecnologias pode beneficiar ou atrasar os negócios da firma, dependendo do nível de maturidade organizacional, cultura inovadora, interferências externas, etc	Massini, Henrich e Greve (2005) Engsfelt e Nordgren, (2014).
Características e peculiaridades da firma e da tecnologia	*Particularidades da estrutura interna relacionadas às funções de operações e logística, finanças, marketing, recursos humanos, estratégia, seus paradigmas e trajetórias tecnológicas e sua articulação com os atores institucionais, como geração de pesquisa e desenvolvimento, políticas públicas, relacionamento social, relações de mercado, identidade organizacional, prática, estrutura e tamanhos, geração e disseminação do conhecimento.	Kimberly e Evaniska (1981) Rogers (1994), Frambach e Schillewaert (2002)

Mão de obra	*Rede com desenvolvedores e consultores; normas, valores e cultura; tamanho e estrutura operacional; treinamento e desenvolvimento de esforços; liderança; *O interesse da firma em controle da qualidade e reengenharia podem melhorar a eficiência e permitir a adoção de inovação de processo. *Quanto maior a qualificação da mão de obra, mais inovativa torna-se a organização.	Damanpour (2001) Wisdom et al (2014).
Papel do estado	*Estado na indução do processo de adoção de tecnologias, desenvolvimento de políticas públicas, incentivo ao crédito subsidiado, legislação, processos burocráticos que podem facilitar ou limitar a adoção tecnológica.	Parente e Prescott (1994)
Atores institucionais	*Atuação limitada ou expansiva destes atores como sindicatos, legislação, associações de classe, governo, especialistas, grupos de referências, institutos tecnológicos e pesquisa, Universidade, parques tecnológicos, incubadoras empresariais patentes das marcas.	Wisdom et al (2014)
Dificuldades	*Distribuição em diferentes níveis de tecnologias e tamanho das organizações, incentivo do Estado, confiança do consumidor e do empresário; limitações das funções do ecossistema de inovação	Parente e Prescott (1994) Rogers (1994) Farzin et al (1998) Parente e Prescott (1994). Rogers (1994)

Fonte: Ferneda (2018).

No Quadro 1 foram apresentadas as etapas necessárias para a firma adotar tecnologia, baseado na literatura investigada. Nesse sentido, utilizou-se a síntese deste Quadro como roteiro para a elaboração da investigação empírica.

2.1. 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 infra-estrutura 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).

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 criado 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).

3. Procedimentos Metodológicos

Considerando os objetivos do presente trabalho, adotou-se a pesquisa exploratória para avançar nos objetivos do trabalho, amparado nas orientações de Hair Jr. et al, (2005). Em relação à abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa, como descrito por Marconi e Lakatos (2010). Em relação a estratégia ou procedimento técnico, trata-se de um estudo de caso, seguindo a lógica de Triviños (2010) e Yin (2010).

Para a escolha dos profissionais foram realizadas por meio de uma amostragem por conveniência, através da experiência profissional e acadêmica. Os contatos iniciais realizados na Feira Expointer e agendado a data e horário para a entrevista. As entrevistas foram realizadas por videoconferências, com exceção das entrevistas do Especialista C, sendo realizadas pessoalmente. As características dos investigados são descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – 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 da pesquisa de campo

Na técnica de coleta de dados, foi utilizada uma entrevista semiestruturada, onde oportuniza ao entrevistado a possibilidade de apresentar suas experiências, decorrente do foco principal determinado pelo pesquisador. Nesta lógica, esta técnica permite respostas livres e espontâneas do entrevistado e valoriza a atuação do entrevistador (HAIR Jr et al, 2005; TRIVINOS, 2010, LAKATOS, MARCONI, 2010).

Foram realizadas 5 entrevistas entre os dias 05 de setembro de 2017 até 15 de outubro de 2017, com duração de 30 a 60 minutos cada entrevista. As categorias de análise foram extraídas do Quadro 1,

conforme revisão da literatura. Em relação a análise e interpretação dos dados, no presente estudo, utilizou-se a análise do conteúdo, seguindo as orientações de Bardin (2009, p. 121): 1) pré-análise; 2) a exploração do material; e 3) o tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação.

4. Percepção dos especialistas frente as firmas pós porteira do Agronegócio do RS.

As percepções dos Especialistas A e B divergem de acordo com o conhecimento obtido de cada um sobre as tecnologias específicas. É importante destacar que, embora a conceituação científica se encontra em fase inicial, na prática, esta existe há mais de uma década, pois países como a Alemanha analisaram 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 (KARGMANN, 2011). Nesse sentido, os investigados mencionam que:

São evoluções dentro das próprias tecnologias, a internet das coisas é uma revolução dentro da própria internet; o big date 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. (ESPECIALISTA A).

Essa revolução industrial, vem para reestruturar os sistemas de gestão, na busca de melhoramento dos novos modelos. 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 e C apresentam opiniões semelhantes quanto ao motivo que leva as firmas escolherem as tecnologias:

“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).

Este cenário oportuniza a reorganização das empresas e suas capacidades dinâmicas, ou seja, gestão, produção, comercialização, desenvolvimento. Neste novo paradigma, as nove tecnologias interconectadas e interligadas, geram a criação de valor na linha de produtos e serviços que maximizam os resultados da firma, o surgimento de novas ocupações que atualmente não existem (Kargemann et al, 2013). Nesse aspecto, no Brasil, a baixa adoção nos segmentos de alta e média intensidade tecnológica como abordado no estudo de Reichert, Camboim, e Zawislak (2015) oportunizam cenários que necessitam esforços inovativos entre atores institucionais capazes de promover o crescimento e desenvolvimento entre as firmas do setor neste processo. Assim, os Especialistas D e E, apontam que:

“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 precisa 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, as firmas devem 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, observa-se também uma preocupação em relação à adoção destas tecnologias, já que o Brasil é uma economia em desenvolvimento e apresenta 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, infraestrutura tecnológica, pouca discussão entre os elos da cadeia produtiva quanto a temática..

Sendo assim, a percepção do Especialista A reflete a situação econômica e social que o Brasil vivencia *“pelo fato de termos uma economia muito instável e as empresas 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”*. Tal cenário, complementa-se a ideia de Farzin et al (1998) em que se discute o grau de dificuldades de adoção na dependência da capacidade produtiva e dos investimentos de tecnologia, do País em que a disponibilidade de oferta e demanda de tecnologia, sejam congruentes.

Para a Especialista B, *“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”*. Os investigados apontam um complexo de dificuldades educacionais, tecnológicos, infraestrutura e de aprendizagem organizacional que o setor enfrenta e limita o processo de adoção por parte das empresas. Ainda atribuem o papel ao Estado em organizar de forma sistêmica o acesso às tecnologias e oportunizar condições que favoreçam a confiança das empresas do setor para investir em tecnologia e competir com economias desenvolvidas.

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 têm 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. (ESPECIALISTA E).

Constata-se a partir dos apontamentos da amostra, que os fatores 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.

Em relação às tendências, as firmas apontaram a alteração nos modelos de negócios, o enxugamento das empresas, a produção em lotes personalizados, a reorganização das plantas produtivas, a agregação de valor ao produto final, a maior competitividade nas exportações, a redução de custos, a redução da mão de obra e a utilização via dispositivos de fácil acesso como *smartphones*. Sua adoção ocorre por meio de indústrias antes da porteira, que beneficiarão, de forma gradativa, as propriedades rurais e as empresas pós-porteira.

Nesse cenário, o Especialista D, menciona que *“a indústria 4.0 vai por meio de máquinas e equipamentos agrícolas, pois ela precisa incorporar no Brasil, nas indústrias de processamento pois precisam destas tecnologias para reduzir custos e ganhar escalas de produção”*. As considerações a respeito das tendências para os Especialistas B e E são constituídas em:

A alteração nos modelos de negócios, em que o Brasil, nas cadeias do agronegócio, deve ser um dos setores de maior destaque, como agregar valor ao produto acabado, e também, buscar a realocação dos empregos operacionais que serão substituídos. (ESPECIALISTA B).

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).

Neste 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. O Especialista C menciona que *“a força de trabalho deve ser utilizada por robôs, enquanto o ser humano precisará de conhecimento intelectual para operacionalizar os sistemas inteligentes”*. 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 mencionam que as empresas brasileiras e, em específico, as do Rio Grande do Sul, não estão atuando na fronteira tecnológica. O que caracteriza esse atraso é a falta de conhecimento do produtor e das firmas pós porteira em investir em tecnologia 4.0 e a baixa conectividade de internet. Complementa-se com a menção da Firma D *“O futuro da agricultura 4.0 ocorre por meio de produção sustentável, 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). Ainda constata-se na visão do Especialista E *“as empresas pós porteira não sabem o que é indústria 4.0 e nem o consumidor final. A informação sobre diferenciação entre os moldes tradicionais de produção e os moldes baseados nas tecnologias 4.0, ainda é confuso neste elo da cadeia”*.

As diferenças obtidas entre os especialistas investigados, muito refere-se 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.

Constatou-se uma convergência de ideias entre os especialistas, que os benefícios da adoção de tecnologias 4.0 proporcionam uma reorganização dos setores internos das empresas antes da porteira, 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.

Para a indústria 4.0 acontecer, é a inter habilidade que as firmas conseguem 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).

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 aponta-se um cenário favorável para a geração de novos negócios, proporcionados pelo conhecimento científico e prático, que determina a competitividade da firma, conforme visão dos especialistas.

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).

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 que a partir do conhecimento da amostra, o envolvimento desde os pequenos negócios, firmas multinacionais e firmas startups. Cada negócio evolui em aspectos econômicos, sociais e técnicos, através da relação entre *learn by doing* ou *learn using*, 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, há 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 em que há uma mobilização dos países desenvolvidos através de startups, institutos de pesquisa e centros de P&D. Destaca-se também o papel da Universidade e Institutos Tecnológicos para a formação e a requalificação da mão de obra.

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 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).

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 as empresas de grande porte investem recursos próprios em adoção de tecnologia, o que torna a própria mão de obra com maior qualificação, enquanto as firmas pequenas dependem de estratégias de cooperação e parcerias para esta finalidade.

. Considera-se, nesse cenário, a realidade das firmas de fronteira tecnológica, seguindo as orientações de Buzzachi, et al (1993), atribuindo que 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 soma-se a teoria de Damanpour (2001).

Em relação ao papel do Estado, os investigados apontam falhas na política de inovação em promover a adoção de recursos tecnológicos nas firmas do agronegócio. Os mesmos constataram que serão necessárias parcerias público-privados – assistência técnica, educacional, tecnológica –, linhas de crédito específicas para a adoção de tecnologias da indústria 4.0 e para a aquisição de tecnologias no agronegócio, o repasse de crédito com recursos oficiais, envolvendo o ambiente das firmas em editais de fomento a P&D.

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. (ESPECIALISTAS B).

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. (ESPECIALISTAS C).

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.

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, Sistema 5Ss, Embrapa, 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 (ESPECIALIATA A).

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 empresas do setor do agronegócio. Por outro lado, os investigados mencionaram os sindicatos de classe, como um grande entrave em auxiliar a firma em termos de conhecimento e acessibilidade na adoção de inovação, conforme o relato do Especialista B *“Quanto aos sindicatos, percebo um grande entravem, pois, eles têm 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”*.

Nesse sentido, nota-se que os atores institucionais possuem um papel essencial na contribuição 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).

Sendo assim, são apresentadas no Quadro 3, uma síntese dos resultados da pesquisa de campo.

Quadro 3 – Síntese das categorias obtidas no estudo.

Categorias	Dimensões científicas	Dimensões encontradas no estudo
Tendências	as preocupações, as incertezas, condições de mercado, a provável resposta dos consumidores à nova tecnologia, concorrência, custos, investimentos, capacitação da mão de obra.	*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.
Escolha tecnológica	*Empresas que estão na fronteira tecnológica são as pioneiras na adoção. *São motivadas pela oportunidade de ganho social e econômico e as adotantes posteriores são motivadas pela ameaça da perda de competitividade. *Envolve a participação dos gestores, colaboradores, fornecedores, clientes, onde define-se as prioridades de acordo com a atividade econômica de cada firma. *A adoção de tecnologias pode beneficiar ou atrasar os negócios da firma, dependendo do nível de maturidade organizacional, cultura inovadora, interferências externas, etc	*A firma deve adotar uma nova cultura organizacional; *ênfase nas atividades de 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.
Características e peculiaridades da firma e da tecnologia	*Particularidades da estrutura interna relacionadas às funções de operações e logística, finanças, marketing, recursos humanos, estratégia, seus paradigmas e trajetórias tecnológicas e sua articulação com os atores institucionais, como geração de pesquisa e desenvolvimento, políticas públicas, relacionamento social, relações de mercado, identidade organizacional, prática, estrutura e tamanhos, geração e disseminação do conhecimento.	*Comunicação entre processos; *Capacidade intelectual do colaborador; *Conexão entre máquinas e humanos; *Aumento da produtividade com o mesmo espaço em produção; *Redução em custos de transformação;
Mão de obra	*Rede com desenvolvedores e consultores; normas, valores e cultura; tamanho e estrutura operacional; treinamento e desenvolvimento de esforços; liderança; *O interesse da firma em controle da qualidade e reengenharia podem melhorar a eficiência e permitir a adoção de inovação de processo. *Quanto maior a qualificação da mão de obra, mais inovativa torna-se a organização	*Intercâmbio de conhecimento com as firmas multinacionais, *Universidades e institutos tecnológicos para a formação e requalificação da mão de obra. *Incentivo da liderança em buscar o crescimento exponencial das organizações.

Papel do estado	*Estado na indução do processo de adoção de tecnologias, desenvolvimento de políticas públicas, incentivo ao crédito subsidiado, legislação, processos burocráticos que podem facilitar ou limitar a adoção tecnológica.	*Fomento de políticas públicas a nível Nacional e Estadual; *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;
Atores institucionais	*Atuação limitada ou expansiva destes atores como sindicatos, legislação, associações de classe, governo, especialistas, grupos de referências, institutos tecnológicos e pesquisa, Universidade, parques tecnológicos, incubadoras empresariais patenteamento das marcas.	*Universidades, Instituições de Ensino Superior, Centros de Pesquisa, Parques Tecnológicos, *Incubadoras Empresariais, Entidades de Classe, Confederação Nacional das Indústrias, Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul, *Instituto Senai, Sebrae, Senar, Sesc, Sesi. *Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, Associação Brasileira de Agricultura de Precisão.
Dificuldades	*Distribuição em diferentes níveis de tecnologias e tamanho das organizações, incentivo do Estado, confiança do consumidor e do empresariado; limitações das funções do ecossistema de inovação	*Falta de conhecimento do produtor e firmas em investir em tecnologias da indústria 4.0 e sua operacionalização; *Baixa conectividade; *Baixa capacidade de aprendizagem organizacional. *Gargalos em termos de inovação e base educacional; *Instabilidade macroeconômica; *Mão de obra qualificada; *Infra estrutura tecnológica e pouca discussão entre os elos da cadeia produtiva sobre as tecnologias em estudo

Fonte: adaptado pelo autor (2021).

5 CONCLUSÃO

O objetivo do presente estudo foi de identificar a percepção dos especialistas sobre a adoção de tecnologias da indústria 4.0 em firmas pós porteira no setor do agronegócio do Rio Grande do Sul.

Nesse sentido, foi constatado que a tendência que a nova onda tecnológica proporciona é o rompimento gradativamente dos métodos tradicionais e o surgimento de novos modelos de negócios. Isso porque as firmas antes da porteira já vêm adotando tecnologias como robôs, internet das coisas, sensores, Fernalda (2018) e impulsionam esta adoção para o produtor rural. Este reflexo impacta nos elos após a porteira como condição essencial para a sobrevivência do negócio, agregação de valor ao produto final, redução dos custos de mão de obra, produção em lotes personalizados e reorganização do layout das firmas.

Considera-se também, a heterogeneidade do setor, comprometendo a adoção de tecnologias em todos os elos da cadeia, como por exemplo, as propriedades rurais (dentro da porteira) e as empresas depois da porteira, que tanto para o produtor até o consumidor final, ainda não está claro até o momento do estudo a importância de adotar as tecnologias em estudo.

Foi observado que as tecnologias da indústria 4.0 apontam para um novo modelo de negócios e novas profissões. De outro lado, ressalta-se a baixa qualificação da mão de obra do Brasil sendo um desafio para transformar o trabalho operacional em trabalho intelectual no exercício das atividades que envolve tecnologias da indústria 4.0. Frente a essas afirmações o estudo apontou a importância das parcerias público privado para a disseminação da tecnologia como vantagem competitiva e essencial para o suporte tecnológico e a aceleração dos processos impostos pela adoção das tecnologias frente a realidade das empresas brasileiras.

Sugere-se que este estudo seja discutido de forma periódica entre a amostra investigada, identificando as percepções afim de contribuir com a ciência e também com a extensão para os diversos elos da cadeia do setor abordado. Ainda sugere-se que seja investigado as firmas pós porteira por meio de instrumentos de coleta de dados, capazes de averiguar informações que sejam oportunas para a discussão, fomento e organização teórica sobre a nova onda tecnológica que está sendo inserida no ambiente de negócios.

Adoption of technologies from industry 4.0 in agribusiness: a perception of specialists about post-gate firms.

Abstract: *The aim of the present study was to identify the perception of specialists about the adoption of technologies from industry 4.0 in post-gate firms in the agribusiness sector in Rio Grande do Sul. Through an exploratory and qualitative research and a case study, a semi-structured interview with five specialists with experience and training in the sector. The results obtained through the analysis categories provided information that brings understanding and reflections on the new paradigm, such as optimistic trends and concerns, in view of the economic and social situation in Brazil; difficulty of perception of post-gate companies in general in view of the possibilities of adopting the technologies under study; and a new qualification model for companies in terms of management, manpower, infrastructure capable of generating economic and innovative gains and the participation of institutional actors in driving the adoption of these technologies.*

Keywords: *Industry 4.0; Innovation; Agribusiness. Gate post.*

Referências bibliográficas

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;

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009;

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;

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;

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;

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

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. Organizational Integration and Process Innovation. **The Academy of Management Journal**, Vol. 35, No. 4 (Oct., 1992), pp. 795-827; 1992.

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

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.

FERNEDA, R. Adoção de tecnologias da indústria 4.0 em firmas do Agronegócio do Rio Grande do Sul. 2018. 132f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Economia. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo. 2018.

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;

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

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;

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

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;

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

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

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.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Brasília. 2020. Plano Agrícola e Pecuária. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola> acesso em 12 fev. 2021;

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR, E SERVIÇOS (MDIC). Brasília. 2020. **Comex Vis**: Estado Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/comercio-externo/estatisticas-de-comercio-externo/comex-vis/frame-uf-produto?uf=rs> acesso em 12 fev. 2021;

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

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

REICHERT, F., CAMBOIM, G., & ZAWISLAK, P. (2015). Capacidades e trajetórias de inovação de empresas brasileiras. *RAM-Revista de Administração Mackenzie*, 16(5), 161-194. doi: 10.1590/1678-69712015/administracao.v16n5p161-194.

ROGERS, E. **Diffusion of Innovations**. The Free Press, 1995.

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

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.

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

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

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

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;