

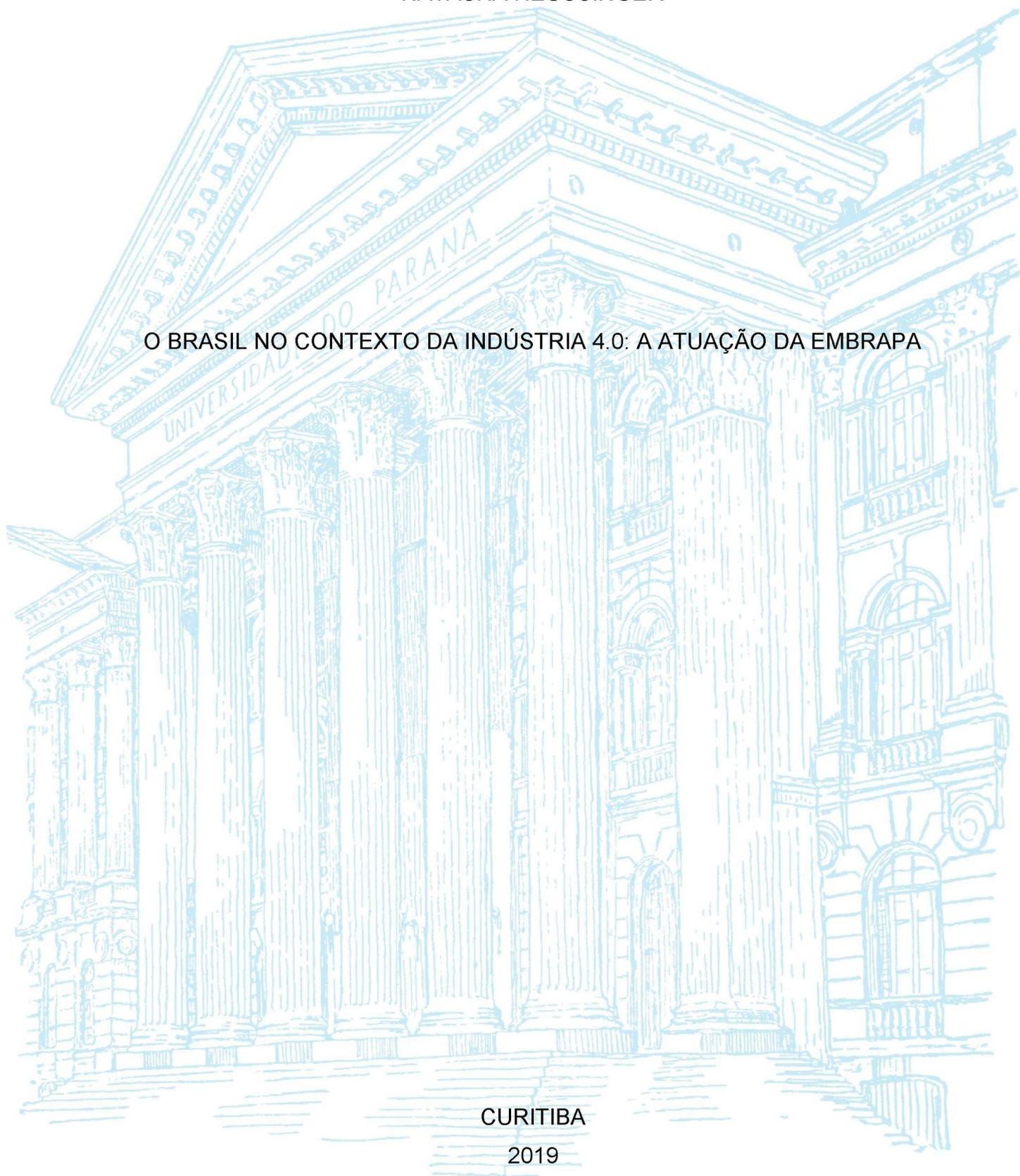
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NATASHA HEUSSINGER

O BRASIL NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0: A ATUAÇÃO DA EMBRAPA

CURITIBA

2019



NATASHA HEUSSINGER

O BRASIL NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0: A ATUAÇÃO DA EMBRAPA

Monografia apresentada como requisito parcial à conclusão do curso de Ciências Econômicas, Setor de Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Walter Shima

CURITIBA

2019

O Brasil no contexto da Indústria 4.0: a atuação da Embrapa

Natasha Heussinger

RESUMO

O fenômeno da Indústria 4.0 e seus possíveis impactos na produção industrial e prestação de serviços, bem como a formulação de planos de desenvolvimento dos Estados, têm sido tema frequente de estudos acadêmicos. Mas como o Brasil pode se encaixar nesse novo contexto de indústria digitalizada? Através de revisão bibliográfica e entrevistas realizadas com representantes da Embrapa, registrou-se uma oportunidade de inserção no mercado por meio da aplicação criativa de tecnologias já disponíveis à produção, assim como na produção e venda de conhecimento – que pode ser traduzido em monetização de dados, ferramentas de *analytics* e licenciamento de propriedade intelectual. A Embrapa possui um plano de desenvolvimento da Agro 4.0 que conta com projetos visados ao desenvolvimento de tecnologias comercialmente viáveis e que serve de modelo a demais empresas brasileiras ao demonstrar o potencial lucrativo de inovações tecnológicas simples.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Embrapa. Inovação. Tecnologia. Criatividade.

ABSTRACT

The Industry 4.0 phenomenon and its potential impact on the industrial production and service provision, as well as national development plans' formulation, have been a frequent academic study topic. But how can Brazil fit into this new digitalized industrial scenario? Through bibliographic research and interviews held with Embrapa representatives, it was noted an opportunity to enter the market by the creative application of existing technologies in the production, as well as by the generation and sale of knowledge – which can be translated as data monetization, analytics tools and intellectual property licensing. Embrapa has an Agro 4.0 development plan that aims at developing viably commercial technologies through several projects and serves as an example to other Brazilian companies by demonstrating the lucrative potential of innovative yet simple solutions.

Keywords: Industry 4.0. Embrapa. Innovation. Technology. Creativity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 METODOLOGIA	5
3 REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 INOVAÇÃO NA VISÃO SCHUMPETERIANA E SISTEMAS DE INOVAÇÃO	7
3.2 AGRO 4.0 E EMBRAPA	11
3.2.1 DEFINIÇÃO DE INDÚSTRIA 4.0	11
3.2.2 HABILIDADES EXIGIDAS PARA A INDÚSTRIA 4.0 E INDÍCIOS NO BRASIL	12
3.2.3 SETOR AGROPECUÁRIO NO BRASIL	14
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	16
4.1 AGRO 4.0 NO BRASIL	16
4.2 EMBRAPA: PROJETOS EM AGRO 4.0	18
4.3 OPORTUNIDADES PARA O BRASIL: EMBRAPA COMO EXEMPLO	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	25
ANEXO 1 – RESPOSTAS OBTIDAS PELO QUESTIONÁRIO	27
ANEXO 2 – TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA COM DR. X	29
ANEXO 3 – TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA COM DRA. Y	32

1 INTRODUÇÃO

Em meio a constantes inovações tecnológicas, reflete-se sobre o impacto dessas tecnologias no consumo e na indústria. O avanço do novo modelo industrial – nomeado frequentemente de maneira intercambiável como Indústria 4.0 e 4ª Revolução Industrial – promete revolucionar a interação entre homem e máquina, permitindo produção inteligente, eficiente, independente, customizada e sem aumento de custos.

Considerando a posição da indústria brasileira nesse cenário, a monografia tem como objetivo analisar, através dos projetos já em andamento da Embrapa, como o Brasil possui a capacidade de assumir uma posição de relevância no contexto da Indústria 4.0 através de soluções criativas. Para embasamento, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca dos conceitos de Indústria 4.0, Agro 4.0, inovação, sistemas de inovação, rede de pesquisas e também um estudo sobre a configuração do setor agropecuário brasileiro atual.

Em seguida foi aplicado um questionário e realizadas duas entrevistas com representantes de projetos da Embrapa na linha de digitalização da agricultura – cujos nomes foram ocultados, – a fim de compreender como esses projetos funcionam, o que exatamente desenvolvem e como contribuem para a produção agrícola. A indicação para a utilização dos projetos entrevistados como base do estudo veio da chefe geral da Embrapa Informática Agropecuária, após contato inicial indagando sobre como a Embrapa estava comprometida com a Agro 4.0.

O estudo se divide em quatro outras seções, além da introdução, sendo: apresentação da metodologia aplicada, revisão bibliográfica, subdividida em duas principais temáticas, apresentação dos resultados obtidos ao cruzar a base teórica com os dados colhidos através da Embrapa e considerações finais. As respostas do questionário e a transcrição das entrevistas se encontram como anexos, ao final da monografia.

2 METODOLOGIA

A monografia elaborada seguiu o modelo de pesquisa exploratória, com enfoque qualitativo, conforme definições de Maria H. Michel (2005). A pesquisa qualitativa busca apontar e interpretar as relações e correlações de fenômenos existentes à luz do contexto natural em que se inserem. O objetivo primordial não é a quantificação da frequência do fenômeno, mas sim uma análise mais profunda das características dele.

A monografia foi realizada em quatro etapas principais:

- I. Coleta de informações aos conceitos de inovação, sistemas de inovação, Indústria 4.0 e Agro 4.0, estruturas de redes de pesquisas e contexto agropecuário brasileiro.
- II. Formulação e aplicação de questionário, através de e-mail, referente às características da rede de pesquisa da Embrapa.
- III. Transcrição da entrevista por telefone feita com a Dra. Y – acerca do projeto “Pecuária do futuro: Ferramentas de suporte à tomada de decisão no manejo e transferência de tecnologias para pastagens” – e com o Dr. X – sobre o projeto “Estimativa da quantidade de frutos em pés de laranja por meio de inteligência computacional”.
- IV. Análise das respostas obtidas com base nos conceitos estudados, a fim de definir o trabalho realizado pelos projetos da Embrapa como exemplo do potencial brasileiro na inovação e produção de conhecimento.

O primeiro contato com a Embrapa foi através da Dra. Silvia Massruhá – autora de diversos estudos relacionados ao tema e chefe geral da Embrapa Informática Agropecuária – que repassou um documento com um compilado de sete projetos na área da Agro 4.0. O objetivo inicial era investigar o funcionamento de todos, porém foram obtidas somente cinco respostas após contato inicial. Desses, dois projetos ainda não haviam começado e, portanto, não se encaixam na temática da monografia.

Três questionários foram respondidos e foi possível marcar entrevista por telefone com dois deles: “Pecuária do futuro: Ferramentas de suporte à tomada de

decisão no manejo e transferência de tecnologias para pastagens” e “Estimativa da quantidade de frutos em pés de laranja por meio de inteligência computacional”.

Foi decidido, então, devido às dificuldades de obtenção de informação, explorar detalhadamente esses dois projetos ao invés de mapear de maneira geral todos os sete projetos indicados pela Dra. Silvia Massruhá.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa etapa serão apresentados os conceitos de inovação schumpeteriana, sistemas inovação, Indústria 4.0 e Agro 4.0 e criatividade.

O estudo da inovação serve para compreender como a Indústria 4.0 se encaixa nesse conceito e de que modo os projetos da Embrapa são inovadores. A contextualização do ambiente em que se dão inovações dá-se por meio da definição de sistemas de inovação e economias em rede. O esclarecimento quanto ao escopo da Indústria 4.0 também é necessário e realizado na seção abaixo, enquanto uma exemplificação acerca das aplicações das diretrizes da Indústria 4.0 dá-se pela definição de Agro 4.0. Por fim, analisa-se a criatividade sob o viés de insumo produtivo essencial às necessidades da indústria e agricultura digitalizadas.

3.1 INOVAÇÃO NA VISÃO SCHUMPETERIANA E SISTEMAS DE INOVAÇÃO

A relevância dada à inovação começou a ser fortalecida com os escritos de Schumpeter em “A teoria do desenvolvimento econômico”, publicado em 1911. Nessa obra – e demais posteriores – Schumpeter revolucionou a maneira clássica de analisar o processo concorrencial. Em sua visão, a concorrência era um processo ativo, evolutivo e endógeno ao mercado e ao sistema capitalista. Ao contrário da noção clássica – na qual a concorrência caminha em direção a um equilíbrio e as diferenças entre empresas tendem a ser eliminadas –, Schumpeter defendia que a concorrência se tratava, na verdade, da criação de diferenças, a partir das quais surgiam oportunidades de ganhos; ou seja, oportunidade de criação de espaços do mercado (POSSAS, 2013).

A criação de espaços no mercado é dada pela inovação. A inovação, por sua vez, é na visão schumpeteriana, conforme citado por Moricochi e Gonçalves (1994, p.30), “fazer as coisas diferentemente no reino da vida econômica”, seja no âmbito de criação de novos produtos e tecnologias, assim como na abertura de novos mercados ou reorganização de processos industriais. O fenômeno só acontece, porém, quando há um rompimento do fluxo circular pelo lado da produção. A “criação destrutiva”, como é referenciado, significa que para o surgimento de algo novo, há a necessidade de destruir algo velho: um produto, um serviço, um modo de produção ou um paradigma. Essa destruição provocada pelas inovações destrói também a curva de

custo marginal, a fim de estabelecer uma nova a um nível mais baixo; ou seja, interrompem a ação dos rendimentos decrescentes e deslocam as isoquantas¹ de produção (EKERMAN, ZERKOWSKI, 1984).

A motivação por detrás da inovação e, conseqüentemente, da diferenciação é a possibilidade de obtenção de vantagens competitivas que resultem em apropriação de lucros extraordinários, ainda que temporariamente. Dessa maneira, a teoria schumpeteriana não assume concorrência como termo antagônico de monopólio. Posições de poder de monopólio fazem parte do processo concorrencial e seu grau de consolidação e duração dependem da interação temporal das estratégias das demais empresas inseridas no mercado (POSSAS, 2013).

Não é possível, portanto, antecipar a configuração final, “de equilíbrio”, de um mercado. A trajetória de desenvolvimento da empresa é uma complexa interação de forças que se modificam e se adaptam ao longo do próprio processo. Essa característica da concorrência é denominada *path-dependence* (POSSAS, 2013). Assim, afirma Schumpeter o processo produtivo ser composto por forças materiais – como terra e trabalho – e forças imateriais – que envolvem fatores técnicos e o arcabouço sócio-cultural vigente. Conforme Schumpeter (p. 70, 1997):

“[...] não é possível explicar a mudança econômica somente pelas condições econômicas prévias. Pois o estado econômico de um povo não emerge simplesmente das condições econômicas precedentes, mas unicamente da situação total precedente”.

Nota-se, então, a relevância dada pelo autor aos aspectos sociais; em contraponto à análise puramente econômica feita pelas obras clássicas e neoclássicas. A estrutura de mercado – aqui definida por Possas (2013, p. 6) como “espaço de interação competitiva entre as empresas em sua rivalidade e orientação estratégica” – é agregada de aspectos culturais, sociais e conjunto de leis, que podem afetar diretamente a formulação de estratégias das empresas, incentivando ou freando inovações. Essa estrutura, entretanto, não é completamente inflexível e muito menos imutável. Mudanças estruturais ocorrem constantemente devido ao processo de adaptação a inovações (MORICOCHI, GONÇALVES, 1994).

¹ Isoquanta de produção é a curva que representa todas as combinações possíveis de fatores de produção, como terra, capital e trabalho, que resultem na mesma quantidade de produção (EKERMAN, ZERKOWSKI, 1984).

A repercussão das mudanças na sociedade depende, entretanto, do tipo de inovação. Conforme a classificação de Freeman e Perez (1988), há quatro subclassificações de inovações:

- a) Inovação incremental: desenvolvimento contínuo nas empresas através de aprimoramentos de técnicas e máquinas, mas cujo efeito – apesar de provocar aumentos de produtividade – não afeta drasticamente nenhum setor.
- b) Inovação radical: cujo desenvolvimento é produto de pesquisa deliberada e direcionada e é capaz de provocar mudanças estruturais, mas de maneira localizada e pequena relativamente à economia agregada.
- c) Inovação de sistema tecnológico: é frequentemente uma compilação de inovações incrementais e radicais, capazes de influenciar diversos setores da economia e de criar novos mercados.
- d) Inovação de Paradigma Tecnoeconômico/Revolução Tecnológica: implica em inovações técnicas gerenciais, organizacionais, de produtos e de processos. Afeta a economia inteira, reestruturando o “regime tecnológico” vigente até então.

O argumento da mutabilidade da estrutura de mercado de Moricochi e Gonçalves e as classificações de inovações de Freeman e Perez se complementam, uma vez que ambas confirmam a relação entre inovações, tecnologia e sociedade. Essas visões aliadas ao pressuposto da influência da trajetória histórica, podem ser vistas como base para a formulação da teoria dos sistemas de inovação.

Os Sistemas de Inovação (SI), por sua vez, são instrumentos de intervenção, que visam a difusão e o desenvolvimento de tecnologias, por meio de parcerias entre instituições público e privadas (SBICCA, PELAEZ, 2006).

Segundo Filippetti e Archibugi (2011), os SI são responsáveis por definir a direção e o ritmo com que as mudanças tecnológicas ocorrem no país. O arcabouço institucional influencia diretamente o modo com que as empresas agem, tanto em relação à inovação, quanto perante a crises econômicas. Essa mesma estrutura provou-se, conforme estudo realizado pelos autores, mais forte do que as forças negativas de crises e choques externos sobre a demanda; ou seja, países cujos sistemas de inovação são fortes e bem estruturados mantêm os níveis de investimento

em inovação mesmo em períodos de crise, o que os garante vantagem sobre os demais países a longo prazo.

Não é possível debater os sistemas de inovação sem discutir as economias em rede. As economias em rede eram, inicialmente, um mecanismo de compartilhamento de equipamentos – e conseqüentemente de custos – que viabilizava a produção em escala e o desfrute de seus respectivos ganhos. Atualmente, entretanto, a matéria-prima das economias em rede é a informação. O processo baseia-se na troca de informações que viabilizem e facilitem o processo inovativo, por meio do acúmulo de conhecimento e aprendizado entre os agentes-membros (SHIMA, 2006).

As redes são compostas pelos seguintes elementos: nós, posições, ligações e fluxos. As empresas, que constituem os nós da rede, devem ser de alguma maneira complementares para que a integração se justifique, não sendo necessária atuação no mesmo segmento. As posições são as relações de divisão de trabalho entre os nós da rede. As atividades performadas por cada empresa estabelecem naturalmente a posição de cada uma no desenvolvimento da rede, de acordo com suas competências organizacionais específicas. As ligações, por sua vez, definem o grau de densidade e concentração das relações entre os nós. Estabelecendo as ligações, é possível verificar os nós por quais as relações passam com mais frequência e o grau de interatividade entre eles. Enquanto as ligações tratam quantitativamente das relações entre os nós, os fluxos buscam determinar o conteúdo dessas relações – que podem ser de natureza tangível ou intangível (SHIMA, 2006; BRITTO, 2002).

Os Sistemas de Inovação buscam, portanto, estimular a formação de redes de pesquisa, a fim de promover a geração de novos conhecimentos relevantes ao desenvolvimento almejado. Para tal, procuram estabelecer as condições sociais, legais e econômicas favoráveis, como por exemplo incentivar o setor de pesquisa e desenvolvimento de empresas por meio de isenções fiscais e de universidades por meio de repasse de recursos (FILIPPETTI, ARCHIBUGI, 2011).

O advento da Indústria 4.0 – que revoluciona o modo de produção e promete inúmeras inovações – se apresenta, por conseguinte, como um cenário fértil para empresas novas se destacarem, uma vez que há inúmeras oportunidades de criação de espaços no mercado. Contudo, para atuarem dessa maneira em meio ao contexto atual de mudança tecnológica contínua, as condições do arcabouço institucional devem ser favoráveis ao desenvolvimento de redes de pesquisa.

3.2 AGRO 4.0 E EMBRAPA

3.2.1 DEFINIÇÃO DE INDÚSTRIA 4.0

A indústria 4.0 é um termo ainda aberto a discussões quanto sua definição, mas que fora utilizado pela primeira vez na Alemanha em 2011 pelo governo, que buscava sintetizar o objetivo de implementação de tecnologias e “soluções inteligentes” na indústria em um só conceito. Atualmente o termo abrange mais amplamente o uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação – TIC – na produção industrial, por meio da interconectividade das máquinas e equipamentos – ou seja, da produção em si – com a administração, fornecendo continuamente e em tempo real informações acerca das condições produtivas. A produção pode ainda ser configurada para tomar decisões de maneira autônoma, sem interferência humana direta. Esse fenômeno vem sendo chamado de 4ª Revolução Industrial (IEDI, 2017).

Diferentemente das revoluções industriais que antecederam a essa, o novo paradigma foi previsto e anunciado com antecedência – o que permitiu às empresas e governos formularem planos de desenvolvimento e aplicação, a fim de conquistar *Market-share* e se tornarem grandes *players* da tecnologia no mercado (IEDI, 2017).

A 3ª Revolução Industrial foi induzida pelo advento da automação e das tecnologias de comunicação, e foi o caminho percorrido por essas TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação – que indicou o potencial futuro dessas tecnologias para a indústria e a conseqüente 4ª revolução. As TIC podem ser definidas como um conjunto de canais e ferramentas tecnológicas – dentre eles internet, computadores, tecnologias de telecomunicação e informática – que produzem informações em forma de dados, imagens ou arquivos de voz, passíveis de armazenamento e análise, que buscam beneficiar as pessoas (ÁVILA, 2018). Pereira e Simonetto (2018) afirmam que o início da Indústria 4.0 pode ser adereçado ao uso da internet na produção industrial. A internet, assim como muitas das demais tecnologias que permitem esse novo paradigma industrial, já existiam – porém não eram aplicados diretamente à produção. Conforme afirma IEDI (2018, p. 6):

“Algumas [tecnologias] já são utilizadas pela produção industrial, [...] a grande novidade da indústria 4.0 está na integração das distintas tecnologias e, pode-se dizer, na inteligência artificial”.

Mais recentemente, nota-se o avanço no desenvolvimento de outras tecnologias de potencial disruptivo além da Inteligência Artificial (IA), tais como sistemas ciber-físicos (CPS), *Big Data*, computação em nuvem, Internet das coisas (*Internet of Things – IoT*), inteligência artificial (IA) e realidade aumentada (IEDI, 2017). A aplicação dessas tecnologias e, conseqüentemente, a consolidação da indústria 4.0 possibilitará redução na escala de produção, com possibilidades maiores de customização dos produtos e serviços, sem aumentos de custos para o consumidor (PEREIRA, SIMONETTO, 2018).

De maneira geral, a digitalização da produção permitirá aumento da eficiência da produção. A implementação de sensores e atuadores ao longo da planta industrial reduzirá o consumo de energia e de matérias-primas, bem como as imperfeições e falhas nos produtos. A automação e digitalização das máquinas proverá redução nos custos de manutenção e tempo de *setup* das máquinas, uma vez que serão programadas com *softwares* inteligentes que monitorarão, predirão e ajustarão as condições de operação das máquinas autonomamente. A integração de setores da empresa entre si e integração para com clientes e fornecedores será responsável por diminuir os custos administrativos, os custos de armazenamento de estoques de peças e produtos acabados e custos de logística (VERMULM, 2018).

3.2.2 HABILIDADES EXIGIDAS PARA A INDÚSTRIA 4.0 E INDÍCIOS NO BRASIL

Mudanças no modelo produtivo requerem também mudanças nas capacitações dos recursos humanos. Estima-se que 65% das crianças que frequentam o ensino primário hoje trabalharão em cargos completamente novos, ainda não existentes. Dessa maneira, alteram-se também as habilidades necessárias para a força de trabalho (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). Os resultados se encontram na tabela a seguir:

QUADRO 1 – HABILIDADES DESEJADAS PELO MERCADO DE TRABALHO POR ORDEM DE RELEVÂNCIA EM 2015 E 2020

Prioridade	2015	2020
1	Resolução de problemas complexos	Resolução de problemas complexos
2	Coordenação com outros	Pensamento crítico
3	Gerenciamento de pessoas	Criatividade

FONTE: Adaptado de World Economic Forum, 2016.

Percebe-se, em contraste a 2015, que pensamento crítico e criatividade ocupam, já nesse futuro próximo de 2020, posições de relevância no mercado de trabalho. Pensamento crítico foi definido pelo fórum como “uso da lógica e do raciocínio para identificar os pontos fortes e fracos de soluções, conclusões ou abordagens a problemas alternativos”, enquanto criatividade foi definido como “a habilidade de ter ideias inusuais ou espertas sobre um tópico ou situação, ou de desenvolver maneiras criativas de solucionar um problema” (2016, p. 52, tradução livre). De acordo com Boz (2018), é através do investimento na modernização da formação vocacional que essas habilidades serão treinadas e que, conseqüentemente, os países subdesenvolvidos encontrarão a oportunidade de se equiparar aos países de liderança tecnológica atual.

A alteração no modelo educacional é uma ponte para o objetivo maior de desfrutar as oportunidades de criação de espaço de mercado na economia. Shima *et al.* (2018) afirmam que a Indústria 4.0 abre espaço para o Brasil entrar na disputa, a fim de se estabelecer no mercado como *player* global. De acordo com Shima *et al.* (2018), uma oportunidade semelhante o Brasil encontrou na década entre 1970 e 1980 com a informática; o plano implementado, entretanto, foi falho e não aproveitou o potencial do Brasil em desenvolver sua indústria.

Uma brecha semelhante ocorre novamente agora, uma vez que a indústria tecnológica tradicional não possui necessariamente vantagens competitivas em relação às empresas entrantes. A revolução produtiva da Indústria 4.0 se encontra no desenvolvimento de soluções que permitam a digitalização da produção e maior interação entre homens e máquinas, bem como a interconectividade entre os setores da empresa e entre empresa e clientes ou fornecedores. As soluções, dessa maneira, requerem uso de criatividade na aplicação de tecnologias à produção. O cenário de incerteza e a ausência de barreiras de entrada definidas oferecem uma oportunidade, então, para o Brasil se especializar nessas soluções baseadas em criatividade (SHIMA *et al.*, 2018).

Ainda no mesmo artigo, Shima *et al.* (2018) mostram que o Brasil já apresenta indícios de sua capacidade de criação de soluções criativas. Ao comparar a evolução dos setores CNAE em 2006 e 2016, os autores apontaram que empresas no segmento de *softwares* crescem mais intensivamente do que outras indústrias do setor de tecnologia e informação (TI) – como manufatura de computadores e equipamentos

ópticos e eletrônicos. Logo, segmentos da indústria de TI mais intensivos no uso de capital humano especializado e criatividade crescem a níveis maiores do que os demais segmentos no Brasil, tanto no volume de estabelecimentos, como de emprego e qualificação da mão-de-obra.

3.2.3 SETOR AGROPECUÁRIO NO BRASIL

O Brasil é o maior exportador de alimentos do mundo, apresentando um superávit de 71 bilhões de dólares na balança comercial de produtos agropecuários e cuja produção representou 21% do PIB nacional brasileiro no ano de 2016. Devido à relevância que o setor possui no contexto nacional, ganhos obtidos pela modernização e implementação dos conceitos de indústria 4.0 na produção rural são estimados entre US\$5,5 e US\$21,1 bilhões em 2025 (BNDES, 2017).

A Agro 4.0 se refere à agricultura e agropecuária digitalizada, onde são empregadas as chamadas AgroTIC – conjunto de aplicações específicas de TIC no contexto agrônomo. As aplicações – em parte vislumbradas, em parte já aplicadas – abrangem fatores como o monitoramento das condições de clima e de solo e do crescimento e mapeamento das plantações (MASSRUHÁ *et al.*, 2014). O estudo realizado pelo BNDES em 2017 sobre a realidade e as expectativas do plano nacional de IoT (*Internet of Things*; Internet das Coisas) no âmbito rural destaca ainda que seria possível o rastreamento das exportações, o que viabilizaria melhor controle fitossanitário e, conseqüentemente, melhor adequação aos termos sanitários de outros países.

O cenário agropecuário brasileiro, entretanto, encontra barreiras para a adaptação ao novo modelo produtivo. As barreiras começam com a própria natureza do setor agrícola, que é dotado de grande heterogeneidade de exigências de cultivo dos produtos e dispersão geográfica – que, por sua vez, implica em heterogeneidade de condições de clima e solo (Massruhá *et al.*, 2014). Ademais, a infraestrutura no setor agrícola é precária, o que implica em altos custos de transporte e logística – que, bem acima da média mundial – alcançam valores de até 47% do total de gastos do produtor. A baixa conectividade nas áreas rurais e a baixa profissionalização da mão-de-obra dos profissionais do setor também apresentam grandes impedimentos na adoção das tecnologias e aproveitamento do potencial produtivo que elas oferecem (BNDES, 2017).

Nota-se, dessa maneira, que há diferentes graus de inovação – de simples a radicais –, que são favorecidas em ambientes que contam com *spillovers* de conhecimentos devido às ligações em economias de rede. Caso essas condições de sistemas de inovação sejam atendidas, o cenário rural brasileiro se depara com um momento propício para implementação de tecnologias ao molde da Agro 4.0, ainda que enfrente dificuldades de infraestrutura e limitações tecnológicas.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentadas informações aprofundadas quanto à agricultura digitalizada no Brasil, bem como exemplos reais de projetos em andamento da Embrapa. Em meio aos exemplos da Embrapa, destaca-se o papel da criatividade como insumo produtivo e a oportunidade para o Brasil se destacar na produção e adaptação de conhecimento aos moldes da Indústria 4.0.

4.1 AGRO 4.0 NO BRASIL

O Brasil já possui um papel de grande destaque mundial no setor agropecuário; opera, porém, a níveis de produtividade do trabalho por valor adicionado de 7% da produtividade dos Estados Unidos e 26% do Japão, por exemplo. Ademais, cerca de 55% dos produtores rurais são de pequeno porte – condição que dificulta a mecanização e digitalização da produção (BNDES, 2017). Justamente nessas fraquezas produtivas que se encontram as possibilidades de ganhos. O BNDES encara a baixa produtividade dos insumos na produção rural e o baixo uso de máquinas como uma oportunidade de o país modernizar a produção diretamente aos moldes da Agro 4.0, obtendo o máximo de ganhos possíveis e fortalecendo ainda mais sua posição no mercado.

Massruhá *et al.* (2014) preveem aplicações vantajosas de TICs em todas as 3 fases da produção agrícola, conforme tabela abaixo:

Imagem 01 – Aplicação das TIC nas fases de produção agrícola



Fonte: Adaptado de MASSRUHÁ *et al.*, 2014.

Os autores ressaltam ainda que a aplicação de métodos digitais na produção agrícola auxiliará no controle das condições dos alimentos ao longo da cadeia produtiva – do plantio à distribuição –, assim como promoverá a sustentabilidade a longo prazo do ecossistema – uma vez que haveria uso mais eficiente e consciente dos recursos naturais. A digitalização, portanto, melhorará a segurança alimentar de curto e longo prazo.

Mas quais seriam as aplicações diretas da Agro 4.0? Podemos citar, de acordo com o BNDES (2017), as seguintes aplicações de maior impacto econômico para a produção agropecuária brasileira:

- I. Monitoramento meteorológico de microclima: microestações meteorológicas viabilizadas por sensores permitiriam previsões e medições de temperatura, umidade e força dos ventos especificamente para a microrregião da fazenda. A precisão possibilitaria melhor conhecimento sobre a irrigação e pulverização necessárias.
- II. Gestão de pragas: *softwares* e aplicativos de celular que permitem a consolidação em tempo real dos dados sobre áreas afetadas por pragas. A redução no tempo de resposta às pragas diminuiria perdas nas safras.
- III. Monitoramento da localização e comportamento: animais monitorados *online* permitem rastreabilidade constante, viabilizando identificação da localização, níveis de atividades físicas e extravio/roubo de rebanho.
- IV. Monitoramento da saúde e bem-estar animal: sensores permitem medir intermitentemente a temperatura, pH e hormônios dos animais, de modo que facilite a identificação de doenças e verificação de níveis de estresse.
- V. Monitoramento do peso e alimentação do animal: solução de pesagem com base em IoT garante menos estresse para o animal, uma vez que seria realizado automaticamente, sem os animais perceberem, enquanto tomam água. A produtividade também seria maximizada, já que o ponto de abate seria definido individualmente, e não baseado unicamente na experiência do pecuarista.
- VI. Gestão de desempenho de máquinas: máquinas inteligentes geram relatórios constantes sobre as condições da máquina, permitindo a

manutenção preventiva. Ademais, os sensores capturam informações que permitem calcular a melhor rota, a fim de maximizar o uso de combustível e minimizar o desgaste nas peças.

- VII. Gestão da produção por *analytics*: as ferramentas de *analytics* reúnem diversas variáveis, permitindo ao produtor identificar o impacto de cada uma delas ao longo da produção, ao invés de mensurar a produtividade da colheita somente no final e como um todo.

A implementação dessas técnicas, contudo, exigem o desenvolvimento de dispositivos – como sensores eletro-magnéticos, eletro-mecânicos e ópticos –, além de redes de internet e celular amplas e potentes e ferramentas de suporte à aplicação – como computadores de alto desempenho, extensos bancos de dados e espaços de armazenamento em nuvem de alta capacidade. A segurança da informação, obviamente, toma também um lugar de destaque na Agro 4.0, uma vez que todas as informações estariam na rede. Métodos de criptografia e outros controles de acesso teriam que ser implementados em conjunto com as demais ferramentas (BNDES, 2017).

4.2 EMBRAPA: PROJETOS EM AGRO 4.0

A agricultura aparenta ser o setor com o plano governamental mais estruturado para a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 no Brasil e isso deve-se, quase que inteiramente, à ação da Embrapa. A fim de obter um panorama mais detalhado sobre o encaminhamento dessas diretrizes, foram contatados sete coordenadores de projetos relacionados a essas novas tecnologias – dos quais dois projetos não haviam sido iniciados. Foram obtidas três respostas ao questionário aplicado e com dois deles foi feita uma entrevista por telefone e cuja transcrição se encontra no anexo 2 e anexo 3.

O Dr. X participa do projeto “Estimativa da quantidade de frutos em pés de laranja por meio de inteligência computacional”, iniciado em 2019, em Campinas. O projeto conta com 8 pesquisadores atuando diretamente no desenvolvimento dos métodos computacionais de análise de imagem. Há ainda a parceria com a Fundecitrus – Fundação de Desenvolvimento da Citrocultura –, que é responsável pela parte de captura de imagem. O estabelecimento da rede de pesquisa proveio de

iniciativa conjunta da empresa pública e da privada. O principal objetivo da parceria é, principalmente, o desenvolvimento do novo método; do novo produto. A Embrapa Informática Agropecuária entra com os pesquisadores e desenvolvedores do *software*, enquanto a Fundecitrus contribui com a captura de imagens e local físico de aplicação e teste. A maior dificuldade encontrada é a alocação de recursos entre as duas partes do projeto.

O método atual de estimativa da safra se resume à derraça: colheita não-selecionada de frutos de diversos pés de laranja. A Fundecitrus então paga o agricultor por essa colheita, faz a contagem dos frutos e estima o volume da safra. O projeto em desenvolvimento pretende viabilizar a estimativa da quantidade de frutos por pé de laranja – e conseqüentemente da safra – de maneira computadorizada, dispensando o uso da derraça. Até o momento da entrevista, o algoritmo já era capaz de identificar os frutos nas imagens, ainda que incapaz de fazer uma previsão sobre as quantidades a serem colhidas.

O método de captura de imagem ainda não foi oficializado, mas pretende utilizar-se de instrumentos já existentes no mercado – a fim de não onerar o projeto além do necessário. A inovação nessa etapa do projeto é, portanto, o método computacional de identificação e contagem dos frutos e a nova aplicação dada a imagens fotográficas comuns.

A Dra. Y encabeça o projeto “Pecuária do futuro: ferramentas de suporte à tomada de decisão no manejo e transferência de tecnologias para pastagens”, iniciado em São Carlos em 2018. O projeto é composto por 5 frentes, dotados de diferentes graus de inovação tecnológica, e cuja rede de pesquisa é composta por colaboração indireta de universidades – majoritariamente alunos de graduação e pós-graduação, sem acompanhamento de professores – e empresas privadas.

Dentre as soluções trabalhadas, a Embrapa desenvolve ferramentas de captura e análise de imagem para o auxílio na tomada de decisões sobre o manejo de pastos: quando o pasto está pronto para os animais, quantos animais cabem na área, quando devo retirá-los do local; resumidamente, monitoramento dos pastos e rebanhos. Em conjunto com essa solução, há a formulação de modelos de crescimento do capim, de clima e de alimentação animal. Cruzando essas informações, o pecuarista possui uma base mais sólida para a tomada de decisões, conhecendo as previsões e os possíveis cenários para sua fazenda.

O desenvolvimento dessas soluções requer melhoramento de tecnologias como captura de imagens de satélite e drone e desenvolvimento de sensores de clima e de solo, bem como desenho de algoritmos e *softwares* capazes de interpretar os dados obtidos pelas imagens e sensores, para então realizar modelagens. Essas frentes representam, portanto, os conjuntos de soluções que exigem maior desenvolvimento de tecnologias novas – nos moldes da Indústria 4.0 – por parte da Embrapa.

A terceira frente utiliza certo componente de TIC, porém em menor nível. As ferramentas desenvolvidas especificamente para a região do Pantanal de “alerta enchente” e “alerta incêndio” dependem de sensores de clima e umidade do ar para fornecer as informações aos produtores. Ademais, eles contam com outra ferramenta que instrui onde é indicado substituir o capim nativo pelo capim plantado – proveniente em grande parte da África – nesse sensível bioma.

A quarta e quinta frente são soluções mais simples do ponto de vista tecnológico, mas que não perdem em potencial de impacto. O “Alerta Adubação” reúne dados sobre tipos de adubo e tipos de capim. A intenção da ferramenta é o usuário fornecer sua localização, a ferramenta resgatar informações meteorológicas da microrregião – ou até mesmo da própria estação meteorológica da fazenda, se disponível – e analisar qual o adubo de maior produtividade dentro daquelas condições climáticas e pluviométricas. Similarmente, o aplicativo “Pasto Certo” permite aos produtores sanarem uma das dúvidas mais frequentemente perguntada à Embrapa: “Qual capim devo plantar em minha fazenda?”. O usuário fornece a localização ao aplicativo, que então sugere o melhor capim de acordo com as condições de clima e solo da região.

De acordo com a coordenadora do projeto, uma das maiores dificuldades enfrentadas é a fase pós-desenvolvimento das ferramentas. Uma vez finalizadas, segue-se a parte de divulgação, venda, aplicação e, naturalmente, manutenção. Essas etapas, entretanto, não se encontram no escopo da Embrapa. Como solução, foi firmado que seriam vendidas as APIs (Interface de Programação de Aplicativos, na tradução do inglês): conjunto de rotinas e padrões de programação para acesso ao aplicativo de *software* ou plataforma baseada na *web*, de modo ágil e seguro.

Ao comprar uma API, a empresa possui acesso limitado à base de dados, algoritmos e modelagens da Embrapa. A API acessa as informações e resgata somente as informações que convém à empresa. Dessa forma, evita-se conflitos de

propriedade intelectual e de exclusividade, e permite a venda da mesma API a diferentes clientes, que irão – por sua vez – desenvolver aplicações diferentes a partir das informações, objetivando seus interesses particulares. Portanto, uma única ferramenta desenvolvida pela Embrapa pode implicar em mais de uma aplicação prática.

4.3 OPORTUNIDADES PARA O BRASIL: EMBRAPA COMO EXEMPLO

Sem mitigar a relevância do desenvolvimento de tecnologias totalmente novas, são os vislumbres de novas aplicações a tecnologias já existentes que carregam o maior potencial de diminuição do *gap* tecnológico e produtivo entre o Brasil e países desenvolvidos. Conforme reiterado por Pereira e Simonetto (2018) e IEDI (2016), parte da 4ª Revolução Industrial dá-se pela integração e novas funcionalidades de tecnologias já existentes. A Indústria 4.0, portanto, abre espaço para a criatividade como avanço tecnológico.

O novo modelo industrial ainda se encontra em fase inicial e, portanto, não possui *players* nem barreiras de entrada definidos. Esse hiato na consolidação do modelo permite que o Brasil garanta uma posição de relevância – se investir na aplicação criativa de soluções na indústria e agricultura (SHIMA *et al.*, 2018).

Sung (2017) define que a Indústria 4.0 promove quatro principais mudanças disruptivas:

- a) Aumento exponencial no volume de dados, conectividade e poder computacional;
- b) Surgimento de *analytics* e capacitação da inteligência empresarial;
- c) Novas formas de interações entre máquinas e pessoas, como controles por meio de *touch* e realidade aumentada;
- d) Melhorias na transferência de instruções digitais ao mundo físico, como impressão 3D.

Essas mudanças que fornecem oportunidades para as quais o Brasil deve atentar-se. Dados só se tornam informação ao serem tratados e interpretados corretamente e informações são, portanto, insumos de grande importância e valor agregado em meio às extensas bases de dados hoje disponíveis. No cenário da *Big Data*, a interpretação adequada e útil dos dados depende do desenvolvimento de ferramentas de *analytics* e algoritmos poderosos. Há, dessa maneira, grande potencial

para empresas se destacarem no ramo de licenciamento de propriedade intelectual e monetização de dados.

O papel que a Embrapa vem assumindo no contexto brasileiro da revolução industrial condiz com esse padrão. Os projetos entrevistados procuram inovar nos usos e aplicações a tecnologias disponíveis, bem como desenvolver ferramentas de interpretação e análise de dados. O projeto “Estimativa da quantidade de frutos em pés de laranja por meio de inteligência computacional” ultrapassa o objetivo primário de estimação da safra de laranjas. A tecnologia desenvolvida por eles é uma amostra do potencial criativo de desenvolvimento de algoritmos e *softwares*, cuja aplicação pode ser estendida a diversos contextos.

O projeto “Pecuária do futuro: ferramentas de suporte à tomada de decisão no manejo e transferência de tecnologias para pastagens”, por sua vez, é um exemplo que se encaixa perfeitamente na proposta de Sung (2017). A venda de APIs é uma solução eficaz encontrada para o licenciamento de propriedade intelectual e monetização da extensa base de dados da Embrapa. Ademais, o projeto como um todo reconhece o valor da informação como insumo produtivo – e, portanto, desenvolve diversos *softwares* e aplicativos de telefone celular que buscam viabilizar esse acesso à informação aos produtores rurais.

Ambos os projetos são consoantes às observações feitas por Shima *et al.* (2018) sobre a criatividade como oportunidade de produção, conforme citado anteriormente. Ao analisar o crescimento das atividades produtivas por CNAE, percebe-se que conquanto a produção industrial de equipamentos tecnológicos não tenha apresentado grandes alterações no volume de produto durante o período de análise, o segmento industrial de desenvolvimento de *softwares* – que produz conhecimento muito mais especializado – tem apresentado evolução na participação do PIB (SHIMA *et al.*, 2018). Isso mostra que, mesmo sem políticas específicas de incentivo, o Brasil já vem apresentando potencialidade de desenvolvimento em setores intensivos em capital intelectual e criatividade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o Brasil tenha permanecido aquém do desenvolvimento esperado na indústria aos moldes da 3ª Revolução Industrial, a 4ª Revolução Industrial abre espaço para que a inovação não se limite à produção de bens físicos.

Tecnologias como Inteligência Artificial, *Big Data*, Realidade Virtual, sensores e ferramentas de *Analytics* compõem o novo cenário industrial, e é nesse cenário que a criatividade assume um papel de poderoso insumo. Empresas podem se destacar no mercado sem depender de fabricação de produtos, monetizando serviços e produtos de interpretação, tratamento e análise de dados, bem como venda de *softwares*, interfaces de interação para com sensores e máquinas e licenciamento de propriedade intelectual.

A brecha para o Brasil se consolidar como *player* no mercado digitalizado se encontra justamente na capacidade de produção de conhecimento, ao invés de produto. Dessa forma, desvia-se a deficiência na capacidade industrial nacional, focando no desenvolvimento de tecnologias que possam ser aplicadas a diversas esferas de produção. Um caso de destaque é a Embrapa, que – como empresa pública – integra redes de pesquisa com universidades e empresas privadas, cria oportunidades de espaço no mercado e estimula a inovação. Tudo com o intuito de desenvolver soluções práticas para desafios enfrentados por produtores rurais brasileiros.

A Embrapa – reconhecendo as suas próprias limitações como empresa pública e também as limitações de tecnologia acessível – formulou soluções digitalizadas criativas e eficazes. Os aplicativos que consolidam dados de clima, incêndio, enchente e características de capim são soluções simples que auxiliam produtores no processo de tomada de decisão, que – agora embasado em dados – é capaz de promover ganhos de produtividade. A venda de APIs e o desenvolvimento do algoritmo de estimação de frutos inovam quanto à solução proposta, sem exigir aparatos tecnológicos novos, e cuja aplicação pode ser vislumbrada para ser adaptada a outras vertentes produtivas.

A Embrapa é extremamente relevante na modernização do setor rural desde o seu surgimento em 1973 e serve de exemplo de como políticas e projetos públicos podem estimular o desenvolvimento tecnológico do Brasil, além de ocasionar

spillovers de capital intelectual, provocados pelas ligações de redes de pesquisa na tríade empresa pública, empresa privada e universidades.

A monografia, entretanto, limita-se à observação da digitalização da produção na agricultura e, de modo ainda mais restrito, aos feitos da Embrapa. Um aprofundamento quanto aos projetos de Indústria 4.0 realizados por outros agentes econômicos e nos demais setores da economia – não somente no segmento industrial, mas também no setor de serviços – é uma sugestão de expansão do estudo do potencial comercial da criatividade na digitalização da produção e prestação de serviços.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, V. de C.; MASCARINI, S.; SANTOS, E. G. dos; *et al.* A influência das percepções de benefícios, resultados e dificuldades dos grupos de pesquisa sobre as interações com empresas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. 1, p. 77-104, 23 fev. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v14i1.8649090>. Acesso em: 25 abr. 2019.

ÁVILA, William. Hacia una reflexión histórica de las TIC. **Hallazgos**, v. 10, n. 19, 2013. Disponível em: <http://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/hallazgos/article/view/751>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

BNDES. Aprofundamento de Verticais – Rural. **Internet das coisas: um plano de ação para o Brasil**, Fase 3, Relatório 7C, 2017. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>. Acesso em:

BOZ, F. Ç. Industry 4.0 opportunities in economic development for developing countries. In: BASAR, S.; ÇELIK, A.; BAYRAMOGLU, T (Ed.). **Selected studies on economics and finance**, 1. ed. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2018, p. 70-91.

BRITTO, J. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L (Ed.). **Economia industrial: Fundamentos teóricos e Práticas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002, p. 345–388.

EKERMAN, R.; ZERKOWSKI, R. M. A análise teórica schumpeteriana do ciclo econômico. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 3, p. 205-228, 1984. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/viewFile/325/6901>. Acesso em: 23 abr. 2019.

FILIPPETTI, A.; ARCHIBUGI, D. Innovation in times of crisis: National Systems of Innovation, structure, and demand. **Research Policy**, v. 40, n. 2, p. 179–192, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.001>. Acesso em: 18 mai. 2019.

IEDI. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro**. IEDI, 2017. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/17621>. Acesso em 07 out. 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; MOURA, M. F. Os novos desafios e oportunidades das tecnologias da informação e da comunicação na agricultura (AgroTIC). In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; JUNIOR, A. L.; *et al* (Ed.). **Tecnologias da informação e da comunicação e suas relações com a agricultura**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informática Agropecuária, 2014.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. São Paulo: Atlas, 2005.

MORICOCCHI, L.; GONÇALVES, J. S. Teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter: uma revisão crítica. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 24, n.8, p. 9-20, 08 ago. 1994. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/tec3-0894.pdf>. Acesso em: 7 out. 2019.

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. de O. Indústria 4.0: Conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da universidade vale do rio verde**, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>>. Acesso em: 9 out. 2019.

POSSAS, Mario L. Concorrência Schumpeteriana. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013, p. 243–252. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9788535263688000189>>. Acesso em: 3 jul. 2019.

SBICCA, A.; PELAEZ, V. Sistemas de inovação. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec - Ordem dos Economistas do Brasil, 2006. p. 415-448.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SHIMA, W. Economia de redes e inovação In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec - Ordem dos Economistas do Brasil, 2006. p. 333-364.

SHIMA, W.; GONDIN, P. R.; LOPES, M. C. ; VARGAS, M. Lessons from Brazil's National Computer Policy for a new industrial policy on industry 4.0. In: ERIK S., KNUD; W., IDONGESIT & GYAMFI, A. (Org.). **Handbook on ICT in Developing Countries: Next Generation ICT Technologies**. 1. ed. Alborg: Rivers Publishers, 2019, v. 1, p. 37-61.

SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 40-45, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>. Acesso em: 16 out. 2019.

VERMULM, R. Políticas para o Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil. **IEDI**, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15486>. Acesso em: 9 out. 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM. The future of jobs: Employment, Skills, Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. **Global Challenge Insight Report**, 2016. Disponível em: < http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Acesso em 4 nov. 2019.

ANEXO 1 – RESPOSTAS OBTIDAS PELO QUESTIONÁRIO

Nome do projeto:	Manejo e Gestão Ambiental da Aquicultura	Estimativa da quantidade de frutos em pés de laranja por meio de inteligência computacional	Pecuária do futuro:futuro: ferramentas de suporte à tomada de decisão no manejo e transferência de tecnologias para pastagens
Coordenador do projeto:	Celso Vainer Manzatto	Sônia Ternes	Patricia Menezes Santos
Município de localização:	Jaguariúna	Campinas - SP	São Carlos-SP
Ano de início do projeto:	2017	2019	2018
Quantidade de pesquisadores da Embrapa envolvidos no projeto atualmente:	69	8	18
O projeto trabalha em parceria com universidades?	Sim	Não	Sim
Quais são as universidades envolvidas?			USP, UNICAMP, também universidades do MS e MT
Quais os motivos que levaram a estabelecer essa parceria?	Proximidade a novas descobertas científicas e tecnológicas, Adoção e adaptação de tecnologias à realidade da Embrapa, Desenvolvimento de novos produtos		Proximidade a novas descobertas científicas e tecnológicas, Mão de obra qualificada, Desenvolvimento de novos produtos
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			A parceria com as universidades tem sido principalmente por meio da participação de alunos de graduação e pós-graduação no projeto. Alguns pesquisadores da equipe são credenciados em programas de pós-graduação
A universidade auxilia o projeto de que maneira?	Laboratórios e equipamentos, Mão-de-obra especializada, Informações e pesquisas		Mão-de-obra especializada, Informações e pesquisas
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			A parceria com as universidades tem sido principalmente por meio da participação de alunos de graduação e pós-graduação no projeto. Alguns pesquisadores da equipe são credenciados em programas de pós-graduação
Quais as maiores dificuldades enfrentadas nessa parceria?	Burocracia por parte da universidade, Alocação de recursos financeiros		Distância física, Conflito de horários
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			No caso desse projeto em específico ainda não tivemos conflitos em função de PI, mas sei que o tema tem gerado dificuldades em outros projetos
Qual a frequência de interação com a universidade?	5		4
O projeto trabalha em parceria com empresas privadas?	Sim	Sim	Sim
Quais os motivos que levaram a estabelecer essa parceria?	Proximidade a novas descobertas científicas e tecnológicas, Desenvolvimento de novos produtos	Desenvolvimento de novos produtos	Desenvolvimento de novos produtos
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.		Facilitar a adoção de tecnologia por parte dos setor produtivo	O projeto tem buscado parceiros que possam desenvolver os aplicativos para os clientes finais. Os modelos e algoritmos desenvolvidos pela Embrapa serão licenciadas por meio de APIs

A(s) empresa(s) auxilia(m) o projeto de que maneira?	Informações e pesquisas, Local físico de aplicação e teste	Mão-de-obra especializada, Informações e pesquisas, Local físico de aplicação e teste	Mão-de-obra especializada, Recursos financeiros, Local físico de aplicação e teste
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			O desenvolvimento e manutenção de aplicativos para clientes finais demanda acompanhamento de longo prazo, que ultrapassa o tempo do projeto. Além disso, as empresas tem melhores condições de trabalhar o produto no mercado, atualizar as versões do aplicativo e dar suporte ao cliente.
Quais as maiores dificuldades enfrentadas nessa parceria?	Divergência nas metas e objetivos	Alocação de recursos financeiros	Divergência nas metas e objetivos, Alocação de recursos financeiros, Conflito de propriedade intelectual
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			A negociação das parcerias muitas vezes esbarra em questões de propriedade intelectual e de alocação de recursos pelas partes. Tem enfrentamos vários problemas burocráticos para oficializar as parcerias.
Qual a frequência de interação com a(s) empresa(s)?	4	5	2
O projeto trabalha em parceria com instituições públicas?	Sim	Não	Não
Quais os motivos que levaram a estabelecer essa parceria?	Proximidade a novas descobertas científicas e tecnológicas, Mão de obra qualificada, Desenvolvimento de novos produtos		
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			
As instituições públicas auxiliam o projeto de que maneira?	Laboratórios e equipamentos, Mão-de-obra especializada, Informações e pesquisas		
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			
Quais as maiores dificuldades enfrentadas nessa parceria?	Alocação de recursos financeiros, Capacitação dos parceiros de acordo com a tecnologia a ser desenvolvida		
Por favor, descreva mais detalhes que julgue relevantes quanto às respostas escolhidas acima.			
Qual a frequência de comunicação/interação com as instituições públicas?	5		

ANEXO 2 – TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA COM DR. X

Você respondeu aqui em nossa planilha e eu queria que você pudesse explicar um pouquinho melhor o que significa esse projeto de estimativa da quantidade de frutos por meio de inteligência computacional, para nós, da área de economia. Como que o projeto opera, o que está envolvido.

Então esse projeto é porque o Fundecitrus – fundação de desenvolvimento da citrocultura –, que opera aqui no estado de São Paulo, Minas e Paraná. Eles fazem uma contagem aleatória de frutos pra ver qual é a safra, como vai ser a safra, qual é a previsão de safra. Então eles fazem uma amostragem de alguns pés de frutos e depois o que é chamado de derriça. Na derriça eles colhem os frutos daquela árvore, pagam ao agricultor por essa colheita e, a partir dessa colheita, contam quantos frutos tem. E a partir da estimativa, que é feita em várias árvores, eles estimam quanto que vai ser a safra.

Nosso projeto é uma pequena parte desse processo inteiro que visa identificar os frutos nas árvores por meio de teorias computacionais; ou seja, é um algoritmo que executamos e ele identifica os frutos a partir das fotos que foram tiradas nos campos. **Então, na verdade, captura uma foto e o algoritmo a analisa.**

Isso, analisa essa foto e estima a quantidade de frutos que tem naquele pé. Quer dizer, no final se tudo der certo, porque ainda é uma pesquisa. Por enquanto ele ainda está somente identificando os frutos, a estimativa é mais para frente no projeto.

E o que está envolvido? Isso envolve equipamentos? Como é o processo todo?

Nós estamos desenvolvendo também o método de tomada de fotos; ainda não fechamos esse método. Por enquanto estão sendo fotos comuns de máquinas fotográficas e o programa computacional que foi desenvolvido aqui analisa as fotos, seu conteúdo e marca onde estão os frutos.

Então isso vai implicar também em uma melhoria; um desenvolvimento de máquinas, de lentes.

É, possivelmente sim. Mas não previmos essa etapa no projeto. Queremos desenvolver o método de identificação e contagem. Nós pesquisamos ainda vários métodos de captura de imagem. Se o método envolve algum dispositivo diferente do que já tem no mercado, vamos propor o desenvolvimento. Mas a ideia é que usemos basicamente coisas que já existem para não onerar ainda mais.

E esse projeto foi iniciativa de quem?

Foi iniciativa conjunta da Embrapa e do Fundecitrus. Eles estavam precisando desenvolver essa tecnologia e nós apresentamos alguns trabalhos. Então foi conversado e chegamos a esse ponto em comum. Eles queriam e precisavam que fossem desenvolvidos algoritmos que analisassem esse tipo de situação.

E você diz aqui que não envolve universidades. Tem alguma previsão de envolver? Tem alguém que trabalha com isso?

Não, porque, na verdade, como o projeto já foi fechado – digamos assim –, o acordo já foi feito e é até difícil envolver alguém. Na época a gente até estava pensando em envolver a universidade de São Carlos, se eu não me engano, mas o professor não se interessou. Então tivemos que fechar o projeto sem eles, apesar de que havia essa intenção no início. Do jeito que o projeto está configurado hoje, com os acordos já sendo assinados não é viável. Tem ainda o acordo de confidencialidade – por isso que disse que não podia fornecer muitos, muitos detalhes; devido a esse acordo de confidencialidade.

Certo, e no caso essa empresa privada que vocês têm parceria é na verdade a Fundecitrus?

É, é a Fundecitrus.

Na verdade, é uma encomenda de pesquisa né? Ou tem alguma relação de troca de pesquisa, por assim dizer?

É uma troca, porque eles trabalham também a parte de campo. Eles que fazem toda a parte de campo, a tomada de imagem, e eles nos ajudam a desenvolver o melhor método de tomada de imagem. Então é assim, eles também ajudam na parte da pesquisa.

Então, é mais a parte operacional deles. Vocês estão mais ativos nessa parte do desenvolvimento do método e laboratório, propriamente.

Computacional.

Computacional. Bom, acho que não tem grandes perguntas, porque vocês não têm grandes envolvimento com instituições e universidades.

Infelizmente, não.

E há algum recurso de comunicação? Satélites, por exemplo.

Não, não envolve telecomunicações, porque são fotos tomadas no campo e transferidas via rede, mas via rede de computadores. As imagens estão na sede da Fundecitrus e são muitas transferências simultâneas de imagem, até porque as

imagens são pesadas. Demoraria muito para transferir se fosse por meio de rede de celular, por exemplo.

E não tem nada de sensores?

Não, nessa etapa não.

ANEXO 3 – TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA COM DRA. Y

Nosso trabalho é focar na ideia de quais aspectos de IoT ou nessa área estão sendo desenvolvidos em termos de pesquisa nacional. Então, queria que você pudesse detalhar um pouco mais o que é inédito em termos do desenvolvimento dessa tecnologia, desse projeto?

No ponto de vista da tecnologia ou do ponto de vista dos arranjos que têm sido feitos?

Primeiro da tecnologia em si. Como que esse objeto é algo inovador?

O projeto contempla várias ferramentas. Algumas delas mais simples, que não tem tanta inovação assim, que são mais uma questão de organização da informação, de modo que ela seja disponibilizada mais facilmente. O projeto conta com 5 conjuntos de solução, digamos assim. Esse mais simples é um aplicativo de celular chamado Pasto Certo, no qual reunimos uma série de informações sobre os principais capins do Brasil e o usuário consegue acessar isso facilmente e tem uma funcionalidade desse sistema que ajuda a pessoa escolher qual é o melhor capim para sua fazenda. Essa é uma dúvida constante entre produtores. Aqui na Embrapa recebemos muito a pergunta “qual capim eu vou plantar na minha fazenda?”

Então reunimos as informações sobre o capim e o usuário completa no aplicativo a região em que está, bem como o tipo de solo e algumas características da região: Qual é o capim indicado para mim?

Então do ponto de vista de inovação não tem grandes avanços, é apenas uma organização da informação e disponibilização dessa informação de uma forma mais simples.

Tem uma outra ferramenta que chamamos de Alerta Adubação. Você não é da área de agricultura, certo?

Não, sou de economia.

Há alguns tipos de adubo que quando você aplica, ele volatiliza e perde.

Portanto, você tem uma eficiência diante daquele solo muito baixa e isso está muito relacionado com questões do clima. Se o solo estiver úmido, se vai chover, se chove logo após a aplicação, se não chove. Então definimos alguns parâmetros que, em função da teoria que já existe, acreditamos que vai nos ajudar a ter um melhor aproveitamento do capim. A ideia é ter um aplicativo que o usuário acessa e diz onde está. Nós recuperamos dados de clima, de uma estação meteorológica da própria pessoa ou de uma estação meteorológica regional, rodamos esse modelo e dizemos

para o usuário pode adubar, onde não pode. Assim como quais condições ambientais são favoráveis à perda da muda ou onde pode adubar, mas deve-se usar só “XX”, “YY”, “ZY”.

Também não conta com grandes dados, do ponto de vista da inovação. Apenas pegamos conhecimento que já existe e colocamos ele num formato mais palatável para o usuário final.

Então temos 2 conjuntos de ferramentas que são voltadas para a análise e interpretação de imagem para dar suporte a decisões de manejo do pasto. Manejo do pasto é quando botar o animal para desfolhar a planta, quantos animais podem ser colocados naquela área, como tomar decisões. Isso tem uma série de implicações práticas do ponto de vista de persistência e sustentabilidade do pasto.

Nesse caso, há algumas tecnologias diferentes, porque é preciso desenvolver toda uma tecnologia para a parte de imagem de satélite ou imagem de drone, a fim de conseguir uma foto daquele parque e extrair dali informações que ajudam a tomar decisões de quando colocar um animal, de quando retirar, da quantidade. Então entramos com a parte de modelagem. Essa é outra ferramenta.

Outra ferramenta, que na verdade eventualmente se conecta com essa, de fato entra com um componente maior de IoT. Essa ferramenta reúne um conjunto de modelos que dão suporte para tomada de decisão para o produtor. Tem modelo de produção e crescimento do capim. No modelo são usadas informações de clima e solo. Há uma série de sensores, de clima e de solo, que alimentam esse modelo e preveem expectativa de crescimento do capim. Há também modelo de consumo animal – quanto o animal come – e outros modelos que cruzam essas informações e ajudam o pecuarista a tomar decisão. Então, aqui há um componente maior de IoT e que já está mais desenvolvido.

Existem algumas ferramentas mais específicas para a região do pantanal, como um alerta incêndio e um alerta enchente – dois alertas muito importantes na região. Aqui também entra alguma coisa de sensores. Uma outra ferramenta visa ajudar as pessoas a decidirem quando elas devem substituir – onde, em que locais – o pasto nativo pelo pasto plantado. Os capins plantados que vemos, são praticamente todos provenientes da África. Como é um bioma mais vulnerável, é preciso certo cuidado nessa substituição.

Você disse que está envolvida a USP, Unicamp e universidades do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Na verdade, os projetos da Embrapa têm uma arquitetura um pouquinho diferente de um projeto convencional. O projeto é subdividido em soluções – o que antes chamávamos de plano de ação. Uma parte desse projeto é desenvolvido aqui e envolve a Embrapa Pecuária Sudeste de São Carlos, a Embrapa Informática Agropecuária em Campinas e Embrapa Meio Ambiente de Jaguariúna, e cada um desses grupos têm relações com a universidade. Então eu, por exemplo, entro em contato com a pós-graduação da ESALQ/USP. Há alunos envolvidos no projeto, mas nenhum professor diretamente envolvido.

A Embrapa Informática Agropecuária fica dentro da Unicamp, então eles têm uma série de interações não são oficiais dentro do projeto escrito, mas que eu sei que ocorrem. A equipe de Jaguariúna também eu sei que tem interações com o INPE e mais duas ou três instituições, apesar de não fazerem parte do projeto formalmente. Lá na região do pantanal é um outro conjunto de soluções e eu sei que o pessoal tem parceria com a universidade. Nenhuma dessas interações estão formalizadas no projeto.

E assim, certamente as teses e dissertações estão nessa linha.

Então, tem alunos de graduação e de pós-graduação envolvidos que realizam trabalhos dentro do projeto.

Quando a gente pergunta qual a frequência de comunicação com as universidades ou com os parceiros, você colocou um número aqui. O que significa esse número em termos de medida?

Esse número é na verdade bem grosseiro porque como são várias equipes envolvidas, eu não sei te dizer ao certo qual é a frequência de comunicação. No caso para com a universidade, eu levei em conta a relação com os alunos. Eu tenho contato com eles quatro vezes por semana, algo assim.

E com empresas privadas, qual é a relação com elas?

A nossa ideia é o seguinte: um dos grandes problemas que eu vejo para esse tipo de desenvolvimento de ferramenta dentro da empresa pública é que hoje tem um grande projeto e esse grande projeto me dá respaldo para trabalhar nessa solução. Quando eu avanço com essa solução até uma ferramenta que vai para o cliente final, eu passo a ter uma série de dificuldades. Na fase de desenvolvimento, a fase de pesquisa funciona bem, mas na fase de desenvolvimento há um gargalo grande. Pela forma como o Brasil conduziu suas políticas de incentivo a pesquisa, a fase de desenvolvimento se perde.

Começa então o problema. Quem faz o desenvolvimento, ainda do ponto de vista de desenvolvimento do produto? E depois, a parte de mercado e de manutenção da própria ferramenta, manutenção, atualização? Eu sei que existe a necessidade de melhorar algumas coisas no software ou adaptação porque a tecnologia evoluiu. E a hora que o projeto acabou, não tem mais quem faça isso.

A nossa decisão aqui dentro desse projeto específico, é que nós avançaríamos no desenvolvimento das tecnologias até um ponto tal que faz sentido para a gente do ponto de vista de pesquisa. Então, por exemplo, eu vou chegar até os modelos. Tenho, por exemplo, um conjunto de modelos de crescimento de plantas ou um conjunto de modelos de consumo animal. A Embrapa tem bases de dados de mares, de clima, de solo, etc. Eu chego até esse ponto, eu vislumbro uma aplicação disso no setor produtivo, mas eu não vou desenvolver essa aplicação. Eu vou licenciar esses modelos na forma de APIs e vou trazer um parceiro privado que vai, a partir dessas APIs, desenvolver a aplicação para o cliente final.

O que é APIs?

API é um conjunto de rotinas e padrões de programação para acesso ao aplicativo de software ou plataforma baseado na web. Por exemplo, ao invés do meu parceiro acessar diretamente a base de clima, esse parceiro vai acessar essa API e a API vai acessar a base de clima para puxar só a informação que o parceiro quer. Ele não tem acesso a base completa, ele tem acesso ao conjunto de informações que ele precisa e quem vai fazer esse meio de campo é a API.

O parceiro precisa usar algum algoritmo ou modelo, ao invés de eu fornecer o modelo ou o algoritmo pra ele, ele acessa essa API, roda e o resultado retorna pra ele.

Isso apresenta algumas vantagens do ponto de vista de instituição pública, porque – por exemplo – se eu fosse licenciar os modelos para o parceiro, eu entro em uma discussão de propriedade intelectual e de exclusividade, que sempre dá problema nas negociações.

Quando eu tenho a API, eu estou licenciando essa API para esse parceiro sem exclusividade, ele sabe disso e ele vai desenvolver uma aplicação dele. Eu posso licenciar essa mesma API para outro parceiro que vai vislumbrar uma aplicação diferente. Então, do ponto de vista negociável, considerando as normas e a legislação vigente, esse método nos ajuda.