

AGRONEGÓCIO NO BRASIL: ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Larissa Araújo

Lorraine Cruz Verçosa

Marcella Mornatti Araújo

Nelson Roberto Furquim

RESUMO

O agronegócio brasileiro possui papel relevante no Produto Interno Bruto nacional, e uma significativa importância na pauta de importações do país. Diante da dimensão do setor na economia nacional, da crescente relevância do tema de sustentabilidade ambiental e a introdução das tecnologias da transformação digital, observam-se correlações entre a aplicabilidade das tecnologias no setor do agronegócio brasileiro e o desenvolvimento da sustentabilidade ambiental. Este estudo tem por finalidade analisar as consequências da transformação digital na sustentabilidade ambiental do agronegócio brasileiro. Identificaram-se as principais tecnologias pertencentes à transformação digital empregadas no setor do agronegócio brasileiro para a sustentabilidade ambiental, em especial Big Data, Internet das Coisas e Inteligência Artificial, que trazem contribuições significativas ao setor. Foi conduzida uma pesquisa de campo com abordagem qualitativa por meio de entrevistas com profissionais das áreas de tecnologias, sustentabilidade ambiental e agronegócio. As inserções das tecnologias digitais no setor levam a consequências, majoritariamente positivas, devido ao acesso às informações que tornam possíveis tomadas de decisões e ações mais assertivas, impactando em um melhor controle da produtividade, minimizando as perdas e proporcionando uma utilização mais efetiva de insumos, levando ao crescimento da sustentabilidade ambiental do setor.

Palavras-chave: Transformação Digital; Sustentabilidade Ambiental; Agronegócio Brasileiro; Revolução Industrial 4.0; Tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma sequência de atividades produtivas que englobam desde a fabricação de insumos até a chegada do produto ao cliente final. Além disso, incorpora em seu processo todos os serviços de apoio às pesquisas, assistência técnica, processamento, transporte, comercialização, crédito, exportação, serviços portuários, distribuidores,

industrialização e consumidor final (CONTINI *et al.*, 2006). É composto por duas grandes categorias com representatividade no Produto Interno Bruto (PIB) nacional: agricultura e pecuária (GUILHOTO; FURTUOSO, 2002).

Reforçando a importância do agronegócio, cabe destacar sua relevância em decorrência do provável crescimento da população mundial, que poderá chegar à marca de nove bilhões de habitantes até o ano de 2050. Com o crescimento populacional, existirão obstáculos, e um deles terá que ser enfrentado pela agricultura, que precisará suprir a necessidade de alimentação da população crescente, de forma a solucionar o problema com uma maior quantidade de produção de alimentos e um agronegócio que preze pela segurança, qualidade e principalmente pela sustentabilidade dos recursos naturais disponíveis (LOPES; CONTINI, 2012).

No agronegócio, o avanço tecnológico é cada vez mais evidente. A partir da área de tecnologia de informação e comunicação são criadas tecnologias que possibilitam o uso dos recursos naturais de maneira adequada, impulsionando a produtividade, a eficiência e a sustentabilidade (LOPES; CONTINI, 2012).

Dada à importância mencionada do setor de agronegócio brasileiro, a necessidade de sustentabilidade ambiental e a crescente introdução das tecnologias da transformação digital no setor, este estudo pretendeu responder ao seguinte problema de pesquisa: Quais as consequências da transformação digital na sustentabilidade ambiental do agronegócio brasileiro?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agronegócio Brasileiro

O agronegócio é uma das mais importantes fontes geradoras de riqueza do Brasil. A relevância desse setor para a economia do país pode ser medida através de alguns indicadores, como o Produto Interno Bruto (PIB), a geração de empregos e os altos índices de produção e exportação dos produtos agrícolas. Esses aspectos do agronegócio brasileiro colocam o Brasil entre as nações mais competitivas do mundo na produção de *commodities* (JANK; NASSAR; TACHINARDI, 2005).

A aliança entre agricultura e modernidade no Brasil também possui uma longa história. Desde a segunda metade do século XIX, estudiosos da área contrapõem termos de agricultura tradicional ao que seria uma agricultura moderna das empresas agrícolas. Mas a partir de 1970, com a política de modernização da agricultura promovida pelo regime militar, tratou-se mais explicitamente da existência de uma agricultura moderna ou de uma agricultura capitalista no Brasil de empresas rurais (HEREDIA; PALMEIRA; LEITE, 2010).

O país se tornou uma potência agrícola por meio da inserção de novas ferramentas tecnológicas. Em um mundo globalizado, o setor do agronegócio tem a possibilidade de utilizar recursos tecnologicamente avançados. O uso da tecnologia pode ajudar a resolver questões não só ambientais, mas também econômicas e sociais, como o aumento do poder econômico e a contínua urbanização (BOLFE, 2018).

Os processos relacionados com o agronegócio extrapolam o crescimento agrícola e o aumento da produtividade (HEREDIA; PALMEIRA; LEITE, 2010). Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil, a safra de grãos gerou um lucro de R\$ 400,7 bilhões em 2019, enaltecendo o estado do Mato Grosso como maior produtor de grãos do Brasil.

O setor pecuário apresentou faturamento de R\$ 250,8 bilhões em 2019. A soma do valor bruto de produção que corresponde ao faturamento bruto da pecuária e das principais lavouras dentro da propriedade rural apresentou o total de R\$ 651,5 bilhões em 2019 (CNA, 2020).

No início de 2020, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil reportou que 43,0% das exportações nacionais decorreram de produtos do agronegócio, demonstrando sua força como um dos pilares da economia brasileira. O país é o quarto maior exportador de produtos agropecuário no mundo, ficando atrás apenas do Reino Unido, Estados Unidos da América e China. (CNA, 2020).

O setor agropecuário enfrentou muitos desafios em sua trajetória até o seu crescimento. Abrange obstáculos relacionados a fatores externos, como mudanças macroeconômicas causadas pela inflação e variações cambiais, e fatores internos ligados ao desenvolvimento de tecnologias e identificação de áreas favoráveis ao cultivo (GARCIA; VIEIRA, 2014), porém o desempenho comercial superavitário com o resto do mundo tem contribuído para o cenário macroeconômico brasileiro (CNA, 2020).

2.2 Transformação Digital

Em consonância com os movimentos que geraram as revoluções industriais anteriores é constatado que uma nova revolução está em desenvolvimento: a chamada Revolução Industrial 4.0 (SCHWAB, 2016). Ainda de acordo com o autor, a revolução industrial 4.0 pode ser dividida em três categorias de tecnologia: física, biológica e digital. A transformação digital é originada do surgimento das tecnologias digitais (HESS *et al.*, 2016).

A transformação digital, juntamente com a tecnologia da informação e comunicação, possui a capacidade de alterar elementos de organizações como estratégias estabelecidas, cultura, processos, entre outros (HESS *et al.*, 2016). De acordo com Francisco, Kugler e Larieira (2017), as tecnologias em evolução, quando se trata da transformação digital, são:

- **BIG DATA**

Big Data é uma ferramenta que possibilita o gerenciamento, o processamento e a realização da análise de dados de forma mais rápida e precisa. Três fatores que diferem o *Big Data* das demais ferramentas de armazenagem e gerenciamento de dados são: volume — o *Big Data* tem a capacidade de processar um volume de dados significativos; velocidade — o *Big Data* possui a capacidade de processar dados em um tempo ágil, atendendo à necessidade de velocidade do mundo atual; variedade — o *Big Data* abrange dados de diferentes fontes, desde redes sociais até leitura de sensores (MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012). O *Big Data* tem capacidade de ser utilizado em diferentes setores da economia, de forma inovadora, como jamais visto antes (GLEESON; GREENWOOD, 2015).

- **Internet Das Coisas**

Consiste na conexão de pessoas a objetos inanimados que através da tecnologia conversam entre si. Um dos exemplos de transformações trazidas por essa tecnologia é o gerenciamento de cadeias de abastecimento que se alteram em decorrência do monitoramento desse processo por intermédio dessa tecnologia. A internet das coisas acarreta mudanças para todos os setores da economia, inclusive o setor do agronegócio (SCHWAB, 2016).

- **Inteligência Artificial**

A inteligência artificial é a habilidade de um sistema em decifrar dados acuradamente e assim aprender padrões que levem aos usuários às respostas objetivadas. Existem três categorias da inteligência artificial: analítica, caracterizada pelo uso de inteligência cognitiva; inspiração humana, pelo uso da inteligência cognitiva e emocional; e humanizada,

combinação de três inteligências: cognitiva, emocional e social (HAENLEIN; KAPLAN, 2019).

As tecnologias da transformação digital podem ser manifestadas por: computação em nuvem, redes sociais, acesso com telefonia móvel, analíticos (*Big Data*), além de mecanismos de inteligência artificial, entre outros (HESS *et al.*, 2016; KANE *et al.*, 2015; SINGH & HESS, 2017).

O termo Revolução Industrial 4.0 surgiu em 2011, na feira de Hannover, na Alemanha, e, desde então, passou a ser usado de forma generalizada. A Revolução Industrial 4.0 é fortemente marcada por tecnologias que, mesmo existentes na revolução anterior, se mostram mais avançadas e se combinam de maneira inovadora (SCHWAB, 2016).

Existem nove pilares tecnológicos na quarta revolução industrial: *Big Data*; Robôs Autônomos; Simulação; Internet das Coisas; Integração Horizontal e Vertical do Sistema; *Cybersecurity*; Computação em Nuvem; Realidade Aumentada e *Additive Manufacturing* (RÜßMANN *et al.*, 2015).

A quarta revolução industrial está impactando a sociedade de maneira mais eficiente do que as revoluções industriais anteriores. Através da velocidade com que as tecnologias são criadas e integradas, essa revolução está transformando o setor econômico, social e político (SCHWAB, 2016). E, inclusive, inúmeros setores das organizações (FRANCISCO; KUGLER; LARIEIRA, 2017).

Através da transformação digital e de suas tecnologias, as estruturas de negócios de organizações sofrem alterações, gerando produtos e estruturas diferentes das quais foram inicialmente planejadas, mudanças essas que possibilitam a automatização de processos e alterações nas organizações (HESS *et al.*, 2016; SINGH & HESS, 2017).

As tecnologias em destaque da transformação digital impulsionam, também, a agricultura de precisão, que é o gerenciamento do campo agrícola, servindo-se de tecnologia de forma a melhorar a utilização, promovendo a sustentabilidade ambiental (BASSOI *et al.*, 2014). Com o avanço tecnológico, a prática da agricultura de precisão será comum no setor do agronegócio (LOPES; CONTINI, 2012).

2.3 Sustentabilidade Ambiental

O termo sustentabilidade tem sido bastante discutido atualmente. Ao longo dos anos, houve um aumento da conscientização da sociedade sobre os impactos negativos que suas

ações causam ao meio ambiente. Graças a tal conscientização, cada vez mais atividades rotineiras da sociedade, que degradam o meio ambiente, vêm sendo substituídas por outras mais sustentáveis, a fim de minimizar os danos causados ao planeta (ROMEIRO, 2012).

Associando os conceitos abordados anteriormente com a temática do agronegócio, é possível identificar que a agricultura sustentável possui pilares conceituados por diversas visões. Abrangem aspectos sociais, econômicos e ambientais (GOODMAN; REDCLIFT; 1991).

Ao longo do tempo, a sustentabilidade foi descrita por de Camino e Müller (1993) como conceito que inclui parte ecológica como implicadora na manutenção no tempo, das características fundamentais do ecossistema sob uso quanto aos seus componentes e suas interações, traduzidas por uma rentabilidade estável no tempo.

No meio empresarial, a sustentabilidade é abordada como um conceito *triple bottom line*, composto por pilares de ordem ambiental, econômica e social, que devem coexistir para que se obtenha o estado da sustentabilidade plena (BARTELMUS, 2003).

Com o início do século XXI, os consumidores passaram a valorizar mais as questões ambientais. Empresas passaram a priorizar o tema de preservação do meio ambiente, sendo não somente uma questão de cumprimento das obrigações com os órgãos ambientais, mas também como um fator de competitividade (NIDUMOLU; PRAHALAD; RANGASWAMI, 2009).

Com essa nova visão, as empresas estão procurando inserir o tripé da sustentabilidade na estratégia e gestão de seus negócios, visando ao equilíbrio entre o capital natural e o humano como desenvolvimento inclusivo com tecnologias limpas (BM&FBOVESPA, 2010).

Tecnologias serão eficientes em permitir o atendimento das necessidades básicas da sociedade e das necessidades econômicas, como a exportação. Ao mesmo tempo, devido à disseminação do conceito de sustentabilidade com o passar dos anos, essas tecnologias deverão abranger práticas de preservação dos recursos naturais, como a preservação do solo, da água e das biodiversidades.

Inovações nos campos da tecnologia da informação, da comunicação, da automação e da robótica indicam que a agricultura de precisão será tendência nas práticas futuras, pois permitirão uma forma mais eficiente de uso dos recursos naturais, garantindo mais produtividade e, ao mesmo tempo, sustentabilidade ao agronegócio brasileiro (LOPES; CONTINI, 2012).

A ciência e a tecnologia vêm desempenhando um papel importante no desenvolvimento da sustentabilidade do agronegócio. Soluções intensivas têm sido criadas, baseadas em informações e conhecimento, visando a garantir sistemas sustentáveis de produção e práticas agrícolas, que permitem o aumento da produtividade e da produção, soluções que ajudem a manter os ecossistemas e consigam auxiliar na adaptação às mudanças climáticas e a preservar a qualidade da terra e do solo (TARAPANOFF, 2016).

O Brasil possui grande biodiversidade e reservas de recursos naturais. É um país em desenvolvimento com uma infraestrutura tecnológica bastante jovem, podendo atender às demandas surgidas na prática da sustentabilidade sem que sejam necessárias grandes mudanças na sua infraestrutura. Para emergir, países em desenvolvimento devem prospectar tecnologias-chave que sejam úteis e condizentes com a realidade do local, suas principais atividades econômicas, entre outros fatores, levando em consideração critérios sociais, ambientais e econômicos (KRUGLIANSKAS; PINSKY, 2014).

Para estimular o fortalecimento do agronegócio no Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento visa à elaboração de recursos para atender às necessidades econômicas e a preservação ambiental, pois, avaliando a atual realidade do agronegócio brasileiro, percebe-se que o avanço tecnológico é necessário nesse setor (MAPA, 2013).

2.4 Transformação Digital na Sustentabilidade do Agronegócio Brasileiro

Inovações tecnológicas estão transformando todos os setores da economia e da sociedade e, conseqüentemente, o setor do agronegócio, que está passando por uma nova fase. A produtividade aumenta a níveis considerados improváveis até a um passado recente, devido à chegada do *Big Data* que possibilita o acesso às informações nas fazendas (ABREU, 2019).

Estimativas apontam que o mercado mundial da agricultura digital, ou seja, envolvendo o uso de tecnologias digitais, em 2021 será em torno de 15 bilhões de dólares, e que, nesse setor, 80% das empresas esperam obter vantagens competitivas (OLIVEIRA, 2018).

O Brasil possui produtividade em níveis elevados e equiparáveis aos principais produtores mundiais, consequência do uso da tecnologia. Esse nível de produção elevado pode ser exemplificado a partir da produção de soja que, no ano de 2017/2018, obteve

produtividade média global de 2,74 ton/hectare, e no Brasil, 3,47 ton/hectare (MONARETTI; KRUK, 2019).

Ainda segundo os autores, a sustentabilidade ambiental no setor do agronegócio está aumentando apesar dos desafios, que estão relacionados a uma má infraestrutura no campo, o que dificulta a conectividade do setor, a velocidade da conexão, possibilitando ataques cibernéticos constantes no campo.

Outro desafio da implementação de tecnologia no agronegócio, em destaque o uso de inteligência artificial, é o aumento da rentabilidade, seja reduzindo o custo do uso de insumos e operações, seja aumentando a produtividade (ABREU, 2019).

Lopes e Contini (2012) compreendem como um obstáculo o fato de os principais usuários de tecnologias no setor do agronegócio brasileiro serem produtores de propriedades de grande escala devido ao maior porte financeiro. Para os autores, é essencial que pequenos e médios agricultores brasileiros tenham acesso às informações, conhecimentos e inovações tecnológicas.

O futuro do agronegócio se mostra dependente do uso de tecnologia e de práticas sustentáveis, pois, quando aplicadas simultaneamente, permitem ao produtor o crescimento produtivo (ABREU, 2019). Ainda segundo esse autor, as perdas estão sendo minimizadas em processos de plantio e colheita em decorrência do uso de máquinas dotadas de *softwares* de inteligência artificial, que se comunicam nas lavouras por meio de sensores.

Com a projeção de aumento populacional do Brasil e do mundo, é indispensável pensar em práticas ambientais sustentáveis. Produtores devem priorizar a identificação dos impactos que as atividades que exercem causam e agir preventivamente de modo que consigam reduzir danos ambientais (ABREU, 2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo buscou compreender as consequências da transformação digital na sustentabilidade ambiental no agronegócio brasileiro, considerando o destaque do tema e a importância desse setor do agronegócio na economia brasileira. Esta seção tem como objetivo estabelecer a abordagem de pesquisa, o levantamento de dados e o tratamento e a análise de dados que foram desenvolvidos nesse estudo.

Para esta pesquisa, foi escolhida a abordagem qualitativa, visando entender e elucidar as consequências percebidas na Sustentabilidade ambiental do Agronegócio brasileiro pela utilização de tecnologias da Transformação digital. Tal abordagem iniciou-se por questionamentos sobre o tema durante o desenvolvimento do estudo, e que possibilitou uma compreensão específica do problema analisado, por meio da coleta de dados descritivos fornecidos pelos participantes da pesquisa (GODOY, 1995).

Ainda segundo essa autora, pesquisas qualitativas descritivas possibilitam que os dados coletados sejam examinados de forma completa, permitindo o conhecimento detalhado do objeto de pesquisa.

Para a condução da pesquisa de campo foi utilizada entrevista como técnica de levantamento de dados, por meio de um roteiro semiestruturado, com perguntas abertas. Desta forma, permitiu-se que o entrevistado tivesse liberdade para a construção de sua resposta (TRIVIÑOS, 1987). Essa técnica de levantamentos de dados possibilitou uma comparação entre a experiência prévia dos entrevistados sobre o que se pretendeu identificar ao longo deste estudo (GODOY, 2005).

Os convites para participar da pesquisa foram encaminhados via correio eletrônico para respondentes selecionados que se encontram em diferentes estados do Brasil, configurando uma amostra de conveniência, não probabilística (GUIMARÃES, 2008).

Para este estudo, foram entrevistados um total de quatorze profissionais dos campos de tecnologia, do Agronegócio brasileiro e de Sustentabilidade ambiental. A amostra de gestores do agronegócio considerou proprietários rurais de grande porte das regiões do Centro-Oeste e Sudeste, com conhecimento médio de doze anos, visto que, gestores de propriedades de pequeno porte não são os principais usuários das tecnologias abordadas nesta pesquisa devido à limitação de recursos financeiros (LOPES; CONTINI, 2012).

Também fizeram parte da amostra gestores da área de tecnologia, em que grande parte está localizada no Sudeste brasileiro, e atua em empresas de grande porte no segmento de *softwares* e planejamentos sustentáveis. Optou-se por selecionar profissionais da área de Sustentabilidade ambiental que atuam em empresas de médio porte desenvolvendo projetos com vieses sustentáveis. Todos foram selecionados por possuírem conhecimento e experiência mínima de cinco anos a respeito dos temas abordados.

A pesquisa de campo foi conduzida entre os meses de fevereiro e maio de 2020. As entrevistas foram conduzidas pelos pesquisadores, via teleconferência. Todas foram gravadas e transcritas para a devida análise e os dados foram processados pelos entrevistadores.

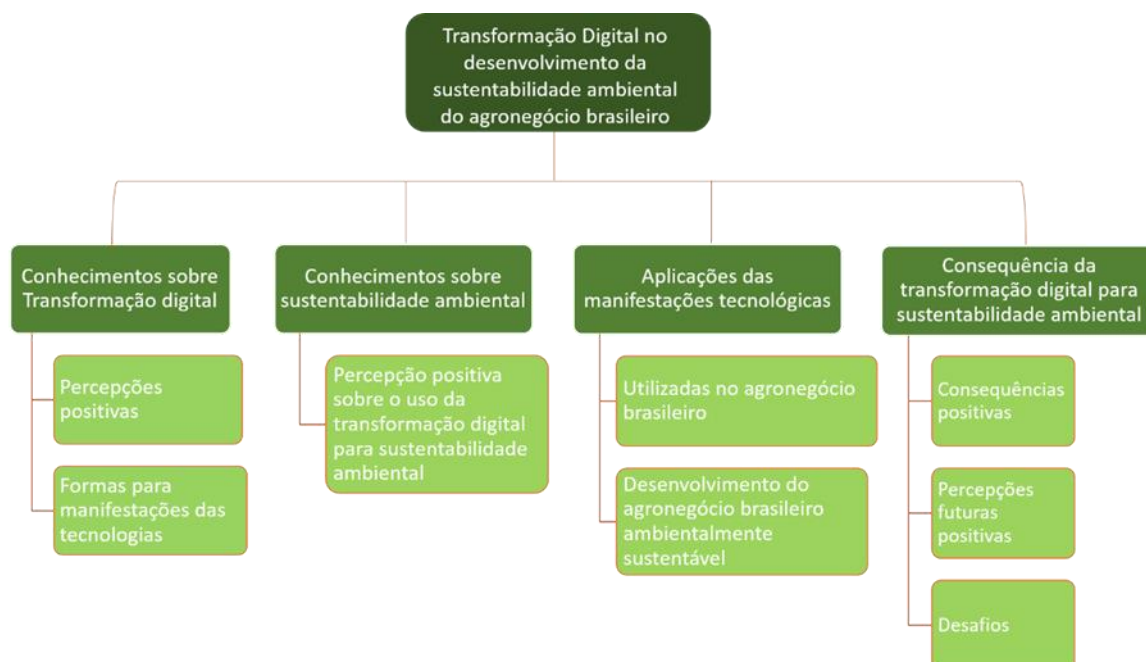
Para tratamento e análise dos dados coletados, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, que consiste na análise das informações coletadas durante a aplicação da entrevista semiestruturada, buscando identificar as ideias comuns às respostas dos questionários e estabelecer uma categorização (BARDIN, 1977).

Segundo o que postula essa autora, a análise de conteúdo foi desenvolvida em três fases: a primeira consistiu em uma leitura ampla do material levantado para definição da unidade de registro, que consiste na separação das partes do material coletado por meio de frases e palavras-chave, na segunda fase, a leitura do material foi feita de forma detalhada, o que exigiu um maior tempo de processamento. Ainda na segunda etapa, foi utilizada a técnica de categorização dos conteúdos das respostas, e a terceira e última fase, consistiu em conectar as categorias definidas aos temas abordados, buscando a elucidação dos problemas apontados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Esta seção traz a apresentação e análise de resultados efetuados a partir das entrevistas realizadas. As categorias e subcategorias foram apresentadas conforme disposição da ilustração a seguir. No decorrer da seção, as categorias e subcategorias foram analisadas em relação ao referencial teórico estruturado para este estudo.

Figura 1 – Categorias identificadas a partir da Análise de Conteúdo



Fonte: Os autores.

É inerente aos usuários das tecnologias que compõem a transformação digital efetuarem suas próprias constatações quanto à utilização e aplicação, visto a capacidade que elas possuem em alterar elementos de organizações (HESS *et al.*, 2016; SINGH & HESS, 2016). Nesta seção, são abordadas as percepções dos entrevistados, profissionais de áreas que lidam com esse tipo de tecnologia.

Alguns respondentes afirmaram que a transformação digital não se limita a um sistema. Trata-se de um processo contínuo que engloba a automação de recursos, segundo a fala abaixo:

[...] A transformação digital é um processo, muito mais que um sistema, é um processo de mudança no meu ponto de vista, é um processo de mudança das corporações onde existe uma automação dos processos através dos sistemas digitais [...].

Essa abordagem corrobora o conceito apresentado por Hess *et al.* (2016) e Singh & Hess (2017), em que os autores afirmam que as mudanças ocasionadas pela Transformação digital geram alterações nas organizações devido à automatização de processos. Os entrevistados ainda identificaram ferramentas pertencentes à Transformação digital e sua

importância na aplicabilidade sem citar o nome da tecnologia, algo que demonstra que possuem o conhecimento da utilidade, mas não da denominação.

As revoluções industriais se iniciam quando sociedades e mercados são alterados em consequência das tecnologias e da transformação de paradigmas que ocorrem na história da humanidade (SCWHAB, 2016). A transformação digital possibilitou que tais tecnologias fossem empregadas de inúmeras formas. No âmbito profissional, a evolução tecnológica facilita a execução das tarefas e garante maior segurança na realização de processos, produtos e serviços por meio do aumento da qualidade e eficiência nas operações (HESS *et al.*, 2016; SINGH & HESS, 2017).

Parte dos entrevistados mencionou que o uso das ferramentas tecnológicas originárias da transformação digital será cada vez mais necessário e indispensável. Schwab (2016) faz alusão ao impacto que a quarta revolução industrial causa na sociedade, visto que as tecnologias se mostram mais avançadas e se combinam de forma jamais vista.

Conforme apresentado por Abreu (2019) a produtividade aumenta a níveis considerados improváveis até um passado recente devido à chegada do *Big Data*, por exemplo, que trata da armazenagem e leitura de dados que possibilita o gerenciamento, o processamento e a realização de análises de forma mais rápida e precisa, apontado pelos respondentes como uma das principais tecnologias da Transformação digital utilizadas no setor do Agronegócio brasileiro.

Em virtude da revolução industrial 4.0 ter iniciado no século XXI e do recente início da aplicação das tecnologias da transformação digital, considera-se importante entender a forma como a aplicação dessas tecnologias na sustentabilidade ambiental foi percebida pelos profissionais entrevistados na pesquisa.

Segundo os respondentes, a sustentabilidade ambiental e as tecnologias da transformação digital estão caminhando juntas. Os participantes pontuaram que a sustentabilidade ambiental é fazer gestão de recursos de maneira consciente e responsável; também ressaltaram que, através do desenvolvimento da sustentabilidade por meio das tecnologias da transformação digital, é possível serem percebidos apenas ganhos.

Os conteúdos apresentados na pesquisa são semelhantes aos conceitos abordados por Lopes e Contini (2012), que expõem que as inovações nos campos da tecnologia da informação e da comunicação permitirão uma forma mais eficiente de uso dos recursos naturais, garantindo maior produtividade.

Evidenciou-se nos relatos dos profissionais que a transformação digital para a sustentabilidade ambiental possibilitará benefícios amplos, que atingirá também processos como a logística, a alimentação da população, entre outros.

De acordo com Hess *et al.* (2016), a tecnologia da informação, comunicação e a transformação digital possuem a capacidade de alterar elementos de organizações desde os processos até as estratégias estabelecidas. Nesse contexto, Francisco, Kugler e Larieira (2017) classificam as tecnologias em evolução relacionadas à transformação digital em Big Data, Internet das Coisas e Inteligência Artificial.

Entre as formas de manifestações relatadas, a chegada da conectividade e internet no campo são a porta de entrada para diversas outras ferramentas. De acordo com os respondentes, a Internet das Coisas, apontada com uma das principais tecnologias empregadas no setor do Agronegócio brasileiro, possibilita com que os maquinários utilizados se comuniquem entre si, colaborando para a automatização de processos.

Outra manifestação apontada foi a utilização de ferramentas como *analytics*, que, através da leitura dos dados gerados, colabora para tomada de decisão mais precisa, maior assertividade e clareza, possibilitando um melhor aproveitamento de recursos com menor desperdício. As percepções dos entrevistados assemelham-se à obra de Lopes e Contini (2012), que destaca que, com o avanço tecnológico, a prática da agricultura de precisão será comum no setor do agronegócio.

Os drones, que de acordo com os entrevistados fazem o uso da inteligência artificial, também aparecem com frequência nos depoimentos como uma das principais ferramentas relacionadas à coleta de dados, essencial para monitoramento das lavouras e prevenção de pragas, mecanismo esse tratado pelos autores Hess *et al.* (2016), Kane *et al.* (2015) e Singh & Hess (2017) como uma forma de manifestação das tecnologias da transformação digital.

A intenção por meio da categoria desenvolvimento do agronegócio brasileiro ambientalmente sustentável foi compreender como os respondentes percebem as aplicações das manifestações tecnológicas no agronegócio.

Em suas respostas, relataram diversas formas sobre como as manifestações tecnológicas impactam positivamente no desenvolvimento do agronegócio sustentável, como o uso da quantidade assertiva de insumos pode colaborar para a sustentabilidade ambiental, não danificando o solo, e colaborando para melhorar a produtividade, assemelhando-se ao que menciona Abreu (2019), que destaca como o uso de inteligência artificial, pode gerar o aumento da rentabilidade, através da redução de custos ou do uso de insumos e operações.

Além disso, a utilização dessas ferramentas contribui para que cada vez menos pessoas precisem lidar com substâncias tóxicas, minimizando o risco de contaminação.

Outro ponto abordado pelos entrevistados foi em relação à rastreabilidade do produto, a origem do que é consumido, a forma como é produzido e se respeitou as leis de sustentabilidade.

Por fim, as entrevistas abordaram a questão do monitoramento, a forma como os dados podem ser coletados e analisados visando à redução do impacto ambiental e o menor comprometimento de recursos, assemelhando-se à obra de Prugh e Assadourian (2003), que destaca a preocupação com o presente e o futuro, sem comprometer a capacidade de recursos disponíveis.

No que diz respeito às consequências da transformação digital para a sustentabilidade no agronegócio, cabe salientar que o agronegócio está passando por uma nova fase devido à influência de inovações tecnológicas que estão mudando setores da sociedade e da economia (ABREU, 2019).

Tais inovações visam a garantir sistemas mais sustentáveis de produção, permitindo o aumento da produtividade, a adaptação a mudanças climáticas e asseguram a preservação do meio ambiente (TARAPANOFF, 2016). Por esse motivo, compreender a visão de profissionais de diferentes setores foi importante para a explanação do problema de pesquisa proposto.

Uma consequência positiva destacada pelos entrevistados foi em relação à melhoria da tomada de decisões e da produtividade. A aplicação das tecnologias da Transformação digital no agronegócio permite um melhor controle da produtividade e facilita a tomada de decisões, pontos que impactam positivamente na sustentabilidade.

As possibilidades geradas são: um maior controle da quantidade de insumos utilizados nas propriedades, gerando menos impactos ambientais e também um melhor controle da produtividade, uma vez que as ferramentas tecnológicas utilizadas geram informações mais assertivas, que impactam diretamente na diminuição das perdas. Essa percepção dos entrevistados vai de encontro ao que foi salientado por Tarapanoff (2016) e Abreu (2019).

Outra consideração importante levantada pelos respondentes foi que a aplicação de tecnologias da Transformação digital no agronegócio proporciona ganhos nos três pilares da

sustentabilidade: social, ambiental e principalmente econômico; pois permite o aumento da produtividade e, juntamente com a comercialização, geram competitividade.

Essa percepção está em consonância com o que é apresentado por Lopes e Contini (2012), que destacam que a inovação tecnológica leva ao uso mais eficiente dos recursos naturais, garantindo a Sustentabilidade ambiental, e por Nidumolu, Prahalad e Rangaswami (2009), que destacam o aumento de competitividade das empresas que priorizam a preservação ambiental.

Segundo Bolfe (2018), o uso de recursos tecnológicos avançados no setor do agronegócio pode ajudar a solucionar questões dos três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. Essa abordagem está em linha com o que mencionaram os entrevistados, na qual o uso das tecnologias da transformação digital gera ganhos nos âmbitos sociais, uma vez que permitem um melhor gerenciamento de equipe; econômico, pois geram aumento da produtividade; e ambiental, pois permitem a otimização dos recursos naturais.

O futuro do agronegócio se mostra dependente do uso de tecnologia e de práticas sustentáveis. Conforme Oliveira (2018), o mercado mundial da agricultura digital, envolvendo o uso de tecnologias digitais, será de cerca de 15 bilhões de dólares em 2021 e, nesse setor, 80% das empresas esperam obter vantagens competitivas. A ideia se assemelha a percepção dos entrevistados onde se destacou que a tecnologia veio para agregar na produtividade do agronegócio e aumentar a sustentabilidade de pequenos e grandes produtores nos próximos anos. Abreu (2019) corrobora com esta linha de pensamento e expõe que se as tecnologias forem aplicadas simultaneamente às práticas sustentáveis será possível o crescimento produtivo para o produtor.

Com o uso da tecnologia, o Agronegócio brasileiro apresentou um crescimento significativo e gerou um impacto sustentável no setor. Monaretti e Kruk (2019) exemplificam o crescimento do setor a partir da produção de soja, que no ano de 2017/2018 obtiveram produtividade média global de 2,74 ton/hectare, e no Brasil, 3,47 ton/hectare.

Junto ao notório aumento, chegaram desafios relacionados à infraestrutura do Agronegócio brasileiro, pois sua ausência em algumas localidades não permite uma acessibilidade igualitária a todos os produtores. Este fato se confirmou após análise das falas dos entrevistados onde ficou exposto o desafio, principalmente dos pequenos produtores, que ainda enfrentam a dificuldade na adoção das tecnologias, pois existe um grande número deste setor sem acesso as tecnologias digitais.

Este contexto tem sinergia com que apontam Lopes e Contini (2012) que mostram que há dificuldade de fato na distribuição de recursos tecnológicos que se concentram, no setor do Agronegócio brasileiro, em produtores de propriedades de grande porte devido às maiores condições financeiras. Segundo os autores, são essenciais pequenos e médios agricultores brasileiros terem acesso às informações, conhecimentos e inovações tecnológicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo-se como base a pesquisa de campo conduzida para este estudo, foram identificadas as principais tecnologias empregadas no setor do agronegócio brasileiro para a sustentabilidade ambiental, tecnologias essas pertencentes à transformação digital, em especial *Big Data*, Internet das Coisas e Inteligência Artificial, que trazem contribuições significativas ao setor e, auxiliam na tomada de decisões, também favorecendo melhor controle da produtividade e de insumos utilizados.

Ao analisar as aplicações voltadas para sustentabilidade ambiental, conclui-se que são impactadas positivamente pelas tecnologias da transformação digital, permitindo uma gestão de recursos de maneira consciente e responsável, que desencadeia a sustentabilidade no setor e possibilita ganhos em seus três pilares: social, econômico e ambiental.

Este estudo possibilitou a compreensão das consequências da transformação digital na sustentabilidade ambiental do agronegócio brasileiro, notadamente por meio da inserção de tecnologias nas atividades recorrentes, possibilitando melhor controle da produtividade, minimização das perdas e menores impactos ambientais. Tais consequências trazem benefícios amplos que atingirão também processos como logística, alimentação da população, entre outros.

Foram identificados desafios gerados pela inserção das tecnologias da transformação digital no setor do agronegócio do país. Frente à infraestrutura brasileira, que ainda é considerada como precária, fica evidenciada a dificuldade de acessibilidade às tecnologias, visto que os recursos tecnológicos são utilizados, majoritariamente, em grandes propriedades por serem mais capitalizadas. Para um maior alcance da sustentabilidade ambiental no agronegócio nacional, é de grande importância que pequenos e médios produtores também tenham acesso a essas inovações tecnológicas.

A limitação encontrada durante a condução deste estudo se deu pelo curto período de dois meses em que a pesquisa de campo foi conduzida, na medida em que se ela se estendesse por um período maior, mais respondentes poderiam ter sido envolvidos.

Frente à limitação e desafios identificados, recomenda-se a continuidade deste estudo sob as seguintes perspectivas: a) ampliação da amostra de pesquisa incluindo profissionais do agronegócio com propriedades de diferentes tamanhos; b) inclusão no estudo de abordagens sociais e econômicas relacionadas à sustentabilidade, e c) analisar formas de viabilização igualitária da infraestrutura de acesso à tecnologia digital, que poderão contribuir para aprofundar a compreensão sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. V. S. Inteligência artificial no agronegócio. **Brasilagro**, 30 set. 2019. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/inteligencia-artificial-no-agronegocio-por-alexandre-victor-silva-abreu.html>. Acesso em: 10 maio 2020.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Tradução de Luís Antero Reta e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 1977.

BARTELMUS, P. Dematerialization and capital maintenance: two sides of the sustainability coin. **Ecological Economics**, Cleveland, v. 46, n. 1, p. 61-81, ago. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00078-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00078-8). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800903000788>. Acesso em: 20 mai. 2020.

BASSOI, L.H.; BERNARDI, A. C. de C.; INAMASU, R, Y; NAIME, J de M.; RESENDE, A.V. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 596 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002959/agricultura-de-precisao-resultados-de-um-novo-olhar>. Acesso em: 25 out. 2019.

BOLFE, E. A transformação digital impulsiona o futuro sustentável da agricultura. **Embrapa**, Brasília, 29 ago. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37159329/artigo---a-transformacao-digital-impulsiona-o-futuro-sustentavel-da-agricultura>. Acesso em: 8 set. 2019.

BOLSA DE VALORES, MERCADORIAS E FUTUROS. **Sustentabilidade nas empresas: como começar, quem envolver e o que priorizar**. São Paulo: BM&FBOVESPA, 2010. *E-book*. Disponível em: http://vemprabolsa.com.br/wp-content/uploads/2015/10/BookSustentabilidade_PT.pdf. Acesso em: 2 nov. 2019.

BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Panorama do Agro, 2020**. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em 11 jun. 2020.

BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **PIB do Agronegócio cresce 3,81% em 2019**. São Paulo: Superintendência Técnica da CNA e Cepea, 2020. Disponível em: [https://www.cnabrazil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-cresce-3-81-em-2019#:~:text=O%20PIB%20\(Renda\)%20do%20agroneg%C3%B3cio,21%2C1%25%20em%202018](https://www.cnabrazil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-cresce-3-81-em-2019#:~:text=O%20PIB%20(Renda)%20do%20agroneg%C3%B3cio,21%2C1%25%20em%202018). Acesso em: 11 jun 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanço do comércio exterior, 2013**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/relacoes-internacionais/estatisticas-de-comercio-exterior>. Acesso em: 20 out. 2019.

CAMINO, V. R. de.; MÜLLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales**: bases para establecer indicadores. San José: IICA, 1993. 134 p. (Série Documentos de programas IICA, n. 38). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000108&pid=S1414-753X200700020000900009&lng=en. Acesso em: 13 out. 2019.

CONTINI, E.; BASTOS, E.T.; GASQUES, J.G; LEONARDI, R.B de A. Evolução recente e tendências do agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 5-6, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/119027/evolucao-recente-e-tendencias-do-agronegocio>. Acesso em: 13 set. 2019.

FRANCISCO, E. de R.; KUGLER, J. L. C.; LARIEIRA, C. L. C. Líderes da transformação digital. **GV-executivo**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 22-27, mar./abr. 2017. Disponível em: <https://rae.fgv.br/gv-executivo/vol16-num2-2017/lideres-transformacao-digital>. Acesso em: 25 out. 2019.

GARCIA, J. R.; FILHO, J. E. R. V. Política agrícola brasileira: produtividade, inclusão e sustentabilidade. **Revista de Política Agrícola**, São Paulo, ano XXIII, n. 1, jan./fev./mar. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102711/1/Politica-agricola-brasileira.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2020.

GLEESON, E.; GREENWOOD, G. B. Big data are all the rage — for mountains, too. **International Mountain Society**, Suíça, v. 35, n. 1, p. 87-89, fev. 2015. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/mounresedeve.35.1.87?seq=1&cid=pdfreference#references_tab_contents. Acesso em: 25 out. 2019.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, 1995.

GODOY, A. S. Refletindo sobre critérios de qualidade da pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife, v. 3, n. 2, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/21573>. Acesso em: 5 jun. 2020.

GOODMAN, D.; REDCLIFT, M. **Refashioning nature**: food, ecology and culture. London: Routledge, 1991.

GUILHOTO, J. J. M.; FURTUOSO, M. C. O. **A distribuição setorial do PIB do Agronegócio brasileiro**. São Paulo: Universidade de São Paulo/ESALQ/USP, 2002.

Disponível em: <https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=272102114078118017104014024116093105123053024093062045123072095065100086111000081100034017099032020059038031114119070064067075029027003086049105108013102024085079047040060105113071083027068088026089028064026014112027029016084111091079070074064106021&EXT=pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008. 16 p.

HAENLEIN, M.; KAPLAN, A. A brief history of artificial intelligence: on the past, present, and future of artificial intelligence. **California Management Review**, Califórnia, v. 61, n. 4, p. 5-14, ago. 2019. Disponível em: <https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=00081256&AN=138097011&h=uOsdQ5U0Alo5qvkwE2dWdwiXu1ev1QuBdb sYLU7wJoyk4GIuSSbJh0X2cGlo4IIUBxeBq5LdHR%2b%2bPX3EslCMDA%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d00081256%26AN%3d138097011>. Acesso em: 25 out. 2019.

HEREDIA, B.; PALMEIRA, M.; LEITE, S. P. Sociedade e economia do agronegócio no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 25, n. 74, out. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-69092010000300010>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69092010000300010&lang=pt. Acesso em: 14 out. 2019.

HESS, T.; BENLIAN, A.; MATT, C.; WIESBÖCK, F. Options for formulating a digital transformation strategy. **MIS Quarterly Executive**, Indiana, v. 15, n.2, p. 123-139, 2016. DOI: <https://boris.unibe.ch/105447/>. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/beea/b41a637b2161552b3f112fb56df11d96c507.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

JANK, M. S.; NASSAR, A. M.; TACHINARDI, M. H. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, n. 64, p. 14-27, dez./fev. 2004-2005. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13387/15205>. Acesso em: 2 nov. 2019.

KANE, G. C.; KIRON, D.; BUCKLEY, N.; PALMER, D.; PHILLIPS, A.N. Strategy, not technology, drives digital transformation: becoming a digitally mature enterprise. **MIT Sloan Management Review**, Massachusetts, 14 jul. 2015. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/>. Acesso em: 28 maio 2020.

KRUGLIANSKAS, I.; PINSKY, V. C. (Org.). **Gestão estratégica da sustentabilidade: experiências brasileiras**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 229 p.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **Embrapa**, p. 28-32, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/1028545/agricultura-sustentabilidade-e-tecnologia>. Acesso em: 13 set. 2019.

MCAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. Big data: the management revolution. **Harvard Business Review**, Cambridge, out. 2012. Disponível em: <https://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution>. Acesso em: 25 out. 2019.

MONARETTI, A.; KRUK, C. Tecnologia no setor de agronegócio brasileiro. **KPMG**, São Paulo, 13 jun. 2019. Disponível em: <https://home.kpmg/br/pt/home/insights/2019/06/tecnologia-no-agronegocio.html>. Acesso em: 10 maio 2020.

NIDUMOLU, R.; PRAHALAD, C. K.; RANGASWAMI, M. R. Why sustainability is now the key driver of innovation. **Harvard Business Review**, Cambridge, set. 2009. Disponível em: <https://hbr.org/2009/09/why-sustainability-is-now-the-key-driver-of-innovation>. Acesso em: 2 nov. 2019.

OLIVEIRA, Rejane M. **Visão 2030: o futuro da Agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 02 nov 2019.

PRUGH, T.; ASSADOURIAN, E. What is sustainability, anyway? **Worldwatch Institute**, Washington, v. 16, n. 5, p. 10-21, 2003.

ROMEIRO, Ademar R. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica**. São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100006. Acesso em: 23 mai. 2020

RÜßMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M.,. **Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. Boston Consulting Group, 2015. Disponível em: https://www.bcg.com/en-er/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx. Acesso em: 17 jun. 2020.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SINGH, A.; HESS, T. **How chief digital officers promote the digital transformation of their companies**. Minnesota: University of Minnesota, 2017. Disponível em: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=2b04162e-ab9d-446f-9b1c-2eccc4ffe598%40pdc-v-sessmgr06>. Acesso em: 28 maio 2020.

TARAPANOFF, K. M. A. Monitoramento do agronegócio brasileiro sustentável em relação ao mercado global. **Ci. Inf.**, Brasília, DF, v. 45, n. 3, p. 15-30, set./dez. 2016.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação [...]**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1987.