

Alinhamento das tecnologias de automação, agricultura de precisão e digital aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis

Alignment of automation, precision and digital agriculture technologies with the Sustainable Development Goals

Alberto Carlos de Campos Bernardi¹, Evandro Chartuni Mantovani², Paulo Sergio de Paula Herrmann Junior³, Maria Angelica de Andrade Leite⁴, Breno Silva Beda de Assunção⁵, Ricardo Yassushi Inamasu⁶, Ricardo Fonseca Araujo⁷, Margareth Gonçalves Simões⁸, Ronaldo Pereira de Oliveira⁹, Thiago Teixeira Santos¹⁰

¹ Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos (SP), Brasil, alberto.bernardi@embrapa.br

² Pesquisador Aposentado, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas (MG), Brasil, mantovani.evandro@gmail.com,

³ Pesquisador, Embrapa Instrumentação, São Carlos (SP), Brasil, paulo.herrmann@embrapa.br

⁴ Pesquisador, Embrapa Agricultura Digital, Campinas (SP), Brasil, angelica.leite@embrapa.br

⁵ Analista, Embrapa - Secretaria de Inovação e Negócios, Brasília (DF), Brasil, breno.assuncao@embrapa.br

⁶ Pesquisador, Embrapa Instrumentação, São Carlos (SP), Brasil, ricardo.inamasu@embrapa.br

⁷ Analista, Embrapa - Secretaria de Inovação e Negócios, Brasília (DF), Brasil, ricardo.araujo@embrapa.br

⁸ Pesquisadora, Embrapa Solos, Rio de Janeiro (RJ), Brasil, margareth.simoes@embrapa.br

⁹ Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro (RJ), Brasil, ronaldo.oliveira@embrapa.br

¹⁰ Pesquisador, Embrapa Agricultura Digital, Campinas (SP), Brasil, thiago.santos@embrapa.br

RESUMO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas metas compõem uma agenda mundial para subsidiar a elaboração de políticas públicas com foco no desenvolvimento sustentável do planeta até 2030, erradicando a pobreza e promovendo uma vida digna para todos. A atuação da Embrapa está fortemente vinculada aos ODS. As tecnologias de automação, agricultura de precisão e digital podem contribuir para o aumento da produtividade e sustentabilidade dos sistemas produtivos e apoiar a geração de ativos que agreguem valor aos produtos e processos agropecuários. Essa área emergente e inovadora necessita de grande esforço da pesquisa científica e tecnológica visando a incorporação dessas tecnologias nos sistemas de produção de forma rápida e eficiente, levando a Embrapa a instituir o Portfólio Automação, Agricultura de Precisão e Digital. Este capítulo indica o alinhamento das tecnologias de automação, agricultura de precisão e digital, com as metas dos ODS, que estão vinculadas aos ODS 1 (erradicar a pobreza), 2 (erradicar a fome), 6 (água potável e saneamento), 8 (trabalho digno e desenvolvimento econômico), 9 (inovação e infraestrutura), 12 (consumo e produção responsáveis) e 15 (vida terrestre). Conclui-se que as tecnologias de automação, agricultura de precisão e digital contribuem, direta ou indiretamente, para o alcance de 28 metas vinculadas aos sete ODS.

Palavras-chave: metas de desenvolvimento sustentável; segurança alimentar; intensificação sustentável.

ABSTRACT

The Sustainable Development Goals (SDGs) and their targets make up a global agenda to subsidize the public policy elaboration focused on the planet's sustainable development by 2030, eradicating poverty and promoting a dignified life for all. Embrapa's activities are strongly linked to the SDGs. Automation, precision agriculture, and digital technologies can increase the productivity and sustainability of production systems and support the generation of assets that add value to agricultural products and processes. This emerging and innovative area requires a great effort from scientific and technological research aimed at incorporating these technologies into production systems quickly and efficiently, leading Embrapa to set up the Automation, Precision, and Digital Agriculture Portfolio. This chapter indicates the alignment of automation, agriculture, and precision and digital technologies, with the SDGs, which are linked to SDG 1 (eradicate poverty), SDG 2 (eradicate hunger), SDG 6 (clean

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-38-0.1000068>

 Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

water and sanitation), SDG 8 (decent work and economic development), SDG 9 (innovation and infrastructure), SDG 12 (responsible consumption and production), and SDG15 (life on land). It was concluded that automation, agriculture, precision, and digital technologies contribute, directly or indirectly, to the achievement of 28 goals linked to the 7 SDGs.

Keywords: sustainable development goals; food security; sustainable intensification.

1 INTRODUÇÃO

As novas tecnologias digitais e de automação de máquinas e equipamentos serão imprescindíveis para garantir a segurança alimentar no futuro e, com isso, a agricultura digital trará ganhos importantes em eficiência, auxiliando os agricultores a tornar essa atividade cada vez mais sustentável. As tecnologias digitais contribuem na solução de problemas tradicionais da agricultura, modificando os processos operacionais, melhorando a experiência do cliente e estabelecendo novos modelos de negócios (Massruha et al., 2020). No cenário atual de necessidade de expansão da produção e maior qualidade dos produtos, e diante da menor oferta de mão de obra, o uso das tecnologias digitais pode ser decisivo na gestão da propriedade, considerando a variabilidade espacial e a individualização dos animais para maximizar o retorno econômico e minimizar os riscos de danos ao meio ambiente (Basso et al., 2019).

O sucesso do setor agropecuário brasileiro se deve em grande parte ao desenvolvimento, adaptação e adoção de tecnologias agrônomicas, conhecimento e gestão no processo de produção (Embrapa, 2018), com destaque para cultivares e raças adaptadas, sistemas de manejo do solo, da planta e da água (fertilizantes, corretivos, defensivos, irrigação, plantio direto etc.), com o apoio das empresas de máquinas e equipamentos que possibilitaram uma mecanização agrícola de precisão.

Somam-se a isso, ainda, as novas tecnologias de automação em máquinas e equipamentos agrícolas, com o uso de sensores e atuadores, Internet das Coisas (IoT), gerando grandes quantidades de dados das áreas produtivas. O conceito do “big data” refere-se a dados (principalmente) não estruturados, oriundos de múltiplas fontes e que deverão ser coletados, armazenados, integrados e analisados no intuito de gerar informações para a tomada de decisão (Souza et al., 2020). O “big data” apoia-se no uso da computação em nuvem para integração de sistemas que estão cada vez mais presentes no campo como resultado da transformação digital com que a sociedade vem passando. São vários exemplos de sucesso como:

- Na área de insumos agrícolas que estão sendo aplicados por mecanismos e controladores embarcados inteligentes;

- No monitoramento de áreas produtivas por imagens de drones;
- Nas decisões de intervenção para combate de pragas e doenças, deficiência nutritiva ou de água, que estão sendo tomadas com auxílio de imagens de satélite, em séries temporais, com estratégias de manejo sendo implementadas com ajuda de plataformas de informação;
- No manejo da produção de produtos orgânicos apoiado por robôs;
- Na produção vertical automatizada com infraestrutura integrada à internet;
- Na fenotipagem de plantas de alto desempenho digital, auxiliando nas investigações de fatores bióticos e abióticos, e o ganho genético de culturas de interesse;
- No uso de *machine learning* para o monitoramento por satélite dos sistemas integrados de produção (iLPF);
- e em diversas outras tecnologias ainda em desenvolvimento.

De acordo com Inamasu et al. (2016), a automação agropecuária é definida como um sistema no qual os processos operacionais de produção agrícola, pecuária e/ou florestal são monitorados, controlados e executados por meio de máquinas e/ou dispositivos mecânicos, eletrônicos ou computacionais, para ampliar a capacidade de trabalho humano. Dessa forma, a automação pode atuar nos processos visando otimizar as atividades agrícolas, pecuárias e florestais para:

- Aumentar a produtividade do sistema e do trabalho;
- Otimizar o uso de tempo;
- Otimizar uso de insumos e capital;
- Reduzir perdas na produção;
- Aumentar a qualidade dos produtos;
- Reduzir os erros de variância fenotípica e a reprodutibilidade nos estudos de melhoramento;
- Melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores da lavoura e das cadeias.

Complementando as transformações que ocorrem atualmente em diferentes setores, a agricultura digital (AD), inspirada na transformação digital da sociedade, incorpora conceitos da indústria 4.0 descritos a seguir (Tabela 1), e que integram a agricultura de precisão, conectividade agrícola, sistemas de infor-

Tabela 1. Tecnologia e conceitos da indústria 4.0 aplicados na agricultura digital (AD).

Tecnologias	Conceitos
• Computação em nuvem	Cloud, Fog, Mist e Edge Computing com LoRa, ZigBee, Mesh, BTLE, redes NB e LTE - 5g
• Análise de grande volume de dados	Big data e Analytics, Data Warehouse, mineração de dados e variações
• Realidade virtual e aumentada, Internet das Coisas (iot), inteligência artificial	Aprendizado de máquinas, reconhecimento de padrões e variantes
• Sistemas robóticos autônomos, novos modelos de negócios, integração horizontal e vertical	Integração de processos da gestão da produção como ERP - Planej. de Recursos Corp., blockchain
• Conectividade agrícola	Padrões de comunic. como ISOBUS e iniciativas como a AgGateway

mação geográfica para gestão territorial e a automação agrícola na forma mais abrangente.

Para a Embrapa (2020), a AD é um conjunto de métodos computacionais de alto desempenho, rede de sensores, comunicação de máquina para máquina (M2M), conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo, englobando agricultura e pecuária de precisão, automação e robótica agrícola, técnicas de big data e Internet das Coisas.

A exemplo de demais setores, a expectativa dos benefícios da AD é de maior eficiência operacional dos processos de produção e de maior transparência, além de contribuir nos demais elos da cadeia envolvendo a pré-produção e a pós-produção, como logística na distribuição de insumos e produtos, eficiência na geração de novas variedades de plantas e animais, aproximação do produtor ao cliente. Essa nova onda de tecnologias digitais tem gerado oportunidades de negócios para indústrias, startups e empresas de serviço e consultorias no Brasil, bem como demandas e questionamentos para a pesquisa agropecuária.

Em um recente levantamento realizado no Brasil com 504 produtores sobre o uso da AD, Bolfe et al. (2020) indicaram que 84% dos entrevistados utilizam pelo menos uma tecnologia digital em seu sistema de produção. Apesar do alto índice, a pesquisa indicou que 70,4% seriam para o uso de internet em atividades gerais ligadas à produção agrícola. O principal benefício citado pelos usuários da AD refere-se à percepção de aumento de produtividade, e os principais desafios elencados estão nos custos de aquisição de máquinas, equipamentos, softwares e na conectividade. O levantamento destacou, ainda, que 95% dos produtores estão dispostos para conhecer novas tecnologias para fortalecer o desenvolvimento agrícola em suas propriedades.

1.1 Portfólio de Automação, Agricultura de Precisão e Digital da Embrapa

A Embrapa tem envidado esforços para promover a agricultura digital, sendo que o tema está entre os pilares estratégicos do seu Plano Diretor (Embrapa, 2020). Um dos objetivos estratégicos é relacionado ao tema e propõe a otimização dos sistemas produtivos agropecuários e agroindustriais por meio da automação de processos e da agricultura de precisão e digital.

Atualmente, a Embrapa possui nove portfólios¹ para incrementar a conexão entre os projetos de PD&I e o direcionamento estratégico da programação definido pelas metas de impacto e pelos objetivos estratégicos da empresa, bem como aos desafios das megatendências apontadas no Documento Visão: 2030 (Embrapa, 2018), por meio dos desafios de inovação. A Embrapa tem nesses portfólios os instrumentos de apoio gerencial para organização de projetos em temas estratégicos, definido pelas metas de impacto e pelos objetivos estratégicos da empresa.

O Portfólio de Automação, Agricultura de Precisão e Digital (Inamasu et al., 2016) esteve ativo entre dezembro de 2013 e junho de 2024 e tinha como objetivos “planejar, promover e acompanhar os processos de desenvolvimento, de adaptação e disseminação dos conhecimentos e tecnologias em automação, agricultura de precisão e agricultura digital para o aumento de produtividade e sustentabilidade dos sistemas produtivos e apoiar a geração de ativos que agreguem valor aos produtos e processos agropecuários”. Atualmente foi reformulado está organizado como o Portfólio Transformação digital na agricultura.

Assim, a automação, como área emergente e inovadora, necessita de grande esforço da pesquisa científica e tecnológica visando a incorporação dessas tecnologias nos

¹ Disponível em: <https://www.embrapa.br/pesquisa/portfolios>. Acesso em: 24 out 2024.

Tabela 2. Desafios para inovação do Portfólio de Automação, Agricultura de Precisão e Digital.

Desafios para inovação
● Prover soluções digitais e ciberfísicas em apoio à identificação, rastreabilidade, sensoriamento e à certificação de rebanhos e de produtos de origem animal e vegetal
● Viabilizar a automação do manejo e produção de espécies vegetais e animais em ambientes de produção agrícola, considerando as especificidades regionais de cada bioma
● Viabilizar a conectividade de dispositivos atuadores e sensores em áreas agrícolas das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, para aplicações em agricultura de precisão e agricultura digital
● Viabilizar a integração e conectividade entre agricultura de precisão e digital para monitoramento e manejo dos sistemas
● Viabilizar ferramentas de fenotipagem de alta resolução e automação para uso no melhoramento de bovinos, milho, soja e cana-de-açúcar tolerantes aos fatores bióticos e abióticos
● Viabilizar plataformas digitais integradas para irrigação de precisão, análise de solos, de plantas e de animais das principais commodities agropecuárias (soja, milho, trigo, algodão, açúcar, citros, celulose e carnes suína, frango e bovina)
● Viabilizar soluções digitais e ciberfísicas de suporte à análise de dados e à tomada de decisão e gestão da produção na propriedade rural

sistemas de produção de forma rápida e eficiente. Nesse cenário, o Comitê Gestor do Portfólio Automação (CGPort Automação) realizou análise dos principais problemas e oportunidades de pesquisa com sugestões de diversas unidades da Embrapa, Universidades e parceiros da iniciativa privada, definindo um conjunto de Desafios para Inovação – DI (Tabela 2). Para facilitar a indução dos novos projetos, os conjuntos foram priorizados em sete DIs, na busca de soluções de problemas para gestão inteligente dos sistemas de produção.

2 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas (Santos et al., 2018), que compõem uma agenda mundial para subsidiar a elaboração de políticas públicas. Os ODS foram definidos para transformar a economia, a sociedade e o meio ambiente do mundo e representam medidas para promover o desenvolvimento sustentável do planeta até 2030, erradicando a pobreza e promovendo uma vida digna para todos. Constituem um apelo universal para proteger o planeta e garantir que todas as pessoas tenham dignidade, visando conduzir governos, empresas e sociedades para um mundo mais sustentável e inclusivo. Eles servem como uma orientação para os países superarem os desafios ambientais, políticos e econômicos mais urgentes. A atuação da Embrapa está fortemente vinculada aos ODS² (Santos Valle; Kienzle, 2020).

² Disponível em: <https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>. Acesso em: 30 set. 2024.

Nesse contexto, o trabalho de Trendov et al. (2019) considerou três eixos para identificar possíveis áreas de melhoria e aceleração das tecnologias digitais na agricultura e no meio rural: i) econômica: as tecnologias podem contribuir para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e logística, reduzir a perda e o desperdício de alimentos, aumentar as oportunidades de mercado, trazer sustentabilidade ao nível dos agricultores, cadeias de valor e países e aumentar o PIB do setor e nacional; ii) social e cultural: as tecnologias podem criar um efeito integrador a nível social e cultural através dos mecanismos de comunicação; iii) ambiental: a AP e AD permitem monitorar e otimizar os processos de produção, bem como as cadeias de valor e os produtos entregues, além de permitir a prevenção e adaptação às mudanças climáticas e o melhor uso dos recursos naturais.

Sendo o Brasil um dos maiores produtores e exportadores agrícolas mundiais, para que o país possa garantir, ou mesmo ampliar, sua capacidade de produção com sustentabilidade, ao mesmo tempo atender a demanda global por segurança alimentar e nutricional como um grande exportador de commodities agrícolas, tornam-se necessárias a modernização, a tecnificação e a inovação em toda a cadeia de produção agrícola, convergindo para o uso da automação e a viabilização da AP e AD como resultado da transformação digital do setor.

Muitas das novas tecnologias de AP, AD e automação ainda estão evoluindo e sendo validadas, e há muitas possibilidades para que estas tecnologias contribuam para o desenvolvimento sustentável. Mas também há desafios que incluem diversas etapas a serem cumpridas, que envolvem desde a sistematização do conhecimento gerado, padronização e integração

de métodos, tradução do conhecimento em soluções para inovação pela sociedade e a disponibilidade de recursos financeiros. Este capítulo alinha as tecnologias de automação, agricultura de precisão e digital com as metas dos ODS como uma forma de aproximar o trabalho de pesquisa com os tomadores de decisão, indicando a aplicação prática dessas tecnologias.

2.1 Alinhamento da automação, agricultura de precisão e digital às metas dos ODS

As contribuições para os aspectos ambiental, social e econômico associados às metas dos referidos ODS foram abordadas nas publicações de Costa et al. (2018), Krolow et al. (2018), Medeiros et al. (2018), Mello et al. (2018), Vilela et al. (2018), Palhares et al. (2018), Santos Valle e Kienzle (2020) e Silva et al. (2018).

As tecnologias digitais podem contribuir na melhoria dos meios de subsistência, especialmente dos pequenos produtores, pela redução do trabalho manual e repetitivo e melhoria da produtividade. Também podem contribuir com aumento da produção (em comparação com os alcançados com as práticas tradicionais), aumentando a renda e a oferta e a ingestão de alimentos (Santos Valle; Kienzle, 2020).

Costa et al. (2018) apresentaram as soluções relacionadas aos sistemas agroalimentares sustentáveis desenvolvidos pela Embrapa que contribuem com as metas do ODS 1 “**Erradicação da pobreza**”. Os autores destacam que a pobreza não deve ser considerada apenas do ponto de vista da privação de recursos financeiros, mas, também de forma ampla, como a privação de recursos, capacidades, escolhas, segurança e poder.

A escassez de mecanização no campo limita a capacidade de trabalho (ha/h) e eleva o custo de produção da agricultura familiar, como consequente diminuição da renda. A inclusão tecnológica da agricultura familiar e a elevação da renda devem ser prioridades nos

próximos anos, e a utilização das tecnologias de automação, AP e AD, deverão ser decisivas para alcançar esses objetivos. O aumento do valor agregado dos produtos exigirá mecanismos mais elaborados, demandantes de tempo e de dedicação, de modo que a adoção de práticas modernas de tratos de animais e de cultivo poderá ser decisiva. Porém, a falta de conectividade no campo, tanto vertical como horizontal, é crítica para o desenvolvimento da automação e AD. Por isso, será essencial promover a cobertura digital de grandes extensões de área de produção agrícola.

Para Santos Valle e Kienzle (2020), as tecnologias digitais promovem a segurança alimentar e a nutrição adequada, pelo aumento da produção e produtividade agropecuária, e a diversificação das espécies cultivadas devido à otimização do sistema de produção, que dessa forma podem contribuir para a redução da dependência de alimentos de áreas de produção distantes. Além disso, a diversificação do consumo pode aumentar a oferta e a ingestão de alimentos, e consequentemente contribuir para melhoria da nutrição geral.

A contribuição da Automação, Agricultura de Precisão e Digital para o ODS 2 “**Fome zero**” e agricultura sustentável ocorre nas metas 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 2.a e 2.b. As perspectivas e os entraves para o avanço em busca da superação do grave problema representado pela fome e desnutrição, e da redução dos impactos provocados pela atividade agrícola sobre o meio ambiente, foram discutidos por Medeiros et al. (2018).

As soluções digitais e ciberfísicas possibilitarão monitorar os rebanhos e produtos de origem animal e vegetal, atestando sua qualidade, promovendo melhoria na sua produtividade e permitindo o acompanhamento do mercado e do comércio. Dessa forma contribuindo, especialmente, com as metas de produção de alimentos seguros, nutritivos e suficientes (2.1); aumento de produtividade / renda / tecnolo-

ODS 1. Erradicação da pobreza



Metas associadas*:

1.1 - Até 2030, erradicar a pobreza extrema para todas as pessoas em todos os lugares, atualmente medida como pessoas vivendo com menos de US\$ 1,25 por dia;

1.2 - Até 2030, reduzir pelo menos à metade a proporção de homens, mulheres e crianças, de todas as idades, que vivem na pobreza, em todas as suas dimensões, de acordo com as definições nacionais.

* Adaptado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/1>

ODS 2. Fome zero e agricultura sustentável



Metas associadas*:

2.1 - Até 2030, acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e pessoas em situações vulneráveis, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano

2.3 - Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola

2.4 - Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

2.5 - Até 2020, manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados e bem geridos em nível nacional, regional e internacional, e garantir o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados, como acordado internacionalmente

2.a - Aumentar o investimento, inclusive via o reforço da cooperação internacional, em infraestrutura rural, pesquisa e extensão de serviços agrícolas, desenvolvimento de tecnologia, e os bancos de genes de plantas e animais, para aumentar a capacidade de produção agrícola nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos.

2.b - Corrigir e prevenir as restrições ao comércio e distorções nos mercados agrícolas mundiais, incluindo a eliminação paralela de todas as formas de subsídios à exportação e todas as medidas de exportação com efeito equivalente, de acordo com o mandato da Rodada de Desenvolvimento de Doha

* Adaptado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>

gia / agregação de valor (2.3) e subsídios e restrições (2.b) no que se refere a corrigir e prevenir as restrições ao comércio e distorções nos mercados agrícolas mundiais.

O uso da automação dos sistemas produtivos vai permitir um controle mais preciso da produção por meio de automatização de manejos como irrigação, plantio, aplicação de fertilizantes e inseticidas, de acordo com a necessidade da planta, além da realização e acompanhamento da colheita, entre outros, possibilitando um ganho de produtividade de forma sustentável com o uso racional dos recursos naturais. Um outro aspecto importante é que podem contribuir para o aumento da diversidade genética, pela valorização da produção local, e para a redução da dependência externa e distantes de produção e suprimento de sementes. Esse processo vai impactar positivamente as metas de produção de alimentos seguros, nutritivos e suficientes (2.1); melhoria da produtividade / renda / tecnologia / agregação de valor (2.3); garantia de sistemas sustentáveis de produção (2.4) e diversidade genética de sementes (2.5).

O uso de dispositivos atuadores e sensores em áreas agrícolas para aplicações em AP e AD possibilitará a coleta de dados em vários estágios do sistema produtivo.

O uso de sistemas inteligentes, e gerando conhecimento para a tomada de decisão baseada em conhecimento, garantirá sistemas sustentáveis de produção de alimentos, que aumentem a produtividade e a produção, que auxiliem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (2.4).

A AP e AD integradas possibilitarão o armazenamento dos dados coletados pelas máquinas e sensores, e a aplicação de modelos e algoritmos de inteligência artificial pela AD sobre os dados de monitoramento. Com isso, será possível implementar o manejo dos sistemas levando a agricultura baseada em conhecimento, e apoiar o uso de sistemas cada vez mais sustentáveis para a produção de alimentos, ao mesmo tempo em que utiliza os recursos naturais de forma racional levando em conta a capacidade de adaptação às mudanças climáticas e eventos extremos (2.4).

As ferramentas de fenotipagem de alta resolução e automação: i) são úteis para melhorar sistemas sustentáveis de produção de alimentos, e dessa forma contribuir no melhoramento e pré-melhoramento de plantas e animais (2.4.); ii) subsidiam a transfe-

rência de genes, que estão armazenados em bancos de germoplasmas, permitindo alcançar características desejáveis a plantas e animais e melhoramento genético, incluindo o pré-melhoramento; iii) subsidiarão o aumento em investimento, tanto para cooperação internacional como no âmbito da melhoria de infraestrutura rural, de pesquisa e extensão de serviços agrícolas, com o objetivo de transferir tecnologias para aumentar a capacidade agrícola de países em desenvolvimento (2a).

As plataformas digitais integradas para irrigação de precisão aplicadas aos sistemas de produção sustentáveis, poderão ser resilientes nos sistemas produtivos com economia de água e com impacto na produção integrado a outros fatores, como fertilidade, sementes de qualidade, controle de fitossanidade etc., e ajudando a manter os ecossistemas no que se relaciona as mudanças climáticas (2.4). Essas plataformas também subsidiarão o aumento do investimento, tanto para cooperação internacional como no âmbito da melhoria de infraestrutura rural, de pesquisa e extensão de serviços agrícolas, com o objetivo de transferir tecnologias para aumentar a capacidade agrícola de países em desenvolvimento (2.a).

O uso de soluções digitais e ciberfísicas integradas para suporte à tomada de decisão na propriedade rural vai gerar conhecimentos que possibilitem a otimização de uso de insumos, o uso dos recursos naturais de forma sustentável, e mesmo preservá-los, levando a garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e aumento de produção e produtividade (2.4).

De acordo com Silva et al. (2018), água limpa e de qualidade é essencial para a saúde humana, bem-estar e prosperidade. O acesso à água em quantidade

suficiente é uma necessidade básica do ser humano, tanto para o seu consumo próprio quanto para o desenvolvimento de suas atividades econômicas, culturais, de lazer e outras. A contribuição da Automação, Agricultura de Precisão e Digital para o ODS 6 “Água potável e saneamento” ocorre nas metas 6.4, 6.5 e 6.6.

O uso de dispositivos atuadores e sensores em áreas agrícolas para aplicações em agricultura de precisão e agricultura digital vai permitir a coleta de dados em várias fases do sistema produtivo desde a plantação até a colheita, considerando também a irrigação, possibilitando o uso de sistemas inteligentes e gerando informações para a tomada de decisão baseada em conhecimento acarretando uma melhor gestão do uso dos recursos hídricos (6.4).

A AP e AD integradas possibilitarão o armazenamento dos dados coletados pelas máquinas e sensores da AP e a aplicação de modelos e algoritmos de inteligência artificial pela AD sobre os dados de monitoramento e o manejo dos sistemas, principalmente aqueles que se referem ao uso de água, levando a uma agricultura baseada em conhecimento que vai permitir uma melhor gestão dos recursos hídricos e seu uso de maneira eficiente (6.4).

As plataformas digitais aplicadas à irrigação de precisão são plataformas de gestão do uso de água na agricultura para evitar desperdício (6.4, 6.5) e permitir evitar excessos e proteger o lençol freático de lixiviação de água contendo elementos químicos aplicado ao solo (6.6).

O uso de soluções digitais e ciberfísicas integradas para suporte à tomada de decisão na propriedade rural gerará informações que possibilitam o uso eficiente da água (6.4), além de fomentar a gestão integrada de recursos hídricos como um todo uma vez que a

ODS 6. Água potável e saneamento



Metas associadas*:

6.4 - Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água

6.5 - Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado

6.6 - Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

*Adaptado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>

ODS 8. Trabalho decente e crescimento econômico



Metas associadas*:

8.1 - Sustentar o crescimento econômico per capita de acordo com as circunstâncias nacionais e, em particular, um crescimento anual de pelo menos 7% do produto interno bruto [PIB] nos países menos desenvolvidos

8.2 - Atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valor agregado e dos setores intensivos em mão de obra

8.3 - Promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, e incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros

8.4 - Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental, de acordo com o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com os países desenvolvidos assumindo a liderança

*Adaptado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/8>

gestão hídrica em muitas propriedades vai contribuir com o atingimento da meta a nível municipal, regional e nacional (6.5).

De acordo com Mello et al. (2018), este ODS tem foco no trabalho, no trabalhador e no desenvolvimento econômico. As tecnologias digitais podem impactar na dinâmica da migração rural-urbana, uma vez que a adoção de novas tecnologias em propriedades agrícolas impactará a produção, assistência técnica e operação e manutenção de sensores, atuadores, equipamentos e máquinas. Haverá desenvolvimento de novas oportunidades de trabalho, revitalizando os empregos no campo, e incentivando a educação e a permanência de jovens nas áreas rurais (Santos Valle; Kienzle, 2020). Segundo os autores, também haverá impacto sobre a criação de empregos e negócios, pois a necessidade de mão de obra qualificada e treinada para desenvolver, adaptar, operar e manter todos os elementos das novas tecnologias criará nichos de emprego para jovens capacitados e empresários rurais para alcançar uma produção agropecuária mais eficiente. E haverá ainda o surgimento de novos modelos de negócios.

A Automação, Agricultura de Precisão e Digital contribui para o ODS 8 “**Trabalho decente e crescimento econômico**” com soluções tecnológicas com a finalidade de mitigar ou atenuar os problemas evidenciados e contribuir para o desenvolvimento sustentável, e ocorre nas metas 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4.

Dessa forma, o uso da automação dos sistemas produtivos vai permitir um controle mais preciso da produção por meio de automatização de manejos como ir-

rigação, plantio, aplicação de fertilizantes e inseticidas de acordo com a necessidade da planta, além da realização e acompanhamento da colheita, entre outros, possibilitando um ganho de produtividade de forma sustentável com o uso racional dos recursos naturais levando a um maior crescimento econômico sustentável (8.1) e o uso eficiente de recursos naturais (8.4).

O uso de dispositivos atuadores e sensores em áreas agrícolas para aplicações em AP e AD possibilitará a coleta de dados em várias fases do sistema produtivo, desde a plantação até a colheita, possibilitando o uso de sistemas inteligentes e gerando informações para a tomada de decisão, baseada em conhecimento almejando obter um aumento de produtividade (8.2); bem como gerando conhecimento para apoiar políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas (8.3).

A AP e AD integradas possibilitarão o armazenamento dos dados coletados pelas máquinas e sensores e a aplicação de modelos e algoritmos de inteligência artificial, pela AD, sobre os dados de monitoramento. Com isso, ocorrerá a condução dos sistemas de produção baseada em conhecimento, que permitirá acompanhar melhor a produção e automatizar os manejos do sistema produtivo levando a um aumento de produtividade (8.2), permitindo gerar dados e informações para apoiar políticas de desenvolvimento (8.3) e usar os recursos naturais de forma racional e mais eficiente gerando sistemas mais sustentáveis (8.4).

O uso de soluções digitais e ciberfísicas integradas, para suporte à tomada de decisão na propriedade rural, permitirá melhorar a gestão, monitorar os

parâmetros de produção, e, assim, contribuindo para o aumento da produtividade por meio da modernização tecnológica (8.2) e o uso eficiente de recursos na produção agrícola promovendo a diminuição da degradação ambiental (8.4).

O ODS 9 “**Inovação infraestrutura**” trata do fortalecimento da inovação na pesquisa agropecuária para reduzir perdas e desperdícios de alimentos, melhorar a gestão de resíduos, desenvolver a agroindústria familiar e a exportação de alimentos, além dos desafios futuros para promover infraestruturas resilientes, industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação (Krolow et al., 2018).

As tecnologias digitais poderão contribuir para a diminuição das barreiras tecnológicas pela integração de diferentes tipos de tecnologias, como aprendizado de máquina, posicionamento por satélite ou automatização, e com isso diminuir a distância entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento. As novas tecnologias são adaptáveis e possibilitam a adoção em diferentes sistemas de produção, dessa forma proporcionam saltos na evolução tecnológica da produção agropecuária, evoluindo da agricultura de subsistência com baixo nível tecnológico para a agricultura comercial baseada na AP e AD (Santos Valle; Kienzle, 2020).

A Automação, Agricultura de Precisão e Digital contribui com o alcance das metas 9.b e c, 9.1, 9.4 e 9.5. Essas tecnologias são essenciais para o fortalecimento

da pesquisa científica e capacidade tecnológica na área de automação, AP e AD (9.5).

O uso de dispositivos atuadores e sensores em áreas agrícolas para aplicações em AP e AD permitirá o desenvolvimento de infraestrutura de qualidade para a coleta de dados e informações para apoiar o desenvolvimento econômico agrícola (9.1) e modernizar a infraestrutura e reabilitar a agroindústria para torná-la sustentável, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias (9.4). A AP e AD integradas possibilitarão o armazenamento dos dados coletados pelas máquinas e sensores da AP, e a aplicação de modelos e algoritmos de inteligência artificial, pela AD, sobre os dados de monitoramento e o manejo dos sistemas, levando a uma agricultura baseada em conhecimento que vai apoiar o desenvolvimento econômico agrícola (9.1), possibilitará a modernização da infraestrutura e reabilitará a agroindústria para torná-la sustentável, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias (9.4).

As ferramentas de fenotipagem de alta resolução e automação aplicadas a plantas e animais poderão trabalhar com investimentos de infraestrutura adequados para a utilização dessa tecnologia (9.4). As ferramentas de fenotipagem de alta resolução e automação, por meio da aplicação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) a plantas e animais, através da internet, irão contribuir na pesquisa cien-

ODS 9. Inovação e infraestrutura	9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA 
Metas associadas*:	
9.1 - Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos	
9.4 - Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos, com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades	
9.5 - Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, inclusive, até 2030, incentivando a inovação e aumentando substancialmente o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de pessoas e os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento	
9.b - Apoiar o desenvolvimento tecnológico, a pesquisa e a inovação nacionais nos países em desenvolvimento, inclusive garantindo um ambiente político propício para, entre outras coisas, a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities	
9.c - Aumentar significativamente o acesso às tecnologias de informação e comunicação e se empenhar para oferecer acesso universal e a preços acessíveis à internet nos países menos desenvolvidos, até 2020	

*Adaptado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/9>

tífica, aumentando as capacidades tecnológicas do país e, consequentemente, agregando valor nas commodities (9.5, 9.b e 9.c).

As plataformas digitais integradas para irrigação de precisão, análise de solos, de plantas e de animais poderão trabalhar com investimentos de infraestrutura adequados para utilização dessa tecnologia ou através de uma ferramenta como GPS comunitário, como um marcador (latitude e longitude), que permitirá o uso do conceito de agricultura de precisão, para o mapeamento georreferenciado de áreas com solo de textura variável (argiloso, arenoso etc.), com maior ou menor grau de produção (9.1 e 9.4).

A utilização das plataformas digitais, aplicando as TIC para irrigação de precisão, análise de solos, de plantas e de animais, através da internet, irá contribuir na pesquisa científica, aumentando as capacidades tecnológicas do país e, consequentemente, agregando valor nas commodities (9.5, 9.b e 9.c).

O uso de soluções digitais e ciberfísicas integradas para suporte à tomada de decisão na propriedade rural vai fomentar o aumento do acesso às soluções de TIC nas propriedades rurais (9.c).

O consumo sustentável de bens e serviços foi definido por Palhares et al. (2018) como sendo o uso de bens e serviços para atender as necessidades básicas, proporcionar melhor qualidade de vida, concomitantemente minimizando o uso dos recursos naturais e materiais tóxicos, bem como a geração de resíduos, e a emissão de poluentes durante todo o ciclo de vida do produto ou do serviço, e dessa forma não colocando em risco as necessidades das futuras gerações. A Automação, Agricultura de Precisão

e Digital contribui para o ODS 12 “**Consumo e produção responsáveis**”. De acordo com Santos Valle e Kienzle (2020), a adoção de procedimentos de automação, AP e AD, para otimizar o uso de recursos e aumentar a eficiência das operações de cultivo pode contribuir com a intensificação sustentável da produção, por exemplo por meio da aplicação de insu- mos à taxa variável.

As soluções digitais e ciberfísicas vão possibilitar a semeadura a taxa variável e o controle localizado de pragas e plantas invasoras, permitindo que os agricultores produzam mais com menos fomentando a produção e consumo sustentável (12.1).

O uso da automação nos sistemas produtivos vai permitir um controle mais preciso da produção por meio de automatização de manejos como irrigação, plantio, aplicação de fertilizantes e inseticidas de acordo com a necessidade da planta, cultivos, colheita e monitoramento, entre outros, possibilitando um ganho de produtividade de forma sustentável com o uso racional dos recursos naturais levando a uma produção e consumo sustentáveis (12.1), melhoria na gestão e uso de recursos naturais (12.2) e redução de resíduos poluentes (12.4).

O uso de dispositivos atuadores e sensores em áreas agrícolas, para aplicações em agricultura de precisão e agricultura digital, vai permitir desenvolver infraestrutura de qualidade para a coleta de dados e informações que vão colaborar com a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais (12.2) e permitir o uso de produtos químicos conforme a necessidade da cultura levando a minimizar seu impacto negativo no ambiente (12.4).

ODS 12. Consumo e produção responsáveis



Metas associadas*:

12.1 - Implementar o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com todos os países tomando medidas, e os países desenvolvidos assumindo a liderança, tendo em conta o desenvolvimento e as capacidades dos países em desenvolvimento

12.2 - Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

12.4 - Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente

12.a - Apoiar países em desenvolvimento a fortalecer suas capacidades científicas e tecnológicas para mudar para padrões mais sustentáveis de produção e consumo

*Adaptado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>

A AP e AD integradas possibilitarão o armazenamento dos dados coletados pelas máquinas e sensores, e a aplicação de modelos e algoritmos de inteligência artificial, pela AD, sobre os dados de monitoramento e o manejo dos sistemas levando a uma agricultura baseada em conhecimento o que vai colaborar com a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais (12.2) e permitir o uso de produtos químicos conforme a necessidade da cultura levando a minimizar seu impacto negativo no ambiente (12.4).

As ferramentas de fenotipagem de alta resolução e automação permitem i) interagir com vários países em desenvolvimento que inclusive apresentam infraestrutura e podem ser compartilhadas e consequentemente aumentando a capacidade tecnológica dos sistemas de produção (12.a); ii) implementação de programas com melhoramento de plantas e animais, visando uma produção sustentável.

As plataformas digitais integradas para irrigação de precisão, análise de solos, de plantas e de animais permitem a gestão para implementação de uma produção sustentável através da otimização do uso de água no solo e recursos naturais (12.1 e 12.2).

O uso de soluções digitais e ciberfísicas integradas para suporte à tomada de decisão na propriedade rural vai fornecer subsídios e conhecimentos para alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais (12.2) e, também, o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos (12.4), uma vez que vai possibilitar

orientar para o uso racional de agroquímicos, fertilizantes e evitar a geração de resíduos desnecessários.

A gestão sustentável de recursos naturais pode ser alcançada pela otimização do uso de insumos, minimização dos impactos negativos da atividade agropecuária e aumento da produção sem comprometer os recursos naturais existentes (Santos Valle; Kienzle, 2020). Vilela et al. (2018) apresentaram as contribuições da Embrapa ao ODS 15 **“Vida terrestre”**, que envolve a proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gestão sustentável das florestas, combate à desertificação, eliminação e reversão da degradação da terra e da perda de biodiversidade.

O uso da automação dos sistemas produtivos vai permitir um controle mais preciso da produção por meio de automatização de manejos como: irrigação, plantio, aplicação de fertilizantes e inseticidas de acordo com a necessidade da planta, cultivos, colheita e monitoramento das atividades, entre outros, levando a um maior conhecimento dos aspectos envolvidos no sistema de produção. Além disso, possibilita a tomada de decisão para um aumento de produtividade de forma sustentável, no que diz respeito ao mapeamento, conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce (15.1), melhoria da gestão de florestas nas propriedades rurais (15.2), combate à desertificação, restauração da terra e o solo degradado (15.3) e redução da degradação dos habitats naturais (15.5).

ODS 15. Vida terrestre



Metas associadas*:

15.1 - Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais;

15.2 - Até 2020, promover a implementação da gestão sustentável de todos os tipos de florestas, deter o desmatamento, restaurar florestas degradadas e aumentar substancialmente o florestamento e o reflorestamento globalmente

15.3 - Até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo

15.5 - Tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de habitat naturais, deter a perda de biodiversidade e, até 2020, proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas

*Adaptado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/15>

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias de automação, a agricultura de precisão e digital possibilitarão:

- A transformação digital do setor agrícola, ao mesmo tempo em que promoverão o alcance direta ou indiretamente de 28 metas vinculadas a sete ODS (1, 2, 6, 8, 9, 12, 15);
- A incorporação nos sistemas de produção, após a implantação dos sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementação de práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção;
- Atingimento de níveis mais elevados de produtividade das economias mediante a diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valor agregado e dos setores intensivos em mão de obra;
- Capacitação da mão de obra mais qualificada voltada a desenvolver, adaptar, operar e manter todos os elementos das novas tecnologias criará nichos de emprego para jovens capacitados e empresários rurais para alcançar a produção agropecuária mais eficiente;
- A integração de diferentes tipos de tecnologias, como aprendizado de máquina, posicionamento por satélite e automatização, contribuirá para a diminuição das barreiras tecnológicas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento;
- A evolução tecnológica da produção agropecuária, passando da agricultura de subsistência com baixo nível tecnológico para a agricultura comercial competitiva;
- A gestão sustentável de recursos naturais, com a otimização do uso de insumos, minimização dos impactos negativos da atividade agropecuária e aumento da produção sem comprometer os recursos naturais existentes.

REFERÊNCIAS

- BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. de C.; VAZ, C. M. P.; SPERANZA, E. A.; CRUVINEL, P. E. Agricultura de precisão e agricultura digital. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 20, p. 17-36, 2019.
- BOLFE, E. L.; JORGE, L. A. C.; DEL'ARCO SANCHES, I.; LUCHIARI JUNIOR, A.; COSTA, C. C.; VICTORIA, D. C.; INAMASU, R. Y.; GREGO, C. R.; FERREIRA, V. R.; RAMIREZ, A. R. Precision and digital agriculture: adoption of technologies and perception of Brazilian farmers. **Agriculture**, v. 10, n. 12, p. 1-16, 2020. <http://doi.org/10.3390/agriculture10120653>.
- COSTA, P.; COSTA, J. R.; WANDELLI, E. V.; BIANCHINI, F.; TAVARES, E. D. **Erradicação da pobreza**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 79 p. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 1).
- EMBRAPA. **VII Plano Diretor da Embrapa 2020-2030**. Brasília, DF, 2020. 31 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217274/1/VII-PDE-2020.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.
- EMBRAPA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF, 2018. 212 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194611/1/Visao-2030-o-futuro-da-agricultura-brasileira.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.
- INAMASU, R. Y.; BELLOTE, A. F. J.; LUCHIARI JUNIOR, A.; SHIRATSUCHI, L. S.; OLIVEIRA, P. A. V. de; BERNARDI, A. C. C. **Portfólio automação agrícola, pecuária e florestal**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2016. 14 p. (Embrapa Instrumentação. Documentos, 60)
- KROLOW, A. C. R.; NALERIO, E. S.; SAMARY, F. T.; LIMA, L. K. F. (Ed.). **Indústria, inovação e infraestrutura**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 55 p. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 9).
- MASSRUHA, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo a agricultura sustentável e inteligente. In: MASSRUHA, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; OLIVEIRA, S. R. M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Eds.). **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 20-45.
- MEDEIROS, C. A. B.; BUENO, Y. M.; SA, T. D. A.; VIDAL, M. C.; ESPINDOLA, J. A. A. **Fome zero e agricultura sustentável**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 71 p. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2).
- MELLO, L. M. R.; BASSI, N. S. S.; SANTOS, L. A.; GERUM, A. F. A. A. **Trabalho decente e crescimento econômico**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 54 p. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 8).
- PALHARES, J. C. P.; OLIVEIRA, V. B. V.; FREIRE JUNIOR, M.; CERDEIRA, A. L.; PRADO, H. A. **Consumo e produção responsáveis**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 92 p. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 12).
- SANTOS VALLE, S.; KIENZLE, J. **Agriculture 4.0**: start agricultural robotics and automated equipment for sustainable crop production. Rome: FAO, 2020. 25 p. (Integrated SANTOS, A. C. C.; HAMMES, V. S.; LOPES, D. B.; VILELA FILHO, O.; SAMPAIO, M. J. A. M.; NALERIO, E. S.; DINIZ, F. H.; KIILL, L. H. P.; SILVA, M. S. L.; GAMBETTA, R.; ARZABE, C.; PIEROZZI JUNIOR, I. Contextualização dos objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil e na Embrapa. In: HAMMES, V. S.; LOPES, D. B.; SANTOS, A. C. C.; COSTA, J. R.; OLIVEIRA, Y. M. M. (Eds.). **Pesquisa e inovação agropecuária na agenda 2030**: contribuições da Embrapa e parceiros. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 13-24.
- SILVA, M. S. L. da; MATTHIENSEN, A.; BRITO, L. T. de L.; LIMA, J. E. F. W.; CARVALHO, C. J. R. de. Água e sanea-

- mento: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 6). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184235/1/ODS-6-agua-e-saneamento.pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.
- SOUZA, K. X. S.; OLIVEIRA, S. R. M.; MACÁRIO, C. G. N.; ESQUERDO, J. C. D. M.; MOURA, M. F.; LEITE, M. A. A.; LIMA, H. P.; CASTRO, A.; TERNES, S.; YANO, I. H.; SANTOS, E. H. Agricultura digital: definições e tecnologias. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; OLIVEIRA, S. R. M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Eds.). **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 2, p. 46-66.
- TRENDONOV, N. M.; VARAS, S.; ZENG, M. **Digital technologies in agriculture and rural areas**: status report. Rome: FAO, 2019. 140 p.
- VILELA, G. F.; BENTES, M. P. M.; OLIVEIRA, Y. M. M.; MARQUES, D. K. S.; SILVA, J. C. B. **Vida terrestre**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 122 p. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 15).