

Revisão sistemática sobre Inteligência Artificial aplicada à cultura da mandioca

Luís Gustavo Silva¹, Danne Makleyston Gomes Pereira², Raimundo Filho³, Luis Alberto Libânio Lima⁴

¹Estudante do Curso Superior de Licenciatura em Computação do IFTO *Campus* Colinas do Tocantins, e-mail: <luisgsilva260@gmail.com>

²Professor Mestre do Curso Superior de Licenciatura em Computação do IFTO *Campus* Colinas do Tocantins, e-mail: <danne.pereira@ifto.edu.br>

³Professor Mestre do Curso Superior de Engenharia Agrônômica do IFTO *Campus* Colinas do Tocantins, e-mail: <raimundo.brito@ifto.edu.br>

⁴Professor Mestre do Curso Superior de Licenciatura em Computação do IFTO *Campus* Colinas do Tocantins, e-mail: <luis.lima@ifto.edu.br>

Resumo: Diversas técnicas de cultivo são adotadas nas mais variadas culturas, objetivando uma maior qualidade e/ou quantidade de produção do produto. Diversas dessas técnicas exigem o conhecimento científico, desenvolvido na academia. Outras, já dependem do conhecimento empírico dos agricultores adquirido no decorrer de anos de experiência. Entretanto, com o avanço tecnológico esses conhecimentos podem ser embarcados em ferramentas que auxiliem os agricultores ou até mesmo automatizam o processo de produção agrícola. Com essa evolução tecnológica pode-se observar progressos na engenharia de maquinários, na irrigação, no preparo do solo, na colheita, dentre outras fases de cultivo. Não somente, a tecnologia no âmbito dos *software* também teve sua evolução. Um exemplo dessa evolução é a inserção da Inteligência Artificial (IA) em *softwares* capazes de identificar pragas e doenças de diversas culturas. Ainda, a IA pode ser embarcada nos maquinários destinados aos cultivos, otimizando os resultados. Diante disso, este trabalho tem por finalidade realizar uma revisão sistemática da literatura buscando desenvolver o levantamento do estado da arte da Inteligência Artificial aplicada ao cultivo de mandioca, visto que este alimento é uma das principais culturas da agricultura brasileira. Além disso, nosso país ocupa a quarta posição na produção mundial de mandioca, possuindo 10% da produção do mundo, segundo a Embrapa, tornando assim nossa pesquisa relevante nessa temática. Com esta pesquisa pôde-se perceber o nível em que este recurso tecnológico está presente nesta cultura, além de permitir a visualização de novos caminhos da aplicabilidade da IA dentro de outras fases do cultivo da mandioca.

Palavras-chave: desenvolvimento, mandioca, otimização, inteligência artificial

1 INTRODUÇÃO

A mandioca representa o alimento básico de mais de 600 milhões de pessoas no mundo (EMBRAPA, 2011). A produção mundial da cultura da mandioca foi de 270,28 milhões de toneladas no ano de 2014 (CONAB, 2014). Em setembro de 2018 a produção brasileira de mandioca foi de 19,9 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de 1,4 milhões de hectares (SILVA; SILVA, 2019).

A mandioca possui diversas finalidades, podendo ser destinada à produção de farinhas, ao consumo das folhas, à alimentação animal e também na produção de subprodutos, como o amido industrial. Alimentos como a farinha são fundamentais para a base alimentar de muitos povos. No Brasil, a região norte se destaca no consumo da farinha, possuindo um consumo médio em torno de 23,53 kg/pessoa/ano (REINHARDT, 2019).

Por outro lado, tecnologias como a Inteligência Artificial (IA) vem sendo empregada no campo para diversas finalidades. Atualmente utilizam-se a IA para desenvolver estimativas de produtividade de uma determinada cultura (OLIVEIRA, 2019) e para o sistema de irrigação

(WOLFRANN, 2019), por exemplo. Outras tecnologias, como o Processamento de Imagens, também possuem espaço no campo, e.g., a análise de imagens captadas por veículos aéreos não tripulados (VANTs) de ambientes agrícolas a fim de detectar problemas na plantação (RODRIGUES, 2019).

Diante dos avanços tecnológicos e da relevância do alimento mandioca em nosso país, este trabalho de pesquisa objetiva investigar o estado da arte e os caminhos possíveis para as aplicabilidades das tecnologias de Inteligência Artificial no cultivo da mandioca. Para tanto, neste trabalho foram analisados artigos atuais publicados em periódicos relevantes na comunidade acadêmica que abordavam temas de aplicabilidade da IA dentro do cultivo da mandioca, em qualquer fase do cultivo. Espera-se que os resultados deste trabalho possam auxiliar trabalhos futuros, além de contribuir com discussões sobre o tema à comunidade acadêmica e científica.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: A Seção 2 apresenta a fundamentação sobre a mandioca e as fases do seu cultivo; A Inteligência Artificial é apresentada na Seção 3 juntamente com alguns dos algoritmos mais utilizados atualmente; A Seção 4 mostra ferramentas que podem apoiar o uso da Inteligência Artificial na cultura da mandioca; Trabalhos que tratam da aplicabilidade da Inteligência Artificial no cultivo da mandioca, em qualquer fase, é explorado na Seção 5; A discussão resultante neste artigo é apresentada na Seção 6.

2 A MANDIOCA

A mandioca é uma das principais culturas da agricultura brasileira. Nosso país ocupa a quarta posição na produção mundial de mandioca, possuindo 10% da produção do mundo (EMBRAPA, 2018). O Brasil produziu em 2017 a quantidade de 20.606.037 toneladas de mandioca em todas as regiões, sendo o Nordeste a região mais produtora de mandioca com 25,10% da produção nacional (EMBRAPA, 2018). No entanto, o estado Brasileiro que mais produz mandioca é o Pará, com 20,55% da produção do país.

FIGURA 1 - Produção de Mandioca por Estados Brasileiros em 2017



FONTE: Esboço próprio com base nos dados do IBGE (2019)

No ano de 2019, a previsão é de produção de 19,4 milhões de toneladas cultivada em uma área de 1,4 milhões de hectares (IBGE, 2019). Esse legume possui um papel importante na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria prima para inúmeros produtos industriais, como farinha e amido (EMBRAPA, 2003). O legume mandioca é importante não somente pelo rico alimento, mas também pelo poder de geração de empregos e pelo giro da economia que o mesmo é capaz, tornando-o relevante para o Brasil economicamente. Como prova disso, vemos a receita bruta oriunda da mandioca em 2016, que foi de 7,32 bilhões de reais (IBGE, 2017).

2.1 O CULTIVO DA MANDIOCA

O plantio da cultura da mandioca é realizado no período em que há uma maior quantidade de umidade no solo, devido esse fator fornecer condições fundamentais para a brotação e o enraizamento das manivas. Na região do Cerrado o plantio se realiza na época em que se inicia o período chuvoso, ou seja, entre os meses de outubro e janeiro.

Para realizar o plantio da cultura da mandioca é necessário fazer operações de limpeza no terreno. Posteriormente, é necessário realizar análise do solo, calagem e adubação de acordo com a interpretação dos resultados da análise de solo.

Em seguida, é preciso realizar a seleção das manivas a serem cultivadas. Para isso, é observado se elas estão maduras, o que acontece com idade entre 10 a 14 meses. Posteriormente, deve cortá-las em pedaços entre 15 a 20 cm de comprimento (FERREIRA FILHO et al., 2013) e seu corte

deve ser realizado em um ângulo reto de forma transversal, para que tenha uma melhor disponibilidade das raízes quando a maniva estiver enraizando (SAGRILO; JÚNIOR, 2008). As manivas devem estar livre de pragas e doenças, e possuírem entre 5 a 7 gemas (parte da mandioca em que nascerá o broto) que são as intersecções no decorrer da área da maniva (Júnior; Alves, 2014).

Para realizar o plantio das mandiocas é necessário dispor as manivas em fileiras “deitadas”, em uma profundidade de 8 cm, cobertas com terra. Durante todo o ciclo produtivo a partir do momento do plantio até a colheita é necessária uma observação sistemática nas mudas de mandioca a fim de se possibilitar o controle de doenças e pragas na cultura.

A colheita é realizada manualmente com o auxílio de ferramentas e é uma das operações mais caras do sistema de produção de mandioca. As raízes devem ser cortadas, e não devem ser machucadas. Em seguida é necessário realizar o transporte para o processamento o mais breve possível, evitando a incidência direta do sol e do vento (SOUZA; FIALHO, 2003).

3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da Ciência da Computação que tem como objetivo desenvolver sistemas que simulem a capacidade humana na percepção de um problema, podendo identificar seus componentes, e desta forma resolver esses problemas, além de propor tomadas de decisões (LOBO, 2018). A IA possui muitas técnicas que buscam simular essa percepção humana, tais como algoritmos baseados em comportamentos animais (e. g., algoritmos baseado no comportamento das formigas e das abelhas). No entanto, devido a certas particularidades de alguns problemas/domínios é necessário que o algoritmo possa aprender continuamente. Desta forma, surge o aprendizado de máquina (Machine Learning - ML).

O Machine Learning é um processo que ocorre por meio de interações computadorizadas (LOBO, 2018), que segue algoritmos e permite criar sua própria experiência, através da análise de dados. Esse processo de machine learning é similar à capacidade humana de aprender a realizar determinadas atividades, principalmente atividades repetitivas.

No campo de Machine Learning, há diversas tecnologias presentes, uma das principais são as Redes Neurais Artificiais (RNA). Essa tecnologia consiste em neurônios artificiais capazes de desenvolverem cálculos sobre os dados que são fornecidos aos mesmos a fim de identificar padrões e solucionar problemas (GRUS, 2016). Essa tecnologia pode ser utilizada para resolver diversos

problemas, como reconhecimento de imagem, processamento de linguagem natural, reconhecimento facial, etc.

4 ESTADO DA ARTE

Este trabalho buscou selecionar artigos que tangem a exploração da inteligência artificial nos processos dentro do cultivo da mandioca. Para tanto, foi feito um levantamento nas bases indexadas de grande relevância no meio acadêmico no que diz respeito a área da computação. Para essa consulta nas bases foi utilizado a ferramenta Scholar, pertencente à empresa Google, para realizar a busca em diversas bases indexadas simultaneamente. No entanto, como critério de qualidade, consideramos apenas artigos publicados nos seguintes periódicos: IEEE, ACM, Springer, Direct Science e Scopus foram consultados, bem como em conferências que abordam a temática. A busca nessa ferramenta ocorreu considerando os seguintes valores “Inteligence Artificial” ou “IA”, além de “cassava” ou “manioc”. No entanto, apenas um número de 4 (quatro) artigos foram levantados. Esses trabalhos são apresentados a seguir.

4.1 Machine Learning for Plant Disease Incidence and Severity Measurements from Leaf Images

O trabalho de Mwebaze et. al. (2016) trata do desenvolvimento de um algoritmo de aprendizado de máquina no qual seja possível automatizar o processo de diagnóstico de doenças virais da mandioca. Ele fornece dois resultados, o primeiro determina o tipo de doença e o segundo determina a gravidade. Quatro doenças são possíveis de serem identificadas por meio desse algoritmo, a *Manihot Esculenta Crans*, a *Cassava Brom Streak Disease*, *Cassava Mosaic Disease*, *Cassava Bacterial Blight* e a *Cassava Green*. O algoritmo foi embarcado em um *smartphone* para realizar os testes. A precisão dos diagnósticos foi de 99%, fator que para o próprio autor trouxe fortes evidências de alto poder discriminatório.

4.2 Machine Learning for diagnosis of disease in plants using spectral data

No trabalho de Owomungisha et. al. (2018) o objetivo foi utilizar a Aprendizagem de Máquina (Machine Learning) para detectar doenças em plantas utilizando dados espectrais, com a finalidade de detectá-las de forma precoce, ou seja, antes que se torne visível os sintomas. Para tornar possíveis as detecções das doenças foi necessário o desenvolvimento de modelos de aprendizado de máquina, nos quais permitem este tipo de detecção de forma mais precisa e rápida. Os resultados obtidos mostraram um ganho na previsão e precisão de doenças através de dados espectrais.

4.3 Using Transfer Learning for Image-Based Cassava Disease Detection

Em Ramcharan et. al. (2017a) e Ramcharan et. al. (2017b) utiliza-se o reconhecimento de

imagens a fim de detectar doenças da cultura da mandioca. Foi escolhido esse método de detecção de doenças devido o mesmo ter custo reduzido e ser escalável, além de ser facilmente disponibilizado em dispositivos móveis. As doenças que foram utilizadas como objetivo de detecção por meio de imagens são oriundas da Tanzânia, país pertencente da África Subsaariana. Este modelo de aprendizado teve um resultado geral de cerca de 93% de eficácia, o que se apresentou ser preciso nas detecções de doenças dessa cultura.

5 DISCUSSÕES

Os três trabalhos levantados apresentam propostas de detecção de doenças na cultura da mandioca, visto que é um dos grandes problemas que assolam o processo do cultivo do vegetal. A utilização do smartphone nesses projetos ocorreu, dentre vários fatores, devido a possibilidade de executar algoritmos complexos de inteligência artificial, mais precisamente o aprendizado de máquina, além de ser um dispositivo notoriamente difundido pela população, tornando-os escaláveis.

A utilização do aprendizado de máquina trouxe resultados significativos, demonstrando ser uma tecnologia promissora para a exploração de detecção de doenças. No entanto, mesmo utilizando a mesma tecnologia, os trabalhos de Ramchan et. al. (2017) e Mwebaze et. al. (2016) obtiveram diferenças consideráveis nos resultados. Porém, mesmo com essa discrepância é sabido que o *dataset* que é utilizado para o treinamento, além da especificidade das doenças analisadas em cada trabalho, impactam diretamente nos resultados adquiridos.

Não foi observado outras aplicabilidades das tecnologias empregadas nos trabalhos mencionados para atuarem em outras fases do cultivo da mandioca. Também, não foi identificado a aplicação de outras tecnologias de inteligência artificial nesse processo de detecção de doenças.

Outra característica importante de ser mencionada, é de que os países no qual são direcionados este tipo de trabalho são países subdesenvolvidos, como a Tanzânia situado na África Subsaariana, o que pode ser um dos motivos pela tão pouca quantidade de trabalhos desenvolvidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou identificar projetos que tangenciasse a inserção da inteligência artificial na cultura da mandioca. Para tanto, os trabalhos levantados demonstraram que ainda há pouca pesquisa relacionada à cultura da mandioca e à utilização de inteligência artificial.

Além disso, as pesquisas apresentadas foram direcionadas à detecção de doenças desse vegetal. No entanto, não foi observada a aplicação dessas tecnologias em outras etapas do cultivo. Desta forma, este trabalho considera relevante o aprofundamento de estudos que envolvam outras fases do cultivo, como, a seleção de manivas para o plantio, além do processo de colheita.

Portanto, espera-se que este trabalho possa contribuir para que as academias desenvolvam trabalhos futuros, no qual realizem a utilização de inteligência artificial, além de outras tecnologias relacionadas, na cultura da mandioca.

REFERÊNCIAS

CONAB. Mandioca: Raiz, Farinha E Fécula, fev. 2017.

EMBRAPA. **Mandioca em números**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

EMBRAPA. **TABELA - Produção brasileira de mandioca em 2017**. 2017. Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2017. Consultado em 17/09/2018. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/mandioca/b1_mandioca.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

FERREIRA FILHO, José Raimundo et al. Cultivo, processamento e uso da mandioca: INSTRUÇÕES PRÁTICAS. Brasília: Embrapa, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94167/1/Cartilha-Mandioca-2013.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

GRUS, Joel. **Data Science do Zero: Primeiras Regras com o Python**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016. ISBN: 987-85-7608-998-8.

LOBO, Luiz Carlos. Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. Rev. bras. educ. med. [online]. 2018, vol.42, n.3, pp.3-8. ISSN 0100-5502.

MODESTO JÚNIOR, Moisés de Souza; ALVES, Raimundo Nonato Brabo. **Cultura da mandioca**: Apostila. Belém: Embrapa, 2014. 197 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112346/1/Apostila-Mandioca.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

OLIVEIRA, Danilo Tedesco de. Um sistema inteligente que prevê a produtividade do algodão em imagens de lavouras comerciais. 2019.

OWOMUGISHA, Godliver et al. Machine Learning for diagnosis of disease in plants using spectral data. In: **Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)**. The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2018. p. 9-15.

RAMCHARAN, Amanda et al. Deep learning for image-based cassava disease detection. **Frontiers in plant**

science, v. 8, p. 1852, 2017.

RAMCHARAN, Amanda et al. **Using Transfer Learning for Image-Based Cassava Disease Detection**. arXiv preprint arXiv:1707.03717, 2017.

REINHARDT, Domingo Haroldo. **MANDIOCA – A RAIZ DO BRASIL: “O pão do Brasil”** Um símbolo da identidade cultural brasileira. Cruz das Almas. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/capadr/audiencias-publicas/audiencias-publicas-2013/audiencia-publica-16-de-abril-de-2013-embrapa-mandioca>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

RODRIGUES, Simone Silveira; BARROS, Murilo Machade de, O Uso do VANT e do Sensoriamento Remoto como ferramenta de melhoria das Técnicas de Agricultura de Precisão, In: Revista Digital Simonsen, nº10, maio, 2019. Disponível em www.simonsenbr.com/revistasimonsen. ISSN: 2446-5941

SAGRILO, Edvaldo; OLIVEIRA JÚNIOR, José Oscar Lustosa de. Mandioca Seleção, Conservação e preparo de material de plantio. Teresina: Embrapa - Meio Norte, 2008. 3 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/70548/1/FDMandioca0001.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

SILVA, Adonis Boeckmann e; SILVA, Débora Cristina Cardoso. **Análise Mensal: Mandioca** Janeiro de 2019. 2019. Conab. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/26194_cb66598549a847d3428cc1a36ea4f17a>. Acesso em: 08 jun. 2019.

SOUZA, Luciano da Silva; FIALHO, Josefino de Freitas. **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado**. 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/sementes.htm>. Acesso em: 08 jun. 2019.

WOLFRANN, Joice et al. Simulação da irrigação por aspersão utilizando redes neurais artificiais treinadas com e sem termo momentum. **Revista de Computação Aplicada ao Agronegócio**, v. 1, n. 2, p. 44-55, 2019.

MWEBAZE, Ernest et al. Machine Learning for Plant Disease Incidence and Severity Measurements from Leaf Images. **2016 15th Ieee International Conference On Machine Learning And Applications (icmla)**, Anaheim, Ca, Usa, p.158-163, dez. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icmla.2016.0034>. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/#>>. Acesso em: 29 set. 2019.