



## Estimativa da área foliar da alface aplicando redes neurais artificiais.

Sabrina D. de Oliveira <sup>1(PG)\*</sup>, Frank F. Capuchinho <sup>(PG)</sup>, Diogo S. Sousa <sup>(PG)</sup>, Gustavo Henrique B. Pinheiro <sup>(PG)</sup>, Gabriella Andrezza M. Campos <sup>(PG)</sup>, Carlos Eduardo B. Barbosa <sup>(PQ)</sup>, Sueli M. de Freitas Alves <sup>(PQ)</sup>, Francisco R. de Melo <sup>(PQ)</sup>. [Sabrina9632oliveira@gmail.com](mailto:Sabrina9632oliveira@gmail.com)

Universidade Estadual de Goiás.

Resumo: As redes neurais artificiais (RNA's) simulam o funcionamento do neurônio humano e existem diversas aplicações desta ferramenta na agricultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da RNA na estimativa da área foliar (AF) da alface. Foram utilizadas 50 folhas de alface repicada para a determinação da largura (L), comprimento (C) do limbo foliar, onde estes parâmetros foram determinados com o auxílio de uma régua. Já a determinação da AF da cultura foi realizada por meio de análise digital de imagens, com o auxílio do software ImageJ. Para o desenvolvimento da MLP, foram utilizadas como variáveis de entrada a L e o C, e como variável de saída a AF estimada pelo software ImageJ. Para comparação dos dados estimados com os observados foram calculados indicadores e os valores médios foram confrontados através do Teste-t. A rede mostrou-se um método rápido e promissor na estimativa da área foliar para a cultura da alface.

Palavras-chave: ImageJ. Neurônios artificiais. Índice de desempenho. *Lactuca Sativa* L.

### Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa difundida no Brasil devido apresentar em sua composição elevados teores de vitaminas, ser rica em fibras e sais minerais (SILVA et al., 2020). A cultura apresenta uma vasta variedade, sendo encontrada alface de folhas lisas ou crespas. A folha é responsável pelo processo respiratório e a compreensão da área foliar (AF) pode auxiliar no manejo da cultura, sendo possível observar sua demanda hídrica e o calcular o índice de área foliar (COSTA et al., 2019).

Para a estimativa da AF existem diversas metodologias como o emprego de medidores foliares, outro método seria a aplicação das dimensões lineares, onde modelos são ajustados e a determinação é distinta para cada cultura (GUIMARÃES et al., 2019). A mensuração pode ser realizada também por meio de análise digital de imagens, com o auxílio de softwares. As desvantagens relacionadas a essas técnicas é que algumas demandam tempo, e também existem limitações em relação ao





tamanho da folha, e são utilizados equipamentos de custo elevado, no qual deve-se atentar a calibração para garantir a confiabilidade das mensurações (PINHEIRO et al., 2020).

Como alternativa aos métodos convencionais destacam-se as redes neurais artificiais (RNA's). As RNA's simulam o funcionamento dos neurônios humanos e apresentam eficiência na resolução de sistemas não lineares complexos (AZEVEDO et al., 2017). Estudos vem sendo realizados com o intuito de validar esta ferramenta na agricultura. Azevedo et al. (2019) utilizou a RNA para prever a área foliar da aceroleira, no qual o autor aplicou a RNA e os modelos de regressão múltipla e constatou que a rede é mais eficiente que os modelos de regressão múltipla testados. O mesmo autor testou o uso da RNA na estimativa da área foliar da couve e obteve resultados satisfatórios. Com isso, este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência das RNA's na estimativa da área foliar da cultura da alface.

## Material e Métodos

Os dados utilizados para a realização deste estudo são oriundos de um experimento conduzido no ano de 2019 na estação experimental da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). Foram utilizadas 50 folhas de alface repicada, no qual foram escolhidas folhas de interesse comercial para determinação dos seguintes parâmetros: largura (L), comprimento (C) do limbo foliar e a área foliar (AF).

O L e C foram determinados com o auxílio de uma régua graduada. As folhas selecionadas foram fotografadas com o auxílio de uma câmera digital e posteriormente a mensuração da AF foi realizada através do software ImageJ. Para o desenvolvimento da rede MLP (*Multi-Layer-Perceptron*) foram utilizados como variáveis de entrada a L e C do limbo foliar e como saída a AF determinada pelo Software ImageJ. De acordo com recomendação de Braga (2012) os dados foram separados de forma aleatória em três conjuntos, onde 65% dos dados foram utilizados na fase de treinamento da rede, 25% na validação e 10 % no teste.

Antes de inseridos na rede os dados foram normalizados em uma faixa de 0 e 1. O número máximo de épocas de treinamento foi arbitrado como 10000, o EQM





(erro quadrático médio) mínimo para parada foi estabelecido como  $1.0 \times 10^{-4}$ . Foram testadas todas as combinações possíveis de rede e o critério de seleção da melhor rede foi o menor valor do EQM. A função hiperbólica dada por  $T_{\text{ansig}} = 2/[1 + \exp(-2x) - 1]$  foi aplicada como função de ativação para os neurônios das camadas escondidas e para a camada de saída foi utilizada a função linear dada por  $\text{lin}(x) = x$ . Posteriormente, os resultados estimados pela RNA foram desnormalizados retornando a sua grandeza original. Com o objetivo de verificar o índice de assertividade da rede foram calculados os seguintes indicadores: Coeficiente de correlação ( $r$ ) (SCHNEIDER, 1998), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o índice de concordância ( $c$ ) (WILLMONT, 1981), e índice de desempenho ( $id$ ) (CAMARGO e SENTELHAS, 1997). A comparação dos valores médios foi realizada aplicando o Teste-t student.

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta o resultado do Teste-t Student para a comparação entre os valores médios obtidos através do software ImageJ e os valores estimados pela RNA. Observa-se que não houve diferença significativa entre os valores médios observados utilizando o software ImageJ com os valores estimados pela rede, podendo-se afirmar que a rede consegue estimar a área foliar da cultura da alface.

Tabela 1 - Teste-t de Student, Coeficiente de correlação ( $r$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), índice de concordância ( $c$ ) e índice de desempenho ( $id$ ) obtidos na comparação entre a AF determinada utilizando o ImageJ e estimados pela RNA.

	Valores médios		Indicadores			
	ImageJ	RNA	$r$	$R^2$	$c$	$id$
AF	298,9967 <sup>a</sup>	294,0437 <sup>a</sup>	0,8161	0,6660	0,9971	0,8137

AF- área foliar ( $\text{cm}^2$ ); Desempenho: Critérios de Classificação de Camargo e Sentelhas (1997). Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Em relação ao coeficiente de correlação ( $r$ ), foi observado um valor de  $r=0,8161$ , apresentando uma elevada associação entre os valores determinados pelo ImageJ e os valores estimados pela RNA, visto que de acordo com Martins et al. (2016) quanto mais próximo de 1 melhor é o grau de associação. Foi observado um





coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,6660, indicando que 66% da área foliar determinada pelo ImageJ foi explicada pela área foliar predita pela RNA. Azevedo et al. (2017) encontrou valores superiores aos deste estudo analisando a eficiência das estimativas da RNA em estimar a AF da cultura da couve.

Foi encontrado um valor de  $c$  de 0,9971, muito próximo de 1, constatando-se uma concordância forte entre os valores estimados e observados. Soares et al. (2015) observou uma concordância forte em seu estudo avaliando o desempenho das RNA's na predição da produtividade da cultura do milho. Por meio da relação entre o coeficiente de correlação e o índice de concordância foi possível avaliar o índice de desempenho ( $id$ ) das estimativas e observou-se um  $id$  de 0,8137, classificado como muito bom de acordo com Camargo e Sentelhas (1997).

### Considerações Finais

A RNA mostrou-se um método econômico e promissor para se obter estimativas da área foliar da alface, visto que os métodos tradicionais apresentam limitações em relação ao tamanho da folha e necessitam de equipamentos caros que podem fornecer medidas imprecisas se não calibrados de forma correta.

### Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Estadual de Goiás pela bolsa concedida.

### Referências

ALMEIDA, Giovanna Soares; VIEIRA JÚNIOR, Pedro Abel; RAMOS, Pedro. Os programas de desenvolvimento econômico do centro-oeste brasileiro e suas consequências: anos 60 e 70. *In: Anais do VII Congresso de La Asociación Latinoamericana de Sociología Rural*. Quito: 2006.

ALMEIDA, Giovanna Soares; VIEIRA JÚNIOR, Pedro Abel; RAMOS, Pedro. Os programas de desenvolvimento econômico do centro-oeste brasileiro e suas consequências: anos 60 e 70. *In: Anais do VII Congresso de La Asociación Latinoamericana de Sociología Rural*. Quito: 2006.

AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SOUSA JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, S. L.; OLIVEIRA, A. J. M. Eficiência da estimação da área foliar de couve por meio de redes neurais artificiais. **Horticultura brasileira**, v. 35, n.1, 2017.





BRAGA, A.P.; CARVALHO, A.P.L.F.; LUDERMIR, T.B. **Redes Neurais Artificiais: Teorias e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2012. 226p.

BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C. de; MARQUES, R. W. da C. **Crescimento agrícola no período 1999-2004, explosão da área plantada com soja e meio ambiente no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: IPEA, 2005.

CAMARGO, Â. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 5, n. 1, p. 87–97, 1997.

COSTA, J. do N.; FERNANDES, R. N.; A. MARIA, M. de; ALMEIDA, C. L. de; LIMA, J. S.; VALNIR JÚNIOR, M. Métodos para estimativa da área foliar em alface. IN: **V INOVAGRI International Meeting**. QUITO: 2019.

GUIMARÃES, M. J. M.; COELHO FILHO, M. A.; GOMES JUNIOR, F. de A.; SILVA, M. A. M.; ALVES, C. V. O.; LOPES, I. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2019.

MARTINS, E. dos R. BINOTI, M. L. M. da S.; LEITE, H. G.; BINOTI, D. H. B.; DUTRA, G. C. Configuração de redes neurais artificiais para estimação do afilamento do fuste de árvores de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, pp. 33-38, 2016.

SCHNEIDER, P.R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1998. 236p.

SILVA, C. B. da; SANTOS, M. A. L. dos; SANTOS, D. P. dos; SANTOS, C. G. dos; SANTOS, V. R. dos; SÁ, M. B. de. Productivity of lettuce grown in field and environment protected in response the irrigation blades and saline levels. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 8549109143, 2020.

SILVA, L. D. B.; LYRA, G. B.; SANTOS, E. O. Área foliar de mudas de urucum (*Bixa orellana* L.) estimada por diferentes métodos: uma análise comparativa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 885-897, 2020.

SOARES, F. C.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; RUSS, J. L. Predição da produtividade da cultura do milho utilizando rede neural artificial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.11, p.1987-1993, 2015.

WILLMONT, C.J. On the validation of models. **Physical Geography**, Palm Beach, v.2, n. 2, p.184-194, 1981.

