

AVALIAÇÃO E CALIBRAÇÃO DE CONDUTIVÍMETROS PORTÁTEIS PARA MONITORAMENTO NA ÁGUA RESIDUÁRIA DO PROCESSAMENTO DO AÇAÍ

ODILON DA SILVA SERRA¹, ADRIANO BICIONI PACHECO², FERNANDA LAMEDE FERREIRA DE JESUS³, CRISTIANE FERNANDES LISBOA⁴, MARIA KAROLINE PEREIRA DOS SANTOS⁵, ARTHUR CARNIATO SANCHES⁶ E ARLINDO MODESTO ANTUNES⁷

¹ Departamento de Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, n. 11, Bairro São Dimas, Piracicaba, São Paulo, Brasil, CEP: 13418-900, e e-mail, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1953-5814>

² Campus de Tomé-Açu, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Rodovia PA-451, Km-03, Bairro Açaizal, Tomé-Açu, Pará, Brasil, CEP: 68680-000, e e-mail: adriano.pacheco@ufra.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5991-7997>

³ Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, Caixa Postal 364, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, Cep: 79.804-970, e e-mail: fernandajesus@ufgd.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9183-6326>

⁴ Campus Unai, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Avenida Universitária, n. 1.000, Bairro Universitários, Unai, Minas Gerais, Brasil, CEP 38610-000, e email: cristiane.lisboa@ufvjm.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9930-8800>

⁵ Campus de Tomé-Açu, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Rodovia PA-451, Km-03, Bairro Açaizal, Tomé-Açu, Pará, Brasil, CEP: 68680-000, e e-mail: mariakpsantos@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6043-8284>

⁶ Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, Caixa Postal 364, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, Cep: 79.804-970, e e-mail: arthursanches@ufgd.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2379-0634>

⁷ Campus de Tomé-Açu, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Rodovia PA-451, Km-03, Bairro Açaizal, Tomé-Açu, Pará, Brasil, CEP: 68680-000, e e-mail: arlindo.antunes@ufra.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8652-7249>

1 RESUMO

No tratamento, destinação ou reuso de águas residuárias, como as oriundas do processamento do açaí, o monitoramento da condutividade elétrica é crucial para qualificar e tomar decisões assertivas. Assim, objetivou-se avaliar e calibrar os condutivímetros portáteis para o monitoramento da condutividade elétrica das águas residuárias do processamento do açaí. Foi realizado estudo com águas residuárias do processamento do açaí da região de Tomé-Açu, Pará, Brasil, de quatro batedeiras (processamento e venda do açaí in natura), utilizando três condutivímetros portáteis (AK-50^b, adotado como referência; TDS[®] e Hidroponia Digital CE[®]). De cada água residuária, foram preparadas amostras com 11 diluições (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%), tendo uma repetição adicional das diluições centrais (40, 50 e 60%). Foi realizado estudo de modelo de regressão linear, o qual foi avaliado quanto aos índices de performances (R², MAE, RMSE, r, d, c, NSE, PBIAS e AIC). Nota-se que ambos subestimaram os valores do condutivímetro AK-50[®] de referência, sendo recomendado o uso dos modelos de regressão para correção: $y=1,3579x+39,526$ e $y=1,1619x+38,887$, respectivamente, para os condutivímetros TDS[®] e Hidroponia Digital CE[®]. Portanto, os condutivímetros portáteis alternativos são viáveis economicamente, contudo é necessário o uso dos modelos de calibração obtidos.

Palavras-chave: reuso agrícola; fertirrigação; índices de performance

**SERRA, O. S.; PACHECO, A. B.; JESUS, F. L. F.; LISBOA, C. F.; SANTOS, M. K. P.;
SANCHES, A. C.; ANTUNES, A. M.
EVALUATION AND CALIBRATION OF PORTABLE CONDUCTIVITY METERS
FOR MONITORING WASTEWATER FROM AÇAÍ PROCESSING**

2 ABSTRACT

In the treatment, disposal or reuse of wastewater, such as that from açai processing, monitoring electrical conductivity is important for qualifying and making assertive decisions. Thus, the aim was to evaluate and calibrate portable conductivity meters for monitoring the electrical conductivity of wastewater from açai processing. A study was carried out with wastewater from açai processing in the Tomé-Açu region, Pará, Brazil, from four mixers (processing and sale of fresh açai) using three portable conductivity meters (AK-50[®], adopted as reference; TDS[®] and CE[®] Digital Hydroponics). From each wastewater sample, 11 dilutions (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100%) were prepared, with an additional repetition of the central dilutions (40, 50 and 60%). A linear regression model was used to evaluate the performance indices (R^2 , MAE, RMSE, r, d, c, NSE, PBIAS e AIC). Both underestimated the values of the reference AK-50[®] conductivity meter, and the use of regression models for correction is recommended: $y=1.3579x+39.526$ and $y=1.1619x+38.887$, respectively, for the TDS[®] conductivity meters and CE[®] Digital Hydroponics, respectively. Therefore, alternative portable conductivity meters are economically viable; however, the use of the obtained calibration models is necessary.

Keywords: agricultural reuse; fertigation; performance indices

3 INTRODUÇÃO

O cultivo do açai (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma atividade fundamental na vida dos paraenses, dentre outros estados, haja vista, que é um dos alimentos mais presentes para consumo nas comunidades nortistas brasileiras. O açazeiro, também conhecido por açai, açai-do-pará, açai-de-touceira, açai-do-baixo-amazonas, açai-da-várzea, juçara, juçara-de-touceira, pode ser considerado como a espécie mais importante do gênero *Euterpe* sp. (Carvalho, 2022).

Além disso, o açai vem sendo comercializado, no mercado nacional e internacional, nas mais diferentes formas, como sorvetes, picolés, alimento energético, acompanhado de outras frutas e cereais, bebida energética e geleias (Lopes *et al.*, 2021). Ademais, o Estado do Pará é um dos principais produtores dessa espécie, no ano de 2022, a produção estadual foi cerca de 1,6

milhões de toneladas do fruto, correspondendo a cerca de 93,8% da produção Nacional, porém há um processo de expansão para os demais Estados (SIDRA, 2024).

Nesse contexto, há uma diversidade nas formas do processamento do açai e seus subprodutos, o qual é gerado grande quantidade de resíduos como, por exemplo, o caroço e águas residuárias, aos quais, na maioria das vezes, não possuem um direcionamento correto ou reaproveitável. A água residuária do processamento do açai, apresenta potencial de impactos negativos ao meio ambiente, que necessita a importância de pesquisas fundamentadas em seu reaproveitamento, por ser uma alternativa mais sustentável. Dentre algumas estratégias de destinação, se destaca o reuso agrícola por meio da fertirrigação (Cordeiro *et al.*, 2020; Carvalho *et al.*, 2022; Tavares *et al.*, 2022).

Para que o reuso agrícola seja manejado corretamente é crucial o monitoramento dos parâmetros das águas residuárias. Para isso, a condutividade elétrica se destaca por ser a variável que representa a concentração total de sais solúveis, sendo possível determinar o potencial de salinização da água de reuso (Daliakopoulos *et al.*, 2016).

Para facilitar o monitoramento da condutividade elétrica das águas residuárias, o uso de condutivímetros portáteis se apresenta como método acessível e de baixo custo, devido a facilidade de comercialização online, com diversas opções de condutivímetros no mercado, inclusive os chamados TDS, que são sondas multiparâmetros, que além da condutividade elétrica, também mensuram os sólidos dissolvidos totais e a temperatura.

Entretanto, é crucial checar a confiabilidade dos dados mensurados pelos condutivímetros portáteis em relação a um condutivímetro devidamente calibrado. Para essa checagem, Silva *et al.* (2020) propõe comparação com condutivímetro de bancada em laboratório e que seja realizada uma abordagem estatística contemplando índices de performance de correlação, de precisão, de acurácia e de erros.

Portanto, o monitoramento da condutividade elétrica das águas residuárias do processamento do açaí, para o reuso agrícola, é importante que apresente um baixo custo na coleta de dados, é necessário fazer uma avaliação e calibração dos sensores portáteis. Então, objetivou-se avaliar e calibrar os condutivímetros

portáteis para o monitoramento das águas residuárias do processamento do açaí.

4 MATERIAL E MÉTODOS

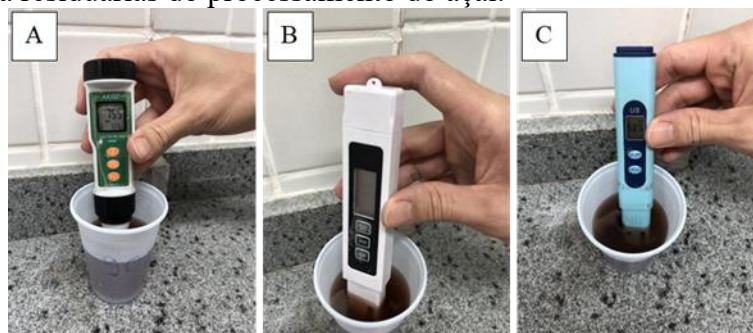
4.1 Local das coletas das amostras e análises

O experimento foi realizado no Laboratório de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizado no município de Tomé-Açu, Pará, Brasil, onde foram coletadas amostras de águas residuárias de quatro batedeiras de açaí, nas quais é realizado o processamento e venda do açaí *in natura*.

4.2 Sensores portáteis utilizados

Para a mensuração dos dados de condutividade elétrica das águas residuárias do processamento do açaí, foram utilizados três diferentes tipos de condutivímetros. Dentre eles, o modelo AK-50[®] que está como referência na mensuração da condutividade elétrica para calibração e avaliação dos demais condutivímetros portáteis (Figura 1A). Por fim, o TDS[®] que é utilizado no monitoramento ambiental da água, que além de ser portátil é multiparâmetro, avaliando a mensuração da condutividade elétrica e os parâmetros de sólidos dissolvidos totais e temperatura (Figura 1B). O condutivímetro portátil Hidroponia Digital CE[®] comumente utilizado no monitoramento das soluções nutritivas para fertirrigação e hidroponia (Figura 1C).

Figura 1. Condutivímetros portátil AK-50[®] (A), portátil TDS[®] (B), e portátil Hidroponia Digital CE[®] (C) em uso para monitoramento da condutividade elétrica das diluições de água residuárias do processamento do açaí.



Fonte: Autores (2026)

4.3 Coletas das amostras e preparo das diluições

As águas do processamento do açaí, das quatro bateadeiras, foram coletadas com cuidados específicos: recipiente coletor (garrafa PET) devidamente limpas e esterilizadas, quantidade de amostras coletadas (4 amostras) e horas de exposição à temperatura ambiente, e as avaliações 12 horas após coleta.

Para o preparo, de cada amostra de água residuária das bateadeiras, foram realizadas diferentes diluições com repetições centrais (0, 10, 20, 30, 40, 40, 50, 50, 60, 60, 70, 80, 90 e 100%), a fim de se obter, diferentes níveis de condutividade elétrica nas amostras para as 4 coletas de água residual, totalizando 56 amostras (Figura 2).

Figura 2. Amostra de água residuária bruta das bateadeiras (A) e amostras diluídas (B).



Fonte: Autores (2026)

4.4 Análises estatísticas e índices de performance

Em suma, os dados mensurados pelo condutivímetro AK-50[®] foi considerado como referência, e para a modelagem, seus dados foi considerado como variável dependente (y), para facilitar o uso da equação de correção quando necessário. Por sua vez, os dados obtidos pelos condutivímetros portáteis Hidroponia Digital CE[®] e TDS[®], foram analisados como

variáveis preditoras (x), para modelar uma calibração e aplicar os índices para avaliação.

A partir dos dados foram gerados modelos de regressão linear simples e submetidos a análise de variância, a 5% de probabilidade. Avaliou-se, os modelos quanto a sua qualidade de performance por meio dos coeficientes, erros e índices estatísticos, sendo eles: coeficiente de determinação (R^2), correlação de Pearson (r), erro médio (MAE), erro médio absoluto

(EMAX), raiz do erro médio quadrático (RMSE), Índice de Concordância de Willmott (d) (Willmott, 1981), Índice de Confiança (c) (Camargo; Sentelhas, 1997), eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE) (Nash; Sutcliffe, 1970), o viés percentual (PBIAS) (Yapo *et al.*, 1996) e o Akaike Information Criterion (AIC) (Akaike, 1974).

Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R (version 4.0.1) e para avaliação qualitativa dos índices estatísticos, utilizou-se a classificação dos valores dos critérios apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de avaliação de desempenho qualitativo para os índices estatísticos.

	Muito Bom	Bom	Satisfatório	Insatisfatório
R ²	>0,85	0,75 < R ² ≤ 0,80	0,60 < R ² ≤ 0,73	≤ 0,60
R	>0,85	0,60 < r ≤ 0,80	0,40 < r ≤ 0,60	≤ 0,40
D	>0,90	0,85 < d ≤ 0,90	0,75 < d < 0,80	≤ 0,75
C	>0,84	0,66 < c ≤ 0,80	0,61 < c ≤ 0,66	≤ 0,60
NSE	>0,80	0,70 < NSE ≤ 0,80	0,50 < NSE ≤ 0,70	≤ 0,50
PBIAS(%)	< ±5	± 5 ≤ PBIAS ≤ ± 10	± 10 ≤ PBIAS ≤ ± 15	≥ ± 15

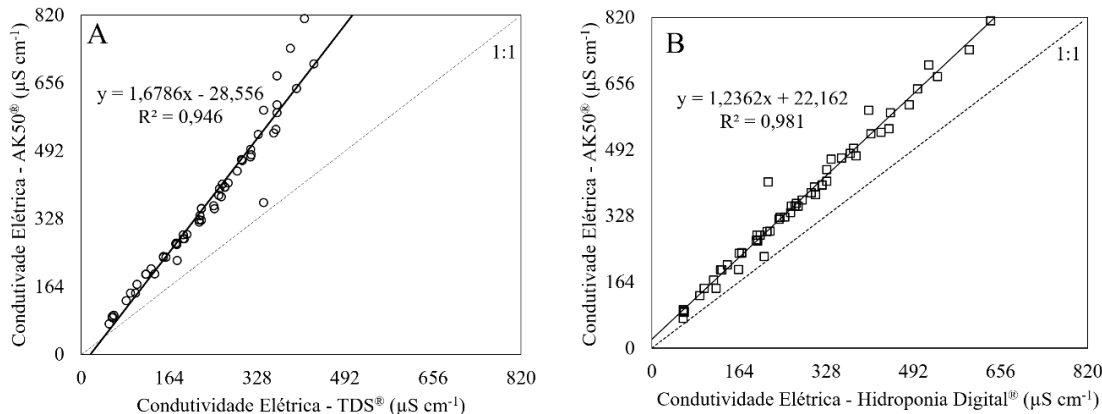
Fonte: adaptado de Moriasi *et al.* (2015); e de Pacheco *et al.* (2020)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade elétrica das águas residuárias obtiveram a maior valor de 812 µS cm⁻¹, enquanto a água de abastecimento utilizada para as diluições obteve a condutividade elétrica de 95 µS cm⁻¹,

leituras obtidas pelo condutivímetro AK-50[®]. A partir dos dados, coletados dos sensores, foram obtidos modelos de regressão linear como curvas de calibração, para os condutivímetros TDS[®] (Figura 3A) e portátil Hidroponia Digital CE[®] (Figura 3B).

Figura 3. Condutividade elétrica de águas residuárias do processamento do açaí, pelo condutivímetro AK-50[®] e curvas de calibração dos condutivímetros TDS[®] (A) e Hidroponia Digital CE[®] (B).



Fonte: Autores (2026)

Os modelos de regressão obtidos para a calibração dos condutímetro TDS[®] e Hidroponia Digital CE[®] apresentaram bom ajustes, ao se observar os valores de R² (0,946 e 0,981) e de r (0,972 e 0,990), respectivamente; e de modo geral, os demais índices de performance tiveram boas resposta, com algumas exceções (Tabela 2).

Os sensores obtiveram no modelo de calibração o percentual de viés negativo (PBIAS_{TDS} = -35,7 e PBIAS_{Hidroponia Digital CE} = -24,1) e com classificação do valor insatisfatória, indicando alta subestimativa.

Nesse sentido, para uso dos dados dos sensores portáteis alternativos para o monitoramento da água residuária do processamento do açaí, é necessário correção com uso da equação da curva de calibração (Figura 3; Tabela 2). Silva *et al.* (2020), ao estudarem sensores portáteis e metodologia para determinação da condutividade elétrica do solo, também observaram subestimativa do sensor Hidroponia Digital CE[®], reforçando a necessidade do uso dos modelos obtidos.

Tabela 2. Índices de performance para os dados dos condutímetro na determinação da condutividade elétrica de águas residuárias do processamento do açaí.

Índices de performance	TDS [®]	Hidroponia Digital CE [®]
R ²	0,946	0,981
R	0,972	0,990
MAE	129,5	871,7
EMAX	396	193
RMSE	151,8	960,6
D	0,760	0,913
C	0,848	0,947
NSE	0,235	0,694
PBIAS	-35,7	-24,1
AIC	578,8	517,8

Onde: R² = coeficiente de determinação; MAE = erro médio; RMSE = erro máximo; r = correlação de Pearson; d = índice de concordância de Willmott; c = índice de performance de Camargo e Sentelhas; NSE = eficiência do modelo; PBIAS = viés percentual; AIC = Akaike Information Criterion.s

Fonte: Fonte: Autores (2026)

Entretanto, quando se observa-se a eficiência do modelo de calibração de Nash-Sutcliffe, o sensor TDS[®] obteve o valor de 0,235, classificando-se como insatisfatório, demonstrando limitações do modelo, provavelmente devido a maior subestimativa (PBIAS = -35,7). Para o Hidroponia Digital CE[®], a eficiência foi satisfatória (NSE = 0,694), o qual teve maior acurácia, o que está alinhado com o observado por Silva *et al.* (2020), que obtiveram para o mesmo modelo de sensor a classificação de “muito bom”; além disso, pelo Akaike Information Criterion, o mesmo, obteve melhor

desempenho, quando comparado ao seu par alternativo (AIC_{TDS} = 578,8 > AIC_{Hidroponia Digital CE} = 517,8).

Vale ressaltar que, o monitoramento da condutividade elétrica de águas residuárias é crucial para a adequada gestão desses resíduos. Martinez-Burgos *et al.* (2021), destacam que esses efluentes agroindustriais, podem ocasionar grandes impactos, devido a produção em grandes volumes e apresentarem altas concentrações de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e potássio; e precisam ser adotadas

alternativas de gestão focadas em criar oportunidades de desenvolvimento local.

6 CONCLUSÃO

Os condutivímetros portáteis demonstram opções de baixo custo aquisitivo para uma precisa e rápida medição da condutividade elétrica de águas residuárias do processamento do açaí, entretanto, com pouca acurácia, porém, se os dados forem corrigidos com o modelo de calibração. Assim, são viáveis para o monitoramento das águas residuárias para destinação final ou reuso agrícola.

Ressalta-se que o condutivímetro Hidroponia Digital CE® obteve maior qualidade, quando comparado com o TDS®.

7 REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. A. New look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, Londres, v. 19, n. 6, p. 716-723, 1974. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1100705>. Acesso em: 14 fev. 2023.
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997. Disponível em: [http://www.leb.esalq.usp.br/agmfacil/artigos/artigos_sentelhas_1997/1997_RB_Agro_5\(1\)_89-97_ETPM%E9todosSP.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/agmfacil/artigos/artigos_sentelhas_1997/1997_RB_Agro_5(1)_89-97_ETPM%E9todosSP.pdf). Acesso em: 27 fev. 2024.
- CARVALHO, R. F.; JESUS, F. L. F.; PACHECO, A. B.; OLIVEIRA, J. C.; SANCHES, A. C.; LISBOA, C. F. Produção e uso da água no caládio fertirrigado com água residuária do processamento do açaí na Região Amazônica. **Irriga**, Botucatu, v. 27, n. 1, p. 47-63, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2022v27n1p47-63>. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4531>. Acesso em: 14 fev. 2023.
- CARVALHO, L. M. G. D. **Diagnóstico da cadeia produtiva do açaí e aspectos socioeconômicos dos batedores no município de Laranjal Do Jari -AP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental) – Campus Laranjal do Jari, Instituto Federal do Amapá, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ifap.edu.br/jspui/bitstream/prefix/738/1/CARVALHO%20%282022%29%2C%20Cadeia%20Produtiva%20do%20A%2C%20A7a%2C%20AD.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2024.
- CORDEIRO, N. K.; CARDOSO, K. P. S.; MATA, T. C.; BARBOSA, J. A.; GONÇALVES JUNIOR, A. C. Gestão de resíduos agrícolas como forma de redução dos impactos ambientais. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 14, n. 2, p. 23-34, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18316/rca.v14i2.5593>. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/5593>. Acesso em: 14 fev. 2023.
- DALIAKOPOULOS, I. N.; TSANIS, I. K.; KOUTROULIS, A.; KOURGIALAS, N. N.; VAROUCHAKIS, A. E.; KARATZAS, G. P.; RITSEMA, C. J. The threat of soil salinity: A European scale review. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 573, p. 727-739, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.177>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article>

le/abs/pii/S0048969716318794?via%3Dihub. Acesso em: 16 fev. 2024.

MORIASI, D. N.; GITAU, M. W.; PAI, N.; DAGGUPATI, P. Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 58, n. 6, p. 1763-1785, 2015. DOI: <https://doi.org/10.13031/trans.58.10715>. Disponível em: <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=46548&t=3&dabs=Y&redir=&redirType=>. Acesso em: 24 jul. 2023.

NASH, J. E.; SUTCLIFFE, J. V. River flow forecasting through conceptual models part I: A discussion of principles. **Journal of hydrology**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 282-290, 1970. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022169470902556?via%3Dihub>. Acesso em: 24 jul. 2023.

LOPES, M. L. B.; SOUZA, C. C. F.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O.; A cadeia produtiva do açaí em tempos recentes. In: MEDINA, J. S.; CRUZ, J. E. **Estudos em Agronegócio Participação Brasileira nas Cadeias Produtivas**. Goiânia: Kelps, 2021. p. 309-336. DOI: <https://bioeconomia.fea.usp.br/wp-content/uploads/2021/08/cadeia-do-acai.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

MARTINEZ-BURGOS, W. J.; SYDNEY, E. B.; MEDEIROS, A. B.; MAGALHÃES, A. I.; CARVALHO, J. C.; KARP, S. G.; VANDENBERGHE, L. P. S.; LETTI, L. A.; SOCCOL, V. T.; PEREIRA, G. V. M.; RODRIGUES, C. Agro-industrial wastewater in a circular economy: characteristics, impacts and applications for bioenergy and biochemicals. **Bioresour technology**, Londres, v. 354, article 125795, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125795>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852421011366?via%3Dihub>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PACHECO, A. B.; NASCIMENTO, J. G.; MOURA, L. B.; LOPES, T. R.; DUARTE, S. N.; COELHO, R. D.; MARQUES, P. A. A. Non-destructive and Destructive Methods to Determine the Leaf Area of Zucchini. **Journal of Agricultural Studies**, Las Vegas, v. 8, n. 3, p. 295-309, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5296/jas.v8i3.16299>. Disponível em: <https://www.macrothink.org/journal/index.php/jas/article/view/16299>. Acesso em: 20 set. 2023.

SIDRA. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Produção de Açaí (cultivo) no Brasil. Brasília, DF: IBGE, 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SILVA, T. J. A.; SANTOS, M. N. F.; PACHECO, A. B.; BONFIM-SILVA, E. M.; DUARTE, T. F. Avaliação de método alternativo e de condutivímetros na determinação da condutividade elétrica do solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 3987-3996, 2020. DOI: <https://doi.org/10.7127/RBAI.V14N101154>. Disponível em: <https://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/1154>. Acesso em: 20 set. 2023.

TAVARES, G. S.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; PALHETA, M. P. Análise da produção e comercialização de açaíno Estado do Pará, Brasil. In: HOMMA, A. K. O. **Sinergias de mudança da agricultura amazônica: conflitos e oportunidades**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. p. 444-463. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1143078/sinergias-de-mudanca-da-agricultura-amazonica-conflitos-e-oportunidades>. Acesso em: 20 jan. 2024.

WILLMOTT, C. J. On the validation of models. **Physical Geography**, Londres, v. 2, n. 2, p. 184-194, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1080/02723646.1981.10642213>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02723646.1981.10642213>. Acesso em: 20 set. 2023.

YAPO P. O.; GUPTA H. V.; SOROOSHIAN, S. Automatic calibration of conceptual rainfall runoff models: sensitivity to calibration data. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 181, n. 4, p. 23-48, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(95\)02918-4](https://doi.org/10.1016/0022-1694(95)02918-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022169495029184?via%3Dihub>. Acesso em: 20 set. 2023.