

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

Obtenção de um ingrediente rico em fibra alimentar a partir da extração de açúcares solúveis de banana madura sem valor comercial.

Raquel Ves Figliolino, 051220001@faculdade.cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena
Susanna Feitosa Ribeiro, 051220009@faculdade.cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena
Cristina Chiyoda Koshima, pro21001970@cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Resumo

A banana é a fruta mais cultivada no mundo, sendo o Brasil, um dos maiores produtores. Estima-se que até 40 % de toda a produção é desperdiçada devido a não conformidade aos padrões esperados para a comercialização. Neste sentido, este trabalho propõe a valorização dos resíduos de bananas maduras, enfatizando o seu alto potencial para a elaboração de um ingrediente funcional rico em fibra alimentar. A metodologia utilizada faz o uso integral das bananas, ou seja, polpa e casca e adota o processo de extração sólido-líquido empregando etanol hidratado para a remoção dos açúcares solúveis e, por consequência, a concentração das fibras. Ademais, a etapa da recuperação do solvente por meio do uso do rotaevaporador também foi estudada com o objetivo de reintegrar o solvente no processo. Foi obtido um rendimento de refinado em relação à banana de 5% esse valor pode ser considerado baixo, porém é importante ressaltar que o teor de fibras presente na casca da banana varia de 1,20g a 1,90g a depender do tipo de banana. O solvente recuperado constituído pela mistura de etanol e água, apresentou um teor alcoólico médio de 83°GL. Os resultados apontam que o processo é viável e tem potencial de não apenas minimizar o impacto ambiental, mas também agregar valor aos resíduos agrícolas, trazendo inovação e sustentabilidade no ramo alimentício.

Palavras-chave: Extração sólido-líquido. Etanol. Rotaevaporação. Sacarose. *Musa ssp.*

Introdução

A banana é a fruta mais cultivada no mundo, sendo produzida em mais de 125 países. Em 2021, o Brasil foi considerado o quarto maior produtor mundial de banana, cultivando variedades como prata, nanica, maçã e ouro. Praticamente toda a produção é destinada ao mercado interno, com apenas 1% sendo exportado (FAERJ, 2021).

Segundo dados do IBGE (2024), em 2023, foram plantados exatamente 454.732 hectares de banana, resultando em uma produção de mais de 6 milhões de toneladas. Para 2024, a produção estimada é de 6.874.825 toneladas.

Com o aumento da produção agrícola, o impacto ambiental também cresce, seja pela pressão sobre o uso de recursos naturais, seja pelo aumento das perdas pós-colheita e o desperdício no final da cadeia de suprimento. Essas perdas e desperdícios podem ser provenientes de uma colheita inadequada, ataque de pragas, desastres naturais. No processo de pós-colheita, tais fatores estão relacionados ao uso de embalagens inadequadas, transporte impróprio, manuseio incorreto, injúrias mecânicas e quando analisadas no âmbito do consumidor, estão relacionados a falta de planejamento de compra (EMBRAPA, 2024).

Um estudo da Universidade de Karlstad identificou dentre os sete produtos mais desperdiçados no varejo na Suécia são bananas, peras, tomates, saladas, pimentões, maçãs e uvas. As bananas representam

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

6% das perdas, isso devido a danos físicos e maturação excessiva. De maneira semelhante, um estudo realizado em estabelecimentos de São José do Rio Preto, revelou que, em 2018, 15 estabelecimentos analisados tiveram uma perda total de 65,3 toneladas de banana madura (MATTSSON et al., 2018 e GORAYEB et al., 2019). Ademais, em torno de 40% das bananas produzidas não atendem os padrões especificados para exportação ou comercialização local e, por isso, são normalmente descartadas a céu aberto nos lixões (GRAEFE et al., 2011).

Atualmente, há um crescente interesse da indústria e da ciência em relação ao aproveitamento de resíduos orgânicos, isso devido a problemática ambiental, ocasionada pelo aumento de lixo e a poluição (PEREIRA et al., 2022).

No contexto dos resíduos gerados na produção de bananas, estes podem ser destinados a diversas aplicações. Por exemplo por ser uma fruta rica em açúcares, celulose e hemicelulose, a banana é ideal para a biorrefinaria principalmente para a produção de álcool (JOSHI et al, 2001; ISITUA e IBEH, 2010; GUPTA et al, 2023). Além disso, esses resíduos podem ser utilizados na produção de biogás (ATILGAN et al, 2023). As bananas podem ser empregadas como agente antimicrobiano, uma vez que essa propriedade já foi estudada (SALEEM e SAEED, 2020; AKRAM et al, 2022). Por fim, as folhas de bananeira podem ser usadas na vermicompostagem, apresentando bons resultados quando aplicadas com estrume de vaca (MAGO et al, 2021).

As bananas, tanto em sua polpa quanto sua casca, possuem nutrientes com propriedades benéficas. A polpa contém antioxidantes, vitaminas, carotenoides e compostos fenólicos (taninos, flavonoides e antocianinas), celulose, hemiceluloses, aminoácidos. A casca, por sua vez, é uma fonte rica de fitoconstituintes, especialmente lignina, celulose e hemicelulose. Um estudo sobre extração de fibras dietéticas presentes nas cascas de bananas revelou que o composto encontrado em maior abundância dentre as fibras alimentares foi a lignina (AHMAD et al., 2019 e EMAGA et al. 2008).

A lignina (lenhina), assim como a celulose e algumas celulosas, são componentes estruturais da parede celular de alguns alimentos, que constituem as fibras insolúveis. Dessa forma, pelo fato de as bananas serem ricas em fibras alimentares, seu consumo auxilia a regular o trânsito intestinal, evitando o uso de laxantes. Mesmo sendo calóricas, proporcionam sensação de saciedade devido ao seu alto valor nutritivo e grande quantidade de fibras, ajudando a reduzir o apetite (SANTOS, 2013; CALAVEIRAS e OOM, 2016).

Um estudo realizado por Rayo-Mendez et al. (2021) apresentou como estratégia para reaproveitamento de bananas com alto teor de maturação fazer uso dessas frutas como matéria-prima para a obtenção e um ingrediente funcional e com alto teor de fibra. Foi utilizado como metodologia a extração sólido-líquido dos açúcares fermentescíveis utilizando o etanol absoluto como solvente. Entretanto, apenas a polpa da banana foi utilizada e o trabalho não contempla a etapa de recuperação do solvente.

É importante ressaltar que durante o amadurecimento da banana, o amido é convertido em açúcares. Um estudo foi verificado que durante o processo de maturação, as bananas passando do verde para maduras apresentaram um aumento na quantidade de frutose, glicose e açúcar total e redução do teor de amido (PHILLIPS et al., 2021).

A eficácia da concentração das fibras alimentares presentes na polpa de banana é decorrente da quantidade de açúcares solúveis que foram extraídos. Com isso, quanto melhor for a separação dos componentes das bananas maduras em duas frações, uma com alto teor de açúcares solúveis e outra, contendo majoritariamente as fibras, mais concentrado será o ingrediente funcional obtido. Em adição, é importante ressaltar que a fração rica em açúcares solúveis pode ser utilizada como substrato em processos

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

de fermentação alcoólica. (PHILLIPS et al., 2021 e RAYO-MENDEZ et al., 2021). Para tanto, a etapa de remoção do solvente contido na fração rica em açúcares é fundamental, uma vez que o etanol em elevadas concentrações é tóxico para as leveduras.

Portanto, considerando o potencial do processo proposto por Rayo-Mendez et al. (2021), este trabalho teve como objetivo utilizar integralmente as bananas consideradas sem valor comercial, para a obtenção de um ingrediente funcional, rico em fibra alimentar e um extrato composto por açúcares fermentescíveis (sacarose, glicose e frutose) por meio de extração sólido-líquido, utilizando como solvente solução de etanol de cereais e 20% de água. Com um viés econômico e sustentável, o trabalho também visou recuperar o solvente presente no extrato obtido, permitindo a sua reutilização no processo. Por fim, os açúcares extraídos da fruta poderão ser utilizados como substrato para a fermentação alcoólica, visando a produção de etanol.

Metodologia

As bananas fornecidas pela cozinha do CEFSA, foram inspecionadas visualmente, sendo as mais maduras, que apresentaram cascas com coloração amarelada com presença ou não de pontos amarronzados, as selecionadas. Foram então higienizadas em água corrente e sanitizadas com água clorada (200 ppm) por 15 minutos. Em seguida, foram pesadas, descascadas, cortadas, porcionadas em sacos contendo 250 g de polpa e casca na proporção 1:1 e armazenadas em freezer.

Para a condução do processo de extração sólido-líquido, uma porção foi descongelada e processada até a obtenção de um purê em um liquidificador doméstico. Misturou-se 200 g de purê e 1 L de solução de etanol de cereais 96 °GL contendo 20% de água em volume e submeteu-se a mistura a agitação em agitador mecânico (Tecnal, modelo TE-039), a aproximadamente 200/280 rpm, por 30 minutos. Após, foi realizada a etapa de filtração para a separação do refinado (material sólido) e extrato (material líquido).

O extrato obtido foi pesado e possuía em sua composição o solvente utilizado na extração, os açúcares solúveis e água contida na banana que foram extraídos. Desta forma, a fim de recuperar o solvente e verificar a possibilidade de reutilizá-lo no processo, foi utilizado o rotaevaporador Fisatom, modelo 802 com bomba de vácuo Fisatom, modelo 820.

A quantidade de solvente recuperado obtido foi pesada. Para determinar o seu teor alcoólico, foi utilizado um alcoômetro de vidro e proveta de 250ml. Para tanto, solvente recuperado foi adicionado na proveta até a marcação de 250 ml e o alcoômetro foi imerso pela haste evitando o contato do instrumento com as paredes da vidraria. Após o alcoômetro ficar estável, foi realizada a leitura. A escala °GL (Graus Gay-Lussac) indica a porcentagem em volume de etanol presente na solução alcoólica.

Com relação ao refinado, como este estava muito compactado, foi preciso desmanchá-lo e soltá-lo, antes de sua adição nas placas de petri previamente pesadas. As placas foram submetidas à secagem em estufa Nova Etica à 105°C por 24h até peso constante, retiradas e armazenadas no dessecador até atingir temperatura ambiente e então foram pesadas novamente para determinar o teor de solvente aderido ao refinado e a massa de refinado seco.

Para calcular o rendimento do refinado seco (ingrediente funcional) em relação à quantidade de banana e solvente utilizados no processo de extração utilizou-se as seguintes equações:

$$\text{Rendimento do refinado em relação a banana} = \left(\frac{\text{massa de refinado resultante da extração}}{\text{massa de banana utilizada}} \right) \times 100 \quad (1)$$

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

$$\text{Rendimento do refinado em relação ao solvente} = \left(\frac{\text{massa de refinado resultante da extração}}{\text{massa de solvente utilizada}} \right) \times 100 \quad (2)$$

O teor de solvente aderido ao refinado foi calculado de acordo com a equação 3:

$$\text{Teor de solvente no refinado} = \frac{(\text{massa de refinado inicial} - \text{massa de refinado após secagem})}{\text{massa de refinado inicial}} \times 100 \quad (3)$$

Resultados e discussão

Com o intuito de verificar a proporção média de polpa e casca nas bananas utilizadas no estudo, realizou-se a pesagem das referidas partes, sendo que os dados observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagem média da casca e da polpa em relação a massa da fruta

Quantidade de bananas	Relação média Polpa/Casca	% média da casca em relação à massa da fruta	% média da polpa em relação à massa da fruta
47	2,1 ± 0,2	32 ± 2	68 ± 2

Fonte: Autores (2024)

Com base nos dados obtidos durante as pesagens de 47 bananas, verificou-se que a relação média de polpa/casca foi de aproximadamente 2. Esse dado sugere que para projetos futuros existe a possibilidade de os experimentos serem realizados respeitando a proporção de 1:2 (1 de casca para 2 de polpa), se o aproveitamento integral for desejado. No entanto, a casca é a parte mais desperdiçada da banana e, portanto, o resíduo em maior quantidade quando comparado à polpa, dessa forma, a proporção 1:1 é mais adequada, pois diminui a quantidade de resíduo ao compensar a quantidade de casca em relação à polpa. Desta forma, no presente estudo, optou-se pela proporção 1:1.

O valor obtido referente a porcentagem média de casca em relação à massa da fruta foi de 32% ± 2%, enquanto a de polpa foi de 68% ± 2%. De acordo com Martins et al. (2019), a casca da banana representa em média 40% de sua massa total. Silva et al. (2009), relata que essa proporção pode ter uma variação de 47% e 50% em peso de fruta madura. Portanto o valor de 32% pode ser considerado satisfatório, visto que a relação polpa/casca, pode sofrer variações devido a maturação. Nesse processo, ocorre um aumento da polpa devido à absorção de água da casca, fazendo com que a casca perca massa (RODRIGUES, 2022).

Ao todo, foram realizados 12 experimentos de extração, porém apenas 11 experimentos válidos. Cada ensaio resultou em um concentrado de fibras (refinado) que, após secagem, foi pesado e possibilitou os cálculos de rendimento em relação à banana e ao etanol utilizados. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 2.

O rendimento do refinado em relação à banana foi de 5% ± 1% e indicam uma variação que pode estar relacionado a diferenças na composição inicial das bananas utilizadas. O cálculo do rendimento é importante para determinar a quantidade de matéria-prima necessária para a extração das fibras que serão utilizadas. De fato, os valores de rendimento obtidos não foram altos, porém é importante ressaltar que o teor de fibras presente na casca da banana também não é elevado. De acordo com a tabela TACO (NEPA,

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

2011), a quantidade de fibra presente em 100 gramas de polpa banana varia de 1,5 g a 2,8 g a depender do tipo de banana, já a casca possui cerca de 1,99 g de fibras a cada 100 g, segundo GONDIM (2005). Ressalta-se também que estes resultados foram obtidos em escala laboratorial e com poucos recursos disponíveis. Como exemplo de algumas dificuldades enfrentadas, no momento da separação do extrato do refinado, parte do material sólido ficava aderido ao filtro, incorrendo em perdas e afetando o rendimento do processo.

Tabela 2 - Rendimento do refinado em relação a banana e ao etanol

Extração	Rafinado em relação a banana (%)	Rafinado em relação ao etanol (%)
1	7,53	2,28
2	8,24	2,50
4	4,20	1,27
5	4,59	1,39
6	4,59	1,39
7	4,96	1,50
8	6,10	1,85
9	4,73	1,43
10	5,10	1,19
11	6,74	1,58
12	5,58	1,30
Rendimento Médio	5 ± 1	1,6 ± 0,4

Fonte: Autoras (2024)

Outra hipótese para os baixos valores de rendimentos pode ser a quantidade de água presente no solvente. Possivelmente, o teor estudado, 20% de água, pode ter solubilizado uma maior quantidade de polissacarídeos se comparado ao etanol absoluto. Desta forma, para um trabalho futuro, seria interessante diminuir a quantidade de água no solvente.

Para a determinação da porcentagem média do teor de solvente aderido ao refinado foi realizado o processo de secagem descrito na metodologia. Com a massa das amostras secas, foi determinado o teor de solvente de residual aderido ao refinado. Os valores podem ser observados na Tabela 3.

Com base nos resultados obtidos, cerca de 76% da composição do refinado obtido após extração sólido-líquido se refere à compostos voláteis como o solvente utilizado no processo aderido ao refinado e a água da banana que não foi extraída e ficou aderida as fibras. A quantificação deste valor é importante para o planejamento do processo de separação, uma vez que, o solvente aderido às fibras é perdido durante o processo de secagem delas. Ademais, visando a comercialização do refinado como ingrediente funcional, a etapa de remoção do solvente aderido às fibras é essencial.

Os solventes compõem entre 70 e 80% do meio reacional em processos químicos e dentre os tratamentos para estes resíduos estão a incineração e recuperação do solvente a fim de reduzir danos causados pelo descarte inadequado. (PENIDO; NUNES; SANTOS, 2022; QUAH et al., 2023)

O solvente etanol é fundamental para a obtenção do refinado, pois é ele quem promove a solubilização dos sólidos solúveis e de grande parte da água da banana, mantendo as fibras no refinado. Em

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

adição, o etanol é um solvente obtido via processos biotecnológicos e pode ser facilmente recuperado através da rotaevaporação.

Tabela 3 -Porcentagem média de solvente aderido ao refinado

Extração	Valor médio de teor de solvente (%)	Desvio Padrão
1	72,6	0,9
2	76,4	0,3
4	75,1	0,3
5	74,1	0,8
6	76,1	0,5
7	82,3	2,6
8	74,4	0,2
9	74,5	0,4
10	74,2	0,1
11	77,2	0,1
12	74,8	0,2
76 ± 1		

Fonte: Autores (2024)

No balão de destilação do rotaevaporador, adiciona-se o extrato, constituído pelo solvente e os componentes extraídos por ele como os açúcares solúveis e a água. Como os componentes desta mistura apresentam diferentes pontos de ebulição, pode-se promover a separação desta mistura homogênea no estado líquido pelo aquecimento da mesma com o desprendimento dos compostos voláteis compondo a fase vapor. O vapor segue para um condensador e retorna a fase líquida que é recolhida em um outro balão. O princípio de funcionamento do rotaevaporador é similar a um destilador. Desta forma, após esta separação, duas frações são obtidas, uma delas rica em açúcares solúveis (parte que permaneceu no balão de evaporação) e a outra, rica em etanol (parcela que foi vaporizada e condensada). A tabela 4 mostra os resultados médios da recuperação do solvente referente às extrações realizadas.

Tabela 4 - Rendimento da recuperação do solvente

Quantidade de Extratos Recuperados	% Média de recuperação do solvente em relação ao extrato	% Média de recuperação de etanol em relação ao extrato	% Média de recuperação de etanol em relação ao etanol utilizado para compor o solvente	% Média de Perdas
11	55 ± 6	42 ± 5	58 ± 11	12 ± 6

Fonte: Autores (2024)

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

O rendimento do solvente recuperado em relação ao extrato, foi de $55\% \pm 6\%$, indicando que um pouco mais da metade da massa do extrato gerado após o processo de separação é relativa ao solvente.. Ou seja, se o processo de dessolventização da fase extrato não fosse realizado, uma parte importante do solvente utilizado no processo seria desperdiçada.

É importante ressaltar que o solvente recuperado é constituído pela mistura de etanol e água. Em média, o teor alcoólico desta mistura foi de 83°GL . Com este valor e as tabelas de densidades de soluções de etanol e água do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), foi possível determinar a densidade desta mistura. De posse do teor alcoólico em volume, densidade da mistura e massa do solvente recuperado, foi possível estimar a massa de etanol contida no solvente e com isso, a porcentagem de recuperação do composto etanol em relação ao extrato.

Este valor foi igual a $42\% \pm 5\%$ e, se comparado ao valor anterior (% média de recuperação de solvente em relação ao extrato), é menor, uma vez que a água presente no solvente inicial foi desprezada. De fato, o que se deseja recuperar é o etanol e por isso, este índice foi avaliado neste trabalho. Assim, da massa total do extrato, em média, 42% se referem ao etanol.

O percentual de etanol recuperado em relação ao etanol utilizado inicialmente também foi calculado e apresentou uma média maior do que as anteriores, $58\% \pm 11\%$, demonstrando que quase 60% do etanol adicionado no início do processo foi recuperado, indicando que o processo de recuperação é eficiente, uma vez que, para as extrações seguintes, pode-se utilizar o etanol recuperado, gerando economia ao processo e menor volumes a serem descartados. Em adição, haja visto que o solvente recuperado apresentou teor alcoólico superior a 80°GL , pode-se fazer a utilização deste solvente diretamente no processo de extração, sem qualquer necessidade de etapas de concentração ou diluição.

O rendimento das recuperações também está relacionado às perdas de solvente que ocorrem durante a etapa de separação. Na rotaevaporação, as perdas representam cerca de $12\% \pm 6\%$ e podem ter acontecido devido a falhas de vedação nos encaixes das diferentes partes do equipamento, escape de parte voláteis devido à sucção gerada pela bomba de vácuo e massas que são perdidas durante a transferência dos materiais contidos nos balões para os béqueres nos quais se realiza a pesagem.

Para a produção de 1 kg de fibra de banana utilizando esta metodologia, gasta-se aproximadamente 17 kg de banana e 62 kg de etanol, considerando que o custo das matérias-primas sejam, respectivamente, de R\$ 7,00 e R\$ 14,85 por kg, o custo médio será de R\$ 1.036,11. Comparando com a inulina, uma fibra mais comumente utilizada e que custa entre R\$ 112,70 e R\$ 346,72 por quilograma de produto, é notável que o gasto com matéria-prima para produção das fibras das bananas seja muito superior, porém, ao considerar que as bananas utilizadas serão aquelas que seriam descartadas, parte dos custos será reduzida e então surge a importância da recuperação do solvente etanol utilizado no processo.

O custo para produção do refinado pode parecer elevado, mas foi determinado para escala laboratorial e pode ter um valor mais barato caso seja feito em escala industrial, já que as principais matérias-primas podem ser obtidas de maneira mais econômica, onde a banana pode ser obtida por um preço abaixo do comum, por se tratar de um resíduo e o etanol utilizado nas extrações iniciais pode ser recuperado e reutilizado nas extrações posteriores.

Considerações finais

Neste trabalho, abordou-se a utilização da banana madura sem valor comercial para elaboração de um ingrediente funcional rico em fibras. Através do processo de extração sólido-líquido foi possível separar as fibras da banana e o processo de rotaevaporação permitiu que o solvente usado nas extrações fosse

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

recuperado e reutilizado em extrações posteriores. A metodologia implementada é simples e não exige muitos equipamentos, os resultados apresentados demonstram que o processo é factível, principalmente por utilizar matérias-primas de fácil acesso e relativamente baratas, uma vez que propõem-se o uso as bananas maduras seriam descartadas. Além disso, há a minimização do impacto ambiental devido a recuperação do solvente e agregação de valor aos resíduos agrícolas.

Este trabalho contribui significativamente para a inovação e sustentabilidade na indústria de alimentos ao enfatizar a importância do aproveitamento integral dos subprodutos agrícolas, pois é uma alternativa para redução de resíduos e desperdício de alimentos e potencialização do uso destes recursos de forma responsável e eficiente.

Referências

- AHMAD, B. A.; ZAKARIYYA, U. A.; ABUBAKAR, M. SANI, M. M.; AHMAD, M.A. Pharmacological Activities of Banana. [s.l.] IntechOpen, 2019.
- AKRAM, T. et al. Supplementation of banana peel powder for the development of functional broiler nuggets. PeerJ, 2022.
- ATILGAN, A. et al. The Energy Potential of Waste from Banana Production: A Case Study of the Mediterranean Region. Energies. v. 16, n.14, p.5244, 2023.
- CALAVEIRAS, M.; OOM, F. Aproveitamento integral da banana Pacovan (Musa spp.) na confecção de bolos. ISA - Dissertação de mestrado, p. 94, 2016.
- EMAGA, TH, ROBERT, C., RONKART, SN, WATHELET, B., PAQUOT, M. Componente da fibra dietética e características químicas da pectina nas cascas durante o amadurecimento em variedades de banana e banana-da-terra. Tecnologia de recursos biológicos, p.4346–4354, 2008.
- EMBRAPA. Perdas e desperdício de alimentos. Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos>. Acesso em: 19 jul. 2024.
- FAERJ. Dia da Banana – Fruta é cultivada em todos os estados. Sistema FAERJ, 2021. Disponível em: <https://www.sistemafaerj.com.br/2021/09/22/dia-da-banana-fruta-e-cultivada-em-todos-os-estados/>. Acesso em: 19 jul. 2024.
- GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Food Science and Technology, v. 25, n. 4, p. 825–827, 2005.
- GORAYEB, T. C. C. et al. Análise da perda de banana nanica madura dos estabelecimentos comercializadores no município de São José do Rio Preto – SP. Ciências Agrárias, Indicadores E Sistemas De Produção Sustentáveis, v. 11, n. 1, 2019.
- GRAEFE, Sophie et al. Energy and carbon footprints of ethanol production using banana and cooking banana discard: A case study from Costa Rica and Ecuador1. Biomass and Bioenergy, v. 35, n. 7, p. 2640-2649, 2011.

VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

GUPTA G. et al. Utilization of banana waste as a resource material for biofuels and other value added products. *Biomass Conversion and Biorefinary*. v. 13, p. 1217-12736, 2023.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=produ%C3%A7%C3%A3o+de+banana>>. Acesso em: 19 jul. 2024.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1ª Edição Digital, 2008.

ISITUA, C. C.; IBEH, I. N. Novel method of wine production from banana (*Musa acuminata*) and pineapple (*Ananas comosus*) wastes. *African Journal of Biotechnology*. v. 9. n.44, p. 7521-7524, 2010.

JOSHI, S.S. et al. Continuous ethanol production by fermentation of waste banana peels using flocculating yeast. *Indian Journal of Chemical Technology*. v. 8, p. 153-156, 2001.

MAGO, M. et al. Management of banana crop waste biomass using vermicomposting technology. *Bioresource Technology*. v. 326, 2021.

MARTINS, A.N.A. et al. Development and characterization of blends formulated with banana peel and banana pulp for the production of blends powders rich in antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, v.56, p. 5289 – 5297, 2019.

MATTSSON, L.; WILLIAMS, H.; BERGHEL, J. Waste of fresh fruit and vegetables at retailers in Sweden – Measuring and calculation of mass, economic cost and climate impact. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 130, p. 118-126, 2018.

NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentos). TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. UNICAMP, ed. 4, p. 161, 2011.

PENIDO, R. G.; NUNES, R. C.; DOS SANTOS, E. N. Sustainable Solvents for Chemical Processes. *Revista Virtual de Química*, v. 14, n. 3, p. 537–551, 2022.

PEREIRA, L. F. A; FIRMO, W. da C. A.; COUTINHO, D. F. The importance of reusing waste from the food industry: the case of fruit processing. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 12, 2022.

PHILLIPS, K. M. et al. Dietary fiber, starch, and sugars in bananas at different stages of ripeness in the retail market. *PLOS ONE*, v. 16, n. 7, 2021.

QUAH, Heam Boon, et al. Recyclability and reusability of the solvents. *Principles of Multiple-Liquid Separation Systems*. Elsevier, p.133-170, 2023.

RAYO-MENDEZ, L.M.; KOSHIMA, C.C; PESSOA FILHO, P.A.; TADINI, C.C. Recovery of nonstarch polysaccharides from ripe banana (*Musa cavendishii*). *Journal of Food Engineering*, v. 292, 110356, 2021.

RODRIGUES, J. Características Tecnológicas da Farinha da Casca da Banana Verde Liofilizada em Diferentes Estádios de Maturação. TCC—Instituto Federal Goiano, Rio Verde, v. 4, 2022.



VI SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

DA FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA

SALEEM, M.; SAEED, M. T. Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. Journal of King Saud University – Science. v. 32, p. 805-810, 2020

SANTOS, J. Determinação Do Teor De Fibra Alimentar Em Produtos Hortofrutícolas. Lisboa: ISA, 2013.

SILVA, M.B.L. et al. Qualidade físico-química e sensorial de aguardentes de polpa de banana e banana integral submetidas à hidrólise enzimática. Alimentos E Nutrição, Araraquara, v.20, n.2, p. 217-221, 2009.