

TEOR DE MINERAIS DE SUBPRODUTOS DA CADEIA PRODUTIVA DE POLPA DE TAMARINDO OBTIDO PELO MÉTODO DE ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X POR ENERGIA DISPERSIVA

Rosimere Campos Ferreira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri (UFVJM)
rosimere.campos@ufvjm.edu.br

Anne Caroline Mendes Oliveira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri (UFVJM)
anne.oliveira@ufvjm.edu.br

Abraão José da Silva Viana

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri (UFVJM)
abraão.viana@ufvjm.edu.br

Michele Cristina Vieira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri (UFVJM)
michele.cristina@ufvjm.edu.br

Maurício Soares Barbosa

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri (UFVJM)
mauricio.barbosa@ufvjm.edu.br

Mauro Ramalho Silva

Milk Care Co. Inc.
mauroramalhosilva@yahoo.com.br

Harriman Aley Morais

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri (UFVJM)
harriman.morais@ufvjm.edu.br

RESUMO

As cascas e sementes de tamarindo são comumente descartados após a obtenção da polpa do fruto. Visando minimizar o impacto ambiental e agregar valor à cadeia produtiva de polpa, objetivou-se quantificar o teor de macro e micronutrientes destes subprodutos, de duas regiões distintas, empregando a fluorescência de raios X por energia dispersiva. Foram identificados 15 minerais nas amostras. O cálcio (2.465,25 e 3.409,34 mg.100⁻¹) e o potássio (948,79 e 914,44 mg.100⁻¹) foram os elementos predominantes nas farinhas de casca e de semente, respectivamente. Comparando-se os teores de minerais com as necessidades nutricionais, também pode-se verificar que algumas amostras seriam consideradas fontes de ferro, zinco, manganês e cobre. Conclui-se, portanto, que as farinhas de casca e de semente de tamarindo apresentaram uma composição variada de minerais, com destaque para seus teores de cálcio e de potássio, sendo necessária a realização de estudos de biodisponibilidade destes elementos químicos, que estão envolvidos em diversos processos metabólicos.

Palavras-chave: *Tamarindus*. Resíduo orgânico. Micronutrientes. Necessidades nutricionais. Análise de alimentos.

1. INTRODUÇÃO

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* Linn.) é uma leguminosa da família Fabaceae, originário da África Equatorial Tropical, sendo a única espécie do gênero. No Brasil, a planta adaptou-se bem à região do semiárido, sendo considerada uma frutífera típica da região nordeste. Além disso, sua ocorrência também é observada região de transição entre o Cerrado e o

Pantanal (Góes *et al.*, 2016; Pereira *et al.*, 2016; Sousa *et al.*, 2010).

Praticamente todas as partes do tamarindeiro têm algum tipo de uso, seja na alimentação humana ou animal, na medicina popular e para fins industriais, sendo sua polpa a porção do fruto mais utilizada no preparo de doces, sorvetes, licores, sucos, xaropes, *chutneys*, recheios de massas, na confeitaria e na indústria de chocolate e ainda como tempero para arroz,

carne, peixe e outros alimentos (Grollier *et al.*, 1998; Maia *et al.*, 2021; Parrotta, 1990).

Contudo, para a obtenção da polpa de tamarindo, são geradas grandes quantidades de subprodutos (casca e sementes), cujas propriedades nutricionais e bioativas justificam seu uso como matéria-prima alimentar ou ingredientes para a indústria farmacêutica ou alimentícia (Ferreira Junior *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2019; Garcia e Silva *et al.*, 2020). Além disso, reutilizar o subproduto do processamento dos frutos pode reduzir os problemas ambientais causados pelo descarte de grandes quantidades de matéria orgânica no ambiente (Queiroga *et al.*, 2020; Sousa *et al.*, 2010), constituindo-se em uma prática agrícola mais sustentável.

Assim, um dos aspectos que deve ser avaliado para garantir o melhor aproveitamento dos subprodutos da produção de polpa de tamarindo é a avaliação do teor de minerais nas farinhas de casca e de sementes. Isso contribuiria para a valorização econômica destas matérias-primas de baixo custo.

Isto posto, o objetivo deste estudo foi empregar a espectrometria de fluorescência de raios x por energia dispersiva na determinação dos teores de macro e micronutrientes em farinhas de casca e de semente de tamarindo, da região do semiárido mineiro.

2. METODOLOGIA

Para obtenção das farinhas foram empregados frutos provenientes do distrito de Alexandre Mascarenhas, pertencente ao município de Gouveia/MG (-18.635627, -44.040043), designados como Lote 1 (L1), e processados no Laboratório de Biofísica da

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina/MG, e de Montes Claros/MG (-16.679523, -43.858362), designados como Lote 2 (L2), processados na Cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão. Ambos os lotes foram coletados em estágio de maturação completo para consumo humano, entre os meses de agosto a dezembro de 2022.

Os frutos L1 foram selecionados, removendo aqueles com sinais de avaria, injúrias ou podridão. Após o descascamento manual, as polpas com as sementes foram embebidas em água clorada em uma proporção de 1:3 m/v de água para fruto, durante 12 horas, para permitir a remoção completa dos fios de polpa e fibras. As amostras L1 (cascas e sementes) obtidas foram higienizadas com água potável e sanitizadas (solução de hipoclorito de sódio 200 ppm/15 min) e secas em estufa com circulação de ar (cascas a 60 °C/6 horas; sementes a 150 °C/15 min) (Garcia e Silva *et al.*, 2020).

Após a secagem, seguiu-se a trituração em moinho de facas tipo croton (modelo MA1680, Marconi, Piracicaba, SP, Brasil), com peneira de 0,3 mm. Os produtos obtidos foram designados como farinhas de casca do lote 1 (FCL1) e de sementes do lote 1 (FSL1), foram armazenados em frascos de polietileno de primeiro uso, lacrados e armazenados em freezer (-18 °C), para posterior caracterização.

Os frutos L2, após o descascamento manual com retirada das cascas e fibras, foram despejados em despulpadeira (modelo NB50, Bonina, Itabuna, BA, Brasil), com malha de 2,5 mm e batedores rotativos. A polpa obtida foi embalada e congelada, sendo disponibilizada para comércio local. As cascas e as sementes

obtidas foram então transportadas para o Laboratório de Biofísica/UFVJM, onde foram submetidas ao mesmo processamento anterior. Os produtos obtidos foram designados como farinhas de casca do lote 2 (FCL2) e de sementes do lote 2 (FSL2).

A análise de minerais foi realizada por fluorescência de raios X por energia dispersiva (FRXED), em equipamento modelo EDX 720 (Shimadzu®; Kyoto; Japão), com nitrogênio líquido para resfriamento, no Laboratório Multiusuário LIPEMVALE/UFVJM. Realizou-se uma análise quali-quantitativa com pré-calibração do equipamento ($Al \geq 80\%$ e detecção de Sn e Cu), utilizando apenas ar atmosférico. A detecção de metais foi restrita aos elementos compreendidos entre o alumínio (Al, número atômico 13) e o urânio (U, número atômico 92). A aquisição dos dados ocorreu por meio do software PCEDX, versão 1.11 Shimadzu®.

As amostras das farinhas de cascas ou de sementes de tamarindo, após a incineração em mufla a 550 °C, foram acondicionadas em porta-amostras confeccionadas com filme de polipropileno. Durante a análise, foram utilizadas as seguintes condições: colimador de 10 mm, varreduras com tensões de 0-40 KeV (Ti-U) e 0-20 KeV (Na-Sc), com um tempo de 100 segundos para cada varredura. Os resultados foram expressos em $mg.100\ g^{-1}$ de amostras. A acurácia e a precisão dos resultados foram avaliados empregando-se uma amostra certificada de referência (NIST SRM 1571-*Orchard leaves*).

O teor de minerais foi comparado com os valores diários de referência (VDR) para fins de rotulagem nutricional (Brasil, 2020) e com as Ingestões Dietéticas de Referência (Institute of Medicine, 1997, 2001, 2005), para avaliar a adequação nutricional das farinhas e a contribuição para o atendimento das necessidades alimentares de determinados grupos populacionais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de minerais estão apresentados na Tabela 1, sendo possível a identificação de 15 minerais nas amostras, sendo que apenas 10 foram detectados tanto nas cascas quanto nas sementes. Destes elementos, o cálcio e o potássio foram os predominantes nas farinhas de casca e de semente, respectivamente.

Não foram encontrados relatos na literatura que utilizassem a fluorescência de raios X para a quantificação de minerais em farinhas de casca e de sementes de tamarindo.

Entretanto, utilizando esta mesma metodologia, Oliveira *et al.* (2006) quantificaram os teores de potássio ($691,0\ mg.100g^{-1}$), cálcio ($111,0\ mg.100g^{-1}$), manganês ($1,4\ mg.100g^{-1}$), ferro ($3,9\ mg.100g^{-1}$), cobre ($0,6\ mg.100g^{-1}$), e zinco ($0,6\ mg.100g^{-1}$), em polpa de tamarindo, obtidas no estado de São Paulo. Porém, como foram analisadas partes distintas do fruto, não é viável a comparação numérica entre os estudos.

Tabela 1 – Teores de minerais das farinhas de casca e de sementes de tamarindo

Mineral ($mg.100\ g^{-1}$)	Amostras			
	FCL1	FCL2	FSL1	FSL2
Cálcio (Ca)	$2.465,25 \pm 37,58^b$	$3.409,34 \pm 23,77^a$	$645,93 \pm 14,60^c$	$555,04 \pm 7,68^d$
Potássio (K)	$1.282,34 \pm 7,95^a$	$849,42 \pm 24,27^c$	$948,79 \pm 22,83^b$	$914,44 \pm 11,13^b$

Cloro (Cl)	169,33 ± 25,85 ^a	125,90 ± 19,92 ^{ab}	123,94 ± 13,87 ^{ab}	117,96 ± 11,54 ^b
Fósforo (P)	59,28 ± 29,07 ^b	41,71 ± 5,12 ^b	197,24 ± 16,18 ^a	193,95 ± 3,60 ^a
Enxofre (S)	13,20 ± 4,57 ^b	16,59 ± 2,93 ^b	46,50 ± 1,23 ^a	48,31 ± 5,86 ^a
Ferro (Fe)	16,50 ± 0,71 ^a	12,42 ± 1,66 ^a	19,13 [*]	12,00 ± 0,43 ^a
Manganês (Mn)	12,36 ± 0,32 ^a	7,63 ± 0,09 ^b	5,14 ± 0,05 ^c	1,92 [*]
Estrôncio (Sr)	8,03 ± 0,26 ^b	11,05 ± 0,55 ^a	1,16 ± 0,03 ^c	0,72 ± 0,04 ^c
Cobre (Cu)	2,81 ± 0,14 ^a	2,75 ± 0,10 ^a	não detectado	1,46 ± 0,02 ^b
Titânio (Ti)	2,32 ± 0,22	não detectado	0,65 [*]	0,85 [*]
Zinco (Zn)	1,74 ± 0,28 ^c	1,52 ± 0,29 ^c	3,48 ± 0,10 ^a	2,75 ± 0,02 ^b
Rubídio (Rb)	0,81 ± 0,00 ^b	1,18 ± 0,03 ^a	0,56 ± 0,06 ^c	0,76 ± 0,04 ^b
Prata (Ag)	não detectado	1,34 [*]	0,19 ± 0,01	não detectado
Níquel (Ni)	não detectado	não detectado	0,38 [*]	0,28 [*]
Bário (Ba)	não detectado	não detectado	0,22 [*]	0,26 ± 0,01

* Minerais detectados em apenas uma das triplicatas

Médias indicadas por letras iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados deste estudo (Tabela 1) são bem distintos dos valores de cálcio (36,6 mg.100 g⁻¹), potássio (1.308,0 mg.100 g⁻¹), zinco (7,0 mg.100 g⁻¹), cobre (2,1 mg.100 g⁻¹), manganês (12,1 mg.100 g⁻¹), e ferro (45,5 mg.100 g⁻¹) reportados por Ajayi *et al.* (2006) para farinha do endosperma das sementes de tamarindo, isto é sem o revestimento ou testa marrom que as recobre.

Além de serem farinhas obtidas de formas distintas, destaca-se que Ajayi *et al.* (2006) coletaram amostras na Nigéria, bem como empregaram a espectrometria de absorção atômica (EAA) para quantificação dos minerais, o que poderia contribuir para as divergências entre os estudos.

Por outro lado, Yusuf; Mofio; Ahmed (2007), utilizando a EAA, ainda relataram valores de cálcio (10,0 a 31,0 mg.100 g⁻¹) e ferro (75,9 a 102,4 mg.100 g⁻¹), para sementes de tamarindo também obtidas da Nigéria. Já os teores de fósforo (25,0 a 25,5 mg.100 g⁻¹), avaliados por espectrofotometria, e de potássio (21,0 a 41,0 mg.100 g⁻¹), determinado por fotometria de chama, também são bem distintos aos resultados já apresentados.

Utilizando análises espectrofotométricas, Akajiaku *et al.* (2014) encontram teores de potássio (480,0 a 1.440,0 mg.100 g⁻¹), fósforo (94,4 a 99,2 mg.100 g⁻¹), ferro (15,28 a 15,55 mg.100 g⁻¹), em farinhas de semente de tamarindo, também obtidas na Nigéria. Os autores apontaram que houve diferença significativa entre os teores de minerais entre as amostras que foram imersas em água por 14 dias, quando comparadas àquelas que foram apenas tostadas (100 °C, 15 min).

Avaliando sementes de tamarindo coletadas em três regiões diferentes de Uganda, Okello *et al.* (2017) também detectaram variações significativas nos teores de ferro (30,3 a 37,0 mg.100 g⁻¹) e de zinco (6,4 a 13,2 mg.100 g⁻¹), por meio da EAA, bem como nas quantidades de cálcio (130,3 a 170,5 mg.100 g⁻¹) e de potássio (9,9 a 15,4 mg.100 g⁻¹), por meio da fotometria de chama. Esses autores apontaram que a presença destes minerais nas plantas relacionar-se-ia com as próprias características do solo. Assim, enquanto o ferro ocorre em solos com pH alto, o zinco estaria presente em solos argilosos e de origem ígnea. Por outro lado, os níveis de potássio tendem a ser mais altos quando a planta se desenvolve em solos sob condições de estresse osmótico.

Em pesquisa com farinhas de semente de tamarindo obtidas na Índia e empregando a EAA para a determinação de minerais, Anjali; Sharma; Jain (2020) relataram teores de cálcio (109,25 mg.100 g⁻¹), fósforo (1.245,11 mg.100 g⁻¹) e de ferro (11,37 mg.100 g⁻¹) também distintos aos teores de minerais encontrados no presente estudo.

Em estudo comparando o teor de minerais em sementes de tamarindo de regiões semiáridas ou de sub-úmidas da Uganda, Ebifa-Othieno *et al.* (2020) encontraram variações significativas de cálcio (113,05 e 86,50 mg.100 g⁻¹), ferro (6,45 e 20,10 mg.100 g⁻¹) e potássio (49,20 e 32,75 mg.100 g⁻¹), entre as amostras, respectivamente. Os autores apontaram que estas diferenças estariam relacionadas ao tipo de solo de cada uma das regiões estudadas.

Em síntese, pode-se constatar que as variações entre os teores de minerais entre os estudos podem ser devidas às condições edafoclimáticas das regiões de origem dos frutos, ao período de coleta das amostras e ao processamento para obtenção das farinhas, bem como aos métodos de análise empregados para a quantificação dos elementos.

Por outro lado, a detecção de elementos como estrôncio (Sr), titânio (Ti), rubídio (Rb),

prata (Ag), níquel (Ni) e bário (Ba) em algumas amostras na presente pesquisa podem sugerir que eles estejam naturalmente presentes nos solos onde os tamarindeiros foram cultivados ou podem ser contaminantes. De qualquer maneira, torna-se crucial a análise dos solos e da água das regiões de coleta das amostras, para averiguar qual a origem destes elementos químicos.

Com relação aos minerais de interesse nutricional (Ca, K, Cl, P, Fe, Mn, Cu, Zn), seus teores foram comparados com os valores diários de referência para a rotulagem nutricional (Tabela 2) e com as ingestões dietéticas de referência (Tabela 3).

Considerando o tamanho das porções para farinhas de cereais e tubérculos (50 g), os valores diários de referência e os critérios de composição e de rotulagem da legislação vigente (Brasil, 2020), inferiu-se que as amostras FCL1 e FCL2 podem ser consideradas como de “alto conteúdo” de cálcio, ferro, manganês e cobre, já que os teores destes minerais nas farinhas, como apresentado na Tabela 2, foram superiores ao mínimo de 30% do VDR. Com relação às farinhas de sementes (FSL1 e FSL2), elas seriam “fontes” apenas de cálcio, já que o teor deste mineral foi superior ao mínimo de 15% do VDR.

Tabela 2 – Conteúdo de minerais (por porção) das farinhas de subprodutos de tamarindo e adequação com os valores diários de referência para fins de rotulagem nutricional

Mineral (mg.100 g ⁻¹)	Valor diário de referência (mg/porção)	Percentual			
		FCL1	FCL2	FSL1	FSL2
Cálcio	1.000,0	123,3	170,5	32,3	27,8
Potássio	3.500,0	18,3	12,1	13,6	13,1
Cloro	2.300,0	3,7	2,7	2,7	2,6
Fósforo	700,0	4,2	3,0	14,1	13,9
Ferro	14,0	58,9	44,4	não detectado	42,9
Manganês	3,0	206,0	127,2	64,5	não detectado
Cobre	0,9	156,0	152,7	não detectado	81,2
Zinco	11,0	43,3	6,9	15,8	12,5

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 3 – Conteúdo de minerais (por porção) das farinhas de subprodutos de tamarindo e sua adequação com as Ingestões Dietéticas de Referência, segundo as faixas etárias de menor (crianças de 1 a 3 anos) e de maior necessidades nutricionais (gestantes ou lactantes)

Mineral (mg.100 g ⁻¹)	Ingestão Dietética de Referência			Percentual de adequação							
	Crianças (1-3 anos)	Gestantes (14-18 anos)	Lactantes (14-18 anos)	FCL1		FCL2		FSL1		FSL2	
Cálcio	500,0		1.300,0	246,5	94,8	340,9	131,1	64,6	24,8	55,5	21,3
Potássio	3.000,0	--	5.100,0	21,4	12,6	14,2	8,3	15,8	9,3	15,2	9,0
Cloro	1.500,0		2.300,0	5,6	3,7	4,2	2,7	4,1	2,7	3,9	2,6
Fósforo	460,0		1.250,0	6,4	2,4	4,5	1,7	21,4	7,9	21,1	7,8
Ferro	7,0	27,0	--	117,9	30,6	88,7	23,0	--	--	85,7	22,2
Manganês	1,2	--	2,6	515,5	237,7	317,9	146,7	161,3	74,4	--	--
Zinco	3,0	--	13,0	158,7	36,6	25,3	5,8	58,0	13,4	45,8	10,6

Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, a amostra FCL1 ainda seria “fonte” de potássio e de alto conteúdo de zinco, enquanto algumas amostras das farinhas de sementes seriam designadas como de “alto conteúdo” de ferro e cobre (FSL2) ou de manganês (FSL1). Entretanto, como houve variação significativa no teor destes minerais entre as amostras, bem como alguns só foram detectados em lotes específicos, sugere-se a coleta de novas amostras, de outras localidades, para aprimorar a análise destas informações.

Por outro lado, quando comparamos os teores de minerais com as ingestões dietéticas de referências de alguns minerais, como ilustrado na Tabela 3, percebe-se que as farinhas deste estudo têm potencial para serem consideradas como fontes alternativas de minerais para a alimentação humana, especialmente de ferro, manganês e zinco.

Todavia, cabe ressaltar que oferta de minerais para o corpo humano não depende apenas de sua quantidade no alimento, mas também de sua biodisponibilidade. Neste sentido, vários fatores como a forma de ligação química do mineral; a presença de fatores antinutricionais (como inibidores de tripsina e de α -amilase, taninos e ácido fítico, por exemplo) ou de componentes alimentares (como fibras

insolúveis) que interfiram com os processos de digestão do alimento e absorção de nutrientes podem contribuir para reduzir a quantidade de minerais realmente bioacessíveis e biodisponíveis para o metabolismo humano (Affonfere *et al.*, 2023; Färçaş *et al.*, 2022; Ozolina; Sarenkova; Muizniece-Brasava, 2023; Sampaio *et al.*, 2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que as farinhas de casca e de semente de tamarindo apresentaram uma composição variada de minerais, com destaque para seus teores de cálcio e de potássio, respectivamente, que entre tantas funções, estão envolvidos com a saúde óssea, contração muscular, controle da pressão arterial e equilíbrio eletrolítico.

Além disso, pode-se verificar que os produtos também continham outros minerais como ferro, zinco, manganês e cobre, devendo-se avaliar, em outras pesquisas, a biodisponibilidade destes elementos químicos, que estão envolvidos em diversos processos metabólicos.

Ressalta-se, neste estudo, a aplicação inovadora da fluorescência de raios X para quantificação de minerais nas farinhas, sendo que

não foram encontrados outros relatos na literatura que utilizassem a mesma técnica para esta análise. Com esta metodologia, ainda foi possível a identificação de alguns minerais (Sr, Ti, Rb, Ag, Ni e Ba) em algumas amostras, sendo necessário outros estudos para verificar se estes elementos estariam relacionados com a composição natural do solo ou com alguma contaminação ambiental no local de coleta das amostras.

Assim, considerando que os teores de minerais das farinhas, em alguns casos, superam os valores diários de referência, para fins de rotulagem nutricional, e que contribuiriam com percentuais significativos da ingestão dietética de referência de alguns grupos populacionais, sugere-se a realização de novas pesquisas para avaliar a biodisponibilidade destes nutrientes, com o intuito de promover o uso destes novos produtos alimentícios como fontes alternativas de minerais para a alimentação.

5. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo apoio financeiro ao projeto “Obtenção de ingredientes com potencialidades funcionais a partir de frutos do semiárido norte-mineiro com aplicações tecnológicas em matrizes alimentícias, da chamada PDPG–Semiárido (processo APQ-03106-21), À Cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão pela doação das amostras,

REFERÊNCIAS

- AFFONFERE, Marius *et al.* In-vitro digestibility methods and factors affecting minerals bioavailability: a review. **Food Reviews International**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 1014–1042, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2021.1928692>. Acesso em: 7 maio 2024.
- AJAYI, Ibrinke A. *et al.* Oil content and fatty acid composition of some underutilized legumes from Nigeria. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 99, n. 1, p. 115–120, 2006. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814605006047>. Acesso em: 7 maio 2024.
- AKAJIAKU, Linda *et al.* Proximate, mineral and anti-nutrient composition of processed (soaked and roasted) tamarind (*Tamarindus indica*) seed nut. **Current Research in Nutrition and Food Science Journal**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 136–145, 2014. Disponível em: <http://www.foodandnutritionjournal.org/volume2number3/proximate-mineral-and-anti-nutrient-composition-of-processed-soaked-and-roasted-tamarind-tamarindus-indica-seed-nut/>. Acesso em: 1 maio 2024.
- ANJALI, Git; SHARMA, Vishakha; JAIN, Shashi. Nutritional properties of tamarind (*Tamarindus indica*) kernel flour. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 1359–1364, 2020. Disponível em: <https://www.ijcmas.com/abstractview.php?ID=17244&vol=9-5-2020&SNo=153>. Acesso em: 29 fev. 2024.
- BRASIL. Instrução Normativa - IN n.º 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Seção 1, v. 195, p. 113–124, 9 out. 2020. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=09/10/2020&jornal=515&pagina=113&totalArquivos=135>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- EBIFA-OTHIENO, Esther *et al.* Nutritional potential of tamarind (*Tamarindus indica* L.) from semi-arid and subhumid zones of Uganda. **Journal of Food Measurement and Characterization**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 1125–1134, 2020. Disponível em:

<http://link.springer.com/10.1007/s11694-019-00362-7>. Acesso em: 1 maio 2024.

FĂRCAȘ, Anca Corina *et al.* In vitro digestibility of minerals and B group vitamins from different brewers' spent grains. **Nutrients**, [s. l.], v. 14, n. 17, p. 3512, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/14/17/3512>. Acesso em: 7 maio 2024.

FERREIRA, Karen Carvalho *et al.* Physical-chemical characterization and technological and thermal properties of tamarind (*Tamarindus indica* L.) from the cerrado of Goiás, Brazil. **Carpathian Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], p. 94–106, 2019. Disponível em: [http://chimie-biologie.ubm.ro/carpathian_journal/Papers_11\(3\)/CJFST11\(3\)2019_9.pdf](http://chimie-biologie.ubm.ro/carpathian_journal/Papers_11(3)/CJFST11(3)2019_9.pdf). Acesso em: 18 mar. 2024.

FERREIRA JUNIOR, Weder N. *et al.* Modeling and thermodynamic properties of the drying of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seeds. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 37–43, 2021. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662021000100037&lang=pt.

GARCIA E SILVA, Emerson Iago *et al.* Physico-chemical characterization of Tamarind residues (*Tamarindus indica* L.): nutritional and anti-nutritional potential. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, SP, v. 44, n. e0702020, p. 595–606, 2020. Disponível em: <https://www.revistamundodasaude.com.br/uploads/20200070.PDF>. Acesso em: 26 abr. 2024.

GÓES, Glêidson Bezerra de *et al.* Métodos de enxertia na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 6, p. 853–859, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2016000600853&lang=pt.

GROLLIER, Cécile *et al.* Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin. **Fruits**, [s. l.], v. 53, n. 4, p. 271–280, 1998. Disponível em: <https://revues.cirad.fr/index.php/fruits>. Acesso em: 22 fev. 2024.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin d, and fluoride**. Washington, D.C.: National Academies Press, 1997. Disponível em:

<https://nap.nationalacademies.org/catalog/5776/dietary-reference-intakes-for-calcium-phosphorus-magnesium-vitamin-d-and-fluoride>. Acesso em: 26 abr. 2024.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin a, vitamin k, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2001. p. 10026 Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/10026>. Acesso em: 26 abr. 2024.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2005. p. 10925 Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/10925>. Acesso em: 26 abr. 2024.

MAIA, Johnnathan Lima *et al.* Quality and storage stability of tamarind juice. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 24, 2021. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232021000100465&lang=pt.

OKELLO, Jasper *et al.* Mineral composition of *Tamarindus indica* Linn (tamarind) pulp and seeds from different agro-ecological zones of Uganda. **Food Science & Nutrition**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 959–966, 2017.

OLIVEIRA, Alessandra Lopes de *et al.* Elemental contents in exotic Brazilian tropical fruits evaluated by energy dispersive X-ray fluorescence. **Scientia Agricola**, [s. l.], v. 63, n. 1, p. 82–84, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162006000100013&lang=pt.

OZOLINA, Kristine; SARENKOVA, Inga; MUIZNIECE-BRASAVA, Sandra. The anti-nutritional factors of legumes and their treatment possibilities: a review. In: RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT 2023, 2023. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2023. p. 68–76. Disponível em: https://lbtufb.lbtu.lv/conference/Research-for-Rural-Development/2023/LBTU_LatviaResRuralDev_29th_2023-68-76.pdf. Acesso em: 7 maio 2024.

PARROTTA, John A. *Tamarindus indica* L. Tamarind. **Report number: Res. Note SO-ITF-SM-3**, [s. l.], 1990. Disponível em: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.3501.3203>. Acesso em: 22 fev. 2024.

PEREIRA, Eduardo Castro *et al.* Growth and levels of N, P and K in rootstocks of tamarind trees using organic substrates and doses of phosphorus. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 274–282, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n202rc>. Acesso em: 23 fev. 2024.

QUEIROGA, A.X. Mesquita *et al.* Obtaining food flours through the drying of tamarind fruits. **Diffusion Foundations**, [s. l.], v. 25, p. 1–8, 2020. Disponível em: <https://www.scientific.net/DF.25.1>. Acesso em: 7 maio 2024.

SAMPAIO, Thereza Maria Tavares *et al.* Avaliação nutricional e biodisponibilidade de minerais em multimisturas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 13349–

13368, 2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/44362>. Acesso em: 7 maio 2024.

SOUSA, Danielle Marie Macedo *et al.* Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L. - Leguminosae: caesalpinioideae. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1009–1015, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000600006>. Acesso em: 21 fev. 2024.

YUSUF, A.A; MOFIO, B.M; AHMED, A.B. Proximate and mineral composition of *Tamarindus indica* linn 1753 seeds. **Science World Journal**, [s. l.], v. 2, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.ajol.info/index.php/swj/article/view/51699>. Acesso em: 1 maio 2024.