

O impacto do uso de panelas de alumínio na contaminação de alimentos

DOI: 10.5281/zenodo.13127711

Gabriel Castro e Silva^{a*}

Concern about aluminum intake and its link to neurodegenerative diseases, such as Alzheimer's disease, intensifies research into the influence that aluminum utensils can have on the body. This article addresses the dissolution of aluminum during the cooking of food in aluminum pans and its transfer to different types of food, exploring factors such as acidity, humidity, cooking time and the type of pan. Our body eliminates most of the aluminum ingested, however people with kidney problems have difficulty excreting the metal, increasing the risk of toxicity. The article concludes that the transfer of the element to food is practically negligible, corresponding to no more than 2% of the daily aluminum intake limit.

A preocupação com a ingestão de alumínio e sua ligação com doenças neurodegenerativas, como o mal de Alzheimer, intensifica pesquisas sobre a influência que utensílios de alumínio podem causar ao organismo. O presente artigo aborda a dissolução do alumínio durante o cozimento de alimentos em panelas de alumínio e sua transferência para diferentes tipos de alimentos, explorando fatores como a acidez, umidade, tempo de cozimento e o tipo de panela. Nossa corpo elimina a maior parte do alumínio ingerido, no entanto, pessoas com problemas renais têm dificuldade em excretar o metal, aumentando o risco de toxicidade. O artigo conclui que a transferência do elemento para os alimentos é praticamente desprezível, não correspondendo a mais de 2% do limite de ingestão diária de alumínio.

^aUniversidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: gabriel.cs018@gmail.com

Palavras-chave: Alumínio; panelas; Alzheimer; alimentos.

Aceito em 11 de junho de 2024,
Aprovado em 16 de julho de 2024,
Publicado em 31 de julho de 2024.

Introdução

O alumínio é um composto muito presente na dieta humana, sendo conteúdo natural em quase todas as frutas e legumes. Ele é considerado o terceiro elemento de maior abundância na crosta terrestre, atrás somente do oxigênio e do silício. Sua presença nos alimentos pode ser decorrente dessa alta concentração natural.¹ Alimentos como as ervas de chá apresentam as maiores concentrações de alumínio devido à absorção passiva do elemento do solo para as folhas durante o crescimento da planta.² A água potável também possui quantidades de alumínio, embora sejam extremamente pequenas, tendo a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelecido o limite de 0,2 miligramas por litro (mg/L), o que representa menos de 1% da ingestão total.³

Em 2011, o Comitê Conjunto de Especialistas em Aditivos Alimentares em conjunto com a Organização Mundial da Saúde (OMS) determinou a Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP) como sendo 2 mg/kg (miligramas a cada quilograma da massa corpórea).⁴ No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) adota as diretrizes do relatório da OMS como referência, estipulando que uma dose semanal de 1 mg a 7 mg por quilograma de peso corpóreo é considerada tolerável para o consumo de alumínio.⁴ A Anvisa destaca que a ingestão de alumínio em quantidades superiores aos valores recomendados pode resultar em efeitos adversos à

saúde. Para diminuir a ingestão de alumínio, a Anvisa publicou em 2019 o decreto RDC nº 285/2019 que proíbe o uso de aditivos alimentares contendo alumínio em diversas categorias de alimentos.⁵

Embora o alumínio tenha sido considerado inofensivo à saúde humana durante muitos anos, estudos epidemiológicos iniciados na década de 1970 começaram a sugerir uma possível associação entre a concentração de alumínio no organismo e o Mal de Alzheimer. Essas pesquisas sugerem que o alumínio pode ser um fator de risco para o desenvolvimento dessa doença neurodegenerativa, dado o aumento nas concentrações de alumínio no cérebro, músculos e ossos de pacientes afetados pela doença.^{6,7} No entanto, a natureza exata dessa associação ainda é motivo de debate na comunidade científica. Isso ocorre, pois, alguns pesquisadores argumentam que o acúmulo de alumínio no corpo pode ser mais uma consequência do Alzheimer do que uma causa inicial.⁸

De acordo com o Instituto Federal Alemão de Avaliação de Riscos (BfR), a maioria dos alimentos prontos para consumo apresenta teores de alumínio inferiores a 5 mg/kg.⁹ Sua absorção gastrointestinal é baixa em virtude da conversão de sais de alumínio, como o sulfato de alumínio, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, representado na Figura 1, em fosfato de alumínio AlPO_4 , representado na Figura 2, que é uma substância insolúvel. Todavia, uma vez absorvido, o alumínio é distribuído pelo organismo, principalmente nos ossos, fígado,

rins e cérebro. Contudo, em bebês prematuros e em pacientes que sofrem de problemas renais, esse processo de excreção é comprometido, resultando no acúmulo de alumínio no corpo, aumentando o risco de toxicidade.^{8,10}

Figura 1. Representação do sulfato de alumínio gerada pelo software MolView

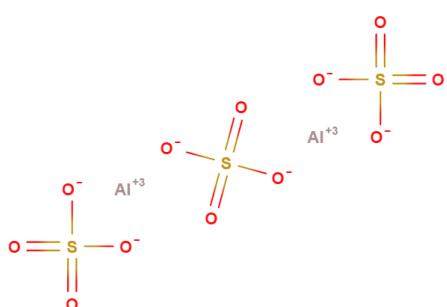
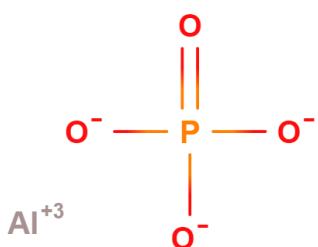


Figura 2. Representação do fosfato de alumínio gerada pelo software MolView



Ao longo dos anos, tem sido objeto de debate a possível transferência de alumínio para a dieta humana a partir do uso de panelas feitas desse metal. São diversos os fatores que influenciam a dissolução do alumínio das panelas durante seu uso, como o pH e a umidade dos alimentos, o tempo de uso do utensílio, o tempo de cozimento, bem como a presença de condimentos e temperos. Para minimizar a dissolução do alumínio e sua consequente transferência para os alimentos, alguns pesquisadores recomendam adicionar o sal somente após o cozimento, além de evitar a lavagem das panelas com esponjas de aço, pois isso pode aumentar a liberação de metais da água da panela para os alimentos.¹¹ Entre todos esses fatores, o de maior significância é o pH do alimento, uma vez que um pH mais baixo (ácido) tende a aumentar a dissolução do alumínio presente na panela.¹²

A ingestão média de alumínio varia significativamente de acordo com a dieta da população.

Estudos realizados em 1997 pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação em colaboração com a Organização Mundial da Saúde (FAO/OMS) determinaram que a ingestão média de alumínio em países europeus é de aproximadamente 7,43 mg/dia, sendo o valor mais baixo registrado na Holanda, com 3,9 mg/dia, e o mais alto na Suécia, com 13 mg/dia. Nos Estados Unidos, esse consumo varia entre 7,1 e 8,2 mg/dia. Em relação às crianças de 5 a 8 anos, o consumo médio de alumínio apresenta uma ampla variação, com o valor mais baixo registrado na Alemanha, de 0,8 mg/dia, e o mais alto nos Estados Unidos, atingindo 6,5 mg/dia.¹³

Considerando os dados indicados e as ameaças de associação entre o alumínio e doenças as neurodegenerativas, o artigo de referência realizou esse estudo com o objetivo de levantar dados sobre o potencial de dissolução do alumínio da panela durante o preparo de alimentos no Brasil.⁸ Para tanto, foram consideradas diversas variações, incluindo a forma de preparo dos alimentos, o tipo de alimento utilizado e o material das panelas empregadas.

Metodologia

O artigo de referência⁸ emprega sete alimentos comuns na dieta brasileira para avaliar as variações nas concentrações de alumínio, pH e umidade em função da utilização de panelas feitas com esse material. Os alimentos utilizados foram: arroz, feijão, batata cozida, carne de panela (lagarto), bife (alcatra), macarrão e molho de tomate. Esses alimentos foram preparados em dois tipos de panelas de, a de alumínio não revestida, identificada como polida, como mostra a Figura 3, e a de alumínio com revestimento interno, identificada como revestida, como demonstrado na Figura 4.

As panelas utilizadas foram selecionadas diretamente do estoque de dois diferentes fabricantes brasileiros, com o intuito de aumentar a confiabilidade do estudo e garantir a aleatoriedade da amostragem.

Figura 3. Panela de alumínio polido com aba do tipo caçarola. Retirado da referência 16.



Figura 4. Panela de alumínio revestido. Retirado da referência 17.



A água utilizada foi bidestilada, a fim de evitar qualquer interferência do tratamento da água nos resultados obtidos. Após o processo de cozimento, cada alimento foi submetido a secagem e pesagem. Para quantificar o teor de alumínio tanto nos alimentos crus quanto nos cozidos, foi utilizado a técnica de espectrometria de emissão atômica induzida por plasma (ICP-OES). O pH foi aferido por meio de um potenciômetro (pHmetro) Micronal modelo B474, com resolução de 0,01 unidade de pH. Quanto à umidade, essa foi determinada por um método gravimétrico, no qual os alimentos foram pesados após serem secos em estufa ventilada de marca Precision Scientific. Todas as análises foram feitas em triplicata, com exceção da determinação da umidade, que foi feita em duplicata. Posteriormente foi calculado a média aritmética dos seus resultados.

Resultados e discussão

Para calcular a concentração de alumínio, o molho de tomate foi preparado por meio de digestão ácida. Esse procedimento consiste na quebra da matriz da amostra, que é digerida a quente com 5 ml de ácido nítrico (HNO_3) concentrado e diluída com solução de ácido clorídrico (HCl) a 5% em água bidestilada, para um volume final de 50 ml deixando somente os elementos de interesse para a análise espectroscópica.¹⁴ Para os demais alimentos, foi utilizado o método de calcinação por via seca, que consiste na queima da fração orgânica da amostra. Posteriormente as amostras foram secas em bico de Bunsen até a completa carbonização e calcinadas em forno tipo mufla a uma temperatura de 400°C. As cinzas resultantes foram solubilizadas com 5 mL de solução quente de ácido nítrico (HNO_3) concentrado e diluídas com ácido clorídrico (HCl) a 5% em água bidestilada, para o volume final de 50 mL.¹⁵

A Tabela 1 apresenta os resultados do teor de alumínio nos alimentos, tanto na matéria-prima crua quanto

após o cozimento na panela polida e revestida, calculado por meio da espectrometria de emissão atômica induzida por plasma (ICP-OES). A concentração é expressa em mg/kg. Todos os resultados foram obtidos em triplicata e a média aritmética foi calculada para reduzir erros e aumentar a confiança do estudo.

Na Tabela 2, são apresentados os valores de pH para cada tipo de alimento. É importante destacar que a carne de panela foi cozida na presença de vinagre e o pH médio do líquido que a cozinhou foi de 3,93.⁸

Tabela 1. Concentração de alumínio, em $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ em base úmida, nos alimentos cru e cozido, nos dois tipos de panela. Extraído da referência 8.

Alimento	Alimento Cru			Panela Polida			Panela Revestida		
	Méd	Mín	Máx	Méd	Mín	Máx	Méd	Mín	Máx
Arroz	6,2	6,06	6,37	3,54	3,14	3,81	3,91	3,32	4,27
Feijão	23,8	21,9	24,9	8,92	8,17	9,46	7,56	7,04	8,89
Batata	0,75	0,74	0,75	0,84	0,76	0,94	1,04	0,53	1,69
Carne Cozida	0,99	0,96	1,03	3,89	2,86	4,82	2,22	1,49	2,95
Bife	4,45	4,29	4,56	1,53	1,37	1,62	2,48	1,99	2,97
Macarrão	1,9	1,81	1,98	1,32	1,19	1,6	0,82	0,66	1,02
Molho	1,24	1,18	1,29	19,6	16,1	21,6	1,31	1,1	1,45

Tabela 2. Determinação do pH após o cozimento. Extraído da referência 8.

Alimentos	Cru	Polida	Revestida
Arroz	6,62	6,26	6,24
Feijão	-	6,35	6,38
Batata	5,91	6,01	5,94
Carne Cozida*	5,38	5,03	5,05
Bife	5,44	5,77	5,82
Macarrão	6,07	6,38	6,39
Molho	4,32	4,36	4,34

*Carne cozida na presença de vinagre, com pH 3,93

A Tabela 3 apresenta os resultados da quantificação da umidade dos alimentos analisados. Para a determinar a umidade, os alimentos foram submetidos a um processo de secagem e posteriormente pesados. No caso dos produtos sem cozimento, a secagem foi realizada a uma temperatura de 130°C pelo período de 1 hora. Já os alimentos cozidos, a temperatura utilizada foi de 105°C até obtenção de peso constante. Ao contrário do pH e do teor de alumínio, a determinação da umidade foi realizada em duplicata, sendo posteriormente calculada sua média. Os resultados foram expressos em % (massa seca por massa úmida).

Após calcular o teor de alumínio nos alimentos, tanto nos dois tipos de panela quanto na matéria-prima crua, foi realizada a correção necessária utilizando a umidade dos produtos para determinar a concentração de alumínio que migrou das panelas para os alimentos. A Tabela 4 apresenta os dados dessa concentração, em base seca, obtidos em triplicata e retirado a média, em mg.kg⁻¹.

Tabela 3. Umidade dos sete produtos em estudo, em % (m.m⁻¹). Extraído da referência 8.

Alimentos	Cru	Panela Polida	Panela Revestida
Arroz	12,5	68,7	68,7
Feijão	15,6	69,5	70,3
Batata	80,6	81,7	82,1
Carne Cozida	73,4	60,1	59,2
Bife	71,9	56,5	54,3
Macarrão	10,2	73,3	74,4
Molho	92,8	89,7	88,7

A Tabela 5 fornece os dados da migração do alumínio em base úmida das panelas para os sete produtos analisados. Valores negativos indicam que o alimento não aumentou a concentração de alumínio após cozimento, mas sim perdeu teor de alumínio que estava presente na matéria-prima crua. Os dados também foram calculados pela média das triplicatas realizadas e estão expressos em mg.kg⁻¹.

Tabela 4. Média da concentração em base seca de alumínio nos alimentos crus e cozidos, em mg.kg⁻¹. Extraído da referência 8.

Alimentos	Cru	Panela Polida	Panela Revestida
Arroz	7,08	11,31	12,49
Feijão	28,2	29,25	25,4
Batata	3,85	4,63	5,82
Carne Cozida	3,71	9,74	5,44
Bife	15,84	3,51	5,43
Macarrão	2,11	4,94	3,22
Molho	17,22	190,3	11,59

Tabela 5. Migração de alumínio em base úmida após o cozimento na panela polida e revestida. Extraído da referência 8.

Alimentos	Panela Polida	Panela Revestida
Arroz	1,322	1,692
Feijão	0,319	-0,815
Batata	0,144	0,354
Carne Cozida	2,408	0,704
Bife	-5,360	-4,755
Macarrão	0,755	0,283
Molho	17,83	-0,636

Conforme esperado, devido à acidez, o molho de tomate causou o maior aumento na sua concentração de alumínio na panela polida. Enquanto na panela revestida, na verdade, houve uma diminuição da concentração do elemento. No caso do bife, a quantidade de alumínio que se dissolveu da panela provavelmente foi transferida para o resíduo, que permaneceu aderido no utensílio. Portanto o teor de alumínio no alimento na panela polida e na revestida não sofreu aumento. Quanto ao arroz, à batata e ao feijão, esses foram os alimentos que apresentaram menor dissolução de alumínio, além de apresentarem valores semelhantes nos dois tipos de panelas.

Conclusões

Em suma, o estudo conduzido por DANTAS *et al.*⁸ conclui que a ingestão de alumínio decorrente da migração das panelas para os alimentos não apresenta riscos à saúde, uma vez que está muito abaixo do valor tolerável de consumo diário. Uma refeição composta por todos os alimentos cozidos na panela polida representa aproximadamente 1,05 mg de alumínio ingerido, um valor não relevante se levar em conta o teor de alumínio que provém do próprio alimento e de outras fontes de ingestão. Levando em consideração uma pessoa de 60 kg, a quantidade de alumínio ingerido a partir da dissolução do metal dos utensílios não ultrapassa 2% do limite de ingestão estabelecido pela Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP) em 2011.

A pesquisa verificou que a dissolução de alumínio ocorre tanto em panelas polidas quanto em revestidas. No entanto, ao analisar os alimentos com o maior teor de alumínio em cada tipo de panela, constatou-se que a quantidade de metal que foi transferida das panelas polidas para os alimentos é mais de 10 vezes superior à das panelas revestidas. Assim, é aconselhável que indivíduos com limitações na excreção do elemento, particularmente aqueles com insuficiência renal, prefiram o uso de panelas de alumínio com revestimento.

Contribuições por Autor

A resenha sobre o artigo em referência e a inclusão de algumas observações são de Gabriel Castro e Silva.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Agradeço ao PET-Química/IQ/UnB, à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SeSU/MEC) e ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG/UnB) por todo o apoio concedido através do Programa de Educação Tutorial. Agradeço também ao Instituto de Química (IQ/UnB) e à Universidade de Brasília pelo suporte e espaço fornecidos.

Notas e referências

- 1 Alumínio e saúde, <https://www.hydro.com/pt-BR/aluminium/sobre-aluminio/aluminio-e-saude/>, (accessed June 9, 2024).
- 2 R. F. Milani, M. A. Morgano, E. S. Saron, F. F. Silva and S. Cadore, Evaluation of Direct Analysis for Trace Elements in Tea and Herbal Beverages by ICP-MS, Journal of the Brazilian Chemical Society, 2015, **26**, 1211-1217.
- 3 ABAL - Associação Brasileira do Alumínio, [https://abal.org.br/sustentabilidade/aluminio-e-saude/aluminio-na-agua-potavel/#:~:text=Atualmente%20existe%20uma%20uma%20orienta%C3%A7%C3%A3o%20da,litro%20\(mg%2Fl](https://abal.org.br/sustentabilidade/aluminio-e-saude/aluminio-na-agua-potavel/#:~:text=Atualmente%20existe%20uma%20orienta%C3%A7%C3%A3o%20da,litro%20(mg%2Fl), (accessed June 9, 2024).
- 4 Anvisa proíbe aditivos alimentares contendo alumínio, <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/anvisa-proibe->

- aditivos-alimentares-contendo-aluminio, (accessed June 9, 2024).
- 5 I. Nacional, RESOLUÇÃO - RDC No 285, DE 21 DE MAIO DE 2019 - RESOLUÇÃO - RDC No 285, DE 21 DE MAIO DE 2019 - DOU - Imprensa Nacional, <https://www.in.gov.br/web/dou>, (accessed June 10, 2024).
- 6 P. C. Ferreira, K. D. A. Piai, A. M. M. Takayanagui and S. I. Segura-Muñoz, Aluminum as a risk factor for Alzheimer's disease, *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, 2008, **16**, 151–157.
- 7 A. C. B. D. Freitas, A. L. C. Santos, M. C. M. Bezerra and S. C. T. D. Nascimento, Revisão sistemática de estudos sobre o alumínio como fator de risco para a Doença de Alzheimer, *Rev. Proc. Q.*, 2021, **15**, 83-88.
- 8 S. T. Dantas, E. S. Saron, F. B. H. Dantas, D. M. Yamashita and P. H. M. Kiyataka, Determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio, *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2007, **27**, 291–297.
- 9 Bundesinstitut Für Risikobewertung, Uncoated aluminium menu trays: First research results show high release of aluminium ions, 2017, **1**.
- 10 L. B. Schwartsmann, J. C. Goldani, V. L. M. Barroso, and Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil), Eds., *Saúde tem história II: narrativas no Centro Histórico-Cultural Santa Casa de Porto Alegre*, 2021, **1**, 219-235.
- 11 USP, <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/usp-transferencia-de-aluminio-das-panelas-para-os-alimentos-pode-afetar-a-saude-humana/>, (accessed June 9, 2024).
- 12 K. D. Quintaes, Utensílios para alimentos e implicações nutricionais, *Rev. Nutr.*, 2000, **13**, 151–156.
- 13 World Health Organization, *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum*, 2017, **4**, 222-223, 311-313.
- 14 Tipos de digestão de amostras para análises químicas, <https://www.biovera.com.br/noticias/tipos-de-digestao-de-amostras-para-analises-quimicas/>, (accessed June 9, 2024).
- 15 A. A. Barbosa, A. V. Ferraz and G. A. Santos, Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso obtido do pólo do Araripe, *Cerâmica*, 2014, **60**, 501–508.
- 16 Panela Para cozinha Panela de Aluminio Polido 5,2 Litros - A.R Variedades MT - Panelas, <https://www.magazineluiza.com.br/panela-para-cozinha-panela-de-aluminio-polido-52-litros-a-r-variedades-mt/p/kgb34k0g5k/ud/panl/>, (accessed July 18, 2024).
- 17 T. Tecnologia, Caçarola Revestimento Cerâmica Plus 16 Cm - OkayShop, <https://www.okayshop.com.br/casa-cozinha/panelas-e-cacarolas-aluminio/panela-cacarola-vermelha-revestimento-ceramica-plus-16-cm>, (acessado em 18 de julho de 2024).