



IISIMPOETS

Simpósio de Educação, Tecnologia e Sociedade

Pensar a Educação, Ciência e Tecnologia
na formação da diversidade

DOI 10.14571/cets.v2.27-35

MIGRAÇÃO DA ESPÉCIE INORGÂNICA – Alumínio – DOS UTENSÍLIOS CULINÁRIOS PARA O CEREAL ARROZ

LÚCIO, Pedro Paulo Palomino¹, BORGES, Elisangela Cardoso de Lima²

Abstract. *Cookware always been in constant evolution, looking for convenience, never caring about the level of toxicology. Aiming to evaluate the migration of aluminum during the cooking of rice by titration and indirect FAAS, extraction with 1.0 mol L⁻¹ HCl and 0.1 mol L⁻¹, rice samples were cooked in three different cooking utensils: pot/spoon aluminum, aluminum pot/polyethylene spoon e glass pot/polyethylene spoon. In indirect titration, no statistical difference was detected by the use of different concentrations, although detections occurred at 0.1 mol L⁻¹, since there was only the FAAS detection and statistical significance to the aluminum pot/aluminum spoon..*

Keywords: Rice. Indirect Titration. FAAS. Aluminum

Resumo. *Os utensílios culinários sempre estiveram em constante “evolução”, buscando praticidade, e nunca importando com o nível de toxicologia. Objetivando-se avaliar a migração de alumínio durante o cozimento do arroz por titulação indireta e FAAS, com extrações em HCl 1,0 e 0,1 mol L⁻¹, amostras de arroz foram cozidas em três diferentes utensílios culinários: panela/colher de alumínio, panela de alumínio/colher de polietileno e panela de vidro/colher de polietileno. Na titulação indireta, não foi detectada diferença estatística pelo uso das diferentes concentrações, embora ocorreu detecções na concentração 0,1 mol L⁻¹, já pela técnica FAAS houve apenas detecção e diferença estatística para panela de alumínio/colher de alumínio.*

Palavras chave: Arroz. Titulação Indireta. FAAS. Alumínio

¹Técnico em Alimentos, Aluno, Inhumas-GO , pedrocefetinhumas@hotmail.com

²Doutora, Professora, Departamento de Ensino, Inhumas-GO, elisangelaborges@inhumas.ifg.edu.br

1. Introdução

O processo para a obtenção dos elementos químicos e a tentativa de transformá-los em utensílios culinários, iniciou-se na pré-história. Sendo que este processo se deu graças ao domínio do fogo e da cerâmica, pois para confeccionar os utensílios de cerâmica, era necessário levá-los a altas temperaturas nos fornos. Com o decorrer do tempo houve a construção de fornos melhores e mais apropriados para a metalurgia, possibilitando a descoberta de outros metais [1;2].

O alumínio embora seja o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, sua extração não é fácil, pois só ocorre na forma de compostos. Sua obtenção somente foi possível com o avanço na eletrólise e no campo da eletricidade, que possibilitou a obtenção dos metais não isoláveis pelo aquecimento com o carvão [1;2].

A purificação do alumínio ocorreu pela primeira vez em 1827 pelo alemão F. Wöhler através da reação de um composto de alumínio com potássio metálico. Mas por ser um processo considerado caro, outros estudos foram desenvolvidos. O pesquisador Charles Martin Hall (1863-1914) encontrou um composto iônico que podia ser fundido junto à bauxita, baixando sua temperatura de fusão e formando um meio condutor que não interferia na reação de eletrólise. Esse composto era um mineral raro, encontrado na Groenlândia – a Creoleta [1].

A mistura de bauxita e creoleta fundem formando uma solução a temperaturas mais razoáveis (960 a 980 °C), viabilizando a produção industrial [2]. Assim, o alumínio tornou-se um metal comum, nas indústrias em geral, mais especificamente em indústrias de utensílios culinários, já que possuía maior resistência mecânica e de corrosão além de seu elevado índice de condutividade térmica, deste modo passou a substituir o Ferro utilizado nas indústrias [1; 3].

Em 1917, a indústria primária do metal chegou ao seu primeiro milhão de toneladas, mas o seu aumento de escala se consolidou a partir de 1950. Hoje, a indústria de alumínio coloca 34 milhões de toneladas do produto no mundo (dados de 2006/Abal), que vai para diversos tipos de indústria transformando-o em outros produtos [4].

2. Objetivos

Este trabalho objetivou investigar dados sobre o potencial de migração do alumínio a partir dos utensílios domésticos para os alimentos, variando-se o tipo de panela e talher, determinando-o por titulação indireta e pela técnica Espectrometria de Absorção Atômica com atomizador de chama (do inglês FAAS)

3. Fundamentação Teórica (Desenvolvimento)

Sabemos que os utensílios culinários, seja qual for sua constituição, podem liberar alguns componentes inorgânicos durante a cocção e o armazenamento de alimentos. Esta migração só é interessante quando ocorre em quantidades adequadas a necessidade nutricional dos usuários, pois ao contrário, pode começar a existir implicações toxicológicas no usuário [3; 5]

Segundo o autor Dantas et al (2007) em seu trabalho Determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio diz que “Vários são os fatores que podem influenciar no aumento da migração do elemento do utensílio culinário para o alimento, estes fatores são o pH do alimento, o tempo de uso do utensílio, o tempo de cozimento, a presença de sal ou açúcar, etc.” [5].

O alumínio por sua vez é distribuído em quase toda a cadeia alimentar, podendo ser encontrado nos vegetais, na água, em utensílios de cozinha, embalagens de alimentos e medicamentos [6], é facilmente eliminado pelo organismo, mas quando absorvido é distribuído nos ossos, fígado, rins e cérebro, agravando a saúde de pacientes renais crônicos devido a dificuldade em eliminá-lo [5]. Alguns autores relacionam o elemento à doença de Alzheimer e a outros tipos de escleroses, já que nos pacientes com a doença foi detectado o aumento da concentração de alumínio, ferro e outros minerais no cérebro, músculos e ossos. Porém esta relação não foi confirmada [5].

Os utensílios de culinária sempre estiveram em constante evolução, na sua constituição, forma (apesar de rústicos) e sempre buscando uma maior “praticidade” para o preparo dos alimentos. Com a descoberta do Alumínio, um metal com grande condutividade térmica e pouca corrosão, houve quase a substituição (a partir da revolução industrial) total do Ferro pelo Alumínio nos utensílios culinários, já que é bem prático seu manuseio [7].

O uso de panela de vidro cresceu nos últimos anos, pelo fato de não causar migrações significativas de substâncias para o alimento, mas se comparar este crescimento ao de panela de alumínio, ainda é bem pequeno [7]. Muitos consumidores ao adquirir utensílios culinários, não questionam quanto a sua real funcionalidade, bem como não se perguntam se o tipo de material empregado naquele utensílio culinário pode trazer danos ou não à saúde.

Metodologia

O arroz é um dos pratos mais comuns na dieta da população brasileira, assim este alimento foi selecionado para ser o veículo desta pesquisa.

➤ **Preparação das Amostras**

O preparo do arroz foi realizado em panelas: de alumínio com colher e tampa de alumínio, de alumínio com colher de polietileno e tampa de alumínio e de vidro com colher de polietileno e tampa vidro, obtidas no comércio local. O modo de preparo utilizado foi definido conforme a prática comum de preparação dos alimentos: pesou-se cerca de 10,0000 g de arroz cru, transferiu-se para a panela de alumínio ou vidro; adicionou-se 0,1500 g de sal e 15,0 mL de água destilada, e cozinhou em banho-maria por aproximadamente 15 minutos (não foi adicionado óleo ou gordura).

Os procedimentos de cocção do arroz foram realizados em triplicatas visando uma análise estatística significativa. Sendo que os valores da concentração de alumínio obtidos com arroz cru, serviram como branco (quantidade original de alumínio no alimento).

➤ **Extrações e Determinações**

A extração de alumínio foi realizada pelo método via úmida, como se segue: 10,0000g de amostras de arroz cru e cozido (desconsiderando-se a massa ganha no preparo) foram solubilizadas com 25,0 mL de HCl (1,0 mol L⁻¹ ou 0,1 mol L⁻¹), e deixadas em repouso (*overnight*), em seguida foram aquecidas a uma temperatura de 42 °C por uma hora, que correspondem à temperatura do corpo humano, resfriadas a temperatura ambiente e filtradas, a parte líquida do sistema heterogêneo bifásico foi transferida para um balão volumétrico de 25,0 mL, e analisada quanto ao teor de alumínio por Titulação Indireta [7] e FAAS.

Um estudo estatístico por “Comparação das Diferenças Individuais” descrito por Harris (2005) foi utilizado a fim de se descobrir se há ou não diferença entre os métodos de extração de alumínio com diferentes concentrações de HCl (1,0 mol L⁻¹ e 0,1 mol L⁻¹) e,

também entre as técnicas de determinação. Além de outros parâmetros estatísticos como: a média, o desvio padrão das amostras (s); e o limite de confiança da média [7; 8].

4. Resultados e Discussões

A Extração por via úmida foi realizada com o ácido clorídrico (HCl) cuja escolha deste extrator baseou-se no fato dele ser o principal componente estomacal mantendo o pH do interior do estômago entre 0,9 e 2,0 e, a temperatura baseou em uma citação de NUTRIWEB (2009), em que dizia que “Beaumont amarrava pedaços de comida em um fio de seda, e introduzia-os pela fístula no estômago de St. Martin e anotava o grau de digestão dos alimentos. Assim, descobriu que a temperatura interna do estômago era de 42 °C” [9]. Deste modo para simular a digestão humana foi utilizado uma solução de HCl (1,0 e 0,1 mol L⁻¹) como extrator, temperatura de 42 °C e o tempo de repouso em torno de 12 horas (*overnight*).

➤ Titulação Indireta

O resultado da análise do teor de alumínio determinado pelo método analítico titulação indireta nas amostras cozidas em diferentes panelas é apresentado no Gráfico 1.

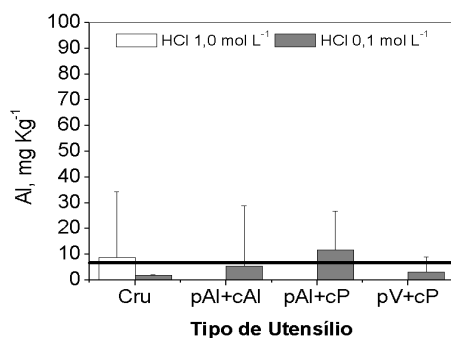


Gráfico 1. Resultados do teor de Alumínio (mg Al/kg arroz) em duas concentrações de extração (HCl 1,0 mol L⁻¹ e HCl 0,1 mol L⁻¹) determinados por titulação indireta

Analisando o gráfico em relação à concentração do extrator HCl, pode-se perceber que na menor concentração, 0,1 mol L⁻¹, houve uma maior e melhor extração, visto que em sua análise não ocorreu a precipitação do alumínio com íons hidróxido provenientes da manutenção do pH.

Quanto ao tipo de utensílio utilizado no preparo do arroz, observa-se que utensílios de alumínio disponibilizam este elemento para o arroz, independentemente do tipo de colher.

No uso dos utensílios de polietileno e de vidro infere-se possível contaminação durante todo o procedimento, desde o modo de lavagem até os reagentes utilizados.

Segundo Dantas (2007), em seu estudo sobre determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio descreve sobre o limite tolerável de alumínio no corpo humano, que segundo a FAO/WHO (1989) estabeleceu o limite máximo provisório para a ingestão semanal de alumínio para humanos, correspondente a 7 mg de alumínio por kg de massa corporal, limite esse mantido até o momento [5] e representado como um traço no gráfico.

Os resultados deste estudo (5,29-11,65 mg kg⁻¹) também estão de acordo com o valor encontrado por Dantas (2007) para o cozimento de arroz em panela polida (11,31 mg kg⁻¹) assim como, para o arroz cru, 5,29 mg kg⁻¹ e 7,1 mg kg⁻¹, respectivamente, o que torna a pesquisa validada por comparação entre literatura.

➤ Detecção Espectrométrica (FAAS)

O resultado da análise do teor de alumínio determinado pela técnica analítica FAAS nas amostras cozidas em diferentes panelas é apresentado no Gráfico 2.

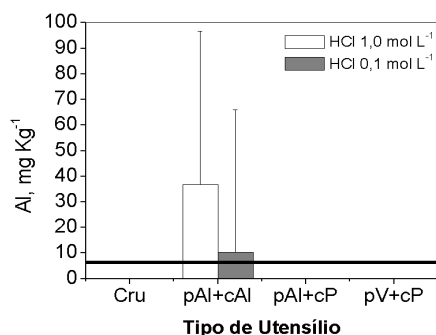


Gráfico 2. Resultados do teor de Alumínio (mg Al/kg arroz) em duas concentrações de extração (HCl 1,0 mol L⁻¹ mol L⁻¹ e HCl 0,1 mol L⁻¹) determinados FAAS.

No resultado por FAAS, a concentração 1,0 mol L⁻¹ apresentou uma maior e melhor extração de Alumínio, ao contrário do que na titulação indireta, pois não foi necessário realizar adição de outros reagentes, além do mais a lâmpada é específica para alumínio, ou seja, ela só detecta os átomos ionizados na chama deste elemento, não provocando reações adversas como: precipitação ou complexação.

Este resultado surpreendeu as expectativas visto que os resultados ultrapassaram o limite tolerável cerca de 1,4 a 5 vezes. O que pode pressupor contaminações provenientes

desde o início do procedimento experimental (erro experimental elevado), tendo como sugestão que em experimentos futuros seja realizado um estudo de perdas, recuperação e contaminação.

➤ Comparação de diferenças individuais

As comparações de diferenças individuais foram realizadas entre os dois procedimentos, as duas concentrações de HCl ($1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e $\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$), e para cada tipo de utensílio (TABELA 1).

Tabela 1. Resultados de Tcalculado (Tc) dos teores de Alumínio (mg Al/kg arroz) entre as extrações HCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ por Titulação e FAAS

Técnicas e Procedimentos Analíticas	Arroz Cru	Arroz Cozido		
		Panela Alumínio		Panela Vidro.
		Colher Alumínio.	Colher Polietileno.	Colher Polietileno.
Titulação (Ttabelado = 12,71)	2,299	-1,191	-9,047	-2,005
FAAS (Ttabelado = 4,303)	< L. D.	7,009		< L. D.
Titulação X FAAS HCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ (Ttabelado = 12,71)	-	-0,510	< L. D.	< L. D.
Titulação X FAAS HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (Ttabelado = 12,71)	-	-22,48	< L. D.	< L. D.

Em relação ao método de titulação indireta com as diferentes concentrações de HCl e nos diferentes tipos de cocção não foi detectada diferença significativa para nenhuma das amostras, visto que $T_c < T_t$ (Ttabelado). Já para o método FAAS, somente foi detectada diferença significativa entre as concentrações de HCl para a panela de alumínio com colher de alumínio, onde $T_c > T_t$, cerca de duas vezes, como pode ser visto na tabela 1.

A comparação entre os dois métodos (Titulação X FAAS) para a concentração de HCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$, não houve diferença significativa, já que $T_c < T_t$. Entretanto, a comparação entre os dois métodos (Titulação X FAAS) para a concentração de HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, somente houve diferença significativa para a panela de alumínio com colher de alumínio, onde $T_c > T_t$, cerca de duas vezes maior.

5. Conclusão

No método de titulação indireta, em todos os tipos de cocção não foi detectada diferença estatística quanto ao uso de diferentes concentrações de HCl, enquanto que, pela técnica FAAS houve diferença apenas para panela de alumínio e colher de alumínio, numa proporção 2 vezes maior para as extrações com HCl 1,0 mol L⁻¹.

Em ambos os procedimentos analíticos para a detecção de alumínio, observou-se que os materiais feitos de alumínio para a cocção, foram os que mais apresentaram migração do elemento para o arroz. Sendo a panela de vidro e a colher de polietileno os utensílios mais indicados para o uso culinário, por não apresentarem em sua constituição o elemento alumínio.

6. Referencias Bibliográficas

- [1] PORTO, P. A. **Evolução dos metais. Evolução das idéias sobre transformação química. Espíritos, vapores, gases.** Serie: Leituras em História da Química. SP: GEPEQ (Bl. 7 sup.), 1995.
- [2] REDE, M. **Grécia Antiga.** São Paulo: Saraiva, 1999. p. 8-15.
- [3] QUINTAES, Késia Diego, et al. Migração de minerais de panelas brasileiras de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão (esteatito) para simulantes de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** v. 24, n. 3, 397-402, jul.-set. 2004.
- [4] INDRIUNAS, Luís. Como funciona a reciclagem de latas de alumínio: A história da indústria de alumínio. **Como tudo funciona.** Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/reciclagem-de-aluminio1.htm>> Acesso em: 14 Ago. 2010.
- [5] DANTAS, Sílvia Tondella, et al. Determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** v.27, n. 2, 291-297, jun. 2007.
- [6] GOMES, M. S. S. O., et al. Estudo da migração de alumínio em águas fervidas em recipiente de alumínio. **XLVI Congresso Brasileiro de Química**, Salvador, setembro de 2006. Disponível em: <L:\Projeto PIBITI\aluminio\46º CBQ - ESTUDO DA MIGRAÇÃO DE ALUMÍNIO EM ÁGUAS FERVIDAS EM RECIPIENTE DE ALUMÍNIO.mht> . Acesso em: 10 Ago. 2010.
- [7] VOGEL, Arthur I. **Química analítica qualitativa.** 5. ed. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1981.
- [8] BACCAN, Nivaldo, et al. **Química Analítica Quantitativa Elementar.** 3. ed., São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 308 p.
- [9] NUTRIWEB. A extraordinária história da descoberta da digestão. Disponível em: <<http://www.nutriweb.org.br/n0203/beaumont.htm>>. Acesso em: 01 Mar. 2009.
- [10] ALMEIDA, M. Panelas podem transferir alumínio para alimentos. **Saúde em Movimento.** Disponível em:

- <http://www.saudeemmovimento.com.br/reportagem/noticia_frame.asp?cod_noticia=1991>. Acesso em: 23 Ago. 2010.
- [11] BERTAGNOLLI, Denise Castro. **Avaliação dos níveis séricos de alumínio da dieta alimentar e medicamentos de pacientes com insuficiência renal crônica**. 2004. 114 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2004.
- [12] EDTA. Ácido etilenodiaminotetraacético. **Wikilingue**. Disponível em: <http://pt.wikilingue.com/es/%C3%81cido_etilendiaminotetraac%C3%A9tico>. Acesso em: 23 Ago. 2010.
- [13] FERRO. Wikipédia. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ferro>>. Acesso em: 14 Ago. 2010.
- [14] HARRIS, Daniel C. **Análise Química Quantitativa**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC. 876p. 2005.
- [15] MENDHAM. J, et al. **Vogel: Análise Química Quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- [16] QUINTAES, Késia Diego. Utensílios para alimentos e implicações nutricionais. **Revista de Nutrição**. v. 13, n. 3, Dez. 2000.
- [17] SANTOS, A. O; TAVARES, J. K. G; SANTOS, S. R. B. **Panelas, seus sabores e desprazeres**. 48º Congresso Brasileiro de Química, Rio de Janeiro, setembro de 2008. Disponível em: <L:\Projeto PIBITI\aluminio\48º CBQ - Panelas, seus sabores e desprazeres.mht> . Acesso em: 10 Ago. 2010.