

## Determinação de teores de metais em diferentes tipos de água de coco

A água de coco é uma bebida considerada isotônica natural, possui propriedades nutricionais, energéticas e terapêuticas, devido a presença de elementos minerais em sua composição química. Tradicionalmente, nas regiões litorâneas a bebida é consumida diretamente no fruto. Porém fatores como; expansão do mercado; transporte; armazenamento e prazo de validade, a água de coco passou a ser submetida a processos adequados de conservação. Tais procedimentos, visam o aumento do tempo de prateleira e a manutenção das características sensoriais originais, assim como a composição química do produto natural. No Brasil, as águas de coco industrializadas são classificadas em: integral; padronizada; reconstituída; desidratada e concentrada. Desta forma, este trabalho teve por objetivo analisar os teores dos elementos minerais, cálcio (Ca); sódio (Na); magnésio (Mg); manganês (Mn); ferro (Fe) e potássio (K), em cinco amostras de água de coco; uma in natura e quatro processadas (duas integrais e duas reconstituídas), por espectrometria de absorção atômica com chama (EAA). Os teores encontrados foram analisados de acordo com dados da literatura, normas e decretos. Em todas as amostras foram detectados os metais de interesse. Os resultados mostraram que amostra C do tipo integral foi a que apresentou maior conformidade com os valores encontrados na literatura para água de coco in natura. Em três amostras foram detectados níveis superiores de Na e K, possivelmente provenientes de aditivos. Ca e Mg variaram dentro da faixa, enquanto F e Mn em baixa concentração. Somente uma amostra apresentou concentração de K acima do limite permitido pela legislação. Todas as amostras processadas apresentaram teores de Na e K divergentes do declarado no rótulo nutricional, tendo possível consequência a dificuldade do controle nutricional e impactos na saúde do consumidor.

**Palavras-chave:** Água de coco; Minerais; Metais.

## Determination of metal content in different types of coconut water

Coconut water is considered a natural isotonic drink, it has nutritional, energetic and therapeutic properties, due to the presence of mineral elements in its chemical composition. Traditionally, in coastal regions the drink is consumed directly in the fruit. But factors like; market expansion; transport; storage and shelf life, coconut water has been subjected to appropriate conservation processes. Such procedures aim to increase the shelf life and maintain the original sensory characteristics, as well as the chemical composition of the natural product. In Brazil, industrialized coconut water is classified as: whole; standardized; reconstituted; dehydrated and concentrated. Thus, this work aimed to analyze the levels of mineral elements, calcium (Ca); sodium (Na); magnesium (Mg); manganese (Mn); iron (Fe) and potassium (K), in five samples of coconut water; one in natura and four processed (two integral and two reconstituted), by flame atomic absorption spectrometry (EAA). The levels found were analyzed according to data from the literature, norms and decrees. In all samples the metals of interest were detected. The results showed that sample C of the integral type was the one that presented the greatest conformity with the values found in the literature for in natura coconut water. In three samples, higher levels of Na and K were detected, possibly from additives. Ca and Mg varied within the range, while F and Mn in low concentration. Only one sample showed K concentration above the limit allowed by law. All processed samples showed Na and K contents different from those declared on the nutritional label, with a possible consequence of the difficulty of nutritional control and impacts on the health of the consumer.

**Keywords:** Coconut water; Minerals; Metals.

Topic: **Ciência de Alimentos**

Received: **10/06/2023**

Approved: **20/08/2023**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Diran Henrique Sales**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6304003519367362>  
[diransales@alunos.utfpr.edu.br](mailto:diransales@alunos.utfpr.edu.br)

**Estela dos Reis Crespan**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5093731613842088>  
<https://orcid.org/0000-0003-4802-8574>  
[ercrespan@gmail.com](mailto:ercrespan@gmail.com)

**Paula Cavalcante Monteiro**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6665145568070669>  
<https://orcid.org/0000-0001-5571-6792>  
[paulamonteiro@utfpr.edu.br](mailto:paulamonteiro@utfpr.edu.br)

**Marcilene Ferrari Barriquello Consolin**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3028205116451785>  
<https://orcid.org/0000-0001-5499-2701>  
[marcilenef@utfpr.edu.br](mailto:marcilenef@utfpr.edu.br)

**Nelson Consolin Filho**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5820606948533146>  
<https://orcid.org/0000-0002-4847-0701>  
[consolin@utfpr.edu.br](mailto:consolin@utfpr.edu.br)



DOI: 10.6008/CBPC2237-9290.2023.003.0001

### Referencing this:

SALES, D. H.; CRESPIAN, E. R.; MONTEIRO, P. C.; CONSOLIN, M. F. B.; CONSOLIN FILHO, N.. Determinação de teores de metais em diferentes tipos de água de coco. **Natural Resources**, v.13, n.3, p.1-14, 2023. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2023.003.0001>

## INTRODUÇÃO

A água de coco é um alimento rico em nutrientes, pois possui uma composição química equilibrada, rica em vitaminas, sais minerais e eletrólitos, dentre eles os elementos minerais, Cálcio, Sódio, Magnésio, Manganês, Ferro, Potássio etc. Tais propriedades nutricionais e energéticas tornam a água de coco uma bebida terapêutica, capaz de repor eletrólitos essenciais em casos de desidratação (SILVA NETO et al., 2010) (ROSA et al., 2000).

Em razão dessas propriedades, e por ser uma bebida refrescante e de sabor agradável, a água de coco tem sido uma das opções de escolha do consumidor na busca por uma alimentação cada vez mais saudável. Porém, devido o pouco tempo de vida útil do líquido, a demanda pelo produto exigiu do mercado procedimentos tecnológicos de extração e conservação, visando maior prazo de validade e praticidade para a comercialização do produto (ROSA et al., 2000) (ARAGÃO et al., 2001).

Há diversos métodos de conservação da água de coco, tais métodos tem por função inibir a ação enzimática e garantir a estabilidade microbiológica do líquido após a abertura do fruto, mantendo o máximo possível suas características sensoriais originais. No entanto dependendo do método e da prática de processamento pode ocorrer alteração na composição química da bebida, como a possível perda de nutrientes ou o excesso de elementos minerais, que podem acarretar danos à saúde humana (ROSA et al., 2000).

Considerando a necessidade e visando a proteção à saúde da população, a legislação no Brasil estabelece os procedimentos mínimos de controle higiênico-sanitário, bem como os padrões de identidade e características de qualidade gerais para água de coco, quando submetida a estes procedimentos tecnológicos de conservação. Além de definir parâmetros de rotulagem e de comercialização do produto no país (BRASIL, 2020).

Em cumprimento a legislação, as embalagens devem fornecer informações nutricionais, energéticas do produto, baseada na quantidade diária recomendada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para o consumo de micro e macro nutrientes minerais (BRASIL, 2005; 2020). Estas informações têm por objetivo auxiliar o consumidor em suas escolhas alimentares, bem como a promoção de uma alimentação saudável e segurança ao consumidor. Uma vez que, na busca por uma rotina alimentar mais saudável, o consumidor deve avaliar e conhecer a quantidade energética e calórica proporcionada pelo alimento (BUENO et al., 2022).

Diante de tal situação e da demanda pela máxima preservação nutricional da bebida, torna-se indispensável analisar a quantidade de metais presentes na água de coco, pois é necessário que as informações sejam confiáveis e atendam a legislação, a fim de garantir o direito do consumidor, descrito pelo Código de Proteção e Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990).

Notada a importância da veracidade dessas informações, este estudo teve por objetivo determinar os teores dos metais Na, Ca, Mg, Mn, Fe e K, em diferentes tipos de água de coco presentes no mercado. Pois estes metais possuem funções fisiológica no organismo humano e deve ser consumido em quantidade mais

próxima da recomendada pela legislação (WAITZBERG, 2000).

A pesquisa teve caráter quantitativo, os teores dos metais foram determinados por meio da técnica de espectrometria de absorção atômica. Os resultados foram analisados de acordo com as normas, leis, decretos, parâmetros e dados encontrados na literatura para água de coco, além da observação da veracidade dos valores declarados nos rótulos. O cumprimento de tais parâmetros, é garantia da segurança alimentar e por conseguinte a saúde humana.

## METODOLOGIA

### Solventes e reagentes

Para realização da análise das amostras foram necessárias soluções padrões de grau analítico para os metais Ca, Na, Mg, Mn, Fe e K, com concentração de  $1000 \pm 2$  mg/L (SpecSol). Os solventes utilizados no preparo da amostra foram: água deionizada; água deionizada com HNO<sub>3</sub> 10% v v<sup>-1</sup>.

### Limpeza de Material

Para eliminação de possíveis contaminações com impurezas, antes da realização dos experimentos, todo o material (vidrarias, frascos plásticos (propileno) etc.) utilizados no preparo e armazenamento das amostras, foram previamente lavados com detergente neutro e armazenados em temperatura ambiente até secarem. Posteriormente foram submersos em solução de ácido nítrico 10% v v<sup>-1</sup> e mantidos por um período de 24 h. Em seguida lavados com água deionizada, e secos em temperatura ambiente.

### Amostras e preparo das soluções de água de coco

Para realização dos experimentos, foram utilizadas cinco amostras de água de coco, uma in natura e quatro processadas, destas, duas integrais e duas reconstituídas. A fim de manter sigilo dos dados, as marcas dos produtos analisados foram omitidas, sendo substituídas por letras sequenciais, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Amostras coletadas para análise por Espectrometria de Absorção Atômica.

Descrição		Quantidade	Amostra	Origem
Natural	In natura	1	A	Fruto (coco)
Processadas (Industrializadas)	Integral	2	B	Processada
			C	Processada
	Reconstituída	2	D	Processada
			E	Processada

As amostras foram adquiridas de acordo com a disponibilidade do comércio local no momento da coleta. Como critério de inclusão, foram selecionados apenas os produtos que possuíam registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e que estivessem dentro do prazo de validade.

Os produtos foram transportados para o local de análise à temperatura ambiente, em recipiente livre de calor, luz e umidade e armazenados em refrigerador até o momento do preparo das amostras, em suas respectivas embalagens primárias.

O fruto (coco) escolhido para coleta da amostra in natura, condiz com a espécie da matéria prima de origem das amostras processadas, sendo ela a variedade anã verde do coqueiro (*Cocos nucifera*. L). A amostra in natura foi extraída diretamente do fruto do coco por meio de uma seringa descontaminada e armazenada em frasco de polietileno, adotando a metodologia de Rosa et al. (2000).

As soluções foram preparadas para serem analisadas por espectrometria de absorção atômica (EAA) para quantificação dos metais Ferro (Fe) e Manganês (Mn), foi utilizada análise direta (fator de diluição 1).

Para determinação dos metais Ca, Na e Mg, as amostras foram preparadas com diluição em água deionizada com fator 20 (com precisão de  $\pm 0,1$  mL). Para K, preparadas com fator de diluição 200 (precisão de  $\pm 0,1$  mL), após foram colocadas em embalagens esterilizadas (Figura 1).



**Figura 1:** Amostras de água de coco após a preparação e diluição, separadas em frascos.

## **Análise das Amostras**

### **Espectrometria de absorção atômica**

As análises experimentais para detecção do teor dos metais nas amostras de água de coco, foram feitas por espectrometria de absorção atômica (AAS – do inglês *Atomic Absorption Spectrometry*). A AAS é uma técnica analítica utilizadas na determinação quantitativa de elementos em baixas concentrações presentes numa variedade de amostras (metais, semimetais e alguns não metais). A técnica consiste na medida da absorção da intensidade da radiação eletromagnética, oriunda de uma fonte primária por átomos livres no estado gasoso (WELZ et al., 1999).

Na AAS são comumente utilizados dois tipos de atomizadores; com chama (FAAS - do inglês *Flame Atomic Absorption Spectrometry*), e o de forno de grafite (ETAAS - do inglês *Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry*), respectivamente utilizados para análises elementares em concentrações da ordem de mg/L e  $\mu\text{g/L}$  (KRUG, 2004).

### **Digestão das amostras**

Com objetivo de melhor detectabilidade dos metais presente nas amostras de água de coco, foi realizado processo de digestão por incineração das amostras, para disponibilização dos metais em suas formas iônicas. Tendo como base a metodologia proposta por Jorhem et al. (2000) adaptada, 3,0 mL de cada amostra foram colocados em uma mufla com controlador automático de temperatura. A uma temperatura inicial de 50 °C, com taxa de acréscimo de 50 °C a cada hora até o alcance da temperatura de incineração (450 °C), totalizando 8 horas.

Após a incineração das amostras, os cadinhos foram preservados em dessecador de vidro contendo

sílica gel, até atingirem a temperatura ambiente. Posteriormente, acrescentou-se diretamente ao cadinho 5 mL de ácido clorídrico 6 mol/L para embeber o meio em ácido e evaporou-se aos poucos em chapa de aquecimento a uma temperatura média de 100 °C ( $\pm 10$  °C). O resíduo restante foi diluído em 12,5 mL de ácido nítrico 0,1 mol/L e 12,5 mL de água deionizada. A solução obtida foi diluída na proporção 1:10 e em seguida armazenada em refrigeração até a realização da análise em espectrofotômetro de absorção atômica.

## Equipamento

As análises dos metais Cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), Manganês (Mn) ferro (Fe), potássio (K) foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica com chama. As soluções analíticas contendo os íons de Ca, Na, Mg, Mn, Fe e K foram preparadas a partir de soluções-padrão comerciais, com concentração de  $1000 \pm 2$  mg/L (SpecSol) dos respectivos íons, por meio de diluição apropriada da solução estoque. As curvas de calibração para análise no equipamento foram construídas de acordo com o padrão analítico de diluição da solução estoque, como mostrado na Tabela 2.

As condições operacionais do equipamento e os parâmetros instrumentais utilizados para determinação de cada metal por FAAS, foram pré-definidos de acordo com a recomendação do fabricante, sendo eles: comprimento de onda característico, lâmpada específica (catodo oco), intensidade da lâmpada largura de fenda e correção de ruído.

**Tabela 2:** Padrão analítico de diluição da solução estoque para construção da curva de calibração para análise por espectrofotometria de absorção atômica.

Elementos	Diluição para curva de calibração em mg/L				
	0,18	3,5	8,5	11,5	15,0
Cálcio	0,18	3,5	8,5	11,5	15,0
Sódio	0,3	3,0	6,0	12,0	24,0
Magnésio	0,1	1,4	2,8	4,2	5,6
Manganês	0,5	1,0	3,0	5,0	7,0
Ferro	0,15	0,6	1,5	3,0	4,5
Potássio	0,1	2,0	4,0	8,0	16,0

Para os elementos Na, Mg, Mn, Fe e K, foi utilizado a chama (gás oxidante) ar/acetileno, e para o elemento Ca, utilizou-se chama N<sub>2</sub>O/acetileno. Os parâmetros de operação foram ajustados de acordo com cada análise, como mostra a Tabela 3.

**Tabela 3:** Parâmetros de operação para análise por espectrometria de absorção atômica.

	Parâmetros					
	Cálcio	Sódio	Magnésio	Manganês	Ferro	Potássio
Chama (gás oxidante)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar Sintético	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar sintético	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar Sintético	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar sintético	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar sintético
Comprimento de onda (nm)	239,9	589,0	285,3	403,1	248,3	766,5
Espessura da Fenda (nm)	0,2	0,8	1,2	0,2	0,2	0,8
Corrente da lâmpada (mA)	10,0	3,0	6,0	5,0	6,0	4,0

## Análise dos dados

As concentrações dos metais Ca, Na, Mg, Mn, Fe e K, detectadas pelo aparelho, foram comparadas com as concentrações dos respectivos metais em água de coco *in natura*, encontrada pelos autores Rosa et al., (2000); Tavares et al. (1998).

Os teores encontrados nas amostras processadas foram comparados com os valores de: Ingestão diária recomenda (IDR), Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) 269, 22 setembro de 2005; Valor diário de Referência (VDR), Instrução Normativa (IN) nº 75, de 8 de outubro de 2020; As concentrações dos metais Na e K detectados nas amostras processadas, também foram comparados com os valores encontrados na: Instrução Normativa (IN) nº 9 de 30 de janeiro de 2020 – MAPA; Informação nutricional, disposto no rótulo da embalagem comercial de cada amostra. Pois, são os únicos metais presente no parâmetro analítico da referida IN e que deve constar na rotulagem.

## DISCUSSÃO

### Concentração de metais em água de coco

As curvas de calibração obtidas a partir das diluições do padrão analítico atenderam o parâmetro de linearidade, apresentando coeficiente de correlação ( $R^2$ ) maiores que 0,99. Os parâmetros obtidos nas curvas de calibração para cada metal são mostrados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Parâmetros obtidos nas curvas de calibração para cada elemento.

Elementos	Parâmetros		
	Regressão	$R^2$	Faixa dinâmica (mg/L)
Cálcio	$y = 0,0158x + 0,0042$	0,9981	0,18 – 15,0
Sódio	$y = 0,0709x + 0,0332$	0,9985	0,3 – 24,0
Magnésio	$y = 0,1283x - 0,0154$	0,9931	0,1 – 5,6
Manganês	$y = 0,0224x - 0,0027$	0,9958	0,5 – 7,0
Ferro	$y = 0,0108x + 0,0035$	0,9998	0,15 – 4,5
Potássio	$y = 0,0317x + 0,0041$	0,9996	0,1 – 16,0

Os teores metálicos apresentados nos gráficos 2, 4, 6, 8, 10 e 12 foram obtidos respeitando a razão entre a massa utilizada e o volume de diluição. A fim de facilitar a interpretação dos resultados, os números foram arredondados seguindo a metodologia proposta pela ABNT (NBR 5891, 2014).

Ressalta-se que a unidade de medida do espectrofotômetro de absorção atômica é mg/L, ou seja, o número de miligramas de metal por litro de solução, considerando que a densidade da água é 1 g/mL, e a unidade de medida de sólido é mg/g, na água de coco.

### Concentração de Cálcio (Ca)

A curva de calibração para o elemento Cálcio (Ca) mostrado no Gráfico 1, atendeu aos teores do elemento contido nas amostras analisadas com fator de diluição 20. Todas as amostras testadas apresentaram níveis de concentração detectáveis de Cálcio (Ca), como apresentado na Tabela 5.

As concentrações de Ca nas amostras variam em um intervalo de 142,40 a 183,00 mg/L. A Tabela 6 apresenta a comparação destes valores com os determinados pelos autores Rosa et al. (2000) e Tavares et al. (1998) para água de coco in natura ao sétimo mês de maturação, como critério de preservação do teor de Ca nas amostras.

Considerando as cores indicadas na Tabela 6, foi constatado que as amostras A e B apresentaram concentração superior a 170,50 mg/L. B e C em um intervalo de  $\pm 5\%$  e E abaixo. No entanto, todas as

amostras apresentaram teores de cálcio dentro faixa de variação encontrada por Tavares et al. (1998).

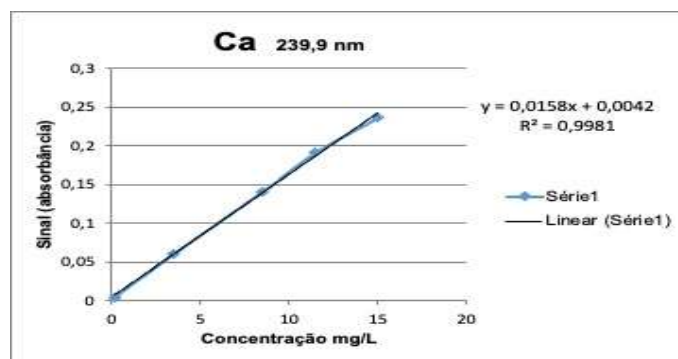


Gráfico 1: Curva de calibração obtida para o elemento cálcio.

Tabela 5: Resultados obtidos nas análises do teor de Cálcio nas amostras.

Resultados			
Amostra	Absorbância	Conc. Diluição mg/L	Conc. Final mg/L
A	0,1489176	9,15	183,00
B	0,1540185	9,47	189,45
C	0,1386368	8,50	170,00
D	0,145517	8,94	178,70
E	0,1168099	7,12	142,40

Tabela 6: Comparação do teor de Ca nas amostras com valores para água de coco in natura.

Autor	Valor em Mg/L	Amostras				
		A	B	C	D	E
Rosa et al. (2000)	171,00					
Tavares et al. (1998)	100 a 240					

Cor: Adotou-se verde para: valor igual  $\pm$  5% ou dentro da faixa; azul para: valor acima; amarelo para: valor abaixo.

Observando os valores de Ca encontrados pelos autores Pinheiro et al. (2005), Costa et al. (2006) e Sousa et al. (2006), todas as amostras analisadas apresentaram concentrações de Ca inferior. A IN nº 9 de 30 de janeiro de 2020, não estabelece o intervalo de concentração de Ca permitido em água de coco processada, porém a RDC nº 269 de 22 setembro de 2005 recomenda a IDR de 1000 mg de Cálcio. Com base nesse valor, uma porção de 100 mL da amostra B equivale a 1,9% do valor recomendado. Ainda que seja ingerido em grande quantidade, os valores encontrados não apresentam níveis satisfatórios de ingestão de Ca. Uma vez que, Ca desempenha função importante na formação e manutenção dos dentes e ossos, a insuficiência desse metal pode acarretar danos à saúde (OLIVEIRA et al., 2008).

### Concentração de Sódio (Na)

A curva de calibração para o elemento sódio (Gráfico 2), atendeu aos critérios linearidade e validação dos teores do metal encontrados nas amostras analisadas. Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 7. As concentrações de Na nas amostras variam em um intervalo de 24,75 a 229,90 mg/L. A Tabela 8 apresenta a comparação destes valores com os determinados pelos autores Rosa et al. (2000) e Tavares et al. (1998) para água de coco in natura ao sétimo mês de maturação, como critério de preservação do teor de Na nas amostras.

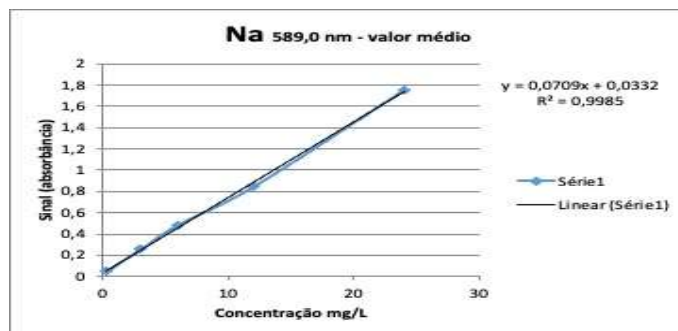


Gráfico 2: Curva de calibração obtida para o elemento sódio.

Tabela 7: Resultados obtidos nas análises do teor de sódio nas amostras.

Resultados			
Amostra	Absorbância	Conc. Diluição mg/L	Conc. Final mg/L
A	0,1209148	1,24	24,75
B	0,630653	8,43	168,55
C	0,2572113	3,16	63,20
D	0,8481248	11,50	229,90
E	0,4996737	6,58	131,60

Tabela 8: Comparação do teor de Na nas amostras com valores para água de coco in natura.

Autor	Valor em Mg/L	Amostras				
		A	B	C	D	E
Rosa et al. (2000)	70,5	Amarelo	Azul	Amarelo	Azul	Azul
Tavares et al. (1998)	47 a 90	Verde	Azul	Verde	Azul	Azul

Cor: Adotou-se verde para: valor igual  $\pm$  5% ou dentro da faixa; azul para: valor acima; amarelo para: valor abaixo.

De acordo com as cores indicadas, as amostras A e C apresentaram concentrações inferiores e B, D e E, superiores a Rosa et al. (2000). Embora a amostra A seja in natura, ela não atingiu a faixa de variação do teor do minério ao sétimo mês de maturação encontrada por Tavares et al. (1998). Ao contrário da amostra A, as amostras B, D e E, extrapolaram o limite da faixa de variação e somente a amostra C apresentou valor dentro da faixa. Porém, para comercialização as amostras processadas B, C, D e E; atenderam ao intervalo de concentração de Na (20 a 300 mg/L) permitido pela IN nº 9 de 30 de janeiro de 2020.

A diferença de teores entre a amostra in natura e as processadas refere-se à necessidade do uso de tratamentos tecnológicos de conservação, na qual pode ser adicionado conservantes e acidulantes, autorizados IN nº 211, de 1 de março de 2023. Tais aditivos visam o aumento de tempo de vida útil do produto e assegurar a estabilidade físico-química e microbiológica do líquido (ROSA et al., 2000) (BRASIL, 2020).

Porém, a ingestão excessiva de sódio pode acarretar hipertensão arterial sistêmica, entre outras doenças crônicas. A ANVISA especifica 2.000 mg como VDR de sódio provenientes de alimentos em geral. Tomando a amostra D como referência, pois apresentou maior teor do metal, uma porção de 100 mL equivale aproximadamente 1,15% do VDR, valor relativamente adequado para o consumo (BRASIL, 2020).

### Concentração de Magnésio (Mg)

Da mesma forma dos elementos Ca e Na, a curva de calibração obtida a partir da diluição das soluções de padrão analítico para o magnésio (Mg) (Gráfico 3), atenderam ao critério de linearidade, com coeficiente de 0,9931, e aos teores encontrados nas amostras (Tabela 9).



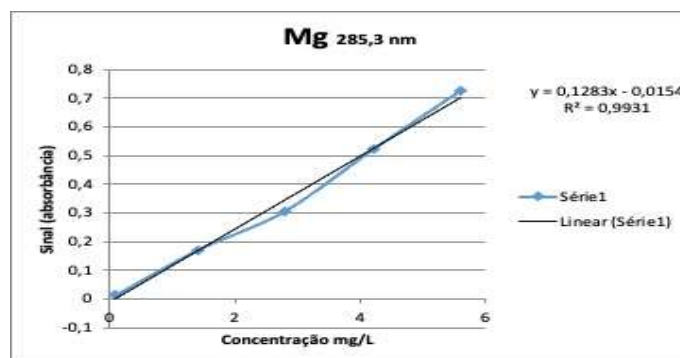


Gráfico 3: Curva de calibração obtida para o elemento Magnésio.

Tabela 9: Resultados obtidos nas análises do teor de magnésio nas amostras.

Resultados			
Amostra	Absorbância	Conc. Diluição mg/L	Conc. Final mg/L
A	0,3701561	3,188	63,76
B	0,6552745	5,75	115,00
C	0,5434306	4,745	94,90
D	0,5690267	4,975	99,50
E	0,4054342	3,505	70,10

As concentrações de Mg nas amostras variam em um intervalo de 63,76 a 115,00 mg/L. A Tabela 10 apresenta a comparação destes valores com os determinados pelos autores Rosa e Abreu (2000) e Tavares *et al.* (1998) para água de coco in natura ao sétimo mês de maturação, como critério de preservação do teor de Mg nas amostras.

Tabela 10: Comparação do teor de Mg nas amostras com valores para água de coco in natura.

Autor	Valor em Mg/L	Amostras				
		A	B	C	D	E
Rosa e Abreu (2000)	47,7	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Tavares <i>et al.</i> (1998)	38 a 120	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Cor: Adotou-se verde para: valor igual  $\pm$  5% ou dentro da faixa; azul para: valor acima; amarelo para: valor abaixo.

Todas as amostras analisadas apresentaram teores superiores a 47,7 mg/L determinado por Rosa *et al.* (2000), porém todos estão dentro da faixa de variação encontrada por Tavares *et al.* (1998). Das amostras, a A (in natura) foi a que apresentou menor teor do metal, e o inverso, todas amostras processadas apresentaram concentrações superiores, a amostra B da classe integral, foi a que apresentou maior quantidade.

Embora não exista na IN nº 9 de 30 de janeiro de 2020 os teores de magnésio permitido nas águas de coco, porém a ANVISA recomenda a IDR de 260 mg de Magnésio. Considerando a amostra B, a mais rica no mineral, uma porção de 100 mL desta bebida, equivale a 4,42% do valor da IDR, e a mesma porção para amostra A (in natura) 2,45% do valor.

### Concentração de Manganês (Mn)

A curva de calibração obtida para o elemento Manganês (Gráfico 4), atendeu as exigências de linearidade e detecção dos teores do mineral nas amostras de interesse. Os resultados obtidos na análise direta das amostras (sem diluição) no espectrômetro de absorção atômica são mostrados na Tabela 11.

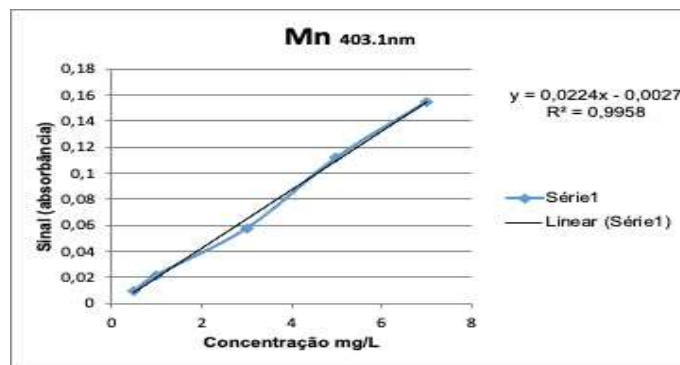


Gráfico 4: Curva de calibração obtida para o elemento Manganês.

Tabela 11: Resultados obtidos nas análises do teor de Manganês nas amostras.

Resultados			
Amostra	Absorbância	Conc. Diluição mg/L	Conc. Final mg/L
A	0,0630997	3,00	3,00
B	0,0902715	4,35	4,35
C	0,0266693	1,19	1,19
D	0,0524322	2,47	2,47
E	0,0383431	1,77	1,77

De acordo com os valores obtidos na análise experimental, a amostra B contém maior teor do metal (Mn), e a amostra C apresentou menor teor em relação as demais. Porém, todas as amostras apresentaram níveis inferior ao determinado por Rosa et al. (2000), apontado em 5,2 mg/L.

No entanto, os valores obtidos para a amostras não fogem do encontrado por Souza et al. (2006), para as amostras in natura e processadas respectivamente;  $2,8 \pm 1,0$ ;  $3 \pm 2$ . Já os autores Pinheiro et al. (2005), em sua análise obtiveram teores abaixo dos determinados por Rosa et al. (2000), 0,5 mg/L para a in natura e 1,5 mg/L para as processadas. A análise de Trindade (2020), apontou teores muito baixos comparados com os encontrados para as amostras in natura e processadas, respectivamente foram; 13,9 - 16,8  $\mu\text{g/L}$ .

A IN nº 9 de 30 de janeiro de 2020 não prevê o intervalo de concentração permitida em águas de coco processadas, no entanto a ANVISA a ingestão diária de 2,3 mg para atender a necessidade do organismo. Desta forma, uma porção de 100 mL da amostra B fornece ao consumidor 19% da IDR, percentual adequado considerando a proporcionalidade de ingestão e outros alimentos como fonte de obtenção (BRASIL, 2005).

No organismo humano, o Mn atua como ativador de reações metabólicas, na reprodução e no crescimento, porém em doses elevadas ele é neurotóxico, e sua deficiência implica em danos generalizados no crescimento, metabolismo e formação óssea (ASCHNER et al., 2007).

### Concentração de Ferro (Fe)

O Gráfico 5, apresenta a curva de calibração para o elemento metálico Ferro (Fe), obtida a partir de diluições da solução de padrão analítico do metal. A curva atendeu o critério de linearidade, com coeficiente de 0,9998, e aos teores do metal contido nas amostras analisadas (Tabela 12).

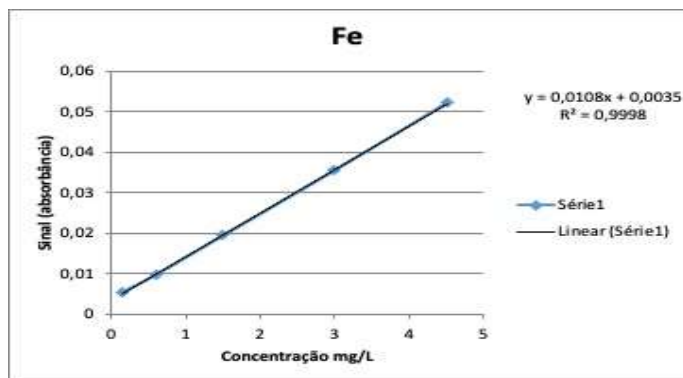


Gráfico 5: Curva de calibração obtida para o elemento Ferro.

Tabela 11: Resultados obtidos nas análises do teor de ferro nas amostras.

Resultados			
Amostra	Absorbância	Conc. Diluição mg/L	Conc. Final mg/L
A	0,0018756	0,15	0,15
B	0,0020929	0,13	0,13
C	0,0006804	0,26	0,26
D	0,0055698	0,19	0,19
E	0,0012237	0,21	0,21

As concentrações de Fe nas amostras variam em um intervalo de 0,1 a 0,3 mg/L. Observando o intervalo do teor do metal proposto por Tavares et al. (1998), todas amostras analisadas apresentaram valores abaixo da faixa designada (0,6 -0,9 mg/L) ao sétimo mês de maturação do fruto.

Esta observação é confirmada com valores encontrados por outros autores na literatura como, Rosa e Abreu (2000), na determinação dos parâmetros físico-químico do líquido nesta idade, constatou 0,4 mg/L de Fe. Pinheiro et al. (2005), encontrou as respectivas concentrações, 0,5; 0,7 em mg/L de ferro para amostras in natura e processadas. Souza et al. (2006) obtiveram o intervalo de  $1,3 \pm 0,5$  mg/L para amostras processadas.

Embora a IN nº 9 de 30 de janeiro de 2020 não faça referência ao intervalo de concentração permitida do metal nas águas de coco processadas, a ANVISA recomenda a ingestão diária de 14 mg de ferro (BRASIL, 2005). Tomando a amostra E como referência, uma porção de 100 mL equivale a aproximadamente 1,86% da IDR, embora pequenas quantidades possam colaborar com a quantidade total, este percentual é muito baixo, pois a carência da ingestão de Fe tem sido a consequência da desordem alimentar e desenvolvimento do quadro anêmico, uma vez que, ele é um dos componentes da hemoglobina, enzimas, também atua como transportador de elétrons no processo metabólico (PEREIRA, 2010).

### Concentração de Potássio (K)

Assim, como os demais metais testados, a curva de calibração obtida para o Potássio (Gráfico 6) atendeu a linearidade e aos teores do metal presentes nas amostras. Porém, para determinação da quantidade do metal, as amostras foram diluídas com fator 200.

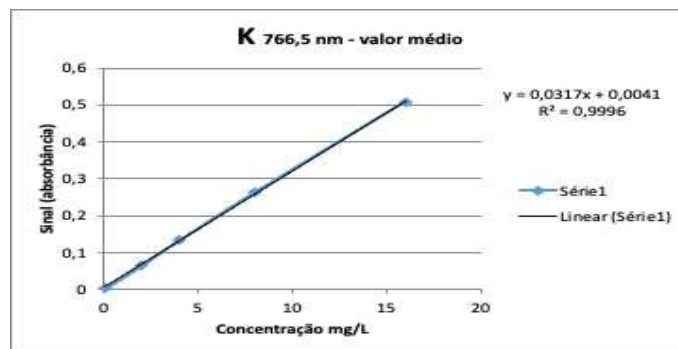


Gráfico 6: Curva de calibração obtida para o elemento Potássio.

Os resultados da concentração de Potássio nas amostras analisadas estão dispostos na Tabela 12.

Tabela 12: Resultados obtidos nas análises do teor de Potássio nas amostras.

Resultados			
Amostra	Absorbância	Conc. Diluição mg/L	Conc. Final mg/L
A	0,3397243	10,58	2115,48
B	0,3915287	12,21	2442,04
C	0,3403192	10,60	2119,23
D	0,3034431	9,43	1886,77
E	0,2422294	7,50	1500,89

As concentrações de K nas amostras variam em um intervalo de 1500,89 a 2442,04 mg/L. Considerando as cores designadas, das cinco amostras analisadas, somente as amostras D e E apresentaram teores de potássio dentro da faixa de variação encontrada por Tavares et al. (1998). Sendo que a concentração da amostra E está mais próxima de 1568,6 mg/L, valor encontrado por Rosa et al. (2000), para as amostras in natura. Nas amostras A, B e C, potássio foi encontrado acima das concentrações determinadas pelos autores anteriormente citados, porém, para a comercialização as amostras processadas; C, D e E apresentaram concentração dentro do intervalo permitido pela IN nº 9 de 30 de janeiro de 2020 que varia de 1400 a 2300 mg/L. Somente a amostra B (integral), apresentou um percentual de 6, acima do limite determinado.

A ANVISA especifica 3.500 mg como VDR de potássio provenientes de alimentos em geral (BRASIL, 2020). Neste caso uma porção de 100 mL da amostra B, equivale a aproximadamente 7%, do VDR, embora forneça pequena quantidade, o consumo de potássio requer cautela e deve ser administrado de forma cuidadosa, pois há diversas fontes de obtenção (PENHA et al., 2005).

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por espectrometria de absorção atômica, mostraram que a concentração dos íons metálicos Na, Ca, Fe, K, Mg e Mn, não apresentaram total conformidade com os valores encontrados na leitura para água de coco *in natura*. Embora uma das amostras analisadas seja in natura (A), as variações constatadas podem ser explicadas pela diferença na composição do solo onde está o coqueiro, ou pela época de colheita do fruto. Todavia, no critério preservação do teor dos nutrientes nas águas de coco processadas, a amostra C apresentou maior conformidade.

Uma das possíveis respostas para a grande variação de sódio nas amostras B, D e E, está no uso de

compostos de sódio como base de aditivos e conservantes, nos métodos de conservação e envasamento. No entanto, ressalta-se que para comercialização, as amostras B, C, D e E, apresentam os teores de Na e K em conformidade com o intervalo permitido pela legislação, com exceção de K na amostra integral B superior ao limite estabelecido.

Porém, os teores de Na e K encontrados neste estudo, apresentaram divergência ao declarado no quadro de informação nutricional de cada amostra, fato preocupante, pois a procura por água de coco não só é motivada por seu sabor, mas também por seu valor nutritivo. Em algumas ocasiões é recomendada por profissionais a ingestão de quantidades adequadas com base no valor de IDR e VDR, para uma dieta nutricional, a não correspondência, pode ocasionar efeito inverso ao esperado pelo consumidor. Uma vez que, o não controle real da quantidade ingerida pode acarretar excesso ou a deficiência de nutrientes no organismo, e por consequência apresentar danos nocivos à saúde humana.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, I. V.; CRUZ, E. M. O.. **Água-de-coco**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001.

ASCHNER, M.; GUILARTE, T. R.; SCHNEIDER, J. S.; ZHENG, W.. Manganês: avanços recentes na compreensão de seu transporte e neurotoxicidade. **Toxicologia e farmacologia aplicada**, v.221, n.2, p.131-147, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2007.03.001>

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 9, de 30 de janeiro de 2020**. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para água-de-coco. Brasília: DOU, 2020.

BRASIL. **Resolução RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília: DOU, 2005.

BRASIL. **Instrução Normativa (IN) nº 75, de 8 de outubro de 2020**. Brasília: DOU, 2020.

BRASIL. **Lei n. 8.078, 1990**. Código de Defesa do Consumidor. Brasília: DOU, 1990.

BUENO, L. C.; SILVA, T. G. D. S.; LIMA, D. B.; ALVES, C. G. L.; REZENDE, M. L.; AZEVEDO, L.. A influência dos rótulos nutricionais no cuidado em saúde: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v.11, n.6, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29486>

COSTA, J. M. C.; ALVES, M. C. S.; CLEMENTE, E.; FELIPE, E. M. F.. Características físico-químicas e minerais de água de coco de frutos da variedade anã amarelo em diferentes períodos de maturação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.2, p.173-177, 2006. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v28i2.1029>

JORHEM, L.; AFTHAN, G.; CUMONT, G.; DYPDAHL, H. P.; GADD, K.; HAVRE, G. N.; JULSHAMN, K.; KÄVERUD, K.; LIND, B.; LOIMARANTA, J.; MERSEBURG, M.; OLSSON, A.; PIEPPONEN, S.; SUNDSTRÖM, B.; UPPSTAD, B. J.; WAALER, T.; WINNERSTAM, L.. Determination of Metals in Foods by Atomic Absorption Spectrometry after Dry Ashing: NMKL1 Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v.83,

n.5, p.1204-1211, 2000. DOI:

<https://doi.org/10.1093/jaoac/83.5.1204>

KRUG, F. J.; NÓBREGA, J. A. P. V.. **Espectrometria de absorção atômica: fundamentos e atomização com chama**. ACENA, 2004.

OLIVEIRA, J. E. D.; MARCHINI, J. S.. **Ciências nutricionais: aprendendo a aprender**. 2 ed. São Paulo: Sarvier, 2008.

PENHA, E. M.; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M.. **Água de coco**. In: FILHO, W.. **GV Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

PINHEIRO, A. M.; MACHADO, P. H.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; FERNANDES, A. G.; RODRIGUES, M. D. C. P.; HERNANDEZ, F. F. H.. Caracterização química, físico-química, microbiológica e sensorial de diferentes marcas de água de coco obtidas pelo processo asséptico. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, p.209-214, 2005.

ROSA, M. F.; ABREU, F. A. P.. **Água-de-coco: métodos de conservação**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.

SILVA NETO, I. F. S.; LEITE, I. B.; MARQUES, A. E. F.. Análise da concentração de sódio de águas de coco in natura e processada comercializadas em Juazeiro do Norte, CE. **Scientia Naturalis**, v.2, n.2, 2020.

SOUSA, R. S.; BORGES N. W.; POPPI, R. J.; BACCAN, N.; CADORE, S.. Classificação de água de coco processada e natural por meio de HCA, PCA e teores de íons metálicos certos por ICP OES. **Química Nova**, v.29, p.654-656, 2006.

TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; NAGATO, L. A. F.; LAMARDO, L.; INOMATA, E.; CARVALHO, M.; ARAGÃO, W.. Estudo da composição química da água de coco anão-verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16. **Anais**. Rio de Janeiro: SBCTA, 1998.

TRINDADE, J. S.. **Desenvolvimento de método analítico baseado na micro extração líquido-líquido dispersiva para**

**determinação de cobre e manganês em água de coco in natura e industrializadas com detecção por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS).** Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2020.

WAITZBERG, D. L.. **Nutrição enteral e parenteral na prática clínica.** Rio de Janeiro: Atheneu, 2000.

WELZ, B.; SPELING, M.. **Atomic Absorption Spectrometry.** 3 ed. Weinheim: Wiley, 1999.

Os **autores** detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A **CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03)** detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.