

1ª edição

# CHÁS E ELEMENTOS TÓXICOS



coleção  
química  
forense | VOL  
06

Flora Oliva Oss  
Larissa Lima Fiorotti  
Larissa Campos Motta  
Rayana Alvarenga Costa  
Denise Coutinho Endringer  
Wanderson Romão



VERSÃO IMPRESSA



## Autores



**Flora Oliva Oss**

Ensino Fundamental (2018) Adevalni Sysesmundo Ferreira de Azevedo. Atualmente é aluna do curso Técnico de Biotecnologia integrado com Ensino Médio no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus Vila Velha.



**Larissa Lima Fiorotti**

Graduada em Nutrição (2018) pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Pós-graduada em Nutrição Clínica Funcional (2020) pela Universidade Cruzeiro do Sul. Mestre em Ciências Farmacêuticas (2021) pela Universidade Vila Velha (UVV).



**Larissa Campos Motta**

Graduada em Licenciatura em Química (2014) pelo Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus Vila Velha, mestre em Química (2018) pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Atualmente é doutorando em Química pela Ufes.



**Rayana Alvarenga Costa**

Técnica em Química (2009) e graduada em Licenciatura em Química (2014) pelo Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). Mestre em Química (2016) pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Atualmente é aluna de doutorado em Química.



**Denise Coutinho Endringer**

Graduada em Farmácia (2000) pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre (2002) e Doutora (2007) em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) tendo realizado estágio sanduíche em Purdue University (Indiana - EUA). Realizou mestrado em ciências (2016-2018) na Steinbeis University (Berlin - Alemanha). Atualmente é professora titular da Universidade Vila Velha.

Atual como pesquisadora sênior no Instituto Capixaba de Ciências e Administração. Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPQ - nível 2.



**Wanderson Romão**

Graduado em Química (2006) pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre em Química (2009) e Doutor em Ciências (2010) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). No período de 2011 a 2012 realizou estágio de pós-doutoramento pelo Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQUI) da UFES. Professor docente do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) - Campus Vila Velha, desde 2012. Professor permanente do PPGQUI UFES, desde 2011. Atualmente é coordenador do Laboratório de Petrolêmica e Forense (petroforense.ufes.br), Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão do IFES Campus Vila Velha (2017-atual) e membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências (ABC), desde 2021.

Flora Oliva Oss  
Larissa Lima Fiorotti  
Larissa Campos Motta  
Rayana Alvarenga Costa  
Denise Coutinho Endringer  
Wanderson Romão

Química Forense

Volume 6:  
**Chá e elementos tóxicos**

**1º Edição**  
**Vitória**  
**2023**

Caro leitor,

O sexto volume da coletânea de histórias em quadrinhos sobre Química Forense intitulado "Chá e elementos tóxicos" apresenta uma proposta lúdica, científica e contextualizada sobre o estudo das Ciências Forenses abordando a subárea da Toxicologia Forense. Diversos conhecimentos químicos, biológicos e farmacêuticos são apresentados no decorrer da história tendo como público alvo estudantes do ensino médio, técnico e graduação. Neste volume, você acompanhará a história da paciente Vitória que decidiu fazer dieta após realizar buscas pela internet e após a ingestão de chá sente mal estar e resolve procurar ajuda médica. O médico endocrinologista, Augusto, suspeita de intoxicação e encaminha as amostras para o perito estagiário Henrique e da Perita Fernanda para investigar a suposta contaminação por elementos tóxicos. No decorrer da história Henrique faz diversas indagações a Perita Fernanda que proporcionam melhor compreensão dos assuntos abordados. Afinal, será que a amostra enviada os peritos apresentavam elementos tóxicos? Qual era a quantidade presente na amostra? Quais as formas de detecção e quantificação desses elementos? Quais são esses elementos que causam problemas a saúde? Todas essas perguntas serão respondidas se você mergulhar nessa história da rotina do perito Henrique, que auxiliará nessa descoberta, que lhe aguarda para acompanhá-lo em mais essa missão. Então, vamos começar?

Boa leitura!

*Wanderson Romão*

---

Prof. Dr. Wanderson Romão

Instituto Federal do Espírito Santo, IFES - Campus Vila Velha

<http://lattes.cnpq.br/9121022613112821>



**Edifes**

Editora do Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia do Espírito Santo  
R. Barão de Mauá, nº 30 – Jucutuquara  
29040-689 – Vitória – ES  
www.edifes.ifes.edu.br | editora@ifes.edu.br

Reitor: Jadir José Pela  
Pró-Reitor de Administração e Orçamento: Lezi José Ferreira  
Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional: Luciano de Oliveira Toledo  
Pró-Reitora de Ensino: Adriana Pionttkovsky Barcellos  
Pró-Reitor de Extensão: Lodovico Ortlieb Faria  
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: André Romero da Silva  
Coordenador da Edifes: Adonai José Lacruz

### Conselho Editorial

Aldo Rezende \* Aline Freitas da Silva de Carvalho \* Aparecida de Fátima Madella de Oliveira \* Eduardo Fausto Kuster Cid \* Felipe Zamborlini Saiter \* Gabriel Domingos Carvalho \* Jamille Locatelli \* Marcio de Souza Bolzan \* Mariella Berger Andrade \* Ricardo Ramos Costa \* Rosana Vilarim da Silva \* Rossanna dos Santos Santana Rubim \* Viviane Bessa Lopes Alvarenga.

### Produção editorial

Diagramação: Rayana Alvarenga e Larissa Campos Motta  
Ilustrações: Pixton

---

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

C487 Chás e elementos tóxicos [recurso eletrônico] / Flora Oliva Oss... et al. – Vitória, ES : Edifes Parceria, 2023.  
1 recurso digital : PDF ; 32 p. : quadrinhos col.

Vários autores.  
Inclui bibliografia.  
ISBN: 978-85-8263-711-1 (e-book).  
Coleção Química Forense ; v. 6.

1. Química – Estudo e ensino. 2. História em quadrinhos – Ensino. 3. Química forense – Aspectos educacionais. 4. Chá. I. Oss, Flora Oliva. II. Fiorotti, Larissa Lima. III. Motta, Larissa Campos. IV. Costa, Rayana Alvarenga. V. Endringer, Denise Coutinho. VI. Romão, Wanderson. VII. Título.

CDD 22 – 540.7

---

Biblioteca Rossanna dos Santos Santana Rubim – CRB6- ES 403

---

DOI: 10.36524/9788582637111

Este livro foi avaliado e recomendado para publicação por pareceristas *ad hoc*.  
*Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0*



## PERSONAGENS

Médico endocrinologista:  
Augusto

Paciente: Vitória



## PERSONAGENS

Estagiário: Henrique

Técnica de laboratório:  
Fernanda





Na segunda-feira...



No consultório...



Boa tarde, doutor!

Boa tarde! Por favor, sente-se.



Então, marquei essa consulta, porque venho sentindo náuseas desde o dia anterior. Também tive vômitos e diarreia.



Hum... A senhora comeu algo de diferente? Ou mudou a sua alimentação recentemente?

Hum...

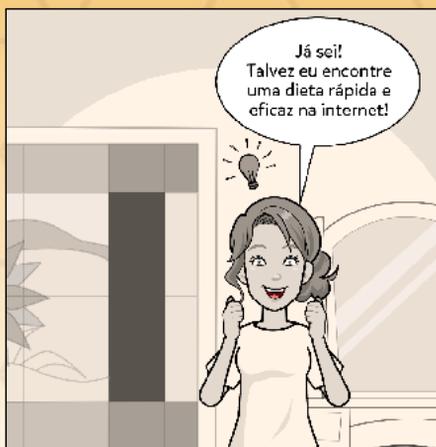


Um tempo atrás...

Ah, não... Acho que engordei demais...



Preciso emagrecer urgentemente!



Já sei!  
Talvez eu encontre uma dieta rápida e eficaz na internet!



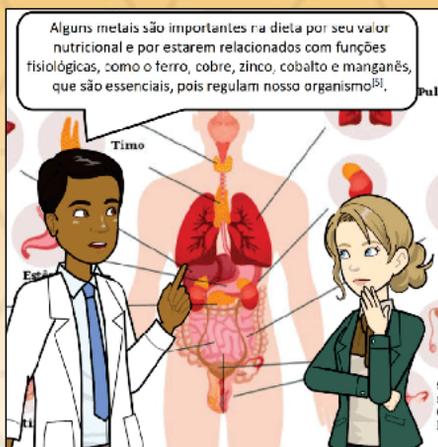


Depois de um tempo, na sala de espera da clínica...



Laudo do exame

Elementos	Resultado	Límite de referência
Alumínio (Al)	50 µg/L	10 µg/L <sup>[1]</sup>
Cádmio (Cd)	25 µg/L	5,0 µg/L <sup>[2,3]</sup>
Chumbo (Pb)	70 µg/dL	25 µg/dL <sup>[2,4]</sup>



O Chumbo (Pb), Alumínio (Al), Cádmio (Cd), entre outros, são elementos tóxicos em determinadas concentrações<sup>[7]</sup>.

Primeiramente temos o Al, de número atômico 13, pertencente ao grupo 13 ou 3A e número de oxidação 3+ <sup>[8]</sup>.

O Al ao ser queimado libera muito calor, é considerado um metal anfótero (reagindo tanto como um ácido quanto uma base) e em solução aquosa o íon alumínio está presente na forma do tetraquadi-hidroxiálumínio  $[Al(OH)_4(OH)_2]^-$  <sup>[6]</sup>.

É onde esse elemento é encontrado?

O Al é o terceiro elemento mais abundante na litosfera e o íon metálico mais comum no solo<sup>[9]</sup>.

Na crosta terrestre é encontrado na forma de argila e ao ser extraído por lixiviação obtém-se o minério bauxita (óxido de alumínio hidratado impuro). A primeira etapa do processo de extração é a sua purificação com o hidróxido de sódio (NaOH) gerando materiais insolúveis que são filtrados (lama vermelha)<sup>[6]</sup>.

O Al metálico é empregado na indústria de construção, fabricação de aeronaves, ônibus, vagões ferroviários, linhas de energia elétrica, recipientes, embalagens e está sendo amplamente difundido na indústria automotiva<sup>[8]</sup>.

Então ele é muito utilizado, certo?

Mas também é importante destacar que a produção do alumínio gera subprodutos que provocam problemas de poluição ambiental<sup>[8]</sup>.

Parte da ingestão do Al vem de antiácidos. O chá é rico em Al, mas torna-se inerte quando adicionado ao leite e limão. O Al é absorvido e distribuído principalmente nos ossos, fígado, rins e cérebro<sup>[8]</sup>.

Perda de memória

Confusão com o espaço e tempo

Resolver problemas

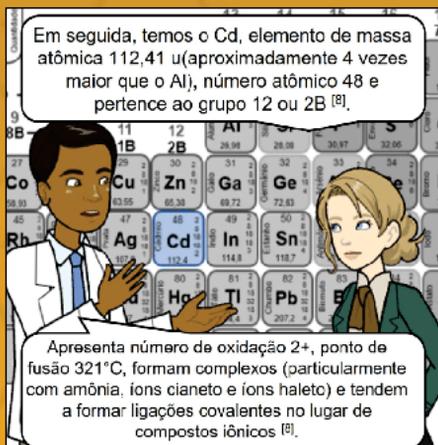
Problemas na fala ou escrita

Problemas com tarefas de rotina

Mudanças de humor e personalidade

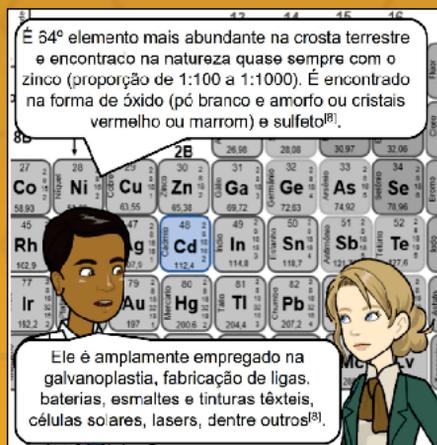
Ele pode causar doenças como Alzheimer, Parkinson e esclerose. A absorção do Al depende principalmente da quantidade ingerida, estado fisiológico e patológica do indivíduo<sup>[9]</sup>.

Em seguida, temos o Cd, elemento de massa atômica 112,41 u (aproximadamente 4 vezes maior que o Al), número atômico 48 e pertence ao grupo 12 ou 2B<sup>[8]</sup>.



Apresenta número de oxidação +2, ponto de fusão 321°C, formam complexos (particularmente com amônia, íons cianeto e íons haleto) e tendem a formar ligações covalentes no lugar de compostos iônicos<sup>[9]</sup>.

É 54º elemento mais abundante na crosta terrestre e encontrado na natureza quase sempre com o zinco (proporção de 1:100 a 1:1000). É encontrado na forma de óxido (pó branco e amorfo ou cristais vermelho ou marrom) e sulfeto<sup>[8]</sup>.



Ele é amplamente empregado na galvanoplastia, fabricação de ligas, baterias, esmaltes e tinturas têxteis, células solares, lasers, dentre outros<sup>[8]</sup>.

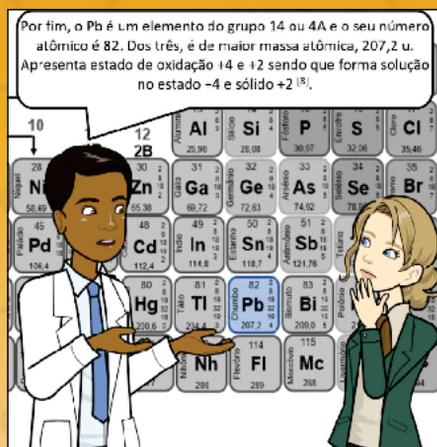
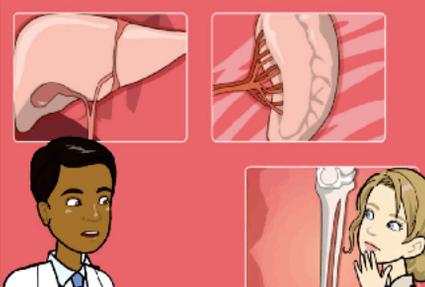


O Cd está presente nos alimentos e normalmente é ingerido em níveis próximos do limite permitido<sup>[8]</sup>.

O órgão mais suscetível é o rim, podendo causar dano grave com cerca de 200 mg/L. Outra fonte de contaminação se dá pela fumaça de cigarro. No Japão ocorreram envenenamentos por Cd por meio da contaminação da água a partir da processos da mineração, causando a doença degenerativa itai-itai<sup>[9]</sup>.



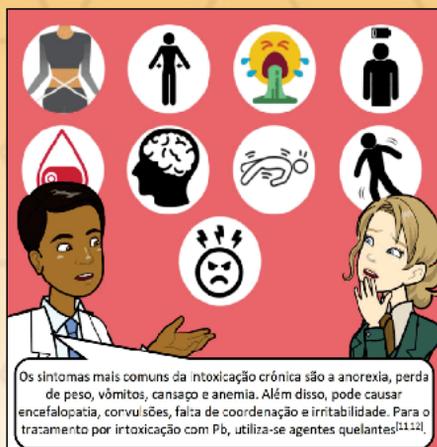
Por fim, o Pb é um elemento do grupo 14 ou 4A e o seu número atômico é 82. Dos três, é de maior massa atômica, 207,2 u. Apresenta estado de oxidação +4 e +2 sendo que forma solução no estado -4 e sólido +2<sup>[8]</sup>.

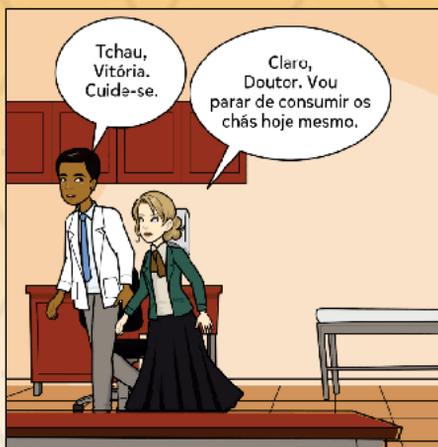
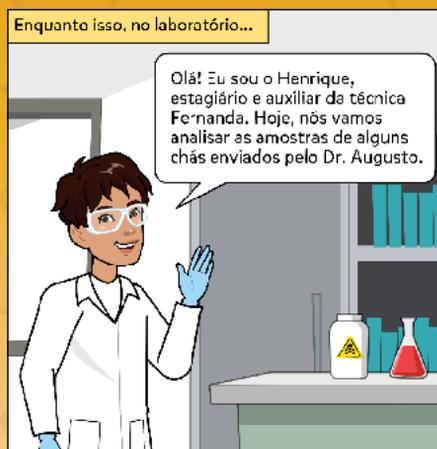



Quando é absorvido, distribui-se para todo o organismo pelo sangue, principalmente para o fígado, rins e ossos<sup>[10]</sup>.




Os sintomas mais comuns da intoxicação crônica são a anorexia, perda de peso, vômitos, cansaço e anemia. Além disso, pode causar encefalopatia, convulsões, falta de coordenação e irritabilidade. Para o tratamento por intoxicação com Pb, utiliza-se agentes quelantes<sup>[11][12]</sup>.







1 grama (amostra) +  $\text{H}-\text{Cl}$  ácido clorídrico +  $\text{O}-\text{N}^+-\text{OH}$  ácido nítrico

Todos sob aquecimento!

O preparo por digestão ácida a quente será realizado com 1 grama de amostra mais  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HCl}$  sob aquecimento, utilizando um digestor por microondas até a solução ficar translúcida.

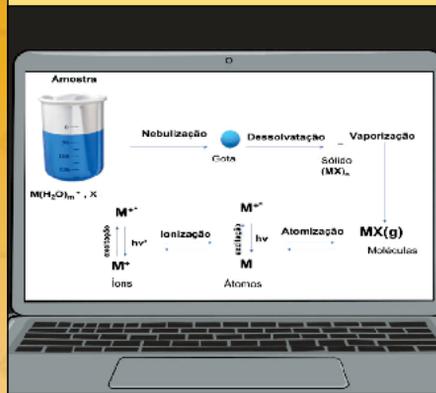
O volume será aferido para 25 mL, também utilizando o balão volumétrico [15].

$\text{H}-\text{Cl}$   $\text{O}-\text{N}^+-\text{OH}$

25 ml



Veja essa representação da nossa amostra no ICP-OES! Iremos vê-la passo a passo.



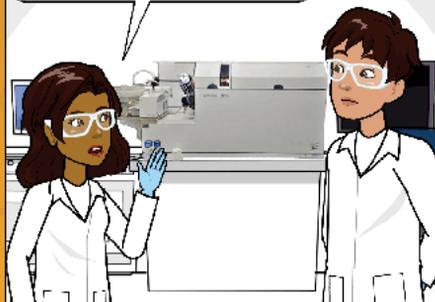
Geralmente, amostras líquidas são introduzidas no plasma com o uso de nebulizador, no qual é gerado um aerossol da amostra. Nebulizadores ultrassônicos geram um aerossol com partículas de pequeno diâmetro, quando comparado com nebulizadores pneumáticos<sup>[14]</sup>.



O plasma é formado na tocha, e podemos ver uma representação dela aqui no computador! São utilizados volumes diferentes do mesmo gás nobre - Argônio (Ar) com pureza de 99,9%. É no plasma que ocorre a vaporização, atomização e ionização<sup>[34]</sup>.



Para medir a intensidade da luz emitida, usamos a detecção óptica nas características do comprimento do nosso elemento de interesse, no caso, Al, Cd, e Pb.

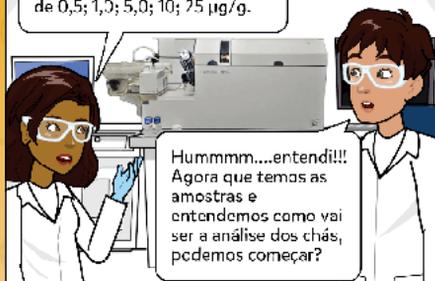


E quanto a detecção?

O espectrômetro tem um detector como função separar a linha de emissão de certo elemento de radiação emitida por outros elementos presentes na análise por meio de monocromadores ou policromadores.



Já a calibração será conduzida usando os padrões apropriados. A partir de uma solução multielementar de 50 µg/g serão realizadas diluições para obter uma curva de calibração com concentrações de 0,5; 1,0; 5,0; 10; 25 µg/g.



Hummm...entendi!!! Agora que temos as amostras e entendemos como vai ser a análise dos chás, podemos começar?

Agora que construímos a curva analítica e diluímos as amostras podemos iniciar a análise. Como nosso amostrador é automático, basta acoplar o carrossel no equipamento e clicar para iniciar a análise e aguardar os resultados.



Agora que realizamos a análise, estou ansioso para analisarmos os resultados!

Também estou ansiosa para descobrir! Vamos analisar os resultados obtidos.





Tabela 1 - Concentrações em  $\mu\text{g/g}$  dos elementos quantificados por ICP-OES a partir da digestão ácida.

Elemento químico	Camomila ( $\mu\text{g/g}$ )		Erva-mate ( $\mu\text{g/g}$ )	
	média	Desvio-padrão	média	Desvio-padrão
Al	33,423	17,177	22,925	9,198
Cd	0,030	0,007	0,035	0,008
Pb	2,568	0,094	3,490	0,093

Analisando os resultados, para o alumínio (Al), nas amostras digeridas da Tabela 1, as concentrações médias foram 22,925  $\mu\text{g/g}$  para erva-mate e 33,4225  $\mu\text{g/g}$  para a camomila.

Hummm

Nas amostras de chá preparados por infusão, as concentrações médias foram de 0,1818  $\mu\text{g/mL}$  para camomila e 1,0974  $\mu\text{g/mL}$  para erva-mate.

E isso quer dizer que está contaminado?

A quantidade máxima permitida de alumínio em água recomendada pela OMS (Organização Mundial da Saúde), é de 0,2  $\text{mg/L}$ .

Então, isso significa que as infusões de erva-mate não obedecem a recomendação da OMS?

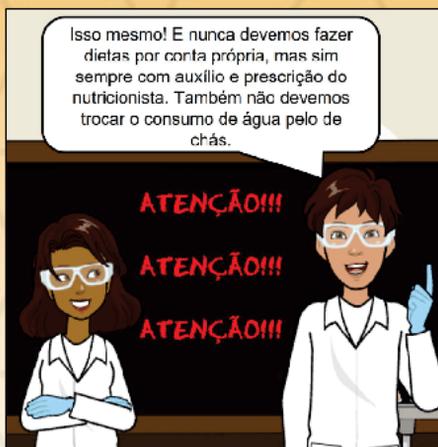
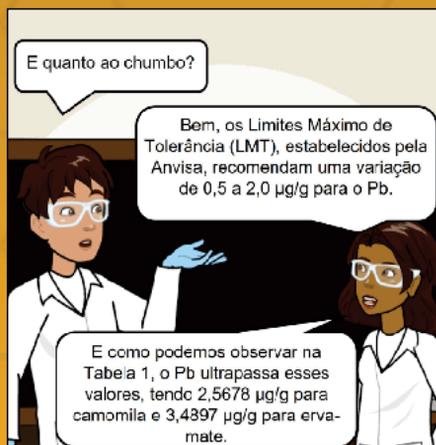
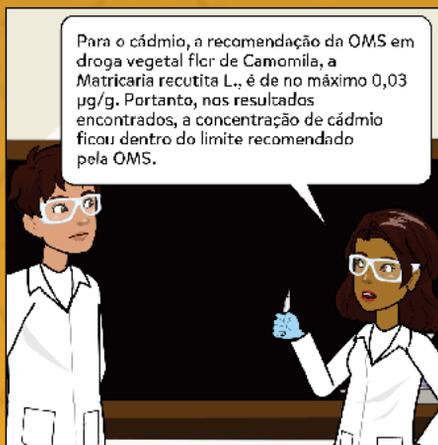
Exatamente! E vale lembrar que  $\mu\text{g/mL}$  e  $\text{mg/L}$  são medidas equivalentes.

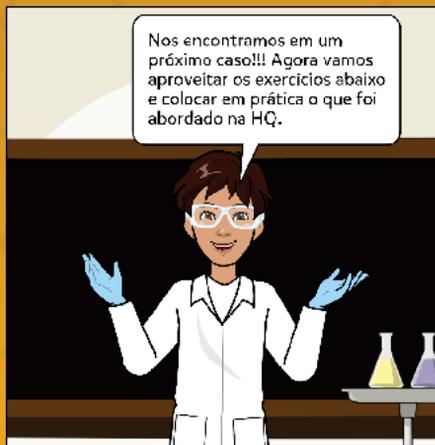
Lembrando:  
 $1 \text{ mg/L} = 1000 \mu\text{g}/1000 \text{ mL}$   
 $1 \text{ mg/L} = 1 \mu\text{g/mL}$   
 Logo,  
 $0,2 \text{ mg/L} = 0,2 \mu\text{g/mL}$

Agora sim!!! Entendi perfeitamente!

O mesmo acontece com o Cádmi (Cd). Os valores 0,3 e 0,5  $\mu\text{g/mL}$ , na Tabela 1, das concentrações de camomila e erva-mate, respectivamente, ultrapassam os valores estabelecidos pela Anvisa, que seria 0,2  $\mu\text{g/L}$ .

Elemento químico	Camomila ( $\mu\text{g/mL}$ )		Erva mate ( $\mu\text{g/mL}$ )	
	média	Desvio-padrão	média	Desvio-padrão
Cd	0,300	0,009	0,500	0,009





## Exercícios

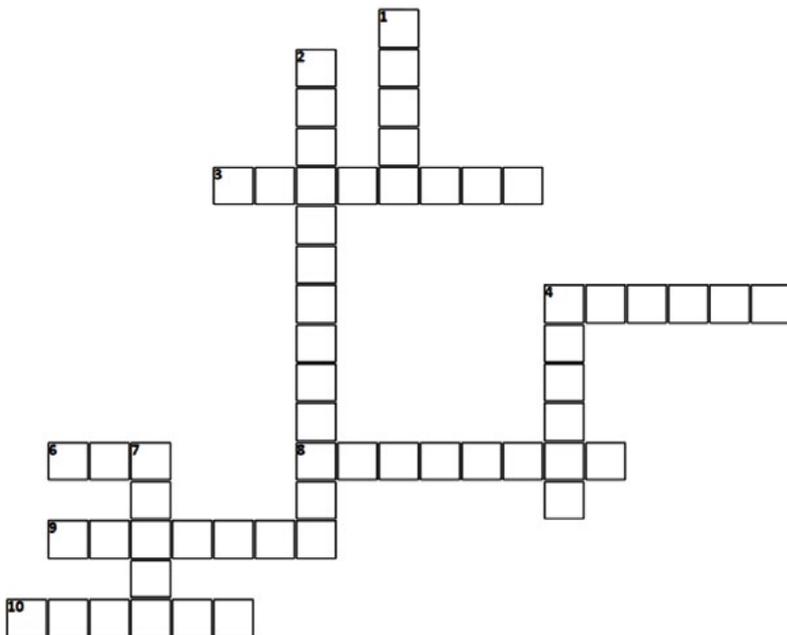
1- Complete a cruzadinha corretamente de acordo com a descrição de cada item.

### VERTICAIS

- 1- Regime alimentar.
- 2- Exame que detecta a presença de metais no organismo.
- 4- Elemento de número atômico 48 da tabela periódica.
- 7- Unidade básica que compõe a matéria.

### HORIZONTAIS

- 3- Substância usada no tratamento de intoxicações por metais.
- 4- Elemento de número atômico 82 da tabela periódica.
- 6- Bebida quente ou fria feita com plantas.
- 8- Elemento de número atômico 13 da tabela periódica.
- 9- Porção usada para a análise.
- 10- Espectrometria de Emissão óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (sigla).



2- Encontre as palavras citadas no caça-palavras abaixo.

**ANVISA**

**ARGÔNIO**

**ELÉTRON**

**ANÁLISE**

**CHÁ**

**ESPECTRÔMETRO**

**MAPA**

**PLASMA**

**INTOXICAÇÃO**

**NEBULIZADOR**

E T I U N E S P E C T R Ô M E T R O  
 U S T I N N Y S N A T Y U T H P E I  
 R E R O L L E N E L U W C E A L H N  
 S N F M G W N B U T N A H N É A B T  
 L W M T S D B R U I P O Á T A H D O  
 H O M L F A E O D L R L R H D L M X  
 A O I I N A R G Ô N I O P A O O A I  
 A E P V Y D C F A S N Z L B R L P C  
 S S I E A T T E E L S E A I E N A A  
 T S N H E N L N H M L T S D T V A Ç  
 A R W E A E T W S E T C M O O N Ã  
 S R L M T O L I A I H F A C T R R O

**3-** Julgue as alternativas em verdadeiras (V) ou falsas (F).

( ) Foi usado, na preparação, 10 gramas de amostra.

( ) As substâncias usadas na solução, durante o preparo, foram  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HCl}$ .

( ) A solução não fica translúcida.

( ) O volume foi aferido em 25 mL em um balão volumétrico.

a. V - V - V - V.

b. V - F - F - V.

c. F - F - F - V.

d. F - V - F - V.

**4-** Relacione os elementos com as suas respectivas descrições.

A- Alumínio.

B- Cádmiu.

C- Chumbo.

( ) Dos três metais mencionados, é o que possui maior massa atômica.

( ) O seu ponto de fusão é de  $321^\circ \text{C}$  e tende a formar ligações covalentes no lugar de compostos iônicos.

( ) É o terceiro elemento mais abundante da litosfera. Ao ser queimado, libera muito calor e é considerado um metal anfótero.

a. A - B - C.

b. B - C - A.

c. C - B - A.

d. B - A - C.

**5-** Quais são as doenças e/ou sintomas causados pelo Alumínio, Cádmiu e Chumbo?

---

---

---

---

---

---

6- Marque a alternativa correta.

- a. A quantidade máxima permitida de alumínio em água recomendada pela OMS é de 0,2 mg/L.
- b. Os valores estabelecidos pela Anvisa em relação ao cádmio em alimentos é de 0,5 /L.
- c. Os Limites Máximo de Tolerância (LMT), estabelecidos pela Anvisa, recomendam uma variação de 0,5 a 3,0  $\mu\text{g/g}$ .
- d. mg/L e  $\mu\text{g/mL}$  não são medidas equivalentes.

7- Como é feito o preparo de amostra por digestão ácida a quente?

---

---

---

---

---

---

---

8- Complete as lacunas do pequeno texto abaixo e assinale a alternativa correta.

"O plasma é gerado através de uma \_\_\_\_\_ sob um gás em pressão atmosférica. Esse gás, nesse caso, o \_\_\_\_\_, é ionizado e gera elétrons livres. Eles colidem uns com os outros e geram o \_\_\_\_\_, que pode atingir temperaturas de até 8000 K. Isto dissolve, atomiza e excita os \_\_\_\_\_ de nossa amostra, que foram nebulizados nele."

- a. solidificação - oxigênio - calor - átomos.
- b. solidificação - nitrogênio - plasma - compostos.
- c. descarga elétrica - argônio - plasma - átomos.
- d. descarga elétrica - argônio - calor - compostos.



**Você sabia????!!!**

O chá é a segunda bebida mais consumida no mundo.

A difusão do chá pelo mundo deu-se a partir do século XVIII.

O chá foi utilizado como moeda de troca na China antiga e Sibéria.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 420 mil pessoas morrem por intoxicação alimentar anualmente.

**Maiores consumidores:**  
Índia, Paquistão, Bangladesh, Sri Lanka, Turquia, Marrocos, Rússia, China, Irlanda, Estados Unidos da América e Reino Unido.

## Glossário

**Alzheimer:** doença progressiva que deteriora em especial a memória, mas também outras funções mentais.

**Amostra:** pequena porção utilizada para a análise.

**Atomização:** redução de um corpo em partículas pequenas.

**Átomo:** unidade básica da matéria; menor parcela de um determinado elemento.

**Bioacumulativo:** característica que descreve quando uma substância, ao invés de ser eliminada, se acumula no organismo em altas concentrações nos níveis tróficos.

**Calibração:** é um procedimento realizado com o objetivo de criar uma correspondência entre a leitura de um instrumento e uma determinada característica a ser analisada conhecida.

**Composto iônico:** é um composto químico (formado por, pelo menos, um metal e um não metal) no qual, através de ligações iônicas, os íons se ligam de forma gradeada.

**Curva de calibração:** método (gráfico) para determinar a concentração de um analito.

**Elemento tóxico:** substância que apresenta atividade tóxica no organismo.

**Encefalopatia:** termo geral utilizado para doenças que afetam o cérebro.

**Esclerose:** uma doença autoimune que ataca o cérebro, medula espinhal e nervos.

**Etilenoglicol:** é um composto químico, sendo um álcool com dois grupos -OH. A sua fórmula é  $C_2H_6O_2$ .

**Galvanoplastia:** processo químico no qual ocorre o revestimento de uma camada de metal sobre um objeto.

**Grau de pureza:** é a porcentagem da substância pura em relação à massa total da amostra.

**ICP-OES:** Espectrometria de Emissão óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (do inglês *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*).

**Insolúvel:** porção soluto não solúvel em determinada solução.

**Íon:** átomos que possuem diferentes números de prótons e elétrons, o que lhes dão carga.

**Ionização:** processo em que uma substância se torna um íon.

**Ligação covalente:** ligação que ocorre entre elementos que compartilham par de elétrons afim de tornar-se estável.

**Limite de detecção (LD):** é a menor quantidade que pode ser detectada por um instrumento.

**LMT:** Limite Máximo de Tolerância.

**Litosfera:** camada sólida mais externa do planeta.

**Lixiviação:** um processo erosivo o qual é desencadeado pela lavagem da camada superficial do solo através do escoamento da água.

**MAPA:** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**Metal anfótero:** metal que reage tanto com bases, quanto com ácidos.

**Mineralograma:** exame que é capaz de detectar a presença de metais no organismo.

**OMS:** Organização Mundial de Saúde

**óxido:** composto formado por um elemento e oxigênio.

**Parkinson:** doença neurológica que afeta os movimentos da pessoa

**Quelante:** substância com capacidade de agregar íons metálicos em sua estrutura.

**Solução aquosa:** uma solução na qual o solvente é a água.

## Referências

- [1] HAOMA. **ALUMÍNIO SÉRICO**. Disponível em: <https://dnaclinic.com.br/exames-laboratoriais/aluminio-serico-alums>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- [2] Ministério da Saúde. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 42, DE 29 DE AGOSTO DE 2013**. 2013. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042\\_29\\_08\\_2013.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html). Acesso em: 10 nov. 2021.
- [3] HAOMA. **CÁDMIO SANGUÍNEO**. 2018. Disponível em: <https://dnaclinic.com.br/exames-laboratoriais/cadmio-sanguineo-cadms>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- [4] HAOMA. **CHUMBO SANGUÍNEO**. 2019. Disponível em: <https://dnaclinic.com.br/exames-laboratoriais/chumbo-sanguineo-chusg>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- [5] BARAN, E. J. Suplementação de elementos-traços. **Química Nova na Escola**, v. 6, p. 7-12, jul. 2015.
- [6] MARENGONI, Nilton Garcia; KLOSOWSKI, Elcio Silvério; OLIVEIRA, Katiane Pimenta de; CHAMBO, Ana Paula Sartorio; GONÇALVES JUNIOR, Affonso Celso. Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional. **Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 359-363, 2013.
- [7] MIDIO, A.F.; MARTINS, D.I. **Toxicologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000. 295p.
- [8] LEE, J. D. **Química Inorgânica**. São Paulo: Blucher, 1999. 554 p.
- [9] DANTAS, Sílvia Tondella; SARON, Elisabete Segantini; DANTAS, Fiorella Balardin Hellmeister; YAMASHITA, Daniela Mary; KIYATAKA, Paulo Henrique Massaharu. Determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 291-297, jun. 2007.

[10] ROCHA, Adriano Ferreira da. **Cádmio, Chumbo, Mercúrio - A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?** 2009. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências da Nutrição, Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Porto, 2009.

[11] SCHIFER, Tiago dos Santos *et al.* **ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DO CHUMBO.** *Infarma*, v. 17, n. 5, p. 67-72, 2005.

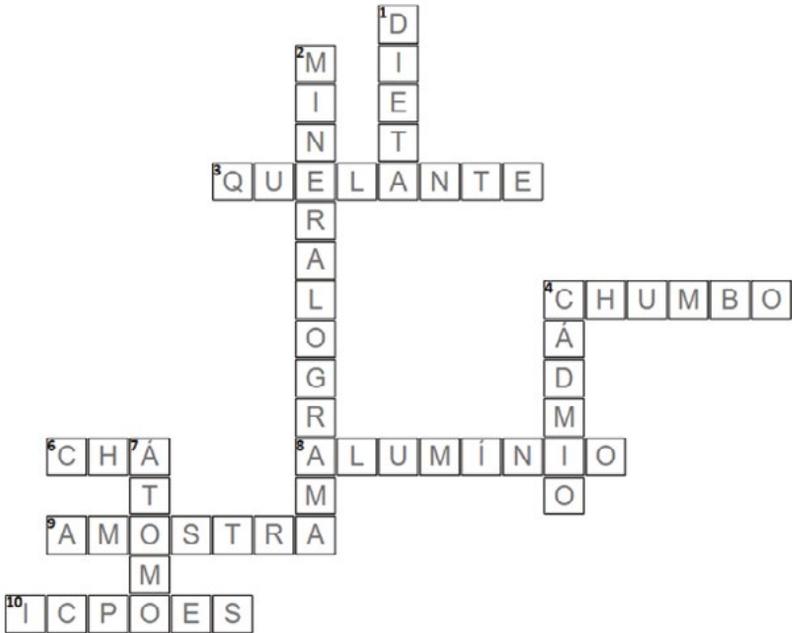
[12] VARGAS, Paula Isabelita Reis *et al.* **Intoxicação por Chumbo: Uma Revisão Sistemática.** *Revista Brasileira de Ciências Médicas e da Saúde*, v. 7, p. 1-7, 2019.

[13] TSCHAEN, Priscila Francisca. **Análise multielementar em chás comerciais de camomila, capim-cidreira, erva-doce e erva-mate determinados por ICP-OES.** 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Vila Velha, Vila Velha, 2013.

[14] TRELIN, Alex Marcilino. **Desenvolvimento de metodologia para determinação de Ba, Ca, Mg e Na em amostras de petróleo por ICP OES após extração induzida por quebra de emulsão:** Desenvolvimento de metodologia para determinação de Ba, Ca, Mg e Na em amostras de petróleo por ICP OES após extração induzida por quebra de emulsão. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Cap. 1.

# Gabarito

1-



2-

E S P E C T R Ô M E T R O  
 N E I  
 E C A L N  
 B H N É T  
 U Á T O  
 A L L R M X  
 N A R G Ô N I O P A I  
 V S N Z L P C  
 I E A A A  
 S S D Ç  
 A M O Ã  
 A R O

3- d)

4- c)

5- O Alumínio pode causar doenças como Alzheimer, Parkinson e escleroses. Já o Cádmio causa doenças, como a degenerativa itai-itai, assim como afeta especialmente os rins. E, por fim, o Chumbo causa doenças as quais seus principais sintomas são anorexia, perda de peso, vômitos, cansaço e anemia, assim como pode causar encefalopatia, convulsões, falta de coordenação e irritabilidade.

6- a)

7- O preparo por digestão ácida a quente foi feito com 1 grama de amostra mais  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HCl}$  sob aquecimento por meio de um microondas até que a solução fique translúcida. Usando um balão volumétrico, o volume é aferido até 25 mL.

8- c)



O sexto volume da coletânea de livros de Química Forense intitulado "Chá e elementos tóxicos" é resultado de uma parceria entre o projeto de Iniciação Científica do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus Vila Velha, do Laboratório de Petroléomica e Forense (<https://petroforense.ufes.br/pt-br>), vinculado ao Programa de Pós-Graduação e Química da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e do Laboratório de Obtenção de Produtos Naturais da Universidade Vila Velha, vinculado ao Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas e projeto de Iniciação Científica Júnior da UVV, financiado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq), PQ-process # 310489/2019-9 e Fapes TO # 279/2021. Neste volume, são apresentadas informações e conceitos fundamentais para interação do leitor com os fundamentos de química, biologia, farmácia e conhecimento tradicional, além das ciências forenses. Todos os conceitos abordados são apresentados por meio de uma linguagem simples e científica trazendo ao leitor, compreensão, não somente a compreensão sobre conceitos, mas também aprofundando sobre as análises empregadas para quantificação de elementos tóxicos no organismo humano e nas amostras de chá. Dessa forma, o presente livro destina-se a divulgação científica no formato de produto educacional para área de ensino, pesquisa e extensão, em todo território nacional.

## REALIZAÇÃO



## APOIO

