Determinação do teor de cloreto de sódio em arroz cozido: uma proposta para o ensino de química e o combate à hipertensão arterial

Andreza Duarte Memelli Mendonça, Wanny Tavares Nogueira Cabral, Andressa da Silva Antunes, Victor Gabriel de Paula Saide, Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha, Cristina Maria Barra e José Geraldo Rocha Junior

Este artigo relata atividades realizadas em sala de aula com o objetivo de ensinar, informar e conscientizar os estudantes do ensino médio sobre a relação entre o consumo excessivo de sal e a hipertensão arterial. Um experimento colorimétrico prático e rápido foi desenvolvido para ser executado pelos estudantes com o intuito de determinar o teor de NaCl em amostras de arroz cozido preparado em suas residências. Um número elevado de amostras (cerca de 90%) apresentou teores de sódio acima do recomendado pela OMS. As atividades desenvolvidas neste trabalho relacionaram o ensino de química com o cotidiano dos estudantes, facilitando a aprendizagem dos conteúdos apresentados. O êxito desta proposta ficou demonstrado no interesse manifestado pelos estudantes ao longo das atividades realizadas em sala de aula.

► NaCl, colorimetria, $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ ◀

Recebido em 29/05/2020, aceito em 30/07/2020

351

O sódio é um elemento fundamental para a manutenção de inúmeras funções fisiológicas do organismo. A maior parte do sódio ingerido provém do sal de cozinha (cloreto de sódio, NaCl), adicionado para salgar os alimentos. Entretanto, quando em excesso, pode causar ou agravar doenças, principalmente a hipertensão arterial (Bazanelli e Cuppari, 2009).

A hipertensão arterial, popularmente conhecida como “pressão alta” é o principal fator de risco para doenças cardiovasculares. Em 2017, o Brasil registrou 141.878 óbitos devido à hipertensão ou a causas relacionadas a ela (Conasems, 2020). Além disso, a hipertensão é a comorbidade mais comum nos quadros de covid-19 que necessitam de internação, segundo uma pesquisa realizada nos hospitais de Wuhan, na China (Zhou *et al.*, 2020).

A hipertensão, apesar de ser uma doença que não tem cura e que se agrava com a idade, pode ser controlada. Uma estratégia importante é a redução do consumo de sódio. O Ministério da Saúde, em um acordo voluntário com a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), retirou 17,2 mil toneladas de sódio dos alimentos

industrializados. A meta é remover 28,5 mil toneladas até 2022 (Agência Fiocruz de Notícias, 2020; Lessa, 2020; Secretaria de Saúde do RJ, 2017).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que o consumo diário de sódio não ultrapasse 2,0 g por adulto, o que equivalente a 5,0 g de NaCl (World Health Organization, 2012). Entretanto, o consumo médio de sal da população brasileira é, aproximadamente, o dobro do recomendado (Mill *et al.*, 2019).

As medidas de redução de sódio nos alimentos industrializados indicam uma melhoria no perfil nutricional dos alimentos; entretanto, têm pouco impacto no consumo médio de sódio. O controle da quantidade de sódio nos alimentos caseiros é praticamente inexistente, visto que a quantidade consumida depende da preferência e do conhecimento individual de quem irá prepará-los (Agência Fiocruz de Notícias, 2020; Mantovani *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2016).

Segundo análise da Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Ministério da Saúde, 2019), do Ministério da Saúde,

A hipertensão, apesar de ser uma doença que não tem cura e que se agrava com a idade, pode ser controlada. Uma estratégia importante é a redução do consumo de sódio.

peças com menor escolaridade são as mais afetadas pela hipertensão. Dessa forma, além de conscientizar a população acerca dos riscos que o consumo excessivo de sódio provoca à saúde, faz-se necessário informá-la sobre a quantidade de sódio que pode ser consumida. Entretanto, existe uma deficiência de políticas públicas por meio de ações educativas para esse fim.

Nesse contexto, este trabalho relata um conjunto de atividades que foram desenvolvidas com o objetivo de informar e conscientizar estudantes do ensino médio acerca dos malefícios do consumo excessivo de sal. Um experimento colorimétrico de química, de fácil execução, foi desenvolvido para ser apresentado e realizado em sala de aula pelos próprios estudantes para que eles pudessem determinar o teor de sal adicionado em amostras de arroz preparado em suas casas.

Metodologia

As atividades desenvolvidas, ao longo do ano de 2019, foram decorrentes de um projeto de extensão universitária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e teve como público alvo estudantes do segundo e terceiro anos do ensino médio de escolas públicas da região de Seropédica, RJ. Essas atividades foram realizadas em dois encontros, para atender a grade de horários disponibilizada pelas escolas, sendo divididas em três etapas principais: contextualização (1º encontro), experimentação (2º encontro) e avaliação (1º e 2º encontros).

Contextualização

A contextualização ocorreu na forma de uma palestra, de 50 minutos, utilizando-se como ferramenta didática um equipamento de *data show*. A palestra foi elaborada e apresentada pelos discentes de graduação e pós-graduação envolvidos no projeto.

A palestra teve, em um primeiro momento, o objetivo de conscientizar os estudantes sobre os malefícios do consumo excessivo de sódio e sua relação com a hipertensão. Para elucidar o efeito do sal em excesso na corrente sanguínea, foi realizado um experimento demonstrativo conhecido como “osmose na batata” (Arrigo *et al.*, 2017). Nesse experimento, uma batata previamente descascada, cortada ao meio e com uma cavidade ao centro foi apresentada aos estudantes como um “modelo” de vaso sanguíneo. Em uma das bandas da batata foi adicionado sal de cozinha suficiente para cobrir toda a cavidade, representando assim o consumo excessivo de sal. As duas metades foram colocadas em um recipiente transparente contendo água com corante alimentício azul para facilitar a visualização (Figura 1A). Com o passar do tempo, a água no recipiente foi absorvida somente para o interior da cavidade da batata contendo o sal (Figura 1B).

O aumento do volume de líquido no interior dessa banda da batata foi comparado ao acúmulo de líquido no organismo, o que acarreta o aumento da pressão arterial, ou seja, a hipertensão.

Figura 1. Experimento “osmose na batata” (A) imediatamente e (B) após 40 minutos da adição do sal em uma das bandas da batata.

Em um segundo momento, tomou-se o cuidado de provocar os estudantes a observarem os rótulos dos alimentos industrializados que consomem e instruí-los sobre a leitura correta do teor de sódio nos rótulos desses alimentos para alertá-los sobre a grande quantidade de sódio presente em certos alimentos, como macarrão instantâneo, embutidos, etc. Alternativas mais saudáveis para realçar o sabor dos alimentos caseiros sem que haja a necessidade da adição em excesso de sal foram apresentadas, como o uso de temperos naturais (alho, cheiro-verde, orégano, etc.) e o uso do sal *light*, que é constituído por 50% de cloreto de potássio e 50% de cloreto de sódio.

Ao final da palestra foram apresentados os fundamentos teóricos e as vidrarias do experimento colorimétrico desenvolvido para a determinação do teor de NaCl em arroz. Os estudantes foram incentivados a trazerem uma amostra de arroz cozido, preparado em seus domicílios, para que fosse avaliada a quantidade de sal presente no alimento no 2º encontro.

Experimentação

Fundamentação teórica do experimento

No sal de cozinha (NaCl), a proporção de sódio é estequiometricamente igual à de cloreto (1:1). Logo, a quantidade de sódio em alimentos que foram temperados apenas com sal de cozinha pode ser estimada a partir da quantidade de cloreto presente nessas amostras (Bazanelli e Cuppari, 2009; Peixoto, 1999).

O experimento proposto tem seus princípios teóricos semelhantes ao de um dos métodos analíticos empregados para a determinação de cloreto em amostras de origem biológica (Yokoi, 2002). Esse experimento se baseia na observação da intensidade da coloração avermelhada produzida após a reação do cloreto (Cl⁻) com o tiocianato de mercúrio (II)

As atividades desenvolvidas, ao longo do ano de 2019, foram decorrentes de um projeto de extensão universitária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e teve como público alvo estudantes do segundo e terceiro anos do ensino médio de escolas públicas de Seropédica, RJ.

($\text{Hg}(\text{SCN})_2$), em presença de íons férrico (Fe^{3+}), conforme as equações químicas (1) e (2), a seguir:

De acordo com a reação (1), o ânion Cl^- desloca o ânion tiocianato (SCN^-). Na reação (2), tem-se que o ânion SCN^- liberado na reação (1) reage com o cátion Fe^{3+} formando o íon complexo FeSCN^{2+} , de coloração vermelho-sangue. A intensidade da cor observada é proporcional à quantidade de FeSCN^{2+} produzido que, por sua vez, é maior na presença de altas concentrações de SCN^- . Como, pela reação (1), o Cl^- é o responsável pela formação do SCN^- , a intensidade da coloração avermelhada é um indicativo do teor de NaCl.

Preparação dos reagentes e da amostra

Soluções padrão de NaCl de diferentes concentrações e uma solução do reagente analítico colorimétrico necessárias para o experimento foram levadas para a escola prontas para uso. As soluções-amostra analisadas foram preparadas pelos estudantes da escola no dia da realização do experimento. O preparo dessas soluções foi realizado da seguinte maneira:

- **Soluções padrão de NaCl:** em béqueres, foram dissolvidos 3,0 mg, 6,0 mg, 15,0 mg e 60,0 mg de NaCl P.A. em água destilada. Essas soluções foram diluídas em balões volumétricos de 50,00 mL, produzindo soluções de NaCl de concentrações de $1,0 \text{ mmol L}^{-1}$, $2,0 \text{ mmol L}^{-1}$, $5,0 \text{ mmol L}^{-1}$ e $20,0 \text{ mmol L}^{-1}$, respectivamente.
- **Solução do reagente analítico:** Em um béquer, foram dissolvidos 130 mg de óxido de mercúrio (II) (HgO) em 30 mL de ácido nítrico (HNO_3) $3,0 \text{ mol L}^{-1}$. A essa solução foi adicionada uma ponta de espátula de nitrato férrico ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$), e em seguida foi dividida em duas porções de 15 mL. Na primeira porção foram adicionadas gotas de solução de tiocianato de potássio (KSCN) $0,50 \text{ mol L}^{-1}$ até o aparecimento de coloração levemente avermelhada. A seguir, a segunda porção foi adicionada sobre a primeira, gota a gota, até que a primeira porção se tornasse incolor. Finalmente, a primeira porção sofreu a adição de 20 gotas de água destilada produzindo a solução do reagente analítico. Essa solução deve ser preparada em, no máximo, 2 dias antes do uso.
- **Solução-amostra:** Os estudantes da escola pesaram cerca de 2 g de arroz cozido em um tubo falcon, apoiado por um béquer posto sobre uma balança de $\pm 0,05 \text{ g}$ de precisão. A amostra foi triturada com um bastão de vidro. Em seguida, foi adicionada água destilada até completar 10 mL. O tubo foi fechado e agitado vigorosamente por 1 minuto. Após agitação, adicionou-se água destilada até completar 50 mL. Esta solução foi

homogeneizada, produzindo a solução-amostra. Posteriormente, foram transferidos 5 mL da solução-amostra para um béquer, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur envolta por algodão em sua ponta (que atuou como um meio filtrante).

Análise da amostra

Para a execução da análise, os estudantes tomaram seis tubos de ensaio. Em quatro tubos foram adicionadas, com o auxílio de pipetas de Pasteur, 10 gotas de cada solução padrão de NaCl, variando a concentração em cada tubo. Para o quinto e sexto tubos de ensaio foram transferidas 10 gotas de água destilada e 10 gotas da solução-amostra, respectivamente.

Finalmente, foram adicionadas 10 gotas do reagente analítico colorimétrico em cada tubo de ensaio. Após agitação, o conteúdo dos tubos foi transferido para uma placa de toque de porcelana com o intuito de comparar a intensidade da cor obtida pela solução-amostra com a intensidade da cor produzida pelos padrões de NaCl (Figura 2).

Figura 2. Placa de toque com as cores produzidas pela solução-amostra, água destilada (branco), e pelos padrões de NaCl.

A mistura do reagente analítico com as soluções padrão de NaCl produz coloração alaranjada devido à formação do complexo FeSCN^{2+} , de cor vermelho-sangue (Figura 2). A intensidade da cor está relacionada com a concentração de íons cloreto. Ao se misturar o reagente analítico na solução-amostra, por comparação de cor com os padrões de NaCl, tem-se a estimativa da quantidade de cloreto nas amostras.

Cálculo do teor limite de NaCl no arroz

A OMS recomenda o consumo de 2,0 gramas de sódio por dia (World Health Organization, 2012), o que equivale a 5,0 gramas de NaCl. Assumindo que todo sódio e cloreto presentes nos alimentos sejam provenientes do sal de cozinha adicionado, a quantidade máxima de cloreto que poderia ser consumido é de 3,0g por dia. Tomando como base uma dieta de 2000 kcal por dia, na qual são consumidos estes 3,0 g de cloreto, e sabendo-se que os 2,0 g de arroz branco cozido analisado possuem 2,58 kcal (Tabela Nutricional, 2020), a

A mistura do reagente analítico com as soluções padrão de NaCl produz coloração alaranjada devido à formação do complexo FeSCN^{2+} , de cor vermelho-sangue (Figura 2). A intensidade da cor está relacionada com a concentração de íons cloreto.

Roteiro Experimental: Determinação de NaCl em arroz															
1) Preparo da amostra a. Pesar 2,0 g de amostra de arroz em um tubo falcon de 50 mL, apoiado em um béquer. b. Adicionar 10 gotas de água destilada e macerar a amostra com um bastão de vidro. c. Adicionar água destilada até 10 mL, fechar o tubo e agitar vigorosamente por 1 minuto. d. Adicionar água destilada até completar 50 mL e homogeneizar. e. Transferir 5 mL desta solução, com o auxílio de uma pipeta pasteur envolta na ponta por algodão, para um béquer.	2) Análise a. Rotular os tubos de ensaio e adicionar 10 gotas das seguintes soluções/solvente: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rótulo</th><th>Solução/solvente</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Padrão 1</td><td>NaCl 1,0 mmol L⁻¹</td></tr> <tr> <td>Padrão 2</td><td>NaCl 2,0 mmol L⁻¹</td></tr> <tr> <td>Padrão 3</td><td>NaCl 5,0 mmol L⁻¹</td></tr> <tr> <td>Padrão 4</td><td>NaCl 20 mmol L⁻¹</td></tr> <tr> <td>Branco</td><td>Água destilada</td></tr> <tr> <td>Amostra</td><td>Solução-amostra</td></tr> </tbody> </table> b. Adicionar em cada tubo 10 gotas do reagente analítico e agitar. c. Transferir o conteúdo dos tubos para a placa de toque. d. Comparar a intensidade da cor obtida pela solução-amostra com a cor obtida pelo padrão de 2,0 mmol L ⁻¹ (limite estabelecido).	Rótulo	Solução/solvente	Padrão 1	NaCl 1,0 mmol L ⁻¹	Padrão 2	NaCl 2,0 mmol L ⁻¹	Padrão 3	NaCl 5,0 mmol L ⁻¹	Padrão 4	NaCl 20 mmol L ⁻¹	Branco	Água destilada	Amostra	Solução-amostra
Rótulo	Solução/solvente														
Padrão 1	NaCl 1,0 mmol L ⁻¹														
Padrão 2	NaCl 2,0 mmol L ⁻¹														
Padrão 3	NaCl 5,0 mmol L ⁻¹														
Padrão 4	NaCl 20 mmol L ⁻¹														
Branco	Água destilada														
Amostra	Solução-amostra														

quantidade de cloreto máxima na solução-amostra será de 3,9 mg. Como foram produzidos 50 mL de solução-amostra, a concentração de NaCl máxima recomendada nesta solução será de 2,0 mmol L⁻¹. Portanto, a cor produzida no ensaio colorimétrico com a solução padrão de NaCl de concentração 2,0 mmol L⁻¹ pode ser tomada como referência (Figura 2). Se a solução-amostra apresentar coloração mais intensa do que a cor produzida por este padrão, a quantidade de sal no arroz estará acima do valor recomendado pela OMS.

Apesar da coloração produzida pela solução-amostra com o reagente analítico ser comparada apenas com a cor produzida por um dos padrões de NaCl (2,0 mmol L⁻¹), foram utilizados padrões de diferentes concentrações para que os estudantes tivessem uma melhor compreensão da relação existente entre a intensidade da cor observada e a concentração do cloreto de sódio.

Experimentação nas escolas

Para a execução do procedimento experimental, os estudantes foram divididos em grupos de 4 a 6 estudantes. Cada grupo ficou sob a tutoria de um estudante da graduação ou pós-graduação do curso de Química ou áreas afins. Os estudantes foram alertados sobre a toxicidade do mercúrio presente no reagente analítico e advertidos quanto aos cuidados para evitar o seu contato com a pele e no descarte do rejeito.

Cada grupo recebeu um roteiro para a execução do experimento (Quadro 1) e um kit de materiais (Figura 3) com os seguintes itens: 1 suporte para tubos de ensaio; 6 tubos de ensaio; 1 bastão de vidro; 6 pipetas de Pasteur de 5 mL; 1 tubo falcon de 50 mL; 1 béquer de 50 mL; 1 chumaço de algodão; 1 placa de toque; 1 frasco contendo o reagente analítico; 4 microtubos eppendorf de 5 mL, cada um com uma solução padrão de NaCl de diferentes concentrações (1,0 mmol L⁻¹, 2,0 mmol L⁻¹, 5,00 mmol L⁻¹ e 20,0 mmol L⁻¹).

Os tutores acompanharam a execução da análise realizada pelos estudantes, explicando os procedimentos adotados e

Figura 3. Kit empregado em sala de aula para determinação de NaCl nas amostras de arroz.

recapitulando os conceitos de química abordados no 1º encontro para melhor compreensão dos fenômenos observados. Além disso, ficaram responsáveis por realizar o descarte dos rejeitos em frascos apropriados, para que fossem encaminhados à universidade e recebessem o destino adequado.

Avaliação

No início do 1º encontro foi aplicado um questionário de pré-intervenção para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre hipertensão arterial e alguns assuntos de química. No final do 2º encontro foi aplicado um questionário de pós-intervenção para avaliar o impacto das atividades. As perguntas foram simples e objetivas (Quadro 2).

Verificação da metodologia experimental proposta

A intensidade das cores observadas para um determinado padrão de NaCl e uma solução-amostra de mesma concentração podem se diferenciar, pois os padrões empregados na

Questionário de pré-intervenção	Questionário de pós-intervenção
1) O que é química? _____	1) Você gostou das atividades realizadas? Sim () Não ()
2) Já tinha ouvido falar em química analítica? Sim () Não ()	2) O que é química analítica? _____
3) Sabe o que é uma reação de dupla troca? Sim () Não ()	3) Sabe dizer o que é hipertensão arterial e qual a sua relação com o NaCl? Sim () Não ()
4) Sabe o que é uma reação de complexação? Sim () Não ()	4) Sabe qual quantidade de sal se pode consumir diariamente? Sim () Não ()
5) Conhece a relação entre a hipertensão e o NaCl? Sim () Não ()	5) Como você pode contribuir para a diminuição dos casos de hipertensão em seu meio social? _____
6) Sabe como controlar a hipertensão arterial? Sim () Não ()	6) Gostaria de ter mais atividades como esta? Sim () Não ()
7) Sabe a quantidade de sal que se pode ingerir diariamente? Sim () Não ()	7) Sugestões para melhorar a atividade: _____
8) Conhece alguma vidraria de laboratório? Sim () Não () Quais? _____	
9) Já realizou algum experimento de química? Sim () Não ()	

comparação não sofrem a influência da matriz da amostra, comprometendo os resultados. Para avaliar a influência da matriz, três amostras de 2,00 ($\pm 0,05$) g de arroz cozido sem sal, recém-preparado, sofreram adição de solução padrão de NaCl 0,1000 mol L⁻¹ suficiente para produzir soluções-amostra de concentração 0,10 mmol L⁻¹, 2,0 mmol L⁻¹ e 40 mmol L⁻¹ de NaCl. Essas amostras foram analisadas pela metodologia proposta e a intensidade das cores produzidas foram comparadas com padrões de NaCl de mesmas concentrações.

Em outra investigação, os resultados obtidos pelo método proposto foram comparados com o método de Mohr, que é a metodologia oficial para determinação de cloretos em alimentos (Instituto Adolfo Lutz, 2005). Nesse método, foi realizada a titulação da solução-amostra com uma solução padrão de nitrato de prata, empregando o cromato de potássio como indicador. Para isso, duas amostras de arroz preparadas com diferentes quantidades de sal de cozinha foram analisadas pelo método de Mohr (em triplicata) e pelo método proposto.

Resultados e Discussão

Contextualização

Através das apresentações, os estudantes do ensino médio puderam conhecer a relação entre o consumo em excesso de sal com a hipertensão arterial e os principais malefícios dessa doença no corpo humano. A relevância dessa temática serviu para atrair a atenção dos estudantes, além de motivá-los para o desenvolvimento da parte experimental.

Foi utilizado um diálogo simples e claro sobre o assunto, promovendo debates sobre o tema e instigando a curiosidade dos estudantes (Figura 4).

Figura 4. Palestra realizada em sala de aula (1º. encontro).

O experimento demonstrativo “osmose na batata” foi eficiente para apresentar de forma didática o efeito do excesso de sal no organismo e foi conveniente para abordar os conceitos de osmose, concentração de soluções, meio hipotônico e hipertônico. No entanto, entende-se que a relação entre o excesso de sódio no organismo e a hipertensão é uma questão mais ampla e possui um mecanismo bioquímico mais complexo (Karppanen e Mervaala, 2006). Porém, esse modelo foi utilizado por sua simplicidade e por proporcionar um entendimento aceitável do assunto. A proposta desse experimento durante uma das palestras surgiu através de

um programa de televisão, no qual uma médica utilizou o experimento para relacionar o consumo excessivo de sal com a hipertensão (Bem Estar, 2020).

Conteúdos diversificados de química puderam ser abordados durante a palestra, como a principal forma de obtenção do sal de cozinha, fórmula química, estequiometria, ligação iônica, reações de dupla troca, formação de complexos e soluções. Além disso, a química analítica foi apresentada aos estudantes como uma das áreas da química, buscando identificar a sua presença em seriados famosos, como os relacionados a investigações criminais, visando tornar a química uma ciência mais atrativa. Por último, os estudantes puderam conhecer algumas vidrarias de laboratório e seus usos.

Experimentação

A experimentação realizada em sala de aula ocorreu de forma satisfatória devido à simplicidade da metodologia desenvolvida e a praticidade dos *kits* apresentados. Com o auxílio de um tutor em cada grupo, todos os estudantes puderam participar efetivamente da execução do experimento (Figura 5).

Figura 5. Grupos constituídos pelos estudantes e tutores durante a realização das análises (2º. encontro).

A palestra realizada no 1º. encontro e o experimento proposto despertaram o interesse e a curiosidade científica nos estudantes, o que pôde ser constatado pelas observações realizadas pela equipe proponente. Alguns estudantes, instigados pelo conhecimento, trouxeram voluntariamente, além das amostras de arroz cozido para o consumo em suas residências: arroz cozido sem adição de sal, arroz com excesso de sal, arroz com sal rosa do Himalaia e arroz com outros temperos, para verificar a veracidade dos experimentos. Além disso, eles solicitaram a análise do arroz preparado no refeitório escolar.

Ao longo da execução dos experimentos, alguns estudantes das escolas demonstraram especial interesse pela compreensão dos fenômenos químicos ocorridos, tomando nota das equações químicas e explicações realizadas pelos tutores. Alguns estudantes compartilharam o interesse em seguir carreira em profissões de áreas correlatas à química e outros ficaram empolgados com o manuseio das pipetas de

Pasteur e dos tubos de ensaio, o que remete a uma grande carência que o público-alvo apresenta em relação às atividades de química experimental nas escolas.

Cerca de 90% das amostras de arroz tiveram o teor de sódio acima do recomendado pela OMS, reforçando a importância da conscientização da nova geração para uma alimentação com um menor teor de sódio. Dentre as poucas amostras de arroz com baixo teor de NaCl estavam a preparada pela família de um indivíduo com quadro de hipertensão arterial, na qual os alimentos são preparados com pequena quantidade de sal, e uma amostra de arroz preparado sem sal por uma estudante da escola, que teve a curiosidade de testar se o experimento acusaria baixo teor de sal.

Avaliação

O experimento contou com a participação de, no total, 86 estudantes do segundo e do terceiro ano do ensino médio de duas escolas públicas. As respostas fornecidas pelos estudantes a algumas questões abordadas nos questionários estão apresentadas na Figura 6.

Analisando as Figuras 6A e 6B, é possível destacar que: somente 35% dos estudantes já haviam ouvido falar em química analítica e apenas uma pequena parcela (28%) conhecia a relação entre a hipertensão arterial e o NaCl, o que mostra a relevância da realização deste trabalho. É notável que uma porcentagem maior de estudantes informou ter conhecimento sobre como controlar a hipertensão (47%), mas não conhecia a relação entre hipertensão arterial e o NaCl, indicando, provavelmente, conhecer outros fatores causadores da hipertensão, como o excesso de peso e o sedentarismo. Além disso, é possível que eles não tivessem o conhecimento da fórmula química do principal componente do sal de cozinha (NaCl) ou que, finalmente, não soubessem como ele afeta o organismo e, por isso, acabaram respondendo que não sabiam relacionar a hipertensão arterial e o NaCl.

Uma parcela muito pequena de estudantes (19%) conhecia a quantidade de sal recomendada para a ingestão diária, o que é um dado preocupante. Isso evidencia a falta de políticas de conscientização nesse sentido e revela o motivo de números tão alarmantes de óbitos, divulgados pelo Ministério da Saúde (Conasems, 2020), referentes a esse problema de saúde pública. Poucos estudantes conheciam alguma vidraria de laboratório (20%), demonstrando a carência da experimentação em sala de aula. Em oposição, um número bem superior de estudantes afirmou que já havia realizado algum experimento de química (66%), o que sugere que o experimento possa ter sido realizado com material alternativo, como é comum no ensino fundamental e médio. A análise da Figura 6B configura que a atividade foi bem aceita pelos estudantes e que, unanimemente, demonstraram aprovação da metodologia utilizada. Ao final das atividades, 85% dos estudantes declararam conhecer a relação entre hipertensão arterial e o NaCl, o que corresponde a um aumento de 57%. Esses dados mostram o êxito das atividades desenvolvidas e evidenciam a necessidade de dar continuidade a este trabalho, a fim de que mais escolas sejam alcançadas.

Figura 6. Respostas de algumas questões apresentadas nos questionários de (A) pré-intervenção e (B) pós-intervenção.

Verificação da metodologia proposta

Na avaliação da influência da matriz da amostra na cor observada na análise, notou-se que a intensidade das cores produzidas pelas soluções-amostra do arroz cozido sem sal e, posteriormente, fortificadas até diferentes concentrações de NaCl ($0,10 \text{ mmol L}^{-1}$, $2,0 \text{ mmol L}^{-1}$ e 40 mmol L^{-1}) foi semelhante às dos padrões de NaCl de mesma concentração (Figura 7). Esse resultado mostra que a matriz não interfere na intensidade da coloração observada.

Figura 7. Cores produzidas pelas soluções-amostra de arroz preparado sem sal e fortificadas com NaCl até diferentes concentrações, e cores produzidas pelas soluções padrão de NaCl nas mesmas concentrações.

Na análise de duas amostras distintas de arroz cozido com sal, realizada pelo método de Mohr, foram obtidos os seguintes teores de NaCl: $5,1 \text{ mmol L}^{-1}$ e 19 mmol L^{-1} . Essas amostras foram avaliadas pelo método proposto neste trabalho e a intensidade das cores observadas foram semelhantes à dos padrões de NaCl de concentração $5,0$ e 20 mmol L^{-1} , respectivamente (Figura 8). Esses resultados indicam que o método colorimétrico proposto é adequado para estimar o teor de NaCl e, portanto, confiável para ser empregado nas escolas.

Figura 8. Ensaio colorimétrico para estimar o teor de NaCl em duas amostras de arroz cozido com sal, realizando comparação com padrões de NaCl. Os teores de NaCl determinados pelo método de Mohr na amostra 1 e na amostra 2 foram $5,1 \text{ mmol L}^{-1}$ e 19 mmol L^{-1} , respectivamente.

Conclusão

As atividades realizadas neste trabalho permitiram abordar a temática da hipertensão e promover a reflexão sobre os malefícios do consumo excessivo de sal. Além disso, a interação entre o ensino de química e o cotidiano dos estudantes facilitou o aprendizado dos conteúdos apresentados. A experimentação realizada em sala de aula, além de despertar o interesse dos estudantes pelo assunto, foi útil para avaliar o teor de sal contido nas amostras de arroz cozido fornecidas por eles e evidenciar a necessidade da diminuição do sal adicionado nos alimentos caseiros. Assim, os estudantes puderam levar essa informação aos seus familiares, expandindo a conscientização promovida em sala de aula. Pelos resultados obtidos através dos questionários de pré-intervenção e pós-intervenção pôde-se verificar o impacto positivo das atividades realizadas.

Andreza Duarte Memelli Mendonça (andrezamemelli@gmail.com), mestre em Química, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGQ/UFRJ). Seropédica, RJ – BR. **Wanny Tavares Nogueira Cabral** (tavareswanny@gmail.com), graduanda em Química na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRJ), Seropédica, RJ – BR. **Andressa da Silva Antunes** (andressa.saibertt@hotmail.com), graduanda em Química na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRJ), Seropédica, RJ – BR. **Victor Gabriel de Paula Saide** (vitosaide@gmail.com), mestre em Engenharia Química, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química da

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGQ/UFRJ). Seropédica, RJ – BR. **Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha** (sheisi@msn.com), doutora em Química, professora do Departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRJ). Seropédica, RJ – BR. **Cristina Maria Barra** (crismabarra@gmail.com), doutora em Química, professora do Departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRJ). Seropédica, RJ – BR. **José Geraldo Rocha Junior** (geraldorocha@ufrj.br), doutor em Química, Professor do Departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRJ). Seropédica, RJ – BR.

Referências

AGÊNCIA FIOCRUZ DE NOTÍCIAS. Brasileiros consomem quase o dobro de sal sugerido pela OMS. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/brasileiros-consumem-quase-o-dobro-de-sal-sugerido-pela-oms>. Acesso em abr. 2020.

ARRIGO, V.; ANJOS, L. C. G.; ASSAI, N. D. S.; LORENCINI JÚNIOR, Á. L. Uma proposta experimental para investigar o processo de osmose em aulas de química. *Imagens da Educação*, v. 7, n. 3, p. 51 - 62, 2017.

BAZANELLI, A. P.; CUPPARI, L. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes - Sódio. *International Life Sciences Institute - Brasil*, v. 4, p. 3-13, 2009.

BEM ESTAR (Programa de televisão brasileiro). Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/2048072/>. Acesso em abr. 2020.

CONASEMS (Conselho Nacional de Secretarias Municipais de Saúde). Hipertensão é a doença que mais mata no Brasil. Disponível em: <https://www.conasems.org.br/hipertensao-e-a-doenca-que-mais-mata-no-brasil/>. Acesso em abr. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em out. 2020.

KARPPANEN, H.; MERVAALA, E. Sodium intake and hypertension. *Progress in cardiovascular diseases*, v. 49, n. 2, p. 59 - 75, 2006.

LESSA, M. Coordenação de Alimentação e Nutrição do Ministério da Saúde. Ministério da Saúde lança ações para combater obesidade e outras doenças crônicas. Disponível em: <http://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/junho/13/sodio-e-alimentacao-saudavel.pdf>. Acesso em jul. 2020.

MANTOVANI, M. F.; ULBRICH, E. M.; PINOTTI, S.; GIACOMOZZI, L. M.; LABRONICI, L. M.; SARQUIS, L. M. M. Percepção sobre a hipertensão arterial e qualidade de vida: contribuição para o cuidado de enfermagem. *Cogitare Enfermagem*, v. 13, n. 4, p. 526-534, 2008.

MILL, J. G.; MALTA, D. C.; MACHADO, I. E.; PATE, A.; PEREIRA, C. A.; JAIME, P. C.; SZWARCOWALD, C. L.; ROSENFELD, L. G. Estimativa do consumo de sal pela

população brasileira: resultado da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 22, p. 1-14, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/hipertensao>, acessada em Abril de 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – Secretaria de Vigilância em Saúde – Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. VIGITEL BRASIL 2018. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: <https://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/25/vigitel-brasil-2018.pdf>. Acesso em abr. 2020.

PEIXOTO, E. M. A. Elemento químico: Sódio. *Química Nova na Escola*, v. 10, [s.p.], 1999.

SOUZA, A. M.; SOUZA, B. S. N.; BEZERRA, I. N.; SICHIERI, R. Impacto da redução do teor de sódio em alimentos processados no consumo de sódio no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 32, n. 2, p. 1 - 7, 2016.

TABELA NUTRICIONAL. Nutrição, Saúde e Bem-estar. 2020. Disponível em: <https://www.tabelanutricional.com.br>. Acesso em mai. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guideline: Sodium intake for adults and children*. Geneva: World Health Organization, 2012. Disponível em: https://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sodium_intake_printversion.pdf. Acesso em mai. 2020.

YOKOI, K. Colorimetric determination of chloride in biological samples by using mercuric nitrate and diphenylcarbazone. *Biological Trace Element Research*, v. 85, n. 1, p. 87 - 94, 2002.

ZHOU, F.; YU, T.; DU, R.; FAN, G.; LIU, Y.; LIU, Z.; XIANG, J.; WANG, Y.; SONG, B.; GU, X.; GUAN, L.; WEI, Y.; LI, H.; WU, X.; XU, J.; TU, S.; ZHANG, Y.; CHEN, H.; CAO, B. Clinical course and risk factors for mortality of adult in patients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *The Lancet*, v. 395, p. 1054 - 1062, 2020.

Para Saber Mais

PAULA, W. X. P.; SINISTERRA, R. D.; SANTOS, R. A. S. D.; BERALDO, H. A. A química inorgânica no planejamento de fármacos usados no controle da hipertensão. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, v. 6, p. 19-26, 2005.

Abstract: Determination of sodium chloride content in cooked rice: a proposal for chemistry teaching and combating arterial hypertension. This article reports activities carried out in the classroom with the aim of teaching, informing and raising awareness among high school students about the relationship between excessive salt consumption and arterial hypertension. A practical and quick colorimetric experiment was developed to be carried out by students in order to determine the NaCl content in cooked rice samples prepared at home. A high number of samples (about 90%) had sodium levels above that recommended by WHO. The activities developed in this work related the teaching of chemistry with the students' daily lives, facilitating the learning of the contents presented. The success of this proposal was demonstrated in the interest shown by students throughout the activities carried out in the classroom.

Keywords: NaCl, colorimetry, Hg(SCN)₂