

## Devemos nos preocupar com o arsênio presente no arroz?

Como já dizia o médico alquimista Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), mais conhecido como Paracelso: “Todas as substâncias são venenos; não há nenhuma que não seja um veneno. A dose correta distingue o veneno do remédio”. Classificamos frequentemente algumas substâncias como perigosas ou venenosas quando sua dose letal média (dose capaz de matar 50% de um grupo de indivíduos – DL<sub>50</sub>) é muito baixa. Por exemplo, a estricnina, utilizada em pesticidas para matar ratos, possui um valor de DL<sub>50</sub> de aproximadamente 2 mg/kg de massa corporal, um valor significativamente pequeno quando comparado ao do cloreto de sódio, principal componente do sal de cozinha, que é de 4.000 mg/kg de massa corporal (KLAASSEN e WATKINS, 2012). Veja na tabela a seguir os valores de DL<sub>50</sub> de outros compostos.

Agente	DL <sub>50</sub> mg/kg
Álcool etílico	10.000
Cloreto de sódio	4.000
Sulfato de ferro (II)	1.500
Sulfato de morfina	900
Fenobarbital sódico	150
Picrotoxina	5
Sulfato de estricnina	2
Nicotina	1
Tubocuranina	0,5
Hemicolinium-3	0,2
Tetrodotoxina	0,1
Dioxina	0,001
Toxina butolínica	0,00001

Fonte: KLAASSEN e WATKINS, 2012.

É importante ressaltar, contudo, que alguns compostos com baixa toxicidade aguda podem ter efeitos cancerígenos ou **teratogênicos\*** em doses menores que a DL<sub>50</sub>. Portanto, este é apenas um parâmetro que não descreve adequadamente todo espectro de toxicidade ou perigo associado a uma substância.

Todos os dias consumimos diariamente átomos de boa parte dos elementos naturais da tabela periódica – dos abundantes hidrogênio e oxigênio presentes na água que bebemos, até elementos menos abundantes, como ouro, manganês, entre muitos outros, presentes em baixíssimas concentrações nos alimentos. Neste contexto de ingestão de elementos químicos por meio da alimentação, consideremos o arroz, um alimento que chega à mesa de mais de 50% da população mundial, sendo uma das maiores culturas, após o milho e o trigo. Na Ásia, o arroz e seus subprodutos são responsáveis por até 70% do consumo calórico de mais de 2 bilhões de pessoas (CONAB, 2015). Em 2012, a média anual per capita de consumo dos brasileiros foi de 40,2 kg de arroz, valor um pouco abaixo da média mundial (57,2 kg) e menos que a metade da média dos países da Ásia (84,9 kg) (OECD, 2015). O Brasil é o

**\* Teratogênicos:** espécies que causam anomalias e malformações ligadas a uma perturbação do desenvolvimento embrionário ou fetal.

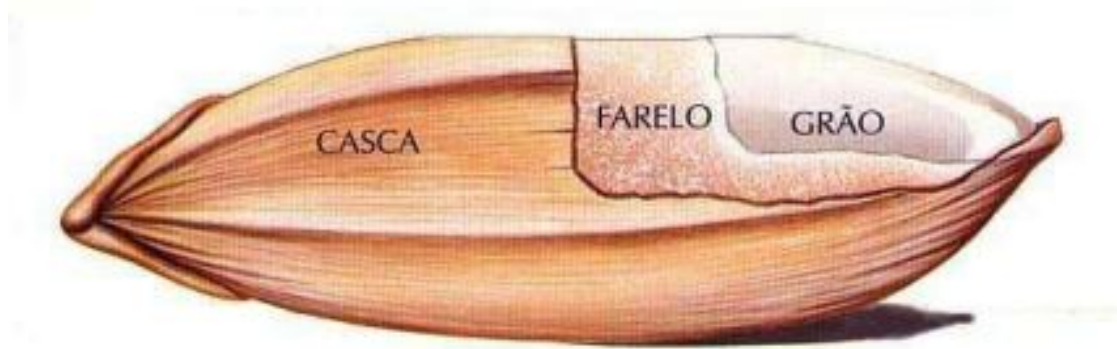
maior produtor mundial não asiático, com 8,2 milhões de toneladas produzidas em 2014 – o maior produtor mundial é a China, com 141,5 milhões de toneladas (FAO, 2016).

A maneira tradicional de se cozinhar o arroz é adicioná-lo em uma panela juntamente com os temperos desejados, adicionar água (geralmente duas xícaras de água para uma de arroz) e aguardar que boa parte da água vaporize com o aquecimento. Durante esse processo, a água quente irá cozinhar o arroz e, ao final, sobrar praticamente só o alimento cozido e temperado na panela.

Além de ser cozido na água, parte do cultivo do arroz ocorre em solo inundado (cultivo irrigado), sendo que esta planta possui mecanismos que favorecem a absorção de arsênio (As) pelas suas raízes, principalmente na forma dos cátions  $As^{3+}$  e  $As^{5+}$ , as formas mais tóxicas deste elemento. Considerado por muitos autores como um semimetal do grupo 15 da tabela periódica, o arsênio é um elemento muito tóxico ao ser humano e para a grande maioria dos seres vivos. Ele atua como substituto instável do fósforo numa ampla gama de processos bioquímicos e nutricionais, impedindo o funcionamento normal do organismo e causando danos à saúde (DANI, 2014). A exposição ao arsênio vem sendo associada a muitas desordens cardiovasculares, dentre elas hipertensão e arritmias, além de câncer de pele, pulmão, bexiga e rim (SOUZA et al, 2015). Como o arroz é amplamente consumido em todo mundo e possui essa capacidade de acumular arsênio, a regulação e a fiscalização do teor de arsênio neste alimento são muito importantes.

Há basicamente três tipos de arroz disponíveis no Brasil. O arroz integral, ao contrário do arroz polido ou branco, não passa pelo processo de polimento que retira a parte que recobre o grão, conhecida como farelo. Além destes dois, há também o arroz parboilizado (do inglês “*partial boiled*”), que é parcialmente cozido, e que pode ser comercializado na versão integral ou branco. Veja abaixo uma ilustração das principais partes de um grão de arroz.

### PRINCIPAIS PARTES DE UM GRÃO DE ARROZ



Fonte: [http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/grao/gr\\_divisao.htm](http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/grao/gr_divisao.htm) - acesso em 19/03/2017.

O Comitê Conjunto de Especialistas sobre Aditivos em Alimentos da Organização Mundial da Saúde/Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (JECFA/FAO/WHO) recomenda através do *Codex Alimentarius* que o limite máximo de arsênio no arroz para adultos seja de 0,3 mg/kg de massa corporal (arsênio total ou inorgânico), valor também adotado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (SILVA, 2014). Já para crianças, este limite é menor: a agência de controle dos alimentos dos Estados Unidos, *Food and Drug Administration* (FDA), propôs em 2016 um limite de 100 partes por bilhão (ppb) de arsênio inorgânico em cereal infantil de arroz. Essa ação foi motivada por pesquisas que relacionam o consumo da substância a desempenhos ruins em alguns testes de desenvolvimento infantil. (FDA, 2016).

O teor de arsênio no arroz é dependente da concentração de arsênio no solo e na água de irrigação, de fatores genéticos das plantas, além de aspectos ambientais (alguns fertilizantes e pesticidas podem contaminar a água e o solo). Em diversas pesquisas realizadas com diferentes tipos de arroz vendidos no Brasil (polido, parboilizado e integral) e com produtos derivados de arroz sem glúten, a maior parte das amostras analisadas apresentou concentrações de arsênio inferiores ao limite máximo estabelecido – porém algumas amostras ultrapassaram um pouco o valor de arsênio total máximo. Vale ressaltar que, nestas pesquisas, o arroz do tipo integral foi o que apresentou maior concentração de arsênio (PIVETTI, 2013; SILVA, 2014; CERVEIRA, 2015; PINHEIRO, 2016). Estes resultados devem-se ao fato do farelo ter de 10 a 20 vezes mais arsênio que o endosperma (maior parte do grão) (SOUZA, 2015).

No Brasil, 72 % da produção de arroz ocorre no Rio Grande do Sul. O Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA) afirma que o produto originado no estado contém arsênio com concentração inferior ao limite máximo estabelecido pelos órgãos reguladores (TIPA, 2017). Além disso, o instituto resalta que as notícias sobre os perigos do arroz que surgiram nos últimos tempos são de casos em que a produção é realizada em solos vulcânicos, contaminados naturalmente com arsênio, o que não é o caso do solo brasileiro. Em Bangladesh, um país da Ásia Meridional, tanto a água quanto o solo estão muito contaminados com arsênio. Estima-se que 43 mil pessoas morrem todos os anos neste país devido a contaminação da água por arsênio (HRV, 2016).

Como não consta nas embalagens de arroz e derivados a concentração de arsênio, talvez você deva estar se perguntando: há algo que o consumidor pode fazer para diminuir o eventual elevado teor de arsênio no arroz? Andrew Meharg, cientista de plantas e solos na Universidade Queen's em Belfast, no Reino Unido, fez-se a mesma pergunta; ele ponderou se seria possível, por exemplo, cozinhar o arroz de outro jeito para reduzir os riscos à saúde. (SOHN, 2015). O método de preparo padrão, que consiste em cozinhar o arroz com água, facilita a fixação do arsênio no alimento. Porém, Meharg e sua equipe descobriram que os teores de arsênio diminuem consideravelmente quando o arroz é deixado de molho em água por horas antes do consumo, e também quando cozido em uma quantidade excessiva de água (algo parecido com o cozimento de massa, em que a água de cozimento é descartada), chegando a uma redução de até 57% no teor de arsênio usando uma proporção de 12 partes de água para uma de arroz (SOHN, 2015). Então, para não correr o risco de envenenamento por arsênio, a solução é parecida com a letra da música "Feijoada Completa" de Chico Buarque: "... e vamos botar água"... no arroz!

## Perguntas

1. A partir das informações fornecidas no texto, calcule quantas vezes o teor de arsênio presente no cereal infantil de arroz deve ser menor que teor máximo permitido aos produtos destinados a adultos.
2. A substância tóxica tetrodotoxina é encontrada nas vísceras (especialmente gônadas, fígado e baço) e na pele do Baiacu, uma espécie de peixe típica do Japão. O nível da toxina é sazonal, e as maiores concentrações são encontradas nas fêmeas no pico da época reprodutiva. Em razão disso, o baiacu é considerado um dos peixes mais perigosos do mundo – no Japão, os cozinheiros precisam ter uma licença especial para prepará-lo – saber retirar as partes que contém a toxina pode determinar se o cliente terá uma refeição saudável ou uma sentença de morte. Suponha que uma amostra de 100 g baiacu esteja contaminada com 10 mg de tetrodotoxina. Calcule qual a massa mínima de peixe que deve ser consumida para atingir o valor de  $DL_{50}$  desta substância por um consumidor com massa corpórea de 70 kg.
3. Explique qual a relação entre as posições dos elementos fósforo e arsênio na tabela periódica e a toxicidade do arsênio.

## Respostas

1. Teor de arsênio no arroz e derivados destinado ao público infantil = 100 ppb  
100 mg arsênio-----  $10^9$  mg arroz  
X -----  $10^6$  mg (1 kg) arroz  
X = 0,1 mg/kg  
Como para adultos o limite é de 0,3 mg/kg, o teor de arsênio será 3 vezes menor.
2. DL<sub>50</sub> tetradotoxina: 0,1 mg/kg  
0,1 mg tetradotoxina ----- 1 kg massa corporal  
X ----- 70 kg  
X = 7 mg  
100 g baiacu ----- 10 mg  
Y ----- 7 mg  
Y = 70 g
3. O fósforo e o arsênio estão localizados no grupo 15 da tabela periódica e, em razão disso, possuem o mesmo número de elétrons na camada de valência, o que faz com eles façam o mesmo número de ligações químicas com outros átomos. Assim, o arsênio, conforme o texto destaca, pode ser um substituto instável do fósforo em uma ampla gama de processos bioquímicos e nutricionais, impedindo o funcionamento normal do organismo e causando danos à saúde.

## Referências

- CERVEIRA, C. Especificação química de arsênio inorgânico em arroz por espectrometria de absorção atômica com geração de hidretos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- DANI, S. U. A mineração dos ossos. *Revista Ciência Hoje*, nº 321, vol 54, dezembro 2014.
- FDA proposes limit for inorganic arsenic in infant rice cereal. Abril 2016. Disponível em: <https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm493740.htm> – acesso em 14/03/2017.
- Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets. FAO, June 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-I5703E.pdf> - acesso em 19/03/2017.
- **Human Rights Watch**. Bangladesh: 20 Million Drink Arsenic-Laced Water. - HRV, April 6, 2016. Disponível em: <https://www.hrw.org/news/2016/04/06/bangladesh-20-million-drink-arsenic-laced-water> - acesso em 19/03/2017.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE; Aquisição alimentar domiciliar per capita anual, por Grandes Regiões, segundo os produtos, período 2008-2009, 2013.
- KLAASSEN, C. D., WATKINS, J. B. Fundamentos em toxicologia de Casarett e Doull. 2ª Edição - Porto Alegre: McGrawHill, 2012.
- NETO, A. A. O. A cultura do arroz. **Companhia Nacional de Abastecimento** - Brasília: Conab, 2015, p. 14.
- OECD (2015), Table A.6.2. Rice projections: Consumption, per capita, in **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015**, OECD Publishing, Paris.
- PINHEIRO, F. C. Determinação de arsênio total e inorgânico em sucos de frutas e arroz por ICP-MS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 2016.
- PIVETTI, F. Estudo detecta nível expressivo de arsênio em arroz. Agência USP de Notícias, Maio 2013. Disponível em: <http://www.usp.br/agen/?p=136979> – acesso em 14/03/2017.
- SILVA, J. Especificação química do arsênio por HPLC/ICP/MS em alimentos sem glúten derivados do arroz. Dissertação de Mestrado. Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, 2014. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/8831>.
- SOHN, E. Como preparar um arroz não tóxico. **Scientific American**, Julho de 2015. Disponível em: [http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/como\\_preparar\\_um\\_arroz\\_ao\\_toxico.html](http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/como_preparar_um_arroz_ao_toxico.html) - acesso em 14/03/2017.
- SOUZA, J. et al. Arsênio e arroz: toxicidade, metabolismo e segurança alimentar. **Quim. Nova**, Vol. 38, N°. 1, 118-127, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v38n1/0100-4042-qn-38-01-0118.pdf> – a acesso em 14/03/2017.
- TIPPA, N. Pesquisas desmentem relação do arroz com incidência de câncer. IRGA - Instituto Rio Grandense de Arroz. Publicado em 23/02/2017. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/6876/pesquisas-desmentem-relacao-do-arroz-com-incidencia-de-cancer> - acesso em 19/03/2017.