

## ***ESTUDO DE CASO INTERROMPIDO: BATATA QUENTE... QUENTE... QUENTE***

Autores: Ricardo Matos e Salete Linhares Queiroz

### **Parte I – Porção Perigosa**

Fábio é um estudante de Química que escolheu finalizar o curso com ênfase em alimentos e neste semestre sua disciplina favorita é a de Química dos Alimentos, ministrada pela Professora Carmen. Na aula de hoje, a turma discutiu o conceito de escurecimento de alimentos e a reação de Maillard. Desencadeada em altas temperaturas, a reação ocorre entre o grupo carbonila de açúcares redutores e o grupo amínico de proteínas, de peptídeos ou de aminoácidos, obtendo-se produtos que dão sabor, odor e principalmente cor aos alimentos. O aspecto dourado dos alimentos após assado ou frito, como por exemplo, do pão na chapa, da batata frita, da carne bem passada, se deve a reação de Maillard. No entanto, um dos seus subprodutos é a acrilamida, que se configura como fator de risco, já que possui potencial cancerígeno para seres humanos. O assunto despertou a curiosidade de toda a sala.

Após a aula, Fábio vai ao encontro de sua mãe, Maria, e de sua irmã mais nova, Ana, para um almoço no shopping. Chegando lá, eles se sentam em frente a uma das lanchonetes da rede de fast-food Emecê Donais e Ana começa já a pedir:

- Eu quero batatinha frita, mamãe!!

Fábio prontamente interrompe o pedido da irmã e faz um alerta para sua mãe.

- Essa menina come muita batata frita. Isso não faz bem!

- Mas você, quando era pequeno, também só vivia comendo batata. Deixa a menina comer, não tem problema.

- Mãe, eu acabei de ter uma aula sobre isso. O excesso desse tipo de alimentos faz mal.

Fábio explica um pouco do que aprendeu na aula da Professora Carmen logo cedo.

- Agora estou preocupada, Fábio! Mas será que essas batatinhas daqui do Emecê Donais também tem *crila*. Como é mesmo o nome?

- É acrilamida. E não sei, depende da maneira como eles preparam as batatinhas. Acho que depois irei mandar um e-mail no SAC da lanchonete. Afinal de contas, se tiver, eu posso ajudar a resolver esse problema.

Fábio entrou em contato com a rede de lanchonetes, a qual informou que as batatas eram fritas em óleo de canola por aproximadamente 3 min, com uma temperatura inicial de 160°C e final de 180°C. Em anexo, Fábio também recebeu os dados apresentados na Tabela 1. Por fim, a Emecê Donais informou que não possui dados acerca da concentração de acrilamida nas suas batatinhas.

**Tabela 1.** Tipos, tempos e temperaturas de armazenamento das batatas utilizadas na rede de fast-food Emecê Donais.

<b>Variedades de Batata</b>	Tipo A: variedade com baixo nível de asparagina Tipo B: variedade com alto nível de asparagina Tipo C: variedade com baixo nível de açúcares reductores
<b>Tempo de Armazenamento</b>	6, 12 e 18 Semanas
<b>Temperatura de Armazenamento</b>	4 °C

Diante dos dados da Tabela 1, Fábio ainda se depara com a incerteza da presença e da quantidade de acrilamida nas batatinhas do Emecê Donais.

#### **Atividade em sala de aula**

1. O que vocês já sabem sobre o caso? Ou seja, o que já leram sobre situações semelhantes? Quais experiências já tiveram que remetem ao assunto abordado no caso?
2. Baseados na narrativa, construam hipóteses sobre os fatores que podem influenciar na formação de acrilamida nas batatas fritas do Emecê Donais e justificam a pertinência das mesmas.
3. Baseados na narrativa, proponham uma questão a ser investigada pelo grupo. Atenção: a questão deve considerar o contexto da narrativa, e as possíveis respostas devem fornecer informações para que os personagens possam tomar providências para resolver o problema que estão enfrentando.

#### **Atividade para casa**

1. Pesquisem e selecionem um texto de revisão que trate do assunto abordado no caso. Construam um resumo a seu respeito, indicando a motivação do grupo para a sua escolha e quais informações nele contidas podem auxiliar na compreensão e ou resolução do caso, justificando a resposta.
2. Tendo em vista a leitura dos textos de revisão e a discussão ocorrida em aula, o que vocês acreditam que seria interessante saber para resolver o caso, em termos de conteúdos científicos (da área de Ciências Naturais) e gerais (demais áreas de conhecimento)? Notem que ao identificarem os referidos conteúdos não é necessário ainda apresentar as respectivas definições.
3. Existem informações adicionais acerca do contexto do caso que permitiriam a elaboração de hipóteses mais precisas e a formulação de uma questão mais clara por parte do grupo? Se sim, indique quais são elas para que possam ser providenciadas pela Professora, na medida do possível.

## Parte II – Passando a Batata

Após a conversa que teve a respeito da acrilamida com a sua mãe, Fábio decidiu recorrer à Professora Carmem para pedir ajuda.

- Oi, Professora. Depois da última aula, fui com minha família ao shopping. Minha irmã estava querendo comer batatas fritas do Emecê Donais e acabei comentando sobre a presença de acrilamida nas batatinhas.

- Certo. Qual a sua dúvida?

- Eu entrei em contato com a rede e eles não possuem dados de concentração de acrilamida nas batatas fritas. Eles me enviaram ainda algumas informações sobre quais tipos de batatas são utilizadas, como elas são armazenadas e fritas. Eu queria saber um pouco mais sobre como quantificar a acrilamida e se é possível diminuir a formação dela nessas batatinhas.

- Isto seria assunto para nossa próxima aula, mas posso te adiantar um pouquinho. A acrilamida pode ser determinada por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (LC-MS). E a diminuição da sua produção pode ocorrer por alterações de alguns fatores, como por exemplo, temperatura, pH, tempo de armazenamento, concentração dos precursores da reação de Maillard, entre outros.

- Que bom saber que esse problema pode ter uma solução!

- Isso me deu uma ideia! Você teria interesse em fazer uma iniciação científica no meu laboratório? Acho que podemos fechar uma parceria com a Emecê Donais e trabalhar com a ideia de mitigar a concentração de acrilamida das batatinhas deles.

- Eu adoraria!

Para dar início aos trabalhos, a Professora Carmen pediu que Fábio coletasse amostras de batatas fritas produzidas pelas lanchonetes Emecê Donais, em diferentes tipos e tempo de armazenamento à 4 °C, de acordo com os dados da Tabela 1, fornecida na Parte I do caso, e reproduzida a seguir.

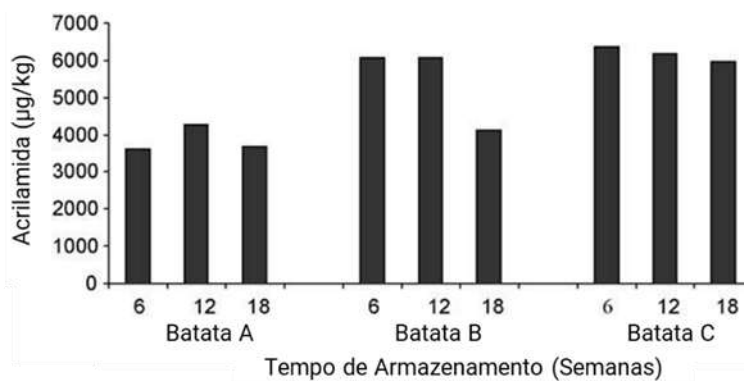
Com as amostras em mãos, Fábio teve a oportunidade de analisá-las. Para 2 g de batatas fritas (espessura de 1,5 mm) maceradas em almofariz, foi realizada extração com 40 mL de água ultrapura, com adição de 40 µg de acrilamida deuterada (padrão interno). Após centrifugação, as amostras foram preparadas por extração em fase sólida (SPE) e quantificadas com LC-MS.

**Tabela 1.** Tipos, tempos e temperaturas de armazenamento das batatas utilizadas na rede de fast-food Emecê Donais.

<b>Variedades de Batata</b>	Tipo A: variedade com baixo nível de asparagina Tipo B: variedade com alto nível de asparagina Tipo C: variedade com baixo nível de açúcares redutores
<b>Tempo de Armazenamento</b>	6, 12 e 18 Semanas
<b>Temperatura de Armazenamento</b>	4 °C

A partir desses experimentos, Fábio encontrou os resultados expressos na Figura 1 e começou a ponderar sobre maneiras para mitigar a acrilamida em batatas fritas.

**Figura 1.** Concentração de acrilamida em batatas fritas (Batatas A: baixo nível de asparagina; B: alto nível de asparagina; C: baixo nível de açúcares redutores) da rede de fast-food Emecê Donais armazenadas em variados períodos (6, 12 e 18 semanas) à 4 °C.



### Atividade em sala de aula

1. Como os dados obtidos por Fábio auxiliam o grupo a responder a(s) questão(ões) formulada(s) na etapa anterior? As hipóteses construídas na aula anterior podem ser corroboradas ou refutadas com os novos dados?

2. Estabeleçam relações entre os dados apresentados até o momento e, em seguida, elaborem afirmações que possam ser fornecidas aos personagens do caso, de modo a esclarecê-los sobre a qualidade das batatas fritas da Emecê Donais. Quanto maior o número de afirmações, com as devidas justificativas, mais satisfatória será a resposta do grupo.

### **Atividade para casa**

1. Auxiliar Fábio na mitigação da concentração de acrilamida nas batatas fritas das lanchonetes Emecê Donais é também uma missão do grupo. Pesquisem pelo menos duas maneiras que possam ser usadas para mitigar a formação da acrilamida e argumentem a favor de uma delas como sendo a mais adequada. Para construir a argumentação do grupo favorável à maneira escolhida, sugere-se que sejam buscados subsídios nos seguintes aspectos: complexidade do procedimento, custo, quantidade de amostra necessária para efetuação das análises, tempo de análise, alterações organolépticas, reprodutibilidade em escala industrial e caseira, dentre outros que o grupo julgue interessante.

2. Quais são os principais setores ou grupos da sociedade afetados diretamente pela formação de acrilamida nos alimentos? Busquem informações que corroborem suas afirmações, como dados relacionados aos hábitos alimentares da população e a pertinência do emprego da reação de Maillard na gastronomia.

### Parte III – Lavando as Batatas

A partir dos resultados identificados anteriormente e reportados na Parte I e II do caso, Fábio decide utilizar um procedimento experimental denominado de branqueamento como alternativa de mitigação da concentração de acrilamida nas batatinhas fritas do Emecê Donais e se justifica para a Professora Carmem.

- Professora, eu andei pesquisando e acredito que uma técnica interessante para mitigar a formação de acrilamida é o branqueamento.

- Interessante, mas me explique como você chegou a essa conclusão.

- O branqueamento é uma técnica viável economicamente, uma vez que funciona como um “choque térmico”, que não exige nenhum equipamento sofisticado ou demanda longo tempo. A lanchonete precisa colocar as batatinhas em água fervente, durante um intervalo de tempo de no máximo 3 minutos, em seguida, a batata é imersa em banho de água fria por 2 minutos. A finalidade da técnica é inativar as enzimas que causam o escurecimento enzimático e reduzir os níveis de açúcares redutores.

- Mas a vantagem é somente econômica ou podemos afirmar que nutricionalmente é bastante viável?

- Pelo que entendi, nutricionalmente a técnica diminui a formação de acrilamida e ajuda a manter a cor, o aroma e o sabor do vegetal, assim o alimento pode ser congelado e não perde suas características.

- Muito bem, Fábio. Você fez uma excelente pesquisa. É isso mesmo. Mãos à obra.

Fábio então seguiu um protocolo que a Professora Carmen indicou e desenvolveu os seguintes passos: pegou 100 g de fatias de batatas com espessura de 1,5 mm e comprimento entre 5 cm e 8 cm e estas foram emergidas em um banho de 10 L de água aquecida a  $80 \pm 1,0$  °C por 3 min. Logo após, as batatas foram imersas em água gelada por 2 minutos e posteriormente secas. Em seguida, 90 g de batatas foram fritas em 4 L de óleo de canola por 3 min, utilizando-se equipamentos de escala laboratorial, condicionados para imitar um processo industrial. A temperatura inicial do óleo era 180 °C e a final, 160 °C. O teor de umidade das batatas fritas variou de 1,8% a 2,0%. Após fritas, as batatas foram armazenadas a 18 °C até a quantificação da acrilamida, de acordo com o mesmo procedimento experimental descrito anteriormente (SPE/LC-MS).

Fábio realizou o branqueamento para as variadas espécies de batatas e diferentes condições de armazenamentos descritas anteriormente. Além disso, todos os experimentos foram realizados em duplicata.

### **Atividade em sala de aula**

1. A partir de debate ocorrido, no qual foram indicadas as técnicas de mitigação de acrilamida escolhidas pelos grupos de alunos que compõem a turma: a) Quais relações (similaridades, diferenças, curiosidades etc.) são possíveis de estabelecer entre a proposta de Fábio e aquela adotada pelo grupo de vocês para mitigação da acrilamida nas batatas fritas do Emecê Donais? b) Quais critérios foram utilizados por ele que não foram contemplados pelo grupo de vocês e vice-versa? c) Vocês julgam pertinente alterar o procedimento proposto frente ao que foi discutido no debate? Argumentem a favor das respostas.

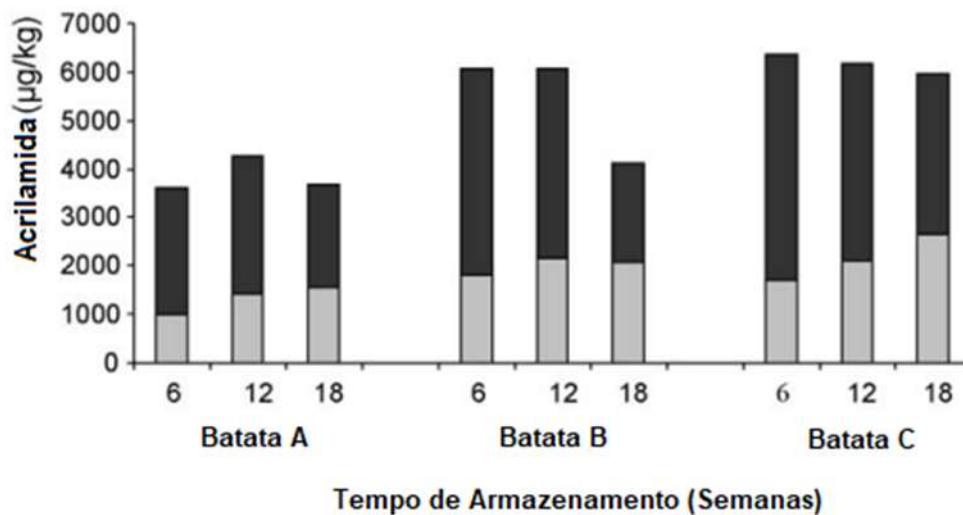
### **Atividade para casa**

1. Considerando a questão proposta pelo seu grupo na Parte I do estudo de caso, quais tendências podem ser previstas para a análise da acrilamida após a realização do branqueamento? Argumentem a favor da resposta.

### Parte IV – Batatinha Frita, 1, 2, 3!

A partir do procedimento experimental indicado na Parte III do estudo de caso, Fábio encontrou os resultados apresentados na Figura 1: branqueamento para as variadas espécies de batatas e diferentes condições de armazenamento. Além disso, todos os experimentos foram realizados em duplicata.

**Figura 1.** Concentração de acrilamida em batatas fritas branqueadas produzidas com diferentes tipos de batatas - Batatas A: baixo nível de asparagina; B: alto nível de asparagina; C: baixo nível de açúcares redutores - armazenadas em variados períodos (6, 12 e 18 semanas) à 4 °C, sem tratamento (Preto) e com tratamento (Cinza).



Para melhor avaliação dos dados apresentados na Figura 1, Fábio realiza uma busca por parâmetros internacionais de concentrações máximas permitidas de acrilamida em alimentos, visto que a legislação brasileira não possui tais valores de referência.

Na Tabela 1 estão dispostos os valores de referência determinados pela União Europeia encontrados por ele para avaliação da concentração da acrilamida.

**Tabela 1.** Níveis de referência para a presença de acrilamida em alguns gêneros alimentícios relacionados à batata.

Gênero Alimentício	Nível de Referência (µg/kg)
Batatas fritas (prontas a comer)	500
Batatas fritas de pacote fabricadas com batatas frescas e com massa de batata	750
Outros produtos de batata à base de massa de batata	750

Fonte: União Europeia (2017).

<sup>1</sup> UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2017/2158 da Comissão de 20 de novembro de 2017 que estabelece medidas de mitigação e níveis de referência para a redução da presença de acrilamida em gêneros alimentícios. Jornal Oficial da



União Europeia, v. 304, p. 24-44, 2017.

Além das informações obtidas até então, Fábio realizou mais algumas pesquisas acerca da formação de acrilamida em batatinhas fritas e descobriu o seguinte: Em batatas, a acrilamida é formada por meio da reação de Maillard entre açúcares redutores e o aminoácido asparagina (seus precursores) durante o seu processamento térmico. Ao mesmo tempo, são formados compostos que dão cor, sabor e aroma ao alimento. Os precursores da acrilamida ocorrem naturalmente nas batatas, variando de acordo com a espécie e condições de armazenamento. Uma batata não é uma entidade estática e durante o seu armazenamento, o amido é convertido em carboidratos para fins de respiração ou de germinação. Os açúcares começam a se acumular quando sua produção excede seu uso. Quando tubérculos de batata são armazenados a temperaturas baixas, eles acumulam açúcares a partir de um processo chamado “adoçamento induzido pelo frio”. Em relação à germinação, ou quebra do período de dormência, o desenvolvimento de brotos está também associado ao aumento de açúcares redutores no tecido vegetal. A duração do período de dormência se relaciona com fatores genéticos e ambientais, no entanto, a sua prolongação pode ser realizada a partir do armazenamento das batatas em temperaturas baixas.

### **Atividade em sala de aula**

1. Estabeleçam relações entre os dados apresentados na Figura 1 e, em seguida, elaborem afirmações que possam ser fornecidas tanto a Fábio quanto à Professora Carmem, de modo a ajudá-los no seu propósito, mencionado na Parte II do caso, a saber: “Acho que podemos fechar uma parceria com a Emecê Donais e trabalhar com a ideia de mitigar a concentração de acrilamida das batatinhas deles”. Quanto maior o número de afirmações e recomendações, com as devidas justificativas, mais satisfatória será a resposta do grupo.

2. Comparem os valores de concentração da acrilamida obtidos por Fábio, ilustrados na Figura 1, com as concentrações máximas permitidas na legislação, citadas na Tabela 1, e apresentem conclusões a respeito.

3. O que é possível afirmar com relação às tendências que vocês explicitaram no exercício da Parte III para a análise da acrilamida após a realização do branqueamento? Justifiquem a resposta.

### **Atividade para casa**

1. Construam e preencham o quadro-síntese, a seguir, que sumariza as ações e resultados obtidos em todas as etapas do estudo.

---

**Situação problema:** neste item, apresentem a situação problema existente no caso. Ou seja, é necessário descrever brevemente a narrativa e o problema que aflige os personagens principais.

---

**Problema:** neste item, apresentem o problema/a questão a ser resolvida no caso. Como todo problema deve partir de um questionamento, a colocação deve ser formulada de maneira a ser finalizada com um ponto de interrogação.

---

**Hipóteses:** neste item, apresentem as hipóteses formuladas para a resolução do problema. Hipóteses são suposições emitidas como respostas preliminares para o problema em pauta. Um mesmo problema pode ter muitas hipóteses, que são soluções possíveis para a sua resolução. Nesta perspectiva, indiquem a sua hipótese básica, que é a explicação que vocês escolheram como sendo a principal ao problema proposto. Em seguida, indiquem as hipóteses secundárias, que são afirmações complementares e/ou significam outras possibilidades de resposta para o problema. Essas podem abarcar em detalhes o que a hipótese básica afirma em geral, assim como podem englobar aspectos não especificados na hipótese básica.

---

**Planejamento de mitigação:** neste item, descrevam as etapas e os recursos que vocês empregaram para propor uma rota de mitigação com o objetivo de avaliar as suas hipóteses. Acrescentem imagens para tornar mais clara a sua resposta. Por fim, concluam a resposta apontando se vocês fizeram alterações no planejamento inicial quando foi confrontado com o planejamento apresentado pelos personagens do caso ou pelos colegas na Parte III (Debate).

---

**Dados:** neste item, apresentem os dados empíricos ou procedentes de outras fontes (inclusive dados fornecidos pela Professora durante as aulas) com os quais vocês trabalharam que permitiram avaliar suas hipóteses e o alcance de resposta ao problema. Acrescentem imagens para tornar mais clara a resposta.

---

**Conclusões:** neste item, apresentem a conclusão final do grupo frente ao problema explicitado no caso, assim como todas as demais conclusões alcançadas no decorrer da resolução do caso (Sugestão: Indicar Conclusão Final, Conclusão Parcial 1, 2, 3, n).

---

**Justificativas:** neste item, apresentem as justificativas que sustentam a conclusão final explicitada, assim como as que sustentam as conclusões parciais mencionadas acima. Procurem reunir o maior número de justificativas e as apresentem de modo que sejam apoiadas nos dados disponíveis (neste caso, acrescentem imagens para tornar mais clara a resposta) e em conhecimentos reportados na literatura (Sugestão: Indicar Justificativa Final, Justificativa Parcial 1, 2, 3, n).

---

**Sugestões de trabalhos futuros:** neste item, partam do pressuposto de que os seres humanos consomem alimentos cozidos desde o advento do fogo e, portanto, a nossa exposição à acrilamida é de longa data. Mesmo assim, a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera o relevante o seu potencial tóxico, o que estimula pesquisas a respeito. Dessa forma, considerando todo o conhecimento que possuem sobre o assunto, façam sugestões de novas pesquisas que Fábio e a Professora Carmem poderiam realizar para continuar contribuindo com as descobertas sobre a acrilamida. As sugestões podem incluir tanto trabalhos que envolvam coleta de dados experimentais, como os que eles realizaram no decorrer do caso, como trabalhos que envolvam a acrilamida em uma perspectiva social (ou seja, que envolvam questões sociocientíficas).

---