

ESTUDO DE CASO INTERROMPIDO: EXPRESSO CURIOSO

Autores: Ricardo Matos e Salete Linhares Queiroz

Parte I – Coffee Break

Flávio e André são graduandos em química, com ênfase em alimentos. Todos os dias fazem um intervalo e saem da universidade à tarde para tomar um cafezinho, na StarCoffees. Chegando na cafeteria, pedem o de sempre, um mocaccino para Flávio e um expresso duplo para André. Durante o intervalo, e aproveitando o momento, começam a divagar sobre o café.

– André, imagina só quanta acrilamida que nós estamos consumindo todos os dias. Você parou para pensar nisso?

– Você está falando de todas as refeições ou só do nosso café?

– Eu estava pensando especificamente nesse cafezinho! Será que a cafeteria sabe alguma coisa sobre acrilamida?

– Acredito que sim, eles são uma rede mundial!

– Vamos investigar? Estou com algumas ideias que podem ser muito úteis para o meu Trabalho de Conclusão de Curso!

– Vamos enviar um e-mail para empresa?

– Sim, me ajude a escrever aqui.

Então Flávio e André enviaram o seguinte e-mail para a rede:

Prezada StarCoffees,

Meu nome é Flávio, sou graduando em química, com ênfase em alimentos. Deparei-me com uma dúvida e gostaria, se possível, de uma posição da empresa sobre a concentração de acrilamida presente em seus produtos.

Acredito que vocês saibam que a acrilamida é um subproduto da 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 assados ou fritos, como por exemplo, do pão na chapa, da batata frita, da carne bem passada, é devido à reação de Maillard. A acrilamida se configura como fator de risco, já que possui potencial cancerígeno para seres humanos.

Vocês poderiam me fornecer alguns dados que auxiliem em uma

investigação sobre o assunto? Eu gostaria de estudar a respeito e propor soluções benéficas a todos.

Atenciosamente,

Flávio

Após alguns dias, a empresa envia uma resposta:

Prezado Flávio,

Meu nome é Fátima, sou diretora de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da StarCoffees/Brasil. Fiquei muito feliz com seu e-mail, pois a concentração de acrilamida é um dos *cases* debatidos na empresa.

Infelizmente, alguns dados são sigilosos. Porém, posso fornecer dados técnicos para auxiliá-lo na investigação. Nosso carro chefe é o café expresso e para produção das bebidas são utilizados grãos de café do tipo arábica (*Coffea arabica*) e robusta (*Coffea canephora*), em diferentes torras, nas condições especificadas na Tabela 1.

Tabela 1. Tempos e temperaturas de torra de cafés arábica e robusta utilizados pela StarCoffees na produção de café expresso.

Torra	Tempo (min)	Temperatura (°C)
Baixa - (R1)	12	230
Média - (R2)	14	240
Alta - (R3)	17	250

Atenciosamente,

Fátima Rodrigues

Diretora P&D - StarCoffees/Brasil

Atividade em sala

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 torras de café da StarCoffees e justifiquem 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 do texto 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 – Preparando um Cafezinho

Após receber a resposta do e-mail enviado à StarCoffees, Flávio contou as novidades para André.

– André eles responderam. Vamos analisar a concentração de acrilamida nesse café?

– Vamos! Mas, antes disso, abre o jogo, no que você está pensando?

– Então, o que eu quero é quantificar a acrilamida presente nesse café e, na sequência, tentar diminuir a sua concentração, obtendo um produto mais saudável. Quem sabe, posteriormente, será viável vender essa técnica à empresa e fazer uma grana.

– Achei ousado, mas adorei, vamos tentar!

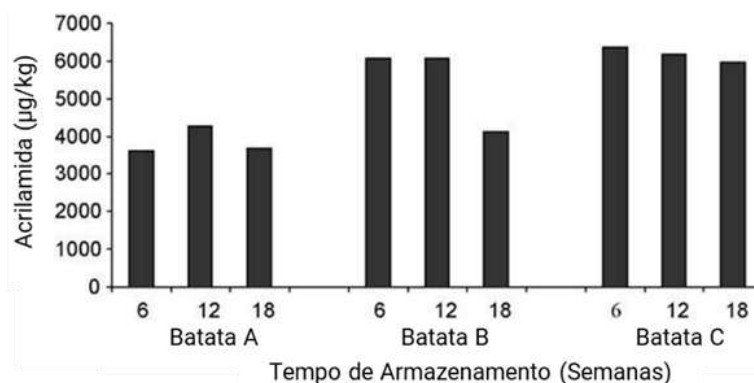
Primeiramente Flávio e André retomam os dados fornecidos no e-mail da Diretora de P&D (Tabela 1), mostrados a seguir.

Tabela 1. Tempos e temperaturas de torra de cafés arábica e robusta utilizados pela StarCoffees na produção de café expresso.

Torra	Tempo (min)	Temperatura (°C)
Baixa - (R1)	12	230
Média - (R2)	14	240
Alta - (R3)	17	250

Em seguida, os dois conseguem amostras dos cafés utilizados pela StarCoffees e encontram na literatura maneiras de quantificar a acrilamida. Eles fazem a análise das amostras, utilizando 2 g de café torrado e moído, posteriormente realizaram a extração com 40 mL de água ultrapura, com adição de 400 µg de acrilamida (padrão interno), agitando por 60 min em agitador mecânico. Após centrifugação, as amostras foram preparadas por extração em fase sólida (SPE), e quantificadas por LC-MS. Os resultados obtidos estão dispostos na Figura 1.

Figura 1. Concentração de acrilamida (µg/Kg) em torras (R1: 230 °C por 12 min/ R2: 240 °C por 40 min/ R3: 250 °C por 17 min) de café arábica e robusta utilizados na StarCoffees.



Atividade em sala

1. Como os dados obtidos por Flávio e André 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 dos cafés da StarCoffees. Quanto maior o número de afirmações, com as devidas justificativas, mais satisfatória será a resposta do grupo.

Atividade para casa

1. Auxiliar Flávio e André na mitigação da concentração de acrilamida nas torras de café do StarCoffees 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. Os argumentos construídos devem ainda ser compostos pela discussão de dados experimentais na forma de tabelas e/ou gráficos, obtidos a partir de artigos, dissertações ou teses, entre outros tipos de publicações, que ilustrem a efetividade da técnica.

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 – A Ideia de Um Milhão

Com os dados de concentração de acrilamida nas amostras de café em mãos, Flávio e André se deparam com a etapa de reduzir a referida concentração nos grãos. Para isso, após estudarem, decidiram utilizar um tratamento enzimático com asparaginase nos grãos de café antes da torra, pois a asparaginase tem a capacidade de hidrolisar a asparagina, que é um dos precursores da reação de Maillard.

O tratamento foi realizado para ambas as espécies de grãos de café, de acordo com o seguinte procedimento experimental: para a abertura de poros, 150 g de grãos de café verde foram pré-tratados com vaporização em autoclave durante 45 minutos a 100 °C. Em seguida, os grãos foram misturados a 103,5 mL de água aquecida a 60 °C contendo doses da enzima asparaginase com as seguintes cargas enzimáticas: 2000, 4000 e 6000 ASNU¹/kg de café seco. As amostras foram incubadas durante 60 minutos a 60°C, com agitação. Após cerca de 45-60 minutos, a maior parte da água foi absorvida pelos grãos. Em seguida, os grãos foram transferidos para o dessecador, de maneira que o peso final da amostra era 150 g. Por fim, realizou-se a quantificação da acrilamida, de acordo com o mesmo procedimento experimental descrito anteriormente (SPE/LC-MS).

¹ ASNU = Unidades de medida da enzima asparaginase

Atividade em sala

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 são possíveis de estabelecer (similaridades, diferenças, curiosidades etc.) entre a proposta de Flávio e André, e aquela adotada pelo grupo de vocês na Parte II do estudo de caso para mitigação da acrilamida nos cafés da rede StarCoffees? b) Quais critérios foram utilizados por eles 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.

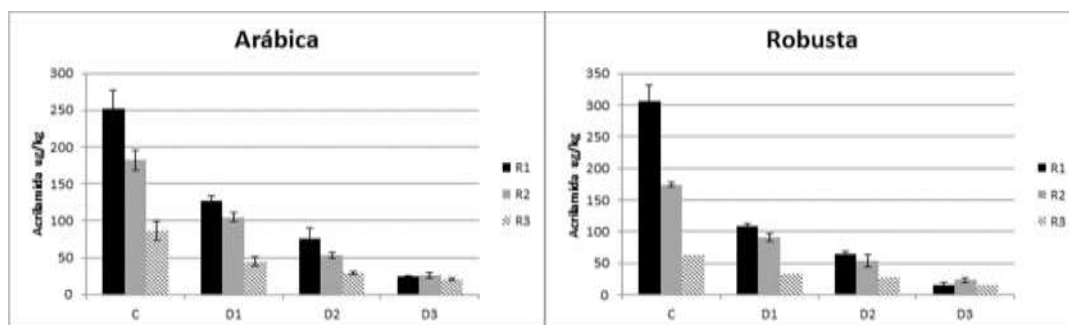
Atividade para casa

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 o tratamento enzimático com asparaginase? Argumentem a favor das respostas.

Parte IV – Que Não Nos Falte caFÉ!

A partir do procedimento experimental indicado na Parte III do estudo de caso, sucintamente descrito a seguir, Flávio e André encontraram os resultados apresentados na Figura 1: para isso, após estudarem, decidiram utilizar um tratamento enzimático com asparaginase nos grãos de café antes da torra.

Figura 1. Efeito do tratamento enzimático com asparaginase no conteúdo de acrilamida ($\mu\text{g}/\text{Kg}$) do café torrado do tipo Arábica e Robusta: Controle sem enzima (C), carga de 2000 ASNU/Kg (D1), carga de 4000 ASNU/Kg (D2) e 6000 ASNU/Kg (D3). Fonte: Gottschalk et al. (Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras 2018).



Para melhor avaliação dos dados apresentados na Figura 1, Flávio e André realizaram 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 eles para avaliação da concentração da acrilamida.

Tabela 1. Níveis de referência para a presença de acrilamida em alguns gêneros alimentícios relacionados ao café.

Gênero Alimentício	Nível de Referência ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Café torrado	400
Café instantâneo (solúvel)	850
Substitutos do café exclusivamente a partir de cereais	500

Fonte: União Europeia¹ (2017).

Além das informações obtidas até então, Flávio e André realizaram mais algumas pesquisas acerca da formação de acrilamida no café e descobriram o seguinte: Durante a torra, a reação de Maillard é responsável pela produção da maior parte dos compostos voláteis presentes no café, em torno de 1000 compostos, em sua maioria furanos, pirazinas e tióis (compostos contendo enxofre). Mais especificamente, a torra baixa, acentua a percepção dos sabores doce, achocolatado e amendoado, enquanto a torra média acentua as diferenças de origem geográfica. Já a torra alta, evidencia o queimado, o ácido, o oxidado e o pungente². Em relação aos precursores da reação, os

teores de asparagina tornam-se relevantes quando se trabalha com frutos verdes, pois sua concentração é maior nos frutos imaturos do cafeeiro. O descascamento dos frutos verdes possibilita uma redução nos níveis de asparagina e conseqüentemente da formação de acrilamida.

¹ 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 géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia, v. 304, p. 24-44, 2017.

² De pungência, que é a condição de ter um cheiro ou sabor forte e penetrante.

Atividade em sala

1. Estabeleçam relações entre os dados apresentados na Figura 1 e, em seguida, elaborem afirmações que possam ser fornecidas à Flávio e André, de modo a ajudá-los no seu propósito, mencionado na Parte I do caso: Então, o que eu quero é quantificar a acrilamida presente nesse café e, na sequência, tentar diminuir a sua concentração, obtendo um produto mais saudável. Quem sabe, posteriormente, será viável vender essa técnica à empresa e fazer uma grana. 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 Flávio e André, 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 o tratamento enzimático com asparaginase? 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 Sessão 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).
