

ESTUDO DE CONCEITOS QUÍMICOS EM ACONTECIMENTOS HISTÓRICOS PARA CONTEXTUALIZAR O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: A GRANDE INUNDAÇÃO DE MELAÇO EM BOSTON EM 1919

Studying Chemical Concepts in Historical Events to Contextualize Chemistry Teaching in High School: The Great Molasses Flood in Boston in 1919

Raphael Salles Ferreira Silva

Colégio Militar do Rio de Janeiro, R. São Francisco Xavier, 267 - Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, 20550-010. silvaferreirasallesraphael@gmail.com

Submetido em 10/06/2024; Versão revisada em 29/08/2024; Aceito em 30/08/2024

Resumo: A Purity Distilling Company, sediada em Boston, estocou um excesso de melaço em um tanque mal construído em 1919. A demanda por etanol e rum durante a Primeira Guerra Mundial levou à construção desse tanque. Problemas estruturais surgiram rapidamente, com rachaduras visíveis, mas foram ignorados. Um aumento repentino de temperatura desencadeou a fermentação do melaço, resultando em uma explosão que causou 21 mortes, 150 feridos e danos significativos. Após investigações, descobriu-se que o tanque fora mal construído com a espessura inadequada do aço. O tesoureiro da empresa foi responsabilizado por negligência. A tragédia destacou a importância da segurança industrial. O evento pode ser usado como uma ferramenta de ensino em disciplinas como química, físico-química e história, explorando temas como fermentação, propriedades dos gases e segurança no trabalho.

Palavras chaves: Segurança Industrial; Fermentação; Ensino de Química

Abstract: The Purity Distilling Company, based in Boston, excessively stocked molasses in a poorly constructed tank in 1919. The demand for ethanol and rum during World War I led to the tank's construction. Structural problems arose quickly, with visible cracks, but were ignored. A sudden temperature increase triggered molasses fermentation, resulting in a catastrophic explosion that caused 21 deaths, 150 injuries, and significant damage. Investigations revealed the tank was poorly built and maintained, with inadequate steel thickness. The company's treasurer was held accountable for negligence. The tragedy underscored the importance of industrial safety. The event can be used as a teaching tool in disciplines like chemistry, physical chemistry, and history, exploring topics such as fermentation, gas properties, and workplace safety.

Keywords: Industrial Safety; Fermentation; Chemistry education

Introdução

A PurityDestillingCompany (PDC) era uma indústria química sediada em Boston, estado de Massachusetts, costa leste dos EUA, a qual teve vida própria até 1917 quando foi comprada pela United States Industrial AlcoholCompany (USIAC). A PDC comprava melaço de cana-de-açúcar produzido no Caribe e a partir dele, após processo de fermentação industrial, produzia etanol, que era empregado no início do século XX pela indústria bélica na cadeia produtiva de munições. Outro produto produzido pela PDC a partir do melaço era o rum, uma bebida destilada a partir do melaço fermentado que era bastante apreciada pelos norte-americanos. A primeira guerra mundial, que ocorreu entre 1914 e 1918, levou a uma forte produção bélica, como era de se esperar, aliado ao fato que o impacto psicológico e emocional na saúde mental das pessoas não raro, uma guerra leva a um aumento do consumo de bebidas alcoólicas. Esses fatores levaram a uma considerável demanda por etanol e rum, dois produtos que tinham o melaço como matéria-prima (PULEO, 2010). A grande demanda por etanol e rum motivou a PDC a construir um imenso tanque na zona portuária de Boston para a estocagem do melaço vindo do Caribe. Os navios chegavam carregados e transferiam seus conteúdos para esse tanque onde o melaço permanecia por poucos dias até ser transportado para outras unidades da PDC responsáveis pela fermentação, destilação e produção de rum e etanol, (PULEO, 2010).

O tanque mal construído

O tanque de estocagem foi construído em 1915 para armazenar uma quantidade máxima de 9.500.000 L de melaço com 27 m de diâmetro e 16,7 m de altura. Porém raramente o tanque era preenchido além da metade de sua capacidade máxima.

Problemas estruturais apareceram logo no início da operação do tanque, eram tantas as rachaduras que o melaço vazava pelas frestas atraindo inúmeras crianças para comerem o doce. Vale lembrar que embora não fosse o ramo da PDC, o melaço por si só era um alimento comercializado e consumido em grande quantidade na época como adoçante, uma vez que o açúcar refinado

era caro e considerado um luxo para a maioria das pessoas.

Apesar das rachaduras detectadas, a PDC nada fez para repará-las a não ser pintar de marrom a parte externa do tanque para disfarçar o vazamento de melaço pelas frestas. A negligência era justificada pelos técnicos da PDC pelo fato deste tanque não ser destinado ao processo de fermentação e sim apenas para a estocagem do melaço, outra precaução ínfima que a PDC tomava era nos meses quentes de verão trabalhar com poucas quantidades de melaço no tanque uma vez que em temperaturas altas os micro-organismos presentes naturalmente no melaço poderiam se multiplicar e começar a fermentá-lo.

O desastre

Tudo transcorreu sem maiores incidentes até janeiro de 1919 quando uma infeliz cadeia de acontecimentos causou um dos maiores desastres industriais da história.

Janeiro é inverno no hemisfério norte e o inverno em Boston é bem rigoroso, porém excepcionalmente naquele janeiro de 1919 no dia anterior ao desastre a temperatura aumentou de -17 °C para +5 °C, um aumento de 22 °C em 24 horas o que teve um efeito devastador.

O tanque estava carregado com quantidade anormalmente acima dos padrões operacionais da PDC. Eram 8.700.000 L de melaço que sofreram um processo de fermentação alcoólica. O processo de fermentação alcoólica produz etanol líquido além de dióxido de carbono gasoso.

Todo alimento rico em açúcares, como caldo de cana-de-açúcar, suco de uva, mel e o próprio melaço tem uma quantidade micro-organismos que naturalmente estão presentes, e esses micro-organismos são capazes de fermentar os açúcares presentes nesses alimentos, porém esse processo sem intervenção humana ocorre de forma lenta e gradual.

Outro fator importante a ser considerado é que os micro-organismos costumam ter sua proliferação e atividade aumentadas em temperaturas mais altas; vale lembrar do fato que guardamos nossos alimentos sob refrigeração exatamente para que a temperatura baixa iniba a proliferação dos micro-organismos que levariam a deterioração dos alimentos tornando-os impróprios para o consumo. Os gases também são afetados pela temperatura,

temperaturas baixas diminuem a pressão de um gás enquanto temperaturas altas aumentam a pressão.

Assim o aumento de temperatura no dia anterior exerceu efeitos devastadores sobre os 8.700.000 L de melão estocados no tanque: primeiro acelerou a proliferação e a atividade dos micro-organismos, fazendo que eles fermentassem maior quantidade açúcares e assim produzindo mais dióxido de carbono e aumentando a pressão do gás sobre as paredes do tanque, paredes estas que apresentavam rachaduras visíveis. Era o pano de fundo perfeito para uma tragédia e ela ocorreu.

No dia 15 de janeiro de 1919 por volta das 12:30 h sobreviventes e testemunhas relataram que ouviram um forte barulho semelhante a uma rajada de metralhadora; eram de fato os rebites do tanque impulsionados pela alta pressão dentro do tanque como se fossem projéteis de arma de fogo realmente. Seguido a esse ruído, os 8,7 milhões de litros de melão, correspondendo aproximadamente a 12.000 toneladas, foram expelidas pela alta pressão dentro do tanque em direção a cidade de Boston, destruindo tudo pelo caminho, foram registradas 21 mortes e 150 feridos, isso apenas em relação às vítimas humanas, pois cavalos e animais domésticos foram dizimados, mas não contabilizados.

Para ter-se uma noção da dimensão da tragédia, foi possível posteriormente calcular de forma estimada a velocidade de onda de melão e o resultado foi de aproximadamente 56 km/h. Alguns desafortunados ainda tentaram proteger-se atrás ou dentro de alguma construção, mas foi inútil, uma massa 12.000 t, seja lá do que for, a uma velocidade de 56 km/h tem energia cinética suficiente para derrubar ou destruir o que estiver pela frente.

Relatos de populares informaram que algumas ruas chegaram a ficar cobertas por uma camada de meio metro de melão, o trabalho completo de limpeza da cidade estendeu-se por seis meses.

Após o desastre

Após a tragédia, a primeira hipótese foi a de atentado realizado por imigrantes italianos ligados ao movimento anarquista, porém esta linha de investigação foi logo descartada, embora esta desconfiança inicial teve por reflexo a uma maior atividade política da colônia italiana em Boston (WALL et al. 2019), no entanto esse assunto foge ao propósito deste artigo. As investigações de fato apontaram

que o tanque fora construído com aço inadequado para uma instalação próxima ao mar, ou seja, um aço não resistente a corrosão; para piorar o quadro, foi verificado que as chapas de aço tinham a metade da espessura necessária (ROSSOW, 1919).

A pessoa física responsabilizada pela investigação foi o tesoureiro da USIAC, uma vez que documentos o apontaram como o funcionário de tomou todas as decisões técnicas para a construção do tanque, sendo que ele não era engenheiro e tão pouco contratou um, assim negligenciou os testes para detectar vazamentos e monitorar a pressão interna do tanque (FRAY e WALLDMAN, 2012).

Hoje a explicação mais plausível para o desastre de Boston é uma sequência de eventos mostrada na Figura 1. O aumento da temperatura registrado no dia anterior levou a uma maior atividade dos microorganismos que começaram a fermentar a sacarose do melão produzindo CO₂ e lançando esse gás na atmosfera dentro do tanque, que era fechado (JABR, 2013).

Com isso houve um aumento de dois fatores do segundo termo da equação de Clapeyron, a quantidade de gás (n) e a temperatura (T). Para manter o equilíbrio, o primeiro termo da equação (PV) deveria aumentar, porém dos dois fatores, pressão (P) e volume (V), somente a pressão poderia aumentar uma vez o tanque era feito de aço, material com pouca elasticidade, então o volume do tanque em termos práticos era constante. Desse modo a pressão aumentou progressivamente até superar a resistência mecânica das paredes do tanque, que estouraram e o melão a alta pressão foi impulsionado em direção à cidade causando a onda devastadora (HUMISTON e BRADY, 1986).

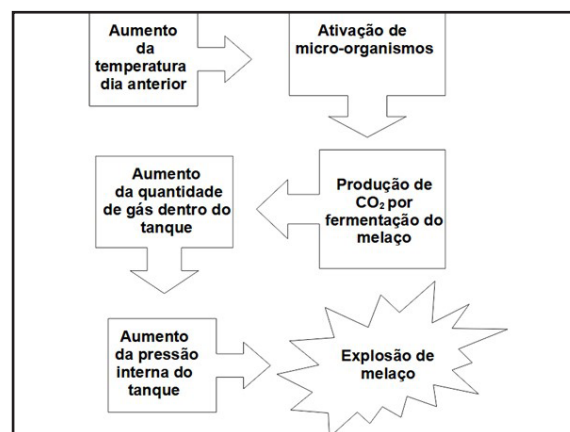


Figura 1- Esquema simplificado da cadeia de eventos que causaram a grande inundação de melão em Boston

A “Grande Inundação de Melaço” foi tão marcante para cidade de Boston que até hoje os moradores da cidade alegam que o odor de melaço pode ser sentido em dias quentes de verão na região onde ficava o tanque. Mas isso provavelmente pode ser considerado o que de forma coloquial e jocosa chamamos de lenda urbana, independente de qualquer percepção popular trata-se de um dos desastres mais bizarros da história da indústria química.

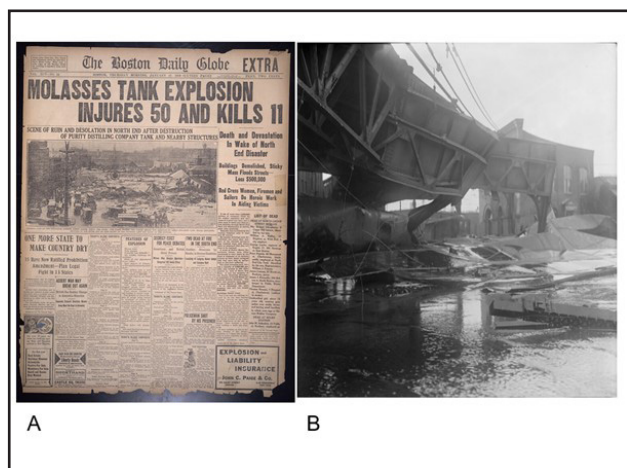


Figura 2:

A) Capa de jornal relatando as vítimas do desastre, 50 feridos e 11 mortos.

B) Um elevador do sistema de transporte público literalmente torcido pela onda devastadora de melaço.

Fonte: Biblioteca Pública de Boston. disponível em: https://www.flickr.com/photos/boston_public_library/albums/72157624622085789/ acessada em 29/08/2024.

Sugestões de abordagem a sala de aula

A história por trás da “Grande Inundação de Melaço” oferece bons temas para serem trabalhados de forma contextualizadas em aulas de química e em trabalhos interdisciplinares:

- Físico-Química dos gases;
- Importância dos processos fermentativos na indústria química para a produção de alimentos e combustíveis;
- Bioquímica das fermentações, podendo ser trabalhada de forma interdisciplinar com a disciplina de biologia;
- Importância das regulações de segurança do trabalho podendo ser trabalhada de forma interdisciplinar com a disciplina de sociologia;
- Impacto da descoberta da fermentação para a humanidade podendo ser trabalhada de forma interdisciplinar com a disciplina de História.

Referências

FRAY, D.; WALDMAN, H. B. **Lessons from the great molasses flood of Boston.** The Alpha Omegan, v. 105, n. 1-2, p. 9-10, 2012.

HUMISTON, G. E.; BRADY, J. **Química Geral.** Rio de Janeiro: LTC, 1986. v. 1, 2ª ed., cap. 7.

JABR, F. **The Science of the Great Molasses Flood.** Scientific American, jul. 2013.

PULEO, S. **Dark Tide: The Great Molasses Flood of 1919.** 1ª ed. Boston: Beacon Press, 2010.

ROSSOW, M. **The Molasses Flood of 1919 and Other Ethical Failures in Engineering.** Credit: 2 PDH, n. 877, 1919.

WALL, F.; WEISBERGER, M.; KELLEHER, N. **Anarchy to Activism: Italian Immigrant Politics During Boston’s Great Molasses Flood.** v. 1919, 2011.