

ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO: relato de aula prática lúdica para redução do desperdício de alimentos

Mirian Cristina Feiten¹

¹Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, Brasil (mirianfeiten.mf@gmail.com)

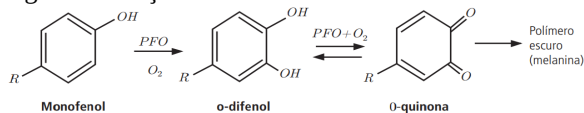
RESUMO: O objetivo deste trabalho é compartilhar um Plano de Aula Prática, passível de ser realizada de forma caseira, acessível, simples e intuitiva, de modo a disseminar alternativas de redução do desperdício de frutas e hortaliças e a degradação de nutrientes por escurecimento enzimático, pela simples utilização de agentes antioxidantes naturais. A adição de suco de laranja ou limão (fontes de ácido ascórbico e ácido cítrico, respectivamente) pode ser realizada às frutas: maçã, banana, pera, pêssago ou abacate; assim como a adição de vinagre (fonte de ácido acético) às hortaliças: batata inglesa, batata doce, cenoura e berinjela. As habilidades de investigar as mudanças físico-químicas e bioquímicas da matéria e explicar essas transformações, através do entendimento da reação de escurecimento enzimático, podem ser trabalhadas utilizando, como exemplos práticos, as reações de acidificação envolvidas em processos de transformação dos alimentos de origem vegetal, pela observação dos efeitos da adição dos ácidos após 1, 5, 15 e 30 minutos. Dessa forma, o Plano é compartilhado para que possa ser utilizado como ferramenta na condução de aulas práticas por professores tanto da Educação Básica, quanto do Ensino Técnico e/ou Ensino Superior das áreas de Alimentos, Química, Bioquímica e afins.

PALAVRAS-CHAVE: Peroxidase; Polifenoloxidase; Antioxidante; Aula prática; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O escurecimento que normalmente ocorre em frutas e hortaliças durante seu processamento ou quando sofrem qualquer distúrbio, tais como descascamentos, cortes, amassamento, etc., é devido à ação das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO), que reagem com seus substratos antioxidantes naturais, os compostos fenólicos (monofenol e o-difenol), na presença de oxigênio (O₂), caracterizando o chamado escurecimento enzimático (Melo Filho e Vasconcelos, 2011). O produto inicial da oxidação é a quinona, que por sua vez, se condensa gerando pigmentos escuros, denominadas melaninas (Figura 1).

Figura 1. Reação de escurecimento enzimático.



Fonte: Adaptado de Damodaran et al. (2018).

Vale ressaltar que a cor é um dos atributos mais importantes em alimentos (Dutcosky, 2018), pois o consumidor geralmente julga inicialmente a qualidade de um produto pela aparência. Portanto, além do escurecimento indesejável, podem ocorrer

perdas de nutrientes, diminuição da vida útil e formação de sabores estranhos (Silva et al., 2009).

Os ácidos são os agentes químicos mais usados como inibidores no controle do escurecimento enzimático (Souza e Leão, 2012). Eles têm a propriedade de baixar o pH e sabe-se que a atividade da polifenoloxidase pode ser inibida consideravelmente quando o pH do meio é baixo (menor que 3) (Damodaran et al., 2018). Os ácidos normalmente usados no processamento de alimentos estão entre aqueles de ocorrência natural: cítrico, fosfórico, málico, acético e ascórbico (Fontes et al., 2009; Silva et al., 2009).

Assim, o objetivo deste trabalho é compartilhar um Plano de Aula, com uma atividade prática passível de ser realizada de forma caseira e intuitiva, de modo a evitar o desperdício de frutas e hortaliças e a perda de nutrientes por escurecimento enzimático, pela simples adição de agentes acidulantes naturais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os elementos estruturantes do Plano de Aula Prática desenvolvido e apresentado no Quadro 1 compreendem: Tema, Objetivos/Habilidades, Recursos didáticos/Materiais, Procedimentos metodológicos, Avaliação da aprendizagem e Referências. O tema dos planos, “Transformações

Químicas”, foi determinado a partir das definições da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que explana que “[...] a área de Ciências da Natureza precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (Brasil, 2018, p. 321).

Os objetivos do Plano de Aula Prática contemplam os objetivos de conhecimento e as habilidades constantes na BNCC (Brasil, 2018) para a disciplina de Ciências para o 9º ano da Educação Básica. Assim, as habilidades de investigar as mudanças físico-químicas da matéria e explicar essas transformações, através do entendimento da reação de escurecimento enzimático, podem ser trabalhadas utilizando, como exemplos práticos, as reações de acidificação envolvidas em processos de transformação dos alimentos. Além disso, propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas, com a redução do desperdício e da produção de resíduos orgânicos (BRASIL, 2018).

Para tanto, foram selecionados materiais bibliográficos da área de aproveitamento integral de alimentos, bem como de redução de desperdício e da produção de resíduos, além de referências para o ensino de Ciências para o Ensino Fundamental e de Química para o Ensino Médio.

No que compete aos procedimentos metodológicos, os estudantes são orientados a proceder com a atividade prática em suas residências, de forma lúdica, de modo a evitar o desperdício de alimentos por escurecimento enzimático: adicionar suco de laranja ou limão (fontes naturais de ácidos ascórbico e cítrico, respectivamente) a quaisquer das seguintes frutas disponíveis: maçã, banana, pera,

pêssego ou abacate, e observar os efeitos da adição dos ácidos após 1, 5, 15 e 30 minutos. Eles contarão, também, com auxílio do material audiovisual disponível em

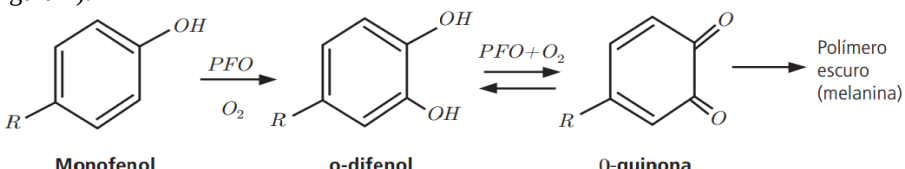
<https://www.youtube.com/watch?v=Jiesd233TXY> (CEUMA, 2020) para orientá-los nas observações e interpretação dos resultados e conclusões. O mesmo procedimento poderá ser realizado com hortaliças, tais como: batata inglesa, batata doce, cenoura, berinjela; porém utilizando vinagre como fonte natural de ácido acético. Assim, os estudantes poderão optar pelos ingredientes já presentes em suas residências.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das formas de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais atrativo aos estudantes, desenvolvendo habilidades e competências, é conduzindo aulas práticas. Porém, além da pandemia da COVID-19 e suas consequências, a indisponibilidade de infraestrutura inerente das instituições públicas de ensino, comprometem muitas vezes a condução de aulas práticas em laboratórios. Contudo, pode-se dizer que as aulas práticas são uma ferramenta em que se desperta no aluno maior interesse pela aprendizagem, pois ele participará de forma ativa da experimentação e, por consequência, desenvolverá maior capacidade crítica ao participar de atividades de investigação e de geração de novos conhecimentos. Assim, aulas práticas podem ser pensadas de forma a orientar os estudantes a desenvolvê-las nas dependências de suas residências com praticamente nenhum custo, utilizando de alimentos e utensílios caseiros disponíveis, como no caso aqui compartilhado (Quadro 1).

Quadro 1 - Plano de Aula Prática: Escurecimento enzimático de frutas e hortaliças.

PLANO DE AULA	
Nome da escola	XX
Diretor(a)	XX
Turma	9º ano do Ensino Fundamental
Disciplinas/Campo de Experiência	Ciências
Tema	Transformações Químicas
Objetivos/Habilidades	- Investigar as mudanças físico-químicas da matéria e explicar essas transformações (escurecimento enzimático);

	- Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas; - Reduzir o desperdício e a produção de resíduos orgânicos.
Recursos/Materiais	- Livros didáticos, apostilas, e-books, vídeos, quadro de giz, computador, celular, internet.
Desenvolvimento/Procedimentos Metodológicos	
A aula será expositiva dialogada. Inicialmente, o tema do dia e os conteúdos teóricos abordados em aula serão introduzidos. O escurecimento que normalmente ocorre em frutas e hortaliças durante o processamento ou quando sofrem qualquer distúrbio, como descascamentos, cortes, amassamento, etc., é devido à ação das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) que reagem com seus substratos, os compostos fenólicos (monofenol e o-difenol), na presença de oxigênio (O₂) (MELO FILHO e VASCONCELOS, 2011). O produto inicial da oxidação é a quinona, que por sua vez, se condensa gerando pigmentos escuros denominados melaninas (Figura 1).  Figura 1. Reação de escurecimento enzimático. A cor é um dos atributos mais importantes em alimentos, pois o consumidor geralmente julga inicialmente a qualidade de um produto pela aparência (DUTCOSKY, 2019). Além disso, podem haver perdas de nutrientes, diminuição da vida útil e formação de sabor indesejável. Os ácidos são os agentes químicos mais usados como inibidores no controle do escurecimento enzimático. Eles têm a propriedade de baixar o pH e sabe-se que a atividade da polifenoloxidase pode ser inibida consideravelmente quando o pH do meio é baixo (menor que 3) (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2018). Os ácidos normalmente usados no processamento de alimentos estão entre aqueles de ocorrência natural: cítrico, fosfórico, málico e ascórbico. Assim, os estudantes serão orientados a proceder com a atividade prática em suas residências, de modo a evitar o desperdício de alimentos por escurecimento: adicionar suco de laranja ou limão (fontes de ácidos ascórbico e cítrico) a quaisquer das seguintes frutas: maçã, banana, pera ou abacate, e observar os efeitos após 1, 5, 15 e 30 minutos. Eles contarão, também, com auxílio do material audiovisual disponível em https://www.youtube.com/watch?v=Jiesd233TXY (CEUMA, 2020) para orientá-los nas observações e interpretação dos resultados e conclusões. O mesmo procedimento poderá ser realizado com hortaliças, tais como: batata inglesa, batata doce, cenoura, berinjela; porém utilizando vinagre como fonte natural de ácido acético. Assim, os estudantes poderão optar pelos ingredientes já presentes em suas residências. Ao final da aula, com intuito de fixar a fundamentação teórica, os alunos serão orientados a confeccionar um relatório da atividade prática desenvolvida em suas residências e encaminhar ou entregar o mesmo para a professora.	
Avaliação	
Acreditando que o processo avaliativo se dá como um todo e acontece processualmente no decorrer das aulas, nesta, valorizaremos o interesse e a participação dos alunos, através de suas contribuições, com exemplos, correlações e questionamentos, bem como sua pontualidade. A realização da referida aula prática pelo aluno será avaliada através da confecção de Relatório de Aula Prática. Os itens obrigatórios do relatório serão: Capa; Introdução (com breve referencial teórico e objetivo da atividade prática); Material e Métodos (descrição dos materiais e reagentes (ingredientes); descrição dos procedimentos experimentais); Resultados e Discussão (resultados alcançados (ilustrados com imagens), discussão das observações experimentais); Conclusões e Referências Bibliográficas consultadas.	
Referências	
CEUMA.	Escurecimento enzimático. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Jiesd233TXY Acesso em 28 Mar. 2023.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2018.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 5. ed. Curitiba: PucPress, 2019.

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011.

No Quadro 1 é apresentado o Plano de Aula Prática desenvolvido para o 9º ano do Ensino Fundamental, porém, pode ser adaptado para demais turmas, tais como: de Ensino Médio e Técnico, até mesmo de Ensino Superior, haja vista que é uma forma simples, rápida, barata e lúdica de estimular o desenvolvimento da habilidade de analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, bem como o consumo consciente, a redução do desperdício e da produção de resíduos orgânicos.

4 CONCLUSÃO

Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as gerações estão expostas, considerando os aspectos físicos, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde de qualidade e o bem-estar para todos, possibilitando que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum, foram norteadores na definição dos Objetivos e dos Procedimentos metodológicos adotados neste Plano de Aula.

Assim, além da redução na produção de resíduos orgânicos e do desperdício, se fomenta a maximização dos rendimentos nas preparações caseiras, adicionando fontes naturais de ácidos (como os agentes antioxidantes utilizados: ácidos cítrico, ascórbico e acético) às frutas e hortaliças propensas ao escurecimento enzimático. Ainda ocorre, de maneira indireta, o incentivo à indústria a incorporar essas fontes naturais em seus processamentos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação - MEC. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf Acesso em: 01 de março de 2023.

CEUMA. **Escurecimento enzimático**. 2020.

Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Jiesd233TXY> Acesso em 28 Mar. 2023.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2018.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 5. ed. Curitiba: PucPress, 2019.

FONTES, L. C. B.; SIVI, T. C.; RAMOS, K. K.; QUEIROZ, F. P. C. Efeito de Antioxidantes na Prevenção de Escurecimento Enzimático de Batata-doce (*Ipomoea batatas*) e Inhame (*Dioscorea spp.*). **Publicatio UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 15, n. 3, p. 167-174, 2009. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/exatas/article/view/967/1921> Acesso em 02 Mar. 2023.

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011.

SILVA, M. V.; ROSA, C. I. L. F.; VILAS BOAS, E. V. B. Conceitos e Métodos de Controle do Escurecimento Enzimático no Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 83-96, 2009.

SOUZA, A. F.; LEÃO, M. F. Análises dos Métodos Mais Eficientes na Inibição do Escurecimento Enzimático em Frutas e Hortaliças. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 117-125, 2012. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3585> Acesso em 03 Mar. 2023.