

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC TRAJANO CAMARGO**

3º MTEC PI QUÍMICA

**HEITOR DE CARVALHO CORREA
LIVYA OLIVEIRA DE SIQUEIRA
MATHEUS LEITE DE CAMARGO**

**PRODUÇÃO DE SNACKS DE BANANA POR MEIO DO MÉTODO DE
SECAGEM**

Prof.^a ORIENTADORA: GISLAINE AP. B. DELBIANCO

**Prof.^a COORIENTADORA: MARGARETE GALZERANO
FRANCESCATO**

LIMEIRA – SP

2025

Heitor de Carvalho Correa

Livya Oliveira de Siqueira

Matheus Leite de Camargo

PRODUÇÃO DE SNACKS DE BANANA POR MEIO DO MÉTODO DE SECAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da ETEC Trajano Camargo, orientado pela Prof.^a Gislaine Aparecida Delbianco, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Química.

Limeira – SP

2025

RESUMO

Este trabalho, desenvolvido pelos alunos da ETEC Trajano Camargo, tem como objetivo avaliar métodos de conservação de alimentos como alternativa ao uso de aditivos químicos, com enfoque em práticas que possam reduzir o consumo de ultraprocessados e incentivar a adoção de produtos mais naturais e saudáveis. O estudo concentrou-se na produção de chips de banana submetidos a diferentes técnicas de conservação, como desidratação em desidratador de bandejas, forno elétrico, fritadeira a ar (airfryer) e defumação. As amostras foram analisadas por meio de ensaios físico-químicos (pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e matéria seca), microbiológicos (bolores, leveduras, *Escherichia coli* e *Salmonella spp.*) e sensoriais (aparência, textura, crocância, aroma e sabor).

Palavras-chave: Aditivos alimentares. Desperdício. Métodos de conservação.

ABSTRACT

This project, developed by students from ETEC Trajano Camargo, aims to evaluate food preservation methods as an alternative to the use of chemical additives, focusing on practices that may reduce the consumption of ultra-processed products and promote the adoption of more natural and healthier options. The study focused on the production of banana chips subjected to different preservation techniques, such as tray dehydrator, electric oven, air fryer, and smoking. The samples were analyzed through physicochemical tests (pH, titratable acidity, total soluble solids, and dry matter), microbiological tests (molds, yeasts, Escherichia coli, and Salmonella spp.), and sensory evaluations (appearance, texture, crunchiness, aroma, and flavor).

Keywords: Preservation methods. Food additives. Waste.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	6
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3. INTRODUÇÃO TEÓRICA	11
3.1 Desperdício de alimentos	11
3.2 Conservação de alimentos	11
3.2.1 Métodos de Conservação por Calor	12
3.2.2 Métodos de Conservação por Secagem.....	12
3.2.3 Método de Conservação por Defumação	13
3.2.4 Métodos de Conservação por Resfriamento.....	14
3.3 Propriedades dos Alimentos	14
3.3.1 Propriedades Organolépticas.....	14
3.3.2 Propriedades Reológicas.....	15
3.3.2.1 Propriedades Reológicas na Indústria Alimentícia	16
3.3.3 Reação de Escurecimento de Carboidratos.....	17
3.4 Alimentos Ultraprocessados	18
3.4.1 Consumo de Alimentos Ultraprocessados no Brasil e no Mundo	18
3.4.2 Legislações e Normas Bolachas Ultraprocessados.....	19
3.5 Snacks	20
3.5.1 Parâmetros microbiológicos e físico-químicos para conservação de snacks	21
3.6 Aditivos	22
3.6.1 Corantes	24
3.6.2 Edulcorantes.....	25
3.6.3 Conservantes.....	25
3.6.4 Aromatizantes e Flavorizantes	25
3.6.5 Estabilizantes.....	26
3.6.6 Acidulantes	26
3.6.7 Espessantes.....	27
3.6.8 Antioxidantes.....	27
3.6.9 Umectantes e Antiumectantes	28

3.6.10 Espumíferos e Antiespumíferos.....	28
3.6.11 Clarificantes	29
3.6.12 Coadjuvantes	30
3.7 Banana	31
3.7.1 Composição Nutricional	31
3.7.2 Comparativo entre Nanica e Prata	31
3.7.3 Benefícios para a Saúde	32
4. MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 Coleta de Amostras e Preparos Prévios aos Processos	33
4.2 Desidratação com Forno Elétrico	34
4.3 Desidratação com Desidratador de Bandejas.....	34
4.4 Desidratação em <i>Air Fryer</i>	34
4.5 Defumação	35
4.6 Análise Sensorial.....	35
5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	37
5.1 Coleta de Amostras e Preparos Prévios aos Processos	37
5.2 Desidratação com Forno Elétrico	38
5.3 Desidratação com Desidratador de Bandejas.....	39
5.4 Desidratação em <i>Air Fryer</i>	40
5.5 Defumação	41
5.6 Análise Sensorial.....	42
6. COSIDERACÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da USP aponta que, na última década, o consumo de ultraprocessados aumentou em 5,5%. A pesquisa também descobriu que 20% das calorias consumidas pelos brasileiros são provenientes de ultraprocessados (ESTANISLAU, 2023).

Os produtos ultraprocessados não são saudáveis nem sustentáveis, e ainda tendem a afetar negativamente a cultura e a vida social”, destaca a professora do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina). Pesquisas científicas têm mostrado que padrões alimentares com base em produtos ultraprocessados estão relacionados ao risco aumentado de ganho de peso, diabetes, hipertensão (e outras doenças cardiovasculares), depressão, alguns tipos de câncer, mortes prematuras, entre outros (INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2023).

Alimentos ultraprocessados são muito conhecidos por serem atraentes, práticos e de baixo custo. Infelizmente, esses alimentos são desbalanceados nutricionalmente e, de acordo com o Ministério da Saúde, geralmente, são ricos em gorduras, açúcares ou sódio, que contribuem para o desenvolvimento de problemas de saúde (SANTOS, 2025).

Na sociedade industrial moderna, a rotina alimentar diária de um indivíduo pode ser dividida e classificada entre refeições e *snacks*. O termo “refeição” se refere aos 3 momentos principais da alimentação em um dia, sendo eles: o café da manhã, almoço e jantar. Já os “*snacks*”, – traduzido para o português como “lanches” – são os demais alimentos e bebidas consumidos fora do contexto dessas 3 refeições principais (QUALIMENTOS JR, 2025).

Muitos dos snacks consumidos atualmente possuem um alto teor calórico, baixa quantidade de micronutrientes (como vitaminas C, A, E e D; cálcio, potássio, ferro e magnésio), além de contribuir para o aumento do colesterol. Entretanto, são esses lanches que grande parte dos consumidores apreciam por trazerem um bom gosto e desejo momentâneo ao serem ingeridos (QUALIMENTOS JR, 2025).

É possível que muitos alimentos já existentes possam ser modificados para atender esse público-alvo que vem aumentando cada vez mais, ou até mesmo a criação a partir da inovação de produtos diferenciados que tenham como objetivo serem práticos para que possam ser consumidos em qualquer lugar a qualquer hora, e, ao mesmo tempo, trazendo uma qualidade nutricional maior, além de serem saborosos (QUALIMENTOS JR, 2025).

Com a larga produção de alimentos impulsionada pelas indústrias, a conservação de alimentos incluindo o uso de conservantes tornou-se um ponto importante para evitar doenças alimentares, desperdício dos alimentos e prejuízo financeiro (SILVA, 2019).

Os conservantes são substâncias químicas (naturais ou sintéticas) que podem ser considerados como aditivos, pois o único propósito do grupo é conservar o produto, protegendo-o de fungos, leveduras e quaisquer outros tipos de organismos, e até mesmo de reações químicas que possam tornar o alimento impróprio para o consumo (ECYCLE, 2025).

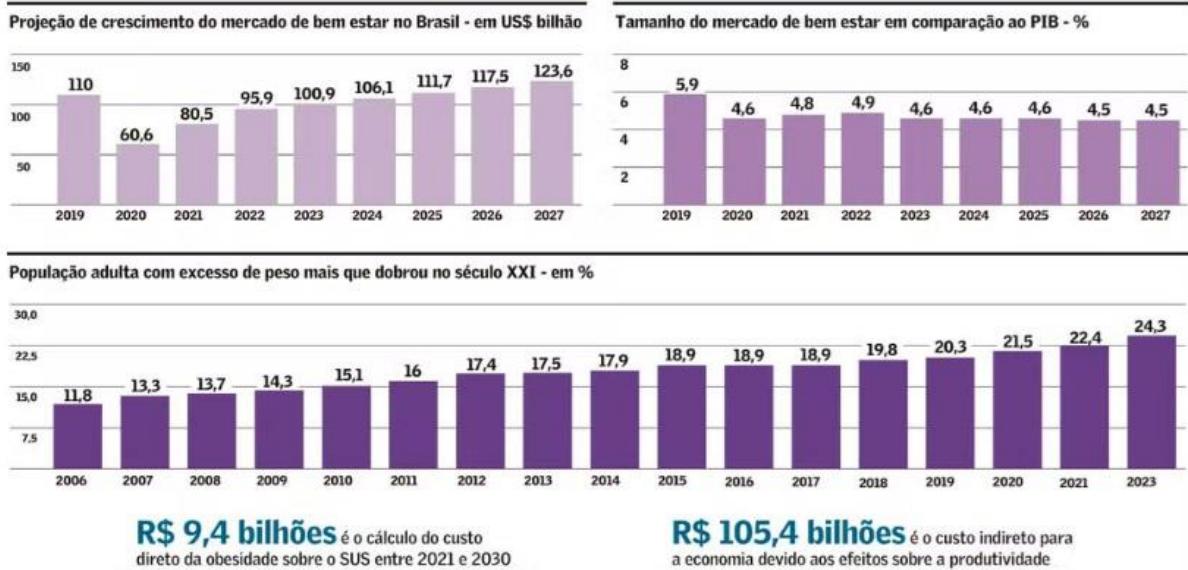
Em uma entrevista com a ACAD Brasil (2025), Giovanna Massulo aponta que, apesar do crescimento expressivo do mercado fitness no país, há várias razões que explicam por que a população, no geral, está mais propensa a ter problemas de saúde por causa da obesidade do que desfrutar dos benefícios de um estilo de vida saudável. “Uma delas é a questão da acessibilidade. Os alimentos ultraprocessados têm um custo melhor, enquanto a alimentação natural, com alimentos frescos, tem um custo maior. A maioria das famílias brasileiras acaba optando pelos ultraprocessados”, diz.

De acordo com ACAD Brasil (2025), o levantamento da Ponto Map, agência de análise e inteligência de dados, o mercado de bem-estar no Brasil movimentou US\$ 95,5 bilhões (R\$ 489 bilhões) em 2022, de acordo com dados do Global Wellness Institute e do Fundo Monetário Internacional (FMI), sendo o 12º maior mercado do mundo e com uma projeção de US\$ 127 bilhões para 2027. Contudo, quando analisado em relação ao PIB do Brasil, a projeção de crescimento é praticamente zero (Figura 1).

Figura 1: Levantamento de dados comparativo do mercado do bem-estar com o PIB do Brasil em 2022

Contraste

Atividade física ganha espaço na vida social, mas não reverte aumento da obesidade



Fontes: Global Wellness Institute, FMI, Ponto Map, Pesquisa Vigilância de Fatores de Risco de Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigite) do Ministério da Saúde e Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

Fonte: ACAD BRASIL, 2025.

Segundo Nações Unidas Brasil (2022), a estimativa da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a América Latina desperdiça 127 milhões de toneladas de alimentos ao ano, o equivalente a 97 bilhões de dólares. Em termos de calorias perdidas ou desperdiçadas, as perdas e desperdício correspondem a 15% dos alimentos disponíveis para consumo humano na América Latina. 28% dessas calorias são perdidas ou desperdiçadas na fase de produção, outros 28% na fase de consumo, 22% no manuseio e armazenamento, 17% na distribuição e comercialização e 6% na fase de processamento.

De acordo com uma entrevista para G1 (2021), a doutora em engenharia de produção Camila Moraes, autora da pesquisa sobre as principais causas de desperdício de alimentos no Brasil, comenta que um dos fatores que impulsiona o desperdício é o fato das pessoas quererem um alimento sempre em perfeito estado, além da falta de comunicação entre produtores e supermercados, manuseio incorreto e padrões rígidos de aparência de alimentos estarem entre as causas.

O conceito do ‘*best before*’ (de preferência ‘antes de’), como é chamado o movimento de estender prazos de validade, já é praticado nos EUA, União Europeia, Reino Unido e Canadá. Nesses países, alguns produtos possuem duas datas de

validade. A primeira indica que até aquele dia o alimento tem todas as características asseguradas para o consumo. A segunda data aponta que o alimento está seguro para o consumo, mesmo que algumas das características, garantidas até a primeira data de validade, não sejam mais as mesmas (crocância, aroma, textura e sabor) (ABRAS BRASIL, 2022).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Testar métodos de conservação de alimentos, a fim de analisar a viabilidade de seus processos, sua eficácia e sua aceitação, buscando assim minimizar o uso dos aditivos químicos convencionais e evitar o desperdício.

2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar de forma aprofundada sobre os métodos a serem testados e analisados;
- Estudar os diferentes métodos de conservação de alimentos como a secagem, desidratação, defumação e congelação;
- Curadoria dos métodos estudados durante as pesquisas;
- Cotação de valores para desenvolvimento dos protótipos;
- Aplicação das técnicas estudadas em pesquisas;
- Desenvolvimento de protótipos;
- Participação em feiras internas e externas;
- Estudar tipos e usos de aditivos químicos convencionais;
- Minimizar o desperdício de alimentos;
- Dar origem a um produto semelhante a snacks ou biscoitos saudáveis.

3. INTRODUÇÃO TEÓRICA

3.1 Desperdício de Alimentos

O desperdício de alimentos é um problema global que atinge toda a cadeia produtiva, desde a produção no campo até o consumo final (EMBRAPA, 2021). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (*FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS*, 2013), cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados anualmente no mundo, o que representa aproximadamente um terço da produção global destinada ao consumo humano.

No Brasil, o cenário não é menos preocupante. Estima-se que mais de 27 milhões de toneladas de alimentos sejam desperdiçados por ano, o suficiente para alimentar cerca de 13 milhões de pessoas (EMBRAPA, 2021). As principais causas desse desperdício incluem falhas logísticas, armazenamento inadequado, excesso de produção, padrões estéticos rigorosos para comercialização e, no âmbito doméstico, o despreparo dos consumidores quanto ao planejamento e conservação dos alimentos (SOUZA et al., 2019).

Além do impacto social, o desperdício de alimentos acarreta sérios prejuízos ambientais e econômicos. Do ponto de vista ambiental, representa a perda de recursos naturais como água, solo e energia, além da emissão desnecessária de gases do efeito estufa durante a produção e descarte de alimentos não consumidos (*FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS*, 2015). Já sob o viés econômico, estima-se que o custo global do desperdício de alimentos ultrapasse os US\$ 940 bilhões por ano (*FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS*, 2014).

3.2 Conservação de Alimentos

Os humanos sempre preservaram os alimentos de modo a mantê-los comestíveis durante o máximo de tempo possível. É evidente que os mecanismos utilizados hoje são bastante diferentes dos utilizados no passado, embora o conhecimento dos nossos antepassados tenha lançado as bases de tudo o que conhecemos hoje. Existem muitos métodos de conservação de alimentos para retardar a sua deterioração, para evitar intoxicações alimentares e para prolongar a sua vida útil (TERRA FOOD TECH, 2024).

De acordo com Campbell-Platt (2015), alguns dos métodos de conservação de alimentos se baseiam no tratamento térmico, como nos processos de branqueamento e pasteurização, outros na adição de aditivos alimentares. Uma alternativa é pelo controle da atividade de água por meio de solutos e secagens, além do processo de conservação por baixa temperatura, onde são utilizados métodos como o congelamento e temperaturas subambientes.

3.2.1 Métodos de Conservação por Calor

A conservação de alimentos pelo calor é realizada para reduzir microrganismos e bactérias indesejáveis nos produtos. Dessa forma aumentando a vida útil do produto, para que fique mais tempo estocado em boas condições de consumo. De modo geral, o método de conservação de alimentos pelo calor é uma prática que evita as alterações microbianas, enzimáticas, químicas e físicas, o que resulta em um alimento mais durável (CETRO, 2019).

Segundo Engeali (2024), os métodos pela aplicação de calor consistem em submeter o alimento a temperaturas mais altas com o objetivo de eliminar formas vegetativas dos micro-organismos e inativar enzimas responsáveis pela degradação do alimento. São eles:

- Pasteurização: método que submete o alimento a temperaturas inferiores a 100° C, que visam a eliminação das formas vegetativas microbianas. Geralmente aplicado em um curto período e alta temperatura submetido a posterior resfriamento (UHT). EX: indústria do leite;
- Branqueamento: método utilizado com o objetivo de submeter o alimento a uma fonte de calor durante certo período para inativação de enzimas.

3.2.2 Métodos de Conservação por Secagem

Alguns métodos de secagens que consistem na remoção total ou parcial da água presente em um alimento, e conservação pela utilização de embalagens e emprego de irradiação (ENGEALI, 2024):

- Desidratação: temperatura, correntes de ar e umidade são devidamente controladas;
- Liofilização: processo de desidratação em que a temperatura e pressão controladas a água a -40° C passa diretamente do estado sólido para o vapor;

- Atmosfera Modificada: retarda a proliferação de micro-organismos através da mudança da atmosfera existente dentro da própria embalagem seja por vácuo, utilização de gases ou mistura de gases. O uso da atmosfera modificada ajuda a prolongar a vida útil dos alimentos que, por consequência, toleram maiores níveis de dióxido de carbono e baixos níveis de oxigênio.

Outra forma é a instantaneização que retira quase toda a atividade de água através de um processo de condução de calor e adição de substâncias dispersantes. Isso faz com que o volume do alimento diminua consideravelmente, o que torna esse produto alimentar mais prático no momento de transporte, armazenamento e aumenta muito o tempo de prateleira. Com essa técnica a indústria produz leite em pó, café solúvel, sopas, gelatinas, pó para pudins e com a adição de líquido são recompostos rapidamente (CANDIDO et al., 2006).

Todos os processos de secagem estão sujeitos a alterar fatores sensoriais e nutricionais do produto. Essas perdas podem ser por evaporação de nutrientes hidrossolúveis, concentrações de outros nutrientes por cada unidade de peso, alteração de cor, aroma, cristalização de açúcares e aparecimento de rancidez (CANDIDO et al., 2006).

3.2.3 Método de Conservação por Defumação

O processo de defumação se dá pela exposição de produtos à fumaça produzida pela combustão incompleta de determinadas madeiras, tais como o carvalho, a bétula, o mogno e a nogueira, no decorrer do processamento. Este processo tem o objetivo de desenvolver sabor e aromas específicos e de melhorar o efeito conservante. O método mais utilizado é a câmara de defumação, com a queima lenta da serragem úmida, sem produzir chama. A densidade de fumaça determina o tempo pelo qual o produto deve ser defumado para atingir o grau desejado de defumação (NASSU, 2021).

De acordo com Candido (et al., 2006), com esse processo os alimentos perdem água, retardam a oxidação das gorduras e as proteínas coagulam, o que faz com que a camada exterior do alimento se torne mais ressecada, diminuindo o crescimento microbiano. Atualmente as indústrias utilizam a fumaça líquida (solução aquosa ou oleosa de componentes da fumaça) e a defumação a frio ou quente (em estufas). Normalmente é realizada em conjunto com a salga, a cura, a fermentação e outros processos para melhor conservação do produto.

3.2.4 Métodos de Conservação por Resfriamento

O frio dificulta a reprodução e ação dos micro-organismos e das enzimas, promovendo assim a conservação dos alimentos. O resfriamento é um processo de conservação de alimentos a curto prazo, já o congelamento, a longo prazo. Portanto, dependendo da temperatura que seja utilizada no processo, o frio aplicado ao alimento causa inibição total ou somente parcial dos principais agentes responsáveis pela alteração dos alimentos (SILVA, 2019).

Os processos por meio do resfriamento são aplicados em conjunto com outros métodos e visam controlar o desenvolvimento microbiano e enzimático ao submeter os alimentos a baixas temperaturas (ENGEALI, 2024):

- Refrigeração: submete o alimento a temperaturas de 0 a 7º C, ocasionando uma conservação a curto prazo.
- Congelamento: submete o alimento a temperaturas inferiores a 0º C, ocasionando a formação de cristais de gelo e consequente imobilidade enzimática e microbiana por parte da água. Este, por sua vez, é um método de conservação a longo prazo.

3.3 Propriedades dos Alimentos

3.3.1 Propriedades Organolépticas

Chamam-se propriedades organolépticas às características dos materiais que podem ser percebidas pelos sentidos humanos, como a cor, o brilho, a luz, o odor, a textura, o som e o sabor. Estas propriedades são importantes em marketing, mas principalmente na avaliação do estado de conservação de alimentos, que frequentemente são sujeitos a um exame organoléptico para verificar se estão em boas condições para o consumo (BARUFALDI, 2019a).

Quando se trata de qualidade no âmbito alimentício, a análise sensorial é de grande importância por avaliar a aceitabilidade mercadológica e a qualidade do produto. A análise sensorial é definida como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (BARUFALDI, 2019a).

O processamento, industrial ou culinário, de um alimento, pode afetar suas propriedades organolépticas por provocar alterações em substâncias responsáveis por essas características. A redução da concentração, a destruição, a desnaturação ou a

modificação física e química dos componentes do alimento são, na maioria das vezes, irreversíveis. Logo, para que essas propriedades possam ser recuperadas, faz-se necessária a utilização de substâncias que propiciem o ressurgimento dessas características organolépticas (PINELI; CHIARELLO, 2015).

Muitas substâncias são incorporadas a alimentos com propósitos funcionais. Em muitos casos, esses ingredientes estão naturalmente presentes, todavia, quando usados em alimentos processados, recebem o nome de aditivos. Do ponto de vista regulatório, cada aditivo alimentar precisa exercer uma função útil ou aceitável nos produtos para justificar seu uso (PINELI; CHIARELLO, 2015).

3.3.2 Propriedades Reológicas

A reologia é a ciência que estuda as deformações e o escoamento da matéria quando submetida a tensões externas, abrangendo tanto fluidos quanto sólidos que exibem comportamentos intermediários (SOARES; DEOCLECIO, 2024; IFBA, 2022).

As Principais Propriedades Reológicas são:

1. Viscosidade: a viscosidade pode ser newtoniana, quando é constante e independente da taxa de deformação, ou não-newtoniana, quando varia conforme a taxa de cisalhamento. Exemplos: fluidos pseudoplásticos (viscosidade diminui conforme o cisalhamento aumenta), plásticos de *Bingham* (requerem uma tensão mínima para fluir) e fluidos dilatantes (viscosidade aumenta com o cisalhamento) (IFBA, 2022; ULISBOA, 2024).
2. Viscoelasticidade: materiais viscoelásticos combinam características de fluidos viscosos (dissipaçāo de energia) e sólidos elásticos (armazenamento de energia). Esse comportamento se manifesta por fenômenos como histerese, relaxamento de tensão e fluênciā (MODERN PHYSICS, 2025).
3. Dependência de Tempo e Estrutura Interna: materiais podem apresentar tixotropia, onde a viscosidade diminui com cisalhamento contínuo e se recupera após cessar o cisalhamento—comportamento relevante em alimentos como sorvetes e molhos (MODERN PHYSICS, 2025).
4. Influência da Temperatura: a viscosidade geralmente diminui com o aumento da temperatura. A relação é descrita pela equação de *Arrhenius*, muito usada na modelagem de processos industriais (ANTON PAAR, 2025).

Segundo Anton Paar (2025) e Scielo (2010), as propriedades reológicas são utilizadas na área de alimentos para previsão do comportamento durante o

processamento, controle de textura (cremosidade, suculência, suavidade) e estabilidade sensorial dos produtos, na área farmacêutica, conforme Reoterm (2020) e a Química dos Alimentos (2021), para garantir da textura e estabilidade de formulações como pomadas, colírios e suspensões e de acordo com BLOG TENNESSINE (2019) e a Química dos Alimentos (2021) na área de cosméticos para o Controle da fluidez, espalhabilidade e sensação ao toque de produtos como cremes e géis e segundo ABQ (2018) e REOTERM (2020) na área de lubrificantes para a avaliação sob condições extremas de cisalhamento e temperatura; otimização de desempenho em maquinário.

Para medi-la há dois equipamentos: o reômetro, equipamento que aplica tensão ou deformação controlada, medindo o fluxo ou a resposta viscoelástica. Ideal para estudar fluidos complexos e superfícies não-lineares (ANTON PAAR, s.d.) e o viscosímetro que mede viscosidade aparente por métodos mais simples, como escoamento capilar, sendo útil para medições rápidas (IFBA, 2022).

3.3.2.1 Propriedades Reológicas na Indústria Alimentícia

Reologia em alimentos tem extrema importância para a textura e qualidade sensorial onde a percepção de cremosidade, viscosidade e suculência de alimentos está fortemente relacionada às suas propriedades reológicas. Por exemplo, molhos e sopas devem manter uma viscosidade estável, enquanto chocolates e sorvetes precisam de fluidez controlada para garantir a sensação agradável ao consumidor (ANTON PAAR, s.d.; SCIELO, 2010).

- No processamento e fabricação em que o escoamento durante etapas como mistura, bombeamento, extrusão e envase depende do comportamento reológico. Produtos com comportamento pseudoplástico (como molhos e polpas) escoam mais facilmente sob agitação, facilitando o processamento (ULISBOA, 2024).
- Na estabilidade de produtos muitos alimentos são sistemas coloidais (suspensões, emulsões ou géis). O estudo reológico permite prever separações de fases, sedimentação ou sinérese, garantindo maior estabilidade durante o armazenamento (MODERN PHYSICS, 2025).
- No controle de qualidade como parâmetro para padronização de lotes, já que pequenas variações de viscosidade ou elasticidade podem indicar falhas de formulação ou processamento (IFBA, 2022).

Segundo IFBA (2022), na indústria alimentícia, as propriedades reológicas não são apenas parâmetros de controle de qualidade, mas também ferramentas de inovação. Ao manipular a reologia, é possível:

1. Desenvolver novos produtos funcionais, como bebidas enriquecidas e sobremesas com baixa caloria, ajustando viscosidade sem comprometer textura.
2. Otimizar processos industriais, reduzindo energia gasta em bombeamento e misturas
3. Diminuir desperdícios, garantindo consistência e estabilidade por mais tempo.

3.3.3 Reação de Escurecimento de Carboidratos

O escurecimento enzimático é um problema comum, principalmente em frutas e vegetais quando sofrem algum dano mecânico, como um corte, expondo seu tecido ao oxigênio e à ação de algumas enzimas, como a polifenoloxidase e a peroxidase. Essa exposição acarreta o escurecimento dos tecidos e consequentemente perda de qualidade. Em alguns casos o escurecimento enzimático pode ter início com o tecido vegetal intacto (OLIVEIRA, 2018).

Por ser um problema que afeta diretamente a qualidade e consequentemente a aceitação do produto por parte dos consumidores, é necessário a busca de processos que possam evitar ou retardar os efeitos do escurecimento enzimático. A reação de escurecimento enzimático em frutas, vegetais e seus derivados é um dos principais problemas na indústria de alimentos, assim avanços tecnológicos na conservação destes produtos, estimulam pesquisas para o controle deste escurecimento, consequentemente melhorando a qualidade e a conservação destes alimentos (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com Campbell-Platt (2015), existem três tipos de reações de escurecimento, sendo elas: oxidativo, ou enzimático, que é associada a batidas e decomposição, além da chamada polifenoloxidase (PPO) que age na presença de oxigênio, por meio de uma reação de hidroxilação do anel fenólico; a caramelização é a relacionada ao aquecimento direto do carboidrato, em particular açúcares e xaropes de açúcar, resulta na formação de ligações duplas que absorvem o comprimento de onda de luz, resultando em sabores diferentes; e a não oxidativa enzimática, também conhecida por *Maillard*, envolve nitrogênio para produção de N-glicosídeos, tendo cores do marrom avermelhado ao marrom escuro, além de se tratar de uma reação irreversível, onde é perdido alguns de seus compostos durante o processo.

3.4 Alimentos Ultraprocessados

Nas últimas décadas, os padrões alimentares da população global vêm passando por transformações significativas, impulsionadas pelo avanço da industrialização, pela urbanização e por mudanças no estilo de vida. Nesse contexto, observa-se o crescimento exponencial do consumo de alimentos ultraprocessados, que são formulações industriais à base de substâncias derivadas de alimentos, geralmente com alto teor de açúcares, gorduras, sal, aditivos químicos e baixo valor nutricional (MONTEIRO et al., 2019).

Segundo a classificação NOVA, desenvolvida por pesquisadores da Universidade de São Paulo, os ultraprocessados correspondem à quarta categoria de processamento e incluem produtos como refrigerantes, salgadinhos, bolachas recheadas, refeições prontas congeladas, cereais matinais e embutidos (MONTEIRO et al., 2011). Tais alimentos são formulados para serem altamente palatáveis, duráveis e convenientes, o que os torna amplamente acessíveis, especialmente em ambientes urbanos e em contextos de alimentação rápida (MONTEIRO et al., 2019).

O aumento do consumo desses produtos tem sido associado a diversos impactos negativos à saúde, como obesidade, diabetes tipo 2, hipertensão, doenças cardiovasculares e até certos tipos de câncer (LOUZA et al., 2021). Além disso, há crescente preocupação com os efeitos ambientais da cadeia produtiva dos ultraprocessados, como o uso intensivo de recursos naturais e a geração de resíduos industriais (MONTEIRO et al., 2019).

A disseminação dos alimentos ultraprocessados tem relação direta com a diminuição do consumo de alimentos frescos e minimamente processados, o que compromete a segurança alimentar e nutricional, além de favorecer a perda de práticas culturais relacionadas à alimentação tradicional (BRASIL, 2014).

3.4.1 Consumo de Alimentos Ultraprocessados no Brasil e no Mundo

O consumo de alimentos ultraprocessados tem aumentado significativamente em diversos países, refletindo mudanças nos padrões alimentares globais. Esses produtos, caracterizados por serem formulações industriais com aditivos e ingredientes de uso exclusivamente industrial, têm se tornado uma parcela substancial da dieta em várias nações (MONTEIRO et al., 2019).

No Brasil, observa-se uma tendência crescente no consumo de alimentos ultraprocessados. Dados indicam que aproximadamente 20% das calorias consumidas pela população brasileira provêm desses produtos. Entre 2008 e 2018, houve um aumento médio de 5,5% no consumo desses alimentos, com destaque para o crescimento entre populações tradicionalmente menos expostas, como moradores de áreas rurais e das regiões Norte e Nordeste (AGÊNCIA BRASIL, 2023a).

A pandemia de COVID-19 também influenciou os hábitos alimentares no país. Estudos apontam que, entre 2019 e 2021, houve um aumento no consumo de refrigerantes, biscoitos recheados, embutidos e refeições prontas, enquanto o consumo de frutas, hortaliças e sucos naturais diminuiu (AGÊNCIA BRASIL, 2023b).

As consequências desse padrão alimentar são preocupantes. Estima-se que o consumo de ultraprocessados esteja associado a cerca de 57 mil mortes prematuras por ano no Brasil, representando um impacto significativo na saúde pública (CNN BRASIL, 2022).

Em âmbito global, o consumo de alimentos ultraprocessados varia entre os países, mas apresenta uma tendência de aumento, especialmente em nações de alta renda. Nos Estados Unidos e no Reino Unido, por exemplo, esses produtos representam cerca de 57% e 56,8% da ingestão calórica total, respectivamente. No Canadá, a participação é de 46,8%, enquanto na Austrália chega a 42% (NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, 2023).

Em países de renda média e baixa, como o Brasil, México e Colômbia, os ultraprocessados correspondem a uma parcela menor da dieta, mas o consumo tem crescido rapidamente. No México, por exemplo, esses alimentos representam aproximadamente 30% da ingestão calórica total (NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, 2023).

Esse aumento global no consumo de ultraprocessados está associado a diversos problemas de saúde, incluindo obesidade, diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer. Além disso, estudos sugerem que o consumo excessivo desses produtos pode estar relacionado a um risco aumentado de morte prematura (NEW YORK POST, 2025).

3.4.2 Legislações e Normas Bolachas Ultraprocessados

Conforme a Instrução Normativa MAPA nº 60, de 23 de dezembro de 2019, que dispõe sobre padrões microbiológicos para alimentos, consta que para biscoitos, devem

apresentar ausência de *Salmonella* em 25g e limite máximo de 10^3 UFC/g para coliformes termotolerantes (MAPA, 2019, Anexo II).

De acordo com a Norma Técnica da ABNT NBR 16.750:2017 - Biscoitos - Especificações, o teor máximo de umidade permitido para biscoitos varia conforme o tipo, mas normalmente está em torno de, ‘para biscoitos secos, o teor máximo de umidade não deve ultrapassar 5% (ABNT, 2017, item 4.2).

A Resolução RDC nº 275/2002 da ANVISA, aplicável a todos os alimentos embalados, determina: “os alimentos devem atender aos requisitos de segurança microbiológica, qualidade físico-química e organoléptica, e somente poderão ser comercializados após cumprimento integral dessas normas.” (ANVISA, 2002, Art. 4º).

Resolução RDC nº 12/2001 (ANVISA) continua sendo a base para padrões microbiológicos gerais para alimentos, incluindo limites para micro-organismos indicadores e patogênicos.

Os alimentos devem atender aos padrões microbiológicos constantes na Resolução, que indica os limites máximos para coliformes termotolerantes, *Salmonella*, *Staphylococcus coagulase positiva*, entre outros (ANVISA, 2001, Art. 3º).

Instrução Normativa MAPA nº 62/2011 estabelece critérios para a realização de análises microbiológicas para controle de qualidade em produtos alimentícios, incluindo métodos e periodicidade: “A determinação da vida útil dos produtos deverá considerar os resultados das análises microbiológicas, bem como características físico-químicas e sensoriais.” (MAPA, 2011, Art. 5º).

Manual de Controle Integrado de Qualidade em Alimentos (MAPA) este documento técnico orienta os fabricantes sobre o controle microbiológico e definição da vida de prateleira, recomendando testes acelerados e monitoramento contínuo.

O estabelecimento deve garantir que o produto comercializado mantenha suas características de qualidade e segurança durante todo o prazo de validade declarado, baseado em estudos microbiológicos e físico-químicos (MAPA, 2020, seção 4.2).

3.5 Snacks

Segundo Fernandes (2021) e Oliveira e Silva (2020), o crescimento do mercado de alimentos voltados ao público fitness está relacionado à busca por conveniência, saúde e desempenho físico, o que impulsiona o consumo de produtos como snacks prontos para consumo.

De acordo com Oliveira e Silva (2020), esses produtos são especialmente populares entre praticantes de atividade física, que os consomem antes ou depois do

treino como forma de otimizar o desempenho e a recuperação muscular: “o crescimento do mercado de snacks fitness está diretamente relacionado ao aumento da busca por produtos que ofereçam benefícios nutricionais, como maior teor proteico, menor quantidade de açúcares e gorduras, além de ingredientes naturais”.

Santos et al. (2019) ressaltam que esses snacks são desenvolvidos para fornecer energia rápida e promover saciedade, características essenciais para atletas e praticantes de exercícios intensos. Além disso, observa-se uma tendência de reformulação desses alimentos para reduzir o uso de aditivos artificiais, corantes e conservantes, atendendo à demanda por produtos mais “limpos” e transparentes quanto à composição.

O apelo saudável desses produtos também contribui para sua inserção em um novo padrão de consumo. Segundo Fernandes (2021), a popularidade dos *snacks* fitness não se restringe a academias e ambientes esportivos, mas atinge também indivíduos que buscam conveniência no dia a dia, sem renunciar a um perfil nutricional mais adequado.

A nível global, a *Euromonitor International* (2023) reporta que o mercado de *snacks* saudáveis cresce a uma taxa anual de cerca de 6%, com destaque para os produtos proteicos, livres de glúten, lactose, e enriquecidos com fibras, colágeno e vitaminas. No Brasil, esse comportamento também se reflete no aumento das vendas. A Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA, 2022) aponta um crescimento de 15% no segmento de *snacks* saudáveis nos últimos cinco anos, impulsionado pela diversificação de produtos e maior acesso à informação nutricional por parte dos consumidores.

3.5.1 Parâmetros Microbiológicos e Físico-químicos para Conservação de Snacks

A segurança dos alimentos é um componente essencial da qualidade e deve ser assegurada em todas as etapas da cadeia produtiva, sendo a formulação e o controle microbiológico aspectos fundamentais para garantir a inocuidade e a vida de prateleira dos produtos (BRASIL, 2020). A formulação de alimentos industrializados deve considerar parâmetros como atividade de água, pH e teor de umidade, os quais influenciam diretamente na estabilidade físico-química e microbiológica do produto durante seu armazenamento” (SILVA; GERMANO, 2015, p. 94).

A ANVISA orienta que os fabricantes “são responsáveis por realizar avaliações periódicas quanto à adequação do processo para atendimento aos padrões e

determinar a frequência das análises, assegurando que, durante todo o prazo de validade, os alimentos cumpram os padrões microbiológicos estabelecidos" (ANVISA, 2020).

A Resolução RDC nº 331/2019 da ANVISA estabelece os padrões microbiológicos de segurança e higiene para os alimentos prontos para o consumo humano, com o objetivo de proteger a saúde da população. Essa norma define os critérios que devem ser atendidos até o último dia de validade do produto, considerando micro-organismos patogênicos como *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (BRASIL, 2019a).

A Instrução Normativa nº 60/2019, que complementa a RDC nº 331/2019, apresenta as listas de alimentos e seus respectivos padrões microbiológicos, indicando, por exemplo, que "produtos de panificação e biscoitos devem estar ausentes de *Salmonella spp.* em 25g e conter no máximo 10² UFC/g de *Staphylococcus coagulase positiva* em amostras prontas para consumo" (BRASIL, 2019b).

Além disso, o controle do teor de umidade é outro fator essencial para garantir a estabilidade e segurança dos snacks. A Resolução RDC nº 726/2022 estabelece que: "Os produtos de vegetais secos ou desidratados que não sejam embalados a vácuo ou em atmosfera modificada devem possuir, no máximo, 12% de umidade" (BRASIL, 2022). Isso se aplica especialmente a snacks como chips vegetais, grãos tostados e similares.

No que se refere à contaminação por substâncias tóxicas naturais, a Resolução RDC nº 487/2021, junto da Instrução Normativa nº 88/2021, determina os "limites máximos tolerados de contaminantes em alimentos". Especificamente, afirma-se que "os níveis máximos de aflatoxinas (B1, B2, G1, G2) em cereais e produtos de cereais, exceto milho e derivados, devem ser de até 5 µg/kg" (BRASIL, 2021a; BRASIL, 2021b).

Segundo Wojslaw (2022), "*Staphylococcus aureus* pode crescer em alimentos com atividade de água mínima de 0,83", indicando que produtos com atividade de água (Aw) inferior a esse valor apresentam menor risco de contaminação.

3.6 Aditivos

Os aditivos alimentares são ingredientes adicionados de forma intencional ao alimento com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais. São ingredientes que desempenham funções como antioxidante, corante, espessante, regulador de acidez e emulsificante. O uso de aditivos deve ser limitado a

alimentos específicos, em condições específicas e no menor nível necessário para alcançar o efeito desejado (BRASIL, 2021).

A legislação brasileira é positiva e, assim, um aditivo ou coadjuvante somente pode ser utilizado quando constar da legislação para a categoria de alimento, em suas respectivas funções e limites máximos. A legislação vigente é a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC - n. 778/2023 e a Instrução Normativa - IN - n. 211/2023 e está sujeita à atualização, de acordo com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, sempre com vistas à proteção da saúde da população (BRASIL, 2024).

Em concordância com Evangelista (1994), O uso de aditivos no Brasil, foi regulamentado pelo decreto nº 55.871 de março de 1965 e atualizado pelo decreto nº 63.526 de 4 de março de 1968, sendo dividido em três categorias, naturais: obtidos por processos extractivos. Ex: Óleo de cravo da Índia; semissintéticos: Obtidos de substâncias naturais. Ex: Vanilina de safrol; sintéticos: Obtidos em laboratórios. Além de poder enquadrar em dois grupos, sendo eles:

- Intencionais: propositalmente se agregam aos alimentos devido seu processamento, sendo divididos em optativos, como corantes e edulcorantes, e obrigatórios, que são os espessantes e umectantes, por exemplo.
- Incidentais: Substâncias residuais ou migradas, encontradas nos alimentos. São originados geralmente dos produtos utilizados na pulverização de vegetais e frutas, não aplicados em dosagens adequadas. Podem ser citados: Hidróxido de cálcio - utilizado na refinação do açúcar de cana -, inseticidas como o DDT (dicloro-difenil-tricloro etano) e o metoxicloro.

Contudo, segundo o órgão Anvisa (2024), a definição de aditivos intencionais que está no Decreto 55871, de 26/03/65 e do Decreto-Lei 986, de 21/10/69 não está mais sendo utilizada, sendo substituída pela definição de contaminantes que consta do item 1.4 da Portaria SVS/MS 540, de 27/10/97.

As classes de aditivos são reunidas em diferentes grupos de acordo com a função que desempenham nos produtos: corantes, aromatizantes e flavorizantes, conservadores, antioxidante, estabilizante, espessante, edulcorante, umectante, antiumectante e acidulantes. Os aditivos espumíferos, antiespumíferos e clarificantes são denominados coadjuvantes tecnológicos, pois auxiliam em diferentes etapas do processo tecnológico e não estão presentes no produto (TORREZAN, 2021).

As preocupações com os aditivos, geralmente se fixam em seus graus de toxidez, esquecendo-se que eles, como agentes complexos que são e por isso detentores de diferentes ações, podem suscitar problemas. Estes estão ligados: ao incorreto emprego do aditivo, à falta de padronização internacional de seu uso e aos malefícios que podem causar à saúde humana (EVANGELISTA, 1994).

Para que um aditivo alimentar ou coadjuvante de tecnologia seja aprovado no Brasil são consideradas referências internacionalmente reconhecidas, como o *Codex Alimentarius*, a União Europeia e, de forma complementar, a *U.S. Food and Drug Administration – FDA*. Esse critério é estabelecido pela legislação brasileira – RDC 778/2023 – e pelo MERCOSUL – GMC/RES. N° 52/98 (BRASIL, 2024).

De acordo com as RDC 843/2024 e IN 281/2024, os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia estão dispensados da obrigatoriedade de registro na Anvisa. As empresas ficam apenas responsáveis em apresentar comunicado de início de fabricação junto ao órgão de vigilância sanitária onde está localizada a empresa, conforme procedimentos definidos na RDC 843/2024. Importa destacar que tais regulamentos isentam de necessidade de regularização no SNVS os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia elaborados conforme normas e que sejam usados exclusivamente na produção de alimentos industrializados (BRASIL, 2024).

3.6.1 Corantes

De acordo com eCycle (2024), a Resolução CNNPA n 44, de 1997 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, do Ministério da Saúde, os corantes são classificados como:

- Corante orgânico natural: Aquele obtido a partir de vegetal, ou eventualmente, de animal, cujo princípio corante tenha sido isolado com o emprego de processo tecnológico adequado.
- Corante orgânico sintético: Aquele obtido por síntese orgânica mediante o emprego de processo tecnológico adequado.
- Corante artificial: É o corante orgânico sintético não encontrado em produtos naturais.
- Corante inorgânico: Aquele obtido a partir de substâncias minerais e submetido a processos de elaboração e purificação adequados a seu emprego em alimento.

3.6.2 Edulcorantes

Os edulcorantes são aditivos alimentares definidos pela Anvisa como "substâncias diferentes dos açúcares que conferem sabor doce ao alimento". Eles são popularmente conhecidos como adoçantes e podem ser compostos por substâncias orgânicas naturais ou sintetizadas em laboratório (IDEC, 2023).

Em conformidade com *Lightsweet* (2022), os edulcorantes naturais são extraídos de frutas, vegetais ou cereais e modificados quimicamente para obter ou intensificar o seu dulçor. Já os edulcorantes artificiais são produzidos em laboratório, como:

- A Sacarina que adoça 300 vezes mais do que o açúcar;
- O Ciclamato é 30 a 40 vezes mais doce que o açúcar comum;
- O Aspartame, adoça 180 vezes mais do que o açúcar;
- Acesulfame-K, que adoça de 180 a 200 vezes mais do que o açúcar.

3.6.3 Conservantes

Eles garantem vida extra aos produtos. “Os conservantes impedem principalmente a contaminação de micro-organismos, capazes de causar danos ao nosso corpo”, resume a nutricionista e doutora em ciência e tecnologia dos alimentos Ana Carolina Conti, da Universidade Estadual Paulista, em São José do Rio Preto (MANARINI, 2019).

Desse time, dois integrantes preocupam: o nitrato e o nitrito, encontrados em embutidos. Há fortes suspeitas de um elo entre eles e um maior risco de desenvolver câncer de estômago e de intestino (MANARINI, 2019).

3.6.4 Aromatizantes e Flavorizantes

Os aromas inerentes aos alimentos são, normalmente, sensíveis e voláteis. Então, durante a fabricação de um produto — sobretudo quando a temperatura é elevada —, o cheiro, tão crucial para instigar o apetite, pode se perder. Daí a necessidade de recorrer à turma dos aromatizantes, que, usada na dose certa, não oferece riscos à saúde (MANARINI, 2019).

Segundo Activia (2024), os aromatizantes podem ser classificados entre naturais e artificiais. Os artificiais se dividem entre idênticos ao natural e sintéticos. Apesar dessa classificação, todos são seguros para consumo humano.

- Aromas naturais: Os aromatizantes naturais são obtidos a partir de matérias-primas naturais, conforme explica documento sobre o assunto da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Este tipo de aroma é o mais natural existente no mercado, mas também o mais caro de se obter.
- Aromas idênticos aos naturais: Os aromas idênticos aos naturais conferem exatamente o mesmo sabor da fruta em questão, por exemplo o morango. São moléculas criadas e desenvolvidas para replicar, de forma idêntica, a matéria prima original.
- Aromas artificiais: Os aromas artificiais, por sua vez, são desenvolvidos por processos e não usam como base a matéria prima original, como por exemplo o morango. Este tipo de aroma é geralmente utilizado por suas propriedades aromáticas, que são diferentes da versão encontrado na natureza.

3.6.5 Estabilizantes

De acordo com Barufaldi (2019b) o ágar ou a pectina (utilizada em compotas), conferem aos alimentos texturas mais firmes. Não sendo verdadeiros emulsionantes, ajudam a estabilizar as emulsões. Os espessantes aumentam a viscosidade dos alimentos sem alterarem significativamente as suas restantes propriedades. Já os gelificantes como as carragenas, atuam no alimento para que este adquira a consistência de um gel. Em uma dieta líquida espessada, o amido de milho em contato com o pH ácido do estômago forma um gel e assim torna mais lento o esvaziamento do alimento no estômago e evita refluxo.

Segundo Manarini (2019), são representantes da classe:

- Amido quimicamente modificado
- Alginatos
- Goma xantana
- Caseína
- Goma guar

3.6.6 Acidulantes

Os acidulantes são utilizados de acordo com Valsechi (2001), para complementar o sabor dos alimentos processados com a acidez da fruta que dá nome ao produto e para servir como conservantes e antioxidantes (BARUFALDI, 2019b).

Os acidulantes mais comuns são os ácidos orgânicos idênticos aos encontrados nas frutas. Pode-se citar como exemplos o ácido málico, que está presente na maçã, o ácido tartárico, na uva, e o ácido cítrico, existente na laranja e no limão (BARUFALDI, 2019b).

O ácido fosfórico, presente em bebidas à base de cola, vira e mexe é criticado por um possível prejuízo à saúde óssea. “Existe esse indício mesmo. Mas são necessários mais estudos para confirmar a relação”, pondera Juliany. “Na concentração usada, não há perigo”, garante Vialta (MANARINI, 2019).

A engenheira de alimentos Fabiana Chebel, coordenadora do Grupo de Aditivos da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres (Abiad), acrescenta que há substâncias que podem servir de acidulantes em uma matriz alimentar e, em outra, ganhar nova finalidade, como a de antioxidante (MANARINI, 2019).

3.6.7 Espessantes

Segundo Nestlé *Health Science* (2021), os chamados agentes espessantes têm o objetivo de modificar a textura e o espessamento dos alimentos, a fim de diminuir a velocidade do fluxo e permitir mais tempo para o fechamento das vias aéreas.

É uma classe de aditivos que inclui gomas (polissacarídeos que formam soluções viscosas na presença de água), pectina ou celulose (componentes do esqueleto intracelular de tecidos vegetais, como do bagaço de frutas cítricas) quimicamente modificada, geralmente utilizados em geleias, sorvetes, sobremesas, maionese, pães, produtos derivados de carne e achocolatados e bebidas; muitas vezes são utilizados como substitutos de gordura (FORC, 2024).

3.6.8 Antioxidantes

Eles são substâncias que têm a capacidade de proteger as células contra os efeitos dos radicais livres produzidos pelo organismo. Eles também podem favorecer o aumento da imunidade e a prevenção de doenças como artrite reumatoide, alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares e relacionadas ao envelhecimento, como o Alzheimer, entre outras (FUSCO, 2019).

Entram basicamente em produtos ricos em gorduras insaturadas, como os óleos vegetais e tudo que for preparado à base deles — maionese e molhos para salada estão na lista. Itens com castanhas, nozes, amêndoas e companhia provavelmente

exigem antioxidantes, já que também concentram esse tipo de gordura (MANARINI, 2019).

3.6.9 Umectantes e Antiumectantes

Os umectantes são amplamente utilizados na indústria de alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos para manter a umidade e a textura adequada dos produtos. Eles são adicionados a alimentos como pães, bolos, sorvetes e produtos de panificação, evitando o ressecamento e prolongando a vida útil dos produtos (DEFENDI, 2024a).

Conforme citado em iFope Educacional (2020), alguns exemplos de umectantes são:

- Polióis propileno glicol;
- Glicerol;
- Sorbitol;
- Lactato de sódio.

Os antiumectantes são aditivos alimentares que se dão muito bem com a água, por serem higroscópicos. Devido a essa característica, eles são adicionados aos produtos com o objetivo de reduzir a absorção de umidade, permitindo a preservação da crocância e desidratação por períodos mais longos (NATURAL, 2022).

Conforme EJEC (2020), entre os exemplos de antiumectantes estão:

- Dióxido de silício (antiumectante mais utilizado);
- Carbonato de cálcio;
- Alumínio silicato de sódio.

3.6.10 Espumíferos e Antiespumíferos

Consoante com Evangelista (1994), espumíferos são substâncias adicionadas aos produtos com o propósito de gerar espumas estáveis e tornar duradouras as que já se encontravam no alimento, isso, modificando a tensão superficial dos produtos.

A utilização dos espumíferos nos produtos alimentícios é feita sob normas de controle pois vários deles contêm saponitas, de natureza tóxica, sendo empregado principalmente em cervejas e molhos (EVANGELISTA, 1994).

Os antiespumíferos, conforme Fragali (2014), são substâncias que modificam a tensão superficial dos alimentos. Evitam a formação de espuma em alimento durante seu processamento. Ex: óleos especiais e compostos sintéticos (silicone).

3.6.11 Clarificantes

O clarificante é uma substância utilizada no processo de clarificação de líquidos, como água, sucos, vinhos e cervejas. Sua principal função é remover impurezas e partículas em suspensão, deixando o líquido mais transparente e limpo. Essas impurezas podem ser compostas por sedimentos, proteínas, leveduras, entre outros elementos que podem afetar a aparência e a qualidade do produto (DEFENDI, 2024b).

De acordo com Meneguci (2024), estes são alguns dos insumos mais comuns utilizados nesse processo:

- Clara de Ovo: Uma das proteínas mais utilizadas pelos produtores, ela reage com as partículas em suspensão formando flocos que ajudam a remoção dos sólidos;
- Bentonita: Um tipo de argila coloidal. Suas propriedades absorventes ajudam a remover partículas indesejadas, tornando o vinho mais límpido;
- Gelatina: Uma proteína animal comum usada como agente clarificante. Ela é particularmente eficaz na remoção de taninos e outros componentes que podem causar turbidez;
- Caseína: Essa proteína está presente no leite e pode ser utilizada como agente clarificante. Semelhante à clara de ovo, ela forma flocos que auxiliam na sedimentação;
- Carvão Ativado: Conhecido por sua capacidade de adsorver impurezas na remoção de cor e de compostos indesejados;
- Filtros: Materiais filtrantes, por exemplo, papel, placas de celulose, ou membranas especiais, podem ser utilizados em processos de filtração. Isso é comum em vinícolas mais modernas;
- Dióxido de Enxofre: Além de suas propriedades antioxidantes, o já conhecido sulfito é um agente clarificador que atua na coagulação de partículas;
- Enzimas: Enzimas específicas podem ser utilizadas para quebrar proteínas, pectinas e outros componentes, facilitando a remoção de sedimentos;
- Farinha Fóssil: Conhecida como diatomácea, este é um material sedimentar composto por diatomáceas fossilizadas que são organismos

aquáticos microscópios. Conhecida por suas propriedades porosas e abrasiva é ideal na etapa de clarificação dos vinhos.

3.6.12 Coadjuntores

De acordo com a Portaria SVS n. 540/1997, Coadjuvante de Tecnologia de Fabricação é toda substância que não se consome por si só como ingrediente alimentar e que se emprega intencionalmente na elaboração de matérias-primas, alimentos ou seus ingredientes, para obter uma finalidade tecnológica durante o tratamento ou fabricação. Esta deverá ser eliminada do alimento ou inativada, podendo admitir-se no produto a presença de traços de substância, ou seus derivados (SOUZA, 2022).

Vários ingredientes são considerados coadjuvantes, por proporcionarem aos alimentos, melhores padrões organoléticos. Estando entre os principais o açúcar, condimentos (ervas e especiarias) e o sal (EVANGELISTA, 1994).

Existe um embate a respeito de aditivos e coadjuvantes, uma vez que possuem finalidades muito semelhantes, contudo, em conformidade com Evangelista (1994), esses têm sido alguns argumentos utilizados visando determinar as diferenças entre ambos:

- Os coadjuvantes não desempenham integralmente as funções dos aditivos em sua ação melhoradora e sim reforçam essa ação melhoradora, transmitindo aos alimentos melhores condições de atração e de palatabilidade;
- Integrados nos alimentos os aditivos neles remanescem e os coadjuvantes não; por tal fato quando adicionados, os aditivos são dosáveis nos alimentos e os coadjuvantes não;
- Os coadjuvantes ao contrário do que ocorre com os aditivos, estão dispensados de registros obrigatórios nos rótulos dos produtos;
- Aditivos e coadjuvantes se distinguem em relação às suas propriedades nutritivas; os aditivos em geral são destituídos destas propriedades enquanto os coadjuvantes as possuem, como acontece com o açúcar, a glicose, sacarose, amido, manteiga etc.

3.7 Banana

A banana teve origem no Sudeste Asiático, evoluindo a partir das espécies selvagens *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*. A maioria das cultivares comestíveis

modernas resultou dessas espécies, em combinações como AA, AAB, ABB, entre outras, por meio de hibridização e mutações como partenocarpia (AGROLINK, 2025).

A banana é possivelmente a fruta mais consumida no Brasil e no mundo. A banana-da-terra, por exemplo, não converte completamente o amido em açúcar ao amadurecer, por isso tem sabor mais amargo e firme (REDDIT, usuário relatando dados segundo Embrapa, 2019).

As principais variedades consumidas no Brasil incluem: nanica, prata, da-terra (plátano), maçã e ouro (SÓ NUTRIÇÃO, 2008-2025; ENSIN-E, 2023). A banana nanica tem polpa doce e casca fina, enquanto a prata apresenta casca mais espessa e polpa com textura firme (SÓ NUTRIÇÃO, 2008-2025). A banana maçã é doce e suave, a ouro é menor e de polpa adocicada, e a da-terra é maior, mais firme, geralmente usada cozida ou frita (SÓ NUTRIÇÃO, 2008-2025).

3.7.1 Composição Nutricional

A tabela TACO também fornece valores semelhantes para a banana prata: 98 kcal, 26,0 g de carboidrato, 1,3 g de proteína, 0,1 g de gordura, 2,0 g de fibra, 358 mg de potássio, 21,6 mg de vitamina C, entre outros (SOLUFITION, 2025).

Já Fala DaNutri traz a tabela nutricional com 100 g de banana prata apresentando: 107 kcal, 25,9 g de carboidrato, 1,1 g de proteína, 2,0 g de fibras, 21,6 mg de vitamina C e informação sobre a presença de triptofano (FALA DA NUTRI, 2025).

3.7.2 Comparativo entre Nanica e Prata

A banana nanica e a prata têm composições muito semelhantes, com diferenças sutis: a nanica tem cerca de 92 kcal (23,8 g de carboidrato, 1,4 g de proteína, 376 mg de potássio, 5,9 mg de vitamina C), enquanto a prata apresenta cerca de 98 kcal (26,0 g de carboidrato, 1,3 g de proteína, 358 mg de potássio, 21,6 mg de vitamina C) — ou seja, a prata tem mais vitamina C, enquanto a nanica supera em potássio (FRUTAS FAVA, 2023).

3.7.3 Benefícios para a Saúde

Além de ser uma excelente fonte de energia rápida e fibras, a banana é especialmente rica em potássio e magnésio, nutrientes fundamentais para: regular a pressão arterial e contrair músculos adequadamente eliminar o excesso de sódio e evitar cãibras musculares (G1, 2024).

Ainda atua na regulação intestinal, ajudando tanto na constipação quanto na diarreia, melhora do humor pela presença de triptofano e magnésio, além de fortalecer o sistema digestivo e cardiovascular (G1, 2024).

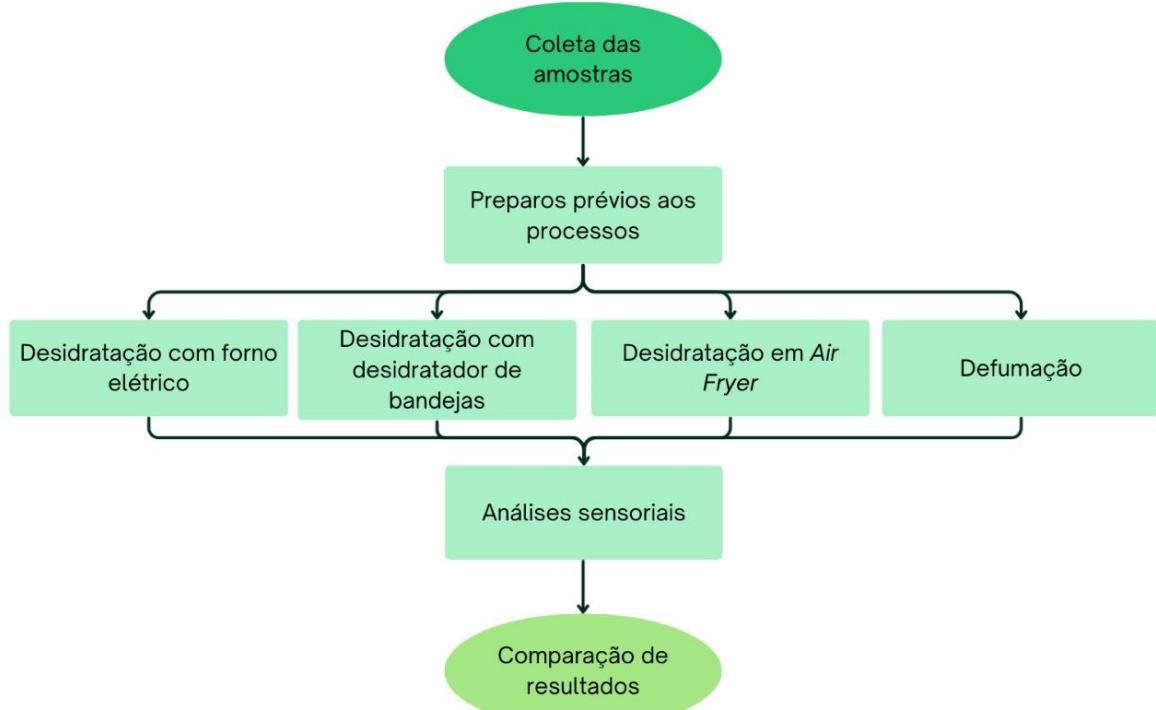
Segundo Fala DaNutri, a banana também contém triptofano, precursor de serotonina e melatonina, podendo influenciar positivamente na qualidade do sono (FALA DA NUTRI, 2025).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido com base nas contribuições de Sonia M. C. Celestino com a Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, “Princípios de Secagem de Alimentos”, de 2010 e de Gisele F. M. Nunes, Christiano P. Guirlanda, Alexia L. C. Silva e Lucas B. Pena com o CEFET-MG (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais) 2023, sob o tema “Desidratação de Alimentos – Reduzindo o Desperdício de Alimentos: Técnicas desidratação com *Air Fryer*”.

As práticas aqui retratadas serão executadas nos laboratórios da ETEC Trajano Camargo, sob a supervisão dos professores orientadores, conforme o fluxograma abaixo (figura 2).

Figura 2: Fluxograma de etapas práticas.



Fonte: Os autores, 2025.

4.1 Coleta de Amostras e Preparos Prévios aos Processos

As amostras utilizadas foram bananas verdes adquiridas em supermercados convencionais da cidade de Limeira, São Paulo.

Antes do início de cada processo, fez-se necessária a higienização dos analitos. Esta foi feita de acordo com o rótulo da água sanitária utilizada, 15mL de água sanitária dissolvidos em 1L de água da torneira. As bananas foram mergulhadas, com

casca, na solução por 15 minutos, passaram por enxágue em água corrente e foram secos em papel.

4.2 Desidratação com Forno Elétrico

Para realização desse método foi utilizado um Forno Elétrico. O grupo utilizou 2 bananas sem cascas e fatiadas em discos a uma espessura de, aproximadamente, 3mm para fazer uma batelada no equipamento.

As amostras foram levadas para o aquecimento a 70°C por cerca de 5 horas e meia, tempo que foi testado pelos participantes, até atingir um percentual de massa pós secagem, considerado aceitável pela legislação vigente.

Depois do processo de desidratação, as amostras foram armazenadas em um recipiente estéril, de maneira a isolá-las o máximo possível do ambiente externo para posterior análise.

4.3 Desidratação com Desidratador de Bandejas

Para realização desse método foi utilizado um Desidratador de Bandeja. O grupo utilizou 2 bananas sem cascas e fatiadas em discos a uma espessura de, aproximadamente, 3mm para fazer uma batelada no equipamento.

As amostras foram levadas para o aquecimento a 70°C por cerca de 5 horas e meia, tempo que foi testado pelos participantes, até atingir um percentual de massa pós secagem, considerado aceitável pela legislação vigente.

Depois do processo de desidratação, as amostras foram armazenadas em um recipiente estéril, de maneira a isolá-las o máximo possível do ambiente externo para posterior análise.

4.4 Desidratação em *Air Fryer*

Para realização desse método foi utilizado uma *Air Fryer*. O grupo utilizou 2 bananas sem cascas e fatiadas em discos a uma espessura de, aproximadamente, 3mm para fazer uma batelada no equipamento.

As amostras foram levadas para o aquecimento a 70°C por cerca de 3 horas e meia, tempo que foi testado pelos participantes, até atingir um percentual de massa pós secagem, considerado aceitável pela legislação vigente.

Depois do processo de desidratação, as amostras foram armazenadas em um recipiente estéril, de maneira a isolá-las o máximo possível do ambiente externo para posterior análise.

4.5 Defumação

Para realização desse método foi utilizado um Defumador Industrial. O grupo utilizou 3 bananas sem cascas e fatiadas em discos a uma espessura de, aproximadamente, 3mm para fazer uma batelada no equipamento.

As frutas foram postas em uma forma de silicone em cima da grelha suspensa do defumador e expostas à fumaça resultante da queima de cavacos de madeira de laranjeira por 3 horas e meia, a uma temperatura entre 60 e 90°C.

Após isso, as amostras foram armazenadas em um recipiente estéril, de maneira a isolá-las o máximo possível do ambiente externo para posterior análise.

4.6 Análise Sensorial

Para a análise sensorial, foram conduzidos testes sensoriais utilizando voluntariado de familiares dos participantes do grupo. Durante cada teste os participantes analisaram características como: aparência, textura, aroma e sabor, ao mesmo tempo que davam notas de 1 a 10 de forma a representar a opinião sobre a característica analisada, e ao final o voluntário tinha a liberdade de fazer, ou não, comentários a respeito de aspectos que não foram abordados nas características mencionadas. Todas as notas e comentários feitos pelos voluntários foram registrados na ficha da figura 3.

Figura 3: Ficha utilizada na Análise sensorial

Fonte: Os autores, 2025.

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 Coleta de Amostras e Preparos Prévios aos Processos

As amostras utilizadas foram bananas verdosas adquiridas em supermercados convencionais da cidade de Limeira, São Paulo.

Como descrito no procedimento teórico encontrado no capítulo 4, a higienização prévia aos procedimentos é de grande importância, pois permitem maior segurança com as amostras e utensílios, além de cooperar para a ética de boas práticas de laboratório.

As amostras coletadas também foram higienizadas, como descrito nos procedimentos. As bananas não foram cortadas até o momento da utilização das mesmas nos aparelhos, então não é possível relatar se houve alguma alteração à qualidade das amostras entre sua compra e sua utilização prática. Porém, como o tempo entre tais ações foi muito curto, é possível assumir que não houve Iterações nas características das amostras.

Para posicionar as amostras nos aparelhos, foram utilizadas formas de silicone, como demonstro na figura 4. O uso das formas foi feito pois, em bateladas anteriores, as amostras grudavam na grelha fazendo com que durante a remoção ao final no processo, a maioria se quebrasse.

Figura 4: Amostras posicionadas nas bandejas.



Fonte: Os autores, 2025.

5.2 Desidratação com Forno Elétrico

O forno elétrico foi o primeiro aparelho utilizado pelo grupo a partir de uma recomendação de um antigo professor da matéria de PQI (Processos Químicos Industriais). O motivo da recomendação se deve ao forno seguir os princípios de secagem, com o fim de eliminar água de um alimento.

Como observado na figura 6, pode-se notar que o teste deu errado pelo fato de ser utilizado com altas temperaturas (no caso, 180°C) nos primeiros minutos (como relatado na tabela 2), a fim de acelerar a secagem, o que ocasionou a reação de Maillard nas amostras (reação estudada no capítulo 3), e por recomendação da professora coorientadora, a temperatura foi reduzida para 70°C por conta de ser o mesmo valor utilizado no equipamento desidratador de bandejas, além de ser a temperatura recomendada em seu manual.

O equipamento foi utilizado posteriormente no dia seguinte, com uma tentativa de testar temperaturas mais baixas. Porém, a alteração às características das amostras já havia ocorrido por causa da temperatura elevada no dia anterior, tornando assim a amostra irrelevante para análises futuras.

As amostras utilizadas no forno elétrico ficaram pouco mais escuras do que desejado, o que interferiu de certa maneira na opinião dos avaliadores, que será discutido posteriormente neste mesmo capítulo. Pode-se observar o resultado das amostras em:

Figura 5: Amostras após secagem no forno elétrico.



Fonte: Os autores, 2025.

As informações citadas acima, além das citadas posteriormente neste trabalho podem ser encontradas nas Tabelas 1 e 2, apresentadas a seguir, contendo as

informações sobre temperatura, tempo, peso das amostras, porcentagem de umidade e períodos de utilização.

Tabela 1: Dados referentes as aulas práticas de TCC

EQUIPAMENTO/DATA	11/08	12/08	13/08	14/08
FORNO ELÉTRICO	P(i)= 10g T= 180°C t= 15min T= 50°C t= 1h	Continuação: T= 70-80°C t= 5h P(f)= 3g	-	-
AIR FRYER	-	P(i)=10g T=70°C t= 2h20	Continuação: T=70°C t= 1h P(f)= 2,7g	-
DESIDRATADOR	-	P(i)= 161g T= 70°C t= 5h40min P(f)= 31g	-	-
DEFUMADOR	-	P(i)= 8,815g T= 75°C t= 2h20min P(f)= 2,739g Fim da Batelada 1 (B1)	Continuação B1 para Batelada 2 (B2): T= 75°C (B2): T= 75°C Fim da Batelada 1 (B1) t= 1h30min	Continuação (B2): T= 75°C t= 4h P(f)= 1,877g

Fonte: Os autores, 2025.

Tabela 2: Percentual de massa final obtido em decorrência do tempo de cada equipamento testado

EQUIPAMENTO	MASSA PERDIDA	MASSA FINAL	TEMPO GASTO
AIR FRYER	73%	27%	3h 20min
DEFUMADOR B1	72%	28%	2h 20min
DEFUMADOR B2	78,7%	21,30%	7h 50min
DESIDRATADOR	80,75%	19,25%	5h 40min
FORNO ELÉTRICO	70%	30%	6h 15min

Fonte: Os autores, 2025.

5.3 Desidratação com Desidratador de Bandejas

Com a coleta de resultados das amostras utilizadas no forno elétrico, a preparação das amostras pôde ser executada com mais precisão e eficiência. Tendo o procedimento mais elaborado, o grupo optou por utilizar o desidratador de bandejas, que, como o nome sugere, seria um ótimo concorrente para a tarefa desejada.

As amostras foram pesadas e submetidas a uma temperatura de 70°C por aproximadamente seis horas, resultando em uma perda significativa de peso, com aproximadamente 20% da massa original. Após algum tempo, as amostras foram colocadas no desidratador de bandejas por mais uma hora e meia, resultando em mais uma perda de massa, dessa vez bem menor, chegando assim no resultado final da amostra, como demonstra a figura a seguir:

Figura 6: Amostras após desidratação no desidratador.



Fonte: Os autores, 2025.

As amostras coletadas após a desidratação pelo desidratador de bandejas obteve um dos melhores resultados obtidos pelo grupo. Elas apresentaram ótima aparência, uma boa textura e um sabor agradável. Porém, o tempo levado para atingir tais resultados foi o maior problema, pois era muito demorado em comparação a outros métodos de conservação, o que tornou este método inviável ao longo prazo.

Os dados em relação a temperatura, peso das amostras, umidade perdida e demais podem ser encontrados nas tabelas 1 e 2 .

5.4 Desidratação em *Air Fryer*

As amostras foram desidratadas na *air fryer* em paralelo à desidratação feita no desidratador de bandejas, já que ambos os aparelhos apresentaram funções semelhantes um ao outro. Porém, as amostras designadas a *air fryer* apresentaram os melhores resultados se comparados aos outros aparelhos.

As amostras foram cortadas em rodelas para serem diferenciadas dos padrões de corte utilizadas nas outras amostras. Outro motivo pelo padrão selecionado é que

ele se assemelha ao de salgadinhos encontrados em mercados convencionais, o que foi utilizado para dar um sentido de familiaridade à amostra.

As amostras também foram submetidas a uma temperatura de 70°C, e como previamente citado, apresentou resultados agradáveis e próximos aos desejados pelo grupo. A aparência, a textura, o aroma e sabor se demonstraram excelentes de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo grupo, e tudo isso foi atingido em um curto período, como pode ser observado na tabela 2. Por isso, o aparelho foi adotado como sendo o principal meio para a produção das amostras.

Figura 7: Amostras após desidratação na *air fryer*.



Fonte: Os autores, 2025.

O aparelho *Air Fryer* contou com quatro repetições totais, sendo as primeiras duas como uma maneira de testar a eficiência do aparelho e o tempo necessário para a produção das amostras, enquanto as outras duas últimas foram utilizadas para a produção final das amostras utilizadas na análise sensorial, que será discutida posteriormente.

5.5 Defumação

O defumador também foi utilizado em paralelo com o desidratador de bandejas e a *air fryer*. As amostras foram submetidas ao calor das fumaças do defumador por um período muito prolongado, aproximado a oito horas de trabalho total, contando com uma temperatura variada entre 60°C a 100°C, já que tanto a temperatura ambiente quanto a constante renovação de combustível orgânico interferiam a temperatura do meio.

O desidratador apresentou resultados interessantes para o estudo desse método de conservação.

De acordo com a reação, a coloração mais caramelizada das amostras resultantes desse método de conservação se dá não pela reação de Maillard, mas sim pela oxidação ocorrida pela reação com as fumaças do combustível orgânico, fazendo assim com que as amostras apresentem uma coloração diferenciada em relação às demais amostras, como apresenta a figura 8.

Figura 8: Amostras após defumação.



Fonte: Os autores, 2025.

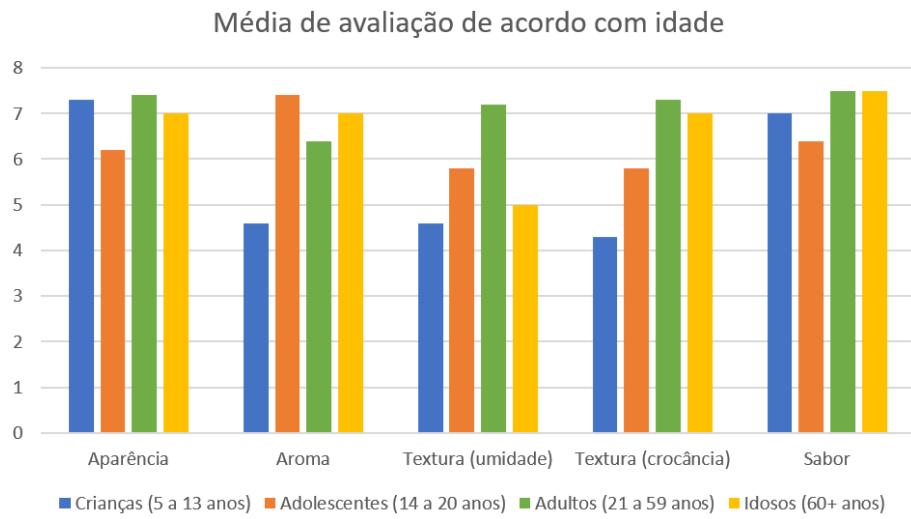
Pelo fato de ter sido utilizado madeira como combustível, os aspectos organolépticos foram levemente alterados na hora da análise sensorial, já que as características químicas da madeira são levemente mantidas nas fumaças.

5.6 Análise Sensorial

As amostras, após prontas para o consumo, foram separadas em conjuntos de três unidades por embalagem plástica, somando 20 embalagens, que foram distribuídas para os membros do grupo, que por sua vez, realizaram os ensaios sensoriais com amigos e parentes. Os analistas foram orientados a descrever suas opiniões sobre as amostras seguindo um roteiro, além de anotar suas ideias sobre como tornar o produto melhor. O roteiro utilizado foi apresentado previamente na figura 3, encontrada no capítulo 4.

Os resultados foram coletados e separados em um gráfico (figura 9) e na tabela 3, respectivamente apresentados a seguir:

Figura 9: Análise comparatória, de acordo com a idade de cada participante e os aspectos do teste sensorial anotados pelos participantes, das amostras feitas pela *Air Fryer*



Fonte: Os autores, 2025.

Tabela 3: Aceitação do produto oferecido pelo equipamento *Air Fryer* de acordo com a idade de cada participante.

IDADE	NÃO GOSTARAM	NEUTRO	GOSTARAM
5 A 13 ANOS	---	1	2
14 A 20 ANOS	2	2	1
21 A 59 ANOS	1	4	5
60+ ANOS	---	----	1

Fonte: Os autores, 2025.

De acordo com os resultados obtidos na figura 9, as crianças foram as que apresentaram maior interesse nas amostras, pois, de acordo com elas, eram bem doces e de fácil consumo, apesar de avaliarem o resto das características da amostra com uma opinião negativa. Enquanto isso, os adultos foram mais neutros em relação a todas as características da amostra, apesar de citarem em suas análises que não comprariam o produto caso fosse vendido.

Os adolescentes se apresentaram mais interessados no aroma das amostras. Porém, não demonstraram interesse nas demais características. Por fim, os idosos apresentaram bastante interesse no sabor, contudo permaneceram neutros com o resto dos aspectos analisados.

Além dos aspectos já mencionados, havia um espaço para comentários, onde um foi mais frequente entre todos os voluntários, nele diziam ao grupo que apesar da amostra possuir o sabor muito similar a banana que consomem diariamente, o fato dela grudar muito nos dentes durante o consumo, tornou desconfortável o consumo, ao

mastigá-la por um tempo prolongado. A provável causa essa situação é a caramelização da frutose durante o processo, situação já pesquisada no capítulo 3 desse projeto. Até o vigente momento os participantes não sabem como contornar essa situação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente projeto foi desenvolvido a partir de um problema central observado na sociedade atual: o consumo crescente de alimentos ultraprocessados e o alto índice de desperdício de alimentos, especialmente frutas. Esses fatores justificam a busca por métodos de conservação mais naturais, que reduzam perdas e ofereçam alternativas saudáveis ao consumidor.

Os resultados obtidos ao longo do estudo permitiram avaliar a eficiência de diferentes técnicas de secagem na produção de snacks de banana, analisando fatores como aparência, aroma, textura, sabor, tempo de processamento e possíveis reações químicas envolvidas.

Durante a realização dos experimentos, alguns problemas foram evidenciados. O forno elétrico apresentou escurecimento acentuado devido à reação de Maillard, gerando aroma e coloração indesejáveis e tornando o método inviável para o objetivo proposto. O desidratador de bandejas, embora tenha proporcionado boa qualidade sensorial, mostrou-se limitado pelo tempo excessivamente prolongado de operação. Já a air fryer se destacou como o método mais eficiente, produzindo amostras com melhor aceitação, menor tempo de preparo e qualidade sensorial satisfatória, ainda que alguns avaliadores tenham relatado aderência do snack aos dentes, possivelmente resultante da caramelização da frutose. A defumação, apesar de conferir características próprias às amostras, teve sua eficiência comprometida pelo tempo prolongado e pelas alterações intensas no aroma e sabor.

Considerando os objetivos propostos — analisar diferentes métodos de conservação, comparar seus resultados, avaliar a aceitação sensorial e compreender suas limitações — conclui-se que a *air fryer* apresentou o melhor equilíbrio entre eficiência, praticidade e qualidade final do produto. No entanto, cada método contribuiu de forma significativa para a compreensão dos processos envolvidos na secagem de frutas e permitiu relacionar as técnicas estudadas com o problema inicial do projeto: a necessidade de alternativas naturais e acessíveis que reduzam o desperdício e ofereçam opções mais saudáveis em substituição aos ultraprocessados.

Assim, este estudo mostra que a conservação por secagem é uma estratégia viável e promissora, porém requer ajustes e aprimoramentos para alcançar resultados ainda melhores. Pesquisas futuras podem explorar pré-tratamentos, ajustes de temperatura e variações no corte e preparo da fruta, além de expansão da variedade

de snacks explorando o uso de outras frutas e até mesmo legumes, ampliando as possibilidades de produção e melhorando a aceitação sensorial do produto.

REFERÊNCIAS:

ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019:** Padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 2019.

ABQ – Associação Brasileira de Química. **Controle reológico em processos industriais.** Anais do Congresso Brasileiro de Química, 2018. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2018/trabalhos/10/1638-26582.html>. Acesso em: 2 set. 2025.

ABRAS, 2022. **Supermercadistas pedem adoção do "best before" para reduzir o desperdício e combater a fome.** Disponível em <https://www.abras.com.br/clipping/redes-de-supermercados/111221/supermercadistas-pedem-adocao-do-best-before-para-reduzir-o-desperdicio-e-combater-a-fome>. Acesso em: 24 abril 2025.

ACAD. **Brasil vive contraste entre avanço de mercado fitness e da obesidade.** Disponível em <https://acadbrasil.com.br/pagina-informativo/brasil-vive-contraste-entre-avanco-de-mercado-fitness-e-da-obesidade/>. Acesso em: 24 abril 2025.

ACTIVIA, 2024. **Aromas naturais ou sintético:** Entenda a diferença entre eles nos iogurtes. Disponível em <https://www.activiadanson.com.br/aromas-naturais-ou-sinteticos-entenda-diferenca-entre-eles-nos/>. Acesso em: 05 Set 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001:** Estabelece padrões microbiológicos para alimentos e matérias-primas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 jan. 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019:** Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332145>. Acesso em: 20 maio 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Instrução Normativa nº 88, de 26 de abril de 2021:** Estabelece os limites máximos tolerados de contaminantes em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019:** Dispõe sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332126>. Acesso em: 20 maio 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 487, de 28 de abril de 2021:** Dispõe sobre os limites máximos tolerados de contaminantes em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 726, de 1º de julho de 2022: Dispõe sobre os requisitos sanitários dos produtos de vegetais secos ou desidratados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 jul. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/novas-regras-para-vegetais-desidratados>. Acesso em: 20 maio 2025.

AGROLINK. Origem e evolução da bananeira. 2025. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/hortifruti/informacoes-da-cultura/informacoes-gerais/origem-e-evolucao-da-bananeira_438529.html. Acesso em: 28 ago. 2025.

ANTON PAAR. Investigação reológica de alimentos. Disponível em: <https://wiki.anton-paar.com/br-pt/fundamentos-da-reologia/investigacao-reologica-de-alimentos/>. Acesso em: 2 set. 2025.

ANVISA, 2024. O que é aditivo alimentar e para que serve. Disponível em https://antigo.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=417464&_101_type=content&_101_groupId=33916&_101_urlTitle=aditivos-alimentares&inheritRedirect=true#footer. Acesso em: 05 Set 2024.

ANVISA. Critérios de segurança e higiene para alimentos. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/veja-o-faq-sobre-padroes-microbiologicos-de-alimentos>. Acesso em: 20 maio 2025.

A QUÍMICA DOS ALIMENTOS. O que é reologia. 2021. Disponível em: <https://aquinicadosalimentos.com.br/glossario/o-que-e-reologia/>. Acesso em: 2 set. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS (ABIA). Relatório setorial 2022. São Paulo: ABIA, 2022. Disponível em: <https://abia.org.br>. Acesso em: 20 maio 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16750:2017 - Biscoitos — Especificações. Rio de Janeiro, 2017.

BARUFALDI, Mauricio. Frutas, propriedades e características organolépticas e os benefícios das frutas cítricas. LinkedIn, 2019a. Disponível em <https://pt.linkedin.com/pulse/frutas-propriedades-e-caracteristicas-organolepticas-os-barufaldi>. Acesso em: 05 Set 2024.

BARUFALDI, Mauricio. Aromatizantes, estabilizantes, flavorizante, conservantes e corantes: alguns dos aditivos alimentares. LinkedIn, 2019b. Disponível em <https://pt.linkedin.com/pulse/aromatizantes-estabilizantes-flavorizante-e-corantes-alguns-mauricio>. Acesso em: 05 Set 2024.

BLOG TENNESSINE. Reologia para a indústria de alimentos e cosméticos. 2019. Disponível em: <https://blog.tennessine.com.br/reologia-para-industria-de-alimentos/>. Acesso em: 2 set. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Critérios de segurança e higiene para alimentos.** Brasília: ANVISA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/veja-o-faq-sobre-padroes-microbiologicos-de-alimentos>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL, Ministério da Saúde, 2021. **Aditivos e contaminantes.** Disponível em [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-monitoramento/programas-nacionais-de-monitoramento-de-alimentos/monitoramento-de-aditivos-e-contaminantes-em-alimentos#:~:text=Os aditivos alimentares são ingredientes, regulador de acidez e emulsificante](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-monitoramento/programas-nacionais-de-monitoramento-de-alimentos/monitoramento-de-aditivos-e-contaminantes-em-alimentos#:~:text=Os%20aditivos%20alimentares%20s%C3%A3o%20ingredientes,%20regulador%20de%20acidez%20e%20emulsificante). Acesso em: 05 Set 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde, 2024. **Aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia.** Disponível em <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/aditivos-alimentares>. Acesso em: 02 Out 2024.

CANDIDO, C. C; GOMES, C. E. T; SANTOS, E. C. dos; GAMES, G. M. de O; CANOTILHO, A. C. C; SILVA, K. G da. **Nutrição Guia Prático/ 1ª ed.** -- São Paulo: Iátria, 2006.

CAMPBELL-PLATT, G. **Ciência e tecnologia de alimentos/** [tradução Sueli Rodrigues Coelho e Soraya Imon de Oliveira]. – Barueri, SP: Manole, 2015.

CEAGESP. Perdas de alimentos na cadeia de abastecimento. São Paulo: Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2023.

CETRO, 2019. **Como funciona a conservação de alimentos pelo calor.** Disponível em <https://blog.cetro.com.br/blog/2019/01/18/como-funciona-a-conservacao-de-alimentos-pelo-calor/>. Acesso em: 02 Out 2024.

DEFENDI, 2024a. **O que é:** Umectante. Disponível em <https://defendi.com.br/glossario/o-que-e-umectante/>. Acesso em: 02 Out 2024.

DEFENDI, 2024b. **O que é:** Clarificante. Disponível em <https://defendi.com.br/glossario/o-que-e-clarificante/>. Acesso em: 02 Out 2024.

ECYCLE, 2024. **Corantes artificiais como aditivos alimentícios:** conheça as divisões, os tipos usados no Brasil e seus possíveis malefícios. Disponível em <https://www.ecycle.com.br/aditivos-alimenticios-corantes-artificiais-um-risco-a-saudade-alimentos-processados-industria-de-alimentos-tartazina-amarela-crepusculo-azorrubina-amaranto-poceau-4r-eritrosina-vermelho-40-azul-patente/>. Acesso em: 05 Set 2024.

ECYCLE. **Conservantes:** o que são, quais os tipos e perigos. Disponível em <https://www.ecycle.com.br/conservantes/>. Acesso em: 24 abril 2025.

EMBRAPA. **Perdas e desperdício de alimentos no Brasil:** causas e soluções. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021.

ENGEALI, 2024. **Conservação de alimentos:** conheça quais são os métodos mais empregados na indústria. Disponível em:
https://engeali.com.br/2021/07/14/conservacao-de-alimentos-nas-industrias/?gad_source=1&gclid=EA1alQobChMl5bjwrqykiAMVfiytBh0x4gm1EAAVASAAEgLkf_D_BwE. Acesso em: 05 Set 2024.

ESTANISLAU, Julia. **Consumo de alimentos ultraprocessados aumenta 5,5% em dez anos. 26 jun. 2023.** Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/consumo-de-alimentos-ultraprocessados-aumenta-55-em-dez-anos/>. Acesso em: 6 set. 2024.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. ***Healthy Snacks Market Report – Global Industry Trends.*** Londres: Euromonitor, 2023.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos.** 2ª Reimpressão. 2ª Ed - Rio de Janeiro; São Paulo; Belo Horizonte: Editora Atheneu, 1994.

FALA DA NUTRI. **Tabela nutricional:** banana prata – 100 g. 2025. Disponível em: Acesso em: 28 ago. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). ***The State of Food and Agriculture: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction.*** Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019.

FERNANDES, A. C. M. **Perfil do consumidor de snacks saudáveis e funcionais em ambientes urbanos.** Revista Brasileira de Marketing em Alimentos, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 33–47, 2021.

FORC, 2024. **Maioria dos espessantes e estabilizantes não possuem limite estabelecido de utilização.** Disponível em:
<https://alimentossemmitos.com.br/maioria-dos-espessantes-e-estabilizantes-nao-possui-limite-estabelecido-de-utilizacao>. Acesso em 02 Out 2024.

FRAGALI, L. **Espumífero e Antiespumífero.** Prezi, 2014. Disponível em <https://prezi.com/mcrwaoac-mwd/espumifero-e-antiespumifero/>. Acesso em: 02 Out 2024.

FRUTAS FAVA. **Banana Nanica ou Banana Prata** – comparação nutricional. 19 jun. 2023. Disponível em: <https://www.frutasfava.com/banana-nanica-ou-banana-prata/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

FUSCO, Karina. **Antioxidantes.** Portal Unimed, 2019. Disponível em <https://www.unimed.coop.br/viver-bem/alimentacao/o-que-sao-antioxidantes->. Acesso em: 05 Set 2024.

GONÇALVES, T. M. et al. **Aproveitamento da banana verde para redução do desperdício e inovação alimentar.** Revista Brasileira de Agrociência, v. 26, n. 3, p. 45-52, 2020.

G1, 2024. **Banana**: calorias, benefícios, tabela nutricional e vitaminas. Disponível em: <https://ge.globo.com/eu-atleta/nutricao/reportagem/2024/03/03/c-banana-calorias-beneficios-tabela-nutricional-vitaminas.ghtml>. Acesso em: 28 ago. 2025.

G1, 2021. **Estudo da UFSCar aponta as principais causas para desperdício de alimentos no Brasil**. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2021/09/08/estudo-da-ufscar-aponta-as-principais-causas-para-desperdicio-de-alimentos-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 24 abril 2025.

IDEC, 2023. **Edulcorantes**: o que são e por que evitá-los. Disponível em: <https://idec.org.br/dicas-e-direitos/edulcorantes-o-que-sao>. Acesso em: 02 Out 2024.

IFBA (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia). **Reologia de fluidos**. Apostila distribuída em curso sobre mecânica dos fluidos não newtonianos, 2022.

IFSC, 2023. **Todo alimento ultraprocessado é ruim**. Disponível em <https://www.ifsc.edu.br/web/ifsc-verifica/w/todo-alimento-ultraprocessado-e-ruim->. Acesso em: 24 abril 2025.

LIGHTSWEET, 2022. **Você sabe o que são edulcorantes**. Disponível em <https://lightsweet.com.br/voce-sabe-o-que-sao-edulcorantes/>. Acesso em: 02 Out 2024.

MANARINI, Thaís. **Corantes alimentícios, conservantes, aromatizantes**: Eles fazem mal. Veja Saúde, 2019. Disponível em <https://saude.abril.com.br/alimentacao/conservantes-corantes-aromatizantes-eles-fazem-mal>. Acesso em: 05 Set 2024.

MENEGUCI, Vanda. **O que é clarificação no vinho**. Itália Mais, 2024. Disponível em <https://www.italiamais.com.br/2024/02/23/o-que-e-clarificacao-no-vinho/>. Acesso em: 02 Out 2024.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa nº 62, de 22 de dezembro de 2011**: Estabelece critérios para análises microbiológicas em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 Dez. 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Manual de Controle Integrado de Qualidade em Alimentos, 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-alimenticios/manual-controle-integrado-qualidade.pdf>. Acesso em: 20 maio 2025.

MODERN PHYSICS. **Reologia e viscoelasticidade: análise, aplicações e teoria**. Disponível em: <https://modern-physics.org/reologia-e-viscoelasticidade-analise-aplicacoes-e-teoria/>. Acesso em: 2 set. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2022. **FAO combate desperdício de frutas e hortaliças**. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/201527-fao-combate-desperd%C3%ADcio-de-frutas-e-hortali%C3%A7as>. Acesso em: 18 Out 2024.

NASSU, Renata Tieko. **Defumação**. Portal Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/carneos/fabricacao-de-produtos-carneos/defumacao>. Acesso em: 02 Out 2024.

NATURAL, 2022. **Aditivos alimentares**: o que são e para que servem? Disponível em <https://blog.natone.com.br/nutricao/aditivos-alimentares>. Acesso em: 02 Out 2024.

NESTLÉ HEALTH SCIENCE, 2021. **Espessantes**: importante recurso para o tratamento da disfagia. Disponível em: <https://www.avantenestle.com.br/conteudos-cientificos/disfagia/espessan-disfagia>. Acesso em: 02 Out 2024.

OLIVEIRA, Camila Tiago Araújo. **Métodos tradicionais e emergentes para evitar o escurecimento enzimático de vegetais**. Universidade Federal de Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/26738/1/M%C3%A9todosTradicionaisEmergentes.pdf>. Acesso em: 05 Set 2024.

OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Tendências do consumo de alimentos saudáveis no Brasil: o caso dos snacks proteicos**. Revista de Nutrição Funcional, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 45–53, 2020.

ONU, Convenção ABRAS 2017. **Desperdício de alimentos**. Disponível em https://www.abras.com.br/pdf/Apresent_FAO.pdf. Acesso em: 24 abril 2025.

ONU BRASIL. Desperdício de alimentos e sustentabilidade. Brasília: Organização das Nações Unidas no Brasil, 2022.

PINELI, L; CHIARELLO, M. **Alquimia dos alimentos**/ organização Wilma M. C. Araújo... [et al.]; revisão técnica Luiz Antônio Borgo... [et al.]. 3^a Ed. - Brasília: Editora Senac-DF, 2015.

QUALIMENTOSJR. **Snacks**: o que são e como torná-los saudáveis. Disponível em <https://qualimentosjr.com.br/snacks-o-que-sao-e-como-torna-los-saudaveis/>. Acesso em: 24 abril 2025.

REDDIT via Embrapa. **Relato**: Brasil é o quarto maior produtor mundial, consumo per capita ~25 kg/ano. Usuário no Reddit. 22 set. 2019. Disponível em: [site]. Acesso em: 28 ago. 2025.

REOTERM. **Importância da reologia em controle de qualidade farmacêutica e industrial**. 2020. Disponível em: <https://www.reoterm.com.br/blog/reologia-em-controle-de-qualidade/>. Acesso em: 2 set. 2025.

SANTOS, J. R. et al. **A importância dos alimentos funcionais na recuperação muscular: uma revisão sobre os snacks proteicos**. Revista Ciência e Movimento, Brasília, v. 27, n. 3, p. 215–221, 2019.

SANTOS, Vanessa Sardinho dos. **Alimentos ultraprocessados**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/saude/alimentos-ultraprocessados.htm>. Acesso em: 24 abril 2025.

SCIELO. **Comportamento reológico e análise de alimentos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 1, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/GnF3rSM5twtJtJ88d96d39f/>. Acesso em: 2 set. 2025.

SILVA, Dandara. **Conservação de alimentos**: entenda seu surgimento e evolução. Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP, 2019. Disponível em <https://gepea.com.br/conservacao-de-alimentos/>. Acesso em: 03 Out 2024.

SILVA, N.; GERMANO, P. M. L. **Microbiologia dos alimentos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

SOARES, Deoclécio. **Introdução à Reologia**. Universidade Federal do Espírito Santo, 2024.

SOLUFITION. **Banana prata crua – Tabela Nutricional (TACO)**. 2025. Disponível em: <https://www.solufition.com.br/banana-prata-crua-tabela-nutricional-taco>. Acesso em: 28 ago. 2025.

SÓ NUTRIÇÃO. **Banana** – Guia nutricional. *Virtuous* Tecnologia da Informação, 2008-2025. Disponível em: <http://www.sonutricao.com.br/conteudo/guia/banana.php>. Acesso em: 28 ago. 2025.

SOUZA, Adriel. **Aditivos alimentares x coadjuvantes de tecnologia**: Entenda a diferença entre eles. Alimentos Junior, 2022. Disponível em <https://alimentosjunior.com.br/9731/>. Acesso em: 02 Out 2024.

TERRA FOOD TECH, 2024. **Métodos de conservação de alimentos**. Disponível em <https://www.terrafoodtech.com/pt-pt/metodos-de-conservacao-de-alimentos/>. Acesso em: 05 Set 2024.

TORREZAN, Renata. **Conservação por aditivos**. Portal Embrapa, 2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/conservacao-por-aditivos#:~:text=As classes de aditivos são, %2C umectante%2C antiumectante e acidulantes>. Acesso em: 05 Set 2024.

ULISBOA (Universidade de Lisboa). **Reologia**. Disponível em: <https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~fjsantos/visc/reologia/reologia.htm>. Acesso em: 2 set. 2025.

WOJSLAW, S. D. **Vida de prateleira de alimentos**. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/61273443/vida-de-prateleira-de-alimentos>. Acesso em: 20 maio 2025.