

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO  
CURSO TÉCNICO EM ANÁLISES CLÍNICAS INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

**Victória Santos de Oliveira**

A QUÍMICA DOS ALIMENTOS: importância e as relações com a saúde

**Rio de Janeiro**

**2021**

**Victória Santos de Oliveira**

A QUÍMICA DOS ALIMENTOS: importância e as relações com a saúde

**Monografia apresentada à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo Cruz (EPSJV-Fiocruz) como requisito parcial para aprovação no Curso Técnico em Análises Clínicas.**

**Orientadora:** Virginia de Lourdes Mendes Finete

**Rio de Janeiro**

**2021**

*Dedico esse trabalho à minha mãe, pois o primeiro e  
o melhor bolo de cenoura que eu comi foi o dela.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo Cruz (EPSJV-Fiocruz) pelo apoio institucional durante esses 4 anos que eu pude ter o prazer de estudar em uma escola que se preocupa com a saúde física e mental, e com o aprendizado de cada aluno.

Agradeço à minha orientadora Virginia, com quem compartilhei ideias e construções durante todo o tempo desde a escolha do tema até o projeto. Ela foi essencial para direcionar e adicionar ideias para tornar o texto mais completo. Agradeço por toda paciência comigo e por tirar as minhas dúvidas com a maior calma, sou muito grata em ter ela como a minha orientadora, formamos uma ótima dupla e eu tenho muito orgulho do trabalho lindo que fizemos juntas.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe Nina e ao meu pai Manoel por todo apoio durante o período que escrevi o meu projeto e pelo livro “Um Químico na Cozinha” que me deram, deixou o meu trabalho ainda mais completo.

Agradeço ao meu amado irmão Miguel por ter me alegrado nos momentos em que eu precisava.

Agradeço ao meu cachorro Yuri que ficou comigo em todos os momentos de escrita, me fazendo companhia.

Agradeço ao meu namorado João Lucas pelo apoio e pelo incentivo com os livros “Por uma vida mais doce” e “O que Einstein disse a seu cozinheiro” que também foram essenciais para o enriquecimento desse trabalho.

Agradeço à minha madrinha Verônica que me incentivou e me mandou boas energias.

Agradeço à minha amiga Ana Beatriz por me apresentar os vídeos do canal da Dani Noce e por todo apoio durante o meu processo de escrita.

Agradeço às minhas amigas Stephany, Nicolly, Wanessa e Cássia pela troca de conhecimentos e apoio que me deram desde a escolha do tema até a defesa do projeto.

Agradeço à minha sogra Claudia por sempre me apoiar e acreditar no meu potencial.

Agradeço aos professores Mônica e Marcos Vinícius por terem aceitado avaliar o meu projeto e por todos os ensinamentos sobre química durante toda a minha trajetória na Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio.

Agradeço às professoras do PTCC, Fernanda, Tainah e Carla por todo apoio e ensino sempre que precisei.

*“Que tal a gente agora misturar a nossa cor  
Pra ver a combustão, a química do nosso amor”  
(Luan Santana)*

## RESUMO

A alimentação é essencial para o desenvolvimento e a saúde do ser humano. Os alimentos passam por diversos processos antes de seu consumo, destacando-se o seu preparo, que evoluiu ao longo da história através da arte culinária. A reação química alimentar é um fenômeno que acontece quando os átomos interagem entre si, formando moléculas de substâncias que mudam o aspecto, temperatura, sabor, textura e durabilidade dos alimentos. A química e a culinária estão correlacionadas: ambas envolvem transformações. Este trabalho tem como objetivo compreender a estrutura e a composição química dos alimentos, bem como as reações químicas presentes em seu preparo e as relações com a saúde, incluindo a alimentação saudável, pelo viés da sustentabilidade. Com base na abordagem qualitativa, a pesquisa foi realizada pela revisão de literatura por meio da busca de artigos científicos, no período compreendido entre os anos 2000 e 2020, tendo como descritores: alimentos, reações químicas e culinária.

**Palavras-chave:** alimentos, reações químicas e culinária.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pirâmide alimentar (ANVISA, 2021). .....	7
Figura 2: Moléculas de ácidos graxos: saturado (a) e insaturado (b) (Fonte: COSTA, 2020). .....	11
Figura 3: Reações químicas da molécula do triacilglicerol: hidrólise (a) e oxidação (b) (Fonte: ROSSI;RAMOS, 2000). .....	13
Figura 4: Representação das principais etapas da reação de Maillard em alimentos (FERRAZ, 2015). .....	15
Figura 5: Tipos de fogões solares: tipo caixa (A), coletor de prato plano de uso indireto (B), tipo parabólico de uso direto (C), tipo parabólico de uso indireto (D) (RAMALHO <i>et al.</i> , 2012). .....	16
Figura 6: Modelo de Fogão Solar tipo Caixa (Fonte: Sociedade Solar apud, SANTOS; FERRARETTO, 2016). .....	17
Figura 7: Formação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos por meio de pirólise (GARCIA <i>et al. apud</i> LOPES, 2014). .....	20
Figura 8: Níveis de contribuição para formação de HPA de acordo com o método de cocção (PAZ <i>et al.</i> , 2017). .....	21
Figura 9: Produção de gás carbônico, CO <sub>2</sub> (g) e água, H <sub>2</sub> O (l) a partir da combustão de 1 mol de etanol, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (aq) (NASCIMENTO, 2008). .....	22
Figura 10: Representação do tetraedro do fogo (MOLINARO <i>et al.</i> , 2009). .....	23
Figura 11: Representação do tetraedro do fogo expandido (MOLINARO <i>et al.</i> , 2009). .....	23
Figura 12: Estrutura molecular dos corantes Tartrazina (A) e Carmim Índigo (B) (KAPOR <i>et al.</i> , 2001). .....	25
Figura 13: Fórmulas das substâncias conservantes: nitrato de sódio (a) e nitrito de sódio (b) (FOGAÇA, 2021). .....	27
Figura 14: Estrutura da nitrosamina (ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2012). .....	27
Figura 15: Equação química da formação de CO <sub>2</sub> na fermentação (ANDREOTTI, 2014). .....	33
Figura 16: Bolo de cenoura com <i>ganache</i> de chocolate (NOCE, 2018). .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grupos de alimentos presentes na pirâmide alimentar- exemplos e composição química. .....	8
Tabela 2: Valores de ponto de fumaça dos diferentes óleos (Fonte: Instituto de Gorduras e Óleos Comestíveis Norte- Americano.WOLKE,2003). .....	12
Tabela 3: Valores médios da composição centesimal da carne in natura e assada, proveniente de cordeiros e os respectivos desvios padrão e coeficientes de variação (CV) (PINHEIRO <i>et al.</i> , 2008). .....	18
Tabela 4: Transferência de calor e massa durante o assamento (ROCHA <i>et al.</i> , 2014).....	19
Tabela 5: Ingredientes utilizados no preparo da receita- classificação e composição química....	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AAHs -Aminas Aromáticas Heterocíclicas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EPIs - Equipamentos de Proteção Individual

EPSJV – Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

HAPs – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

HDL- High Density Lipoprotein

LDL- Low Density Lipoprotein

pH – Potencial Hidrogeniônico

USDA -United States Department of Agriculture

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. Objetivos.....	3
2.1. OBJETIVO GERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
3. Metodologia.....	4
3.1. Reações químicas presentes no preparo de alimentos .....	4
3.2. Preparo de uma receita culinária: bolo de cenoura.....	4
3.2.1 Materiais e métodos.....	4
4. OS ALIMENTOS E SUA COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	6
4.1. A IMPORTÂNCIA DOS ALIMENTOS: UM BREVE HISTÓRICO .....	6
4.2. CLASSIFICAÇÃO DOS ALIMENTOS.....	7
4.2.1 A Pirâmide Alimentar.....	7
5. Processos de Preparo e conservação de alimentos e as relações com a saúde .....	9
5.1. PROCESSOS DE PREPARO DE ALIMENTOS .....	10
5.1.1 Fritura de Alimentos.....	10
5.1.2 Alimentos Cozidos .....	14
5.1.3 Alimentos Assados .....	17
5.1.4 Alimentos Grelhados .....	19
5.1.5 Flambagem de Alimentos.....	22
5.1.6 Alimentos Instantâneos.....	24
5.2. A CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS .....	24
5.2.1 Corantes .....	25
5.2.2 Conservantes.....	26
5.2.3 Aromatizantes.....	28
5.3 O USO DE AGROTÓXICOS nos alimentos .....	29
5.4 ALIMENTAÇÃO E SAÚDE.....	30
6. REAÇÕES QUÍMICAS PRESENTES EM UMA RECEITA CULINÁRIA .....	31
6.1 Grupos de alimentos presentes nos ingredientes da receita e sua composição química .....	31
6.2 Reações químicas presentes no preparo da receita.....	32
6.2.1 Mistura dos Ingredientes .....	32
6.2.2 Colocação no Forno.....	33
6.2.3 Aplicação da Cobertura .....	34
6.2.4 O Paladar .....	35

6.2.5 Armazenamento e Conservação .....	36
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## 1. INTRODUÇÃO

A alimentação é essencial para o desenvolvimento e saúde do ser humano. Há uma cadeia de produção para que os alimentos cheguem em sua melhor forma para serem consumidos. Esses alimentos passam por ciclos, onde são plantados e colhidos e, nesse processo, os elementos da natureza têm um papel crucial e ultimamente estão sendo cada vez mais circundados por tecnologias (RIBEIRO *et al.*,2017).

A história da alimentação se iniciou há anos atrás com os nossos ancestrais, para atender às suas necessidades fisiológicas. Um grande avanço para que os alimentos se tornassem mais macios e saborosos, facilitando na hora de comer, foi o uso do fogo. Assim, os costumes alimentares das pessoas variavam conforme o lugar em que elas estavam localizadas, a cultura, o clima e os tabus religiosos. Um processo histórico importante, a expansão das navegações, que ocorreu entre os séculos XV e XVII, levou à descoberta das especiarias, e isso acarretou um grande comércio desses alimentos, como por exemplo bebidas quentes, noz moscada, gengibre, cravo e canela (CARNEIRO, 2003).

A culinária é uma arte que evoluiu ao longo da história e faz com que alimentos crus passem por diversos processamentos para os tornarem cozidos ou fritos para a ingestão. Assim, após o processo de plantação e colheita, esses alimentos passam por diversos processos químicos para que eles cheguem da melhor forma para consumo (DIEZ-GARCIA; CASTRO, 2011).

A reação química alimentar é um fenômeno que acontece quando os átomos interagem entre si, formando moléculas de substâncias que mudam o aspecto, temperatura, sabor e textura dos alimentos. Essas reações podem acontecer quando os alimentos entram em contato entre si, pela ação do calor, a baixas temperaturas, ou ambos (FELLOWS, 2019).

A química e a culinária estão ligadas, ambas são envolvidas por transformações. Assim, pode-se dizer que o químico e o cozinheiro trabalham em um laboratório: ambos manipulam diversas substâncias, com acertos e erros, onde qualquer alteração pode mudar completamente o resultado. A culinária trata desde a simples mistura de alimentos e temperos, os quais conservam suas propriedades, até as reações químicas que os transformam (HAUMONT,2016).

O paladar é o sentido químico responsável pela percepção destas transformações: no contato entre os receptores gustativos presentes na língua e o alimento, são enviadas moléculas aos sistemas neurais, nos causando diversas sensações. O paladar tem grande importância para o ser humano pois ele seleciona substâncias referentes à necessidade metabólica do corpo. Esse

sentido é muito apurado no período da puberdade e diminui conforme aumenta a idade do indivíduo (NETO *et al.*,2011).

Neste trabalho foram estudados os alimentos, considerando sua classificação em diferentes grupos, no contexto em nível submicroscópico da química, de modo a compreender a sua estrutura e composição, propriedades e as reações químicas envolvidas desde a origem até o seu processamento, e as relações entre a alimentação e a saúde.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Compreender a estrutura e a composição química dos alimentos, bem como as reações químicas presentes em seu preparo e as relações com a saúde.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar os diferentes grupos de alimentos e sua composição química;
- Compreender os processos utilizados para o preparo e a conservação de alimentos, as reações químicas envolvidas e suas relações com a saúde;
- Descrever as reações químicas presentes em uma receita culinária.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. REAÇÕES QUÍMICAS PRESENTES NO PREPARO DE ALIMENTOS

Este trabalho foi baseado na abordagem qualitativa, utilizando-se como estratégias de pesquisa a revisão da literatura por meio da busca de artigos científicos nas bases de dados Lilacs, Scielo e Pubmed, tendo como referência os descritores alimentos, reações químicas e culinária.

Também fez uso da revisão de livros, referentes a relação entre a química e a cozinha, como por exemplo os livros “Um químico na cozinha” (HAUMONT, 2016) e “O que Einstein disse a seu cozinheiro” (WOLKE, 2002).

A análise do material empírico buscou responder questões relacionadas às reações químicas presentes no preparo e manipulação (processamento, tecnologia) de alimentos.

#### 3.2. PREPARO DE UMA RECEITA CULINÁRIA: BOLO DE CENOURA

Neste projeto foi realizado o preparo de uma receita culinária, que foi executado em uma cozinha com a infraestrutura adequada ao procedimento, relativa às instalações (bancadas de apoio, pias para higienização de materiais, utensílios e alimentos, e eletrodomésticos, tais como forno e geladeira biplex) e à Biossegurança (bancadas higienizadas com a assepsia adequada ao preparo de alimentos, equipamentos de proteção coletiva disponíveis, como extintor de incêndio, e equipamentos de proteção individual como jaleco, avental, luvas térmicas e de látex, e touca).

A metodologia teve como referência uma receita culinária de “Preparo de um bolo de cenoura” do livro “Por uma vida mais doce”, escrito por Danielle Noce (2018).

##### 3.2.1 Materiais e métodos

Os materiais relativos ao preparo do bolo incluíram utensílios já disponíveis no local, que foram previamente separados e devidamente higienizados, e os ingredientes da receita, os quais foram adquiridos no comércio local, com fomento destinado a esta pesquisa (PIBIC Ensino Médio/CNPQ), em data imediatamente anterior à realização do procedimento.

Os materiais utilizados para o preparo do bolo de cenoura foram: liquidificador (Philips, Walita, Daily 2L), para misturar as 270 gramas de cenoura limpa e lavada, juntamente com 200 mL de óleo de girassol (Liza), os 3 ovos, tipo brancos (Avine) e os 360 gramas (2 xícaras) de açúcar refinado (Caravelas). Uma peneira de metal (21cm de diâmetro) foi utilizada para peneirar 240g (2 xícaras) de farinha de trigo (Dona Benta) e 8 g de fermento em pó (Royal).

Um recipiente de plástico redondo foi utilizado para misturar os ingredientes secos com a mistura que foi feita no liquidificador. Um batedor manual (*fuê*) de metal foi usado para homogeneizar a mistura, que foi posteriormente transferida para uma forma redonda de metal (24 cm de diâmetro) previamente untada com uma camada fina e homogênea de margarina e, em seguida, farinha de trigo.

Após todo procedimento, a forma contendo a mistura foi colocada no forno (Brastemp, BFS6NAB) pré-aquecido a 180°C por aproximadamente 1 hora, ou até que, ao espetar um palito de madeira, ele saísse limpo de dentro do bolo.

Para o preparo da cobertura de *ganache*, foi utilizado um mini processador (Black & Decker, HC31) para homogeneizar as 150 gramas (1/2 xícara) de manteiga (Kreminas) e as 17 gramas (1 colher de sopa) de glucose (Arcolor) previamente fervida, juntamente com 170 gramas de chocolate meio amargo picado (Harald), deixando a *ganache* bem lisa.

Após o procedimento prático descrito, foi realizado o desenvolvimento de análise qualitativa, pela descrição das substâncias e reações químicas envolvidas no preparo da receita.

## 4. OS ALIMENTOS E SUA COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Alimento é qualquer matéria consumida pelos seres humanos para que suas funções vitais sejam realizadas e nutridas, servindo de fonte de matéria e energia (CECCHI, 2003).

Os alimentos têm extrema importância para a sobrevivência dos seres humanos, pois suas moléculas, em nosso organismo, são capazes de realizar o metabolismo, fornecendo energia e além disso, tornando-o apto a ajudar na manutenção e crescimento dos tecidos (DE ANGELIS, 2005).

O estudo dos alimentos e sua composição química revela a estreita relação entre a culinária e a química.

### 4.1. A IMPORTÂNCIA DOS ALIMENTOS: UM BREVE HISTÓRICO

Desde a origem do primeiro homem, tornou-se necessário que os mesmos retirassem substâncias da química orgânica, como proteínas, sais, gordura, água e hidratos de carbono, a partir da ingestão de carnes e vegetais para a sua sobrevivência. A princípio, os seres humanos começaram a se alimentar de frutos e raízes, em seguida de carne crua e moluscos e, posteriormente, foi descoberto o fogo e passaram a assar e cozinhar esses alimentos (CASCUDO, 2004).

Há milênios já podíamos perceber a variedade de alimentos existentes; isso foi comprovado por pesquisas nas tumbas do antigo Egito. As elites sociais daquela época já se alimentavam de massas, carnes, peixes, laticínios, frutas, legumes e bebidas preparadas para os faraós (FLANDIN; MONTANARI, 2018). Nessa mesma época, foi possível perceber a utilização de especiarias na mumificação, nos alimentos e nos rituais sagrados (CAMPOS, 2018).

Um grande marco na história da culinária foi a expansão das navegações, que aconteceu no século XIII, no Oriente onde os portugueses se interessaram nas especiarias do local, pois modificavam o sabor dos alimentos, e o aroma das casas e das ruas das cidades. Para mais, essas especiarias também tinham finalidade medicinal, como por exemplo a pimenta-do-reino com componente químico com propriedade analgésicas e anti-inflamatórias (CAMPOS, 2018).

No Brasil, a alimentação sofreu influência de várias nacionalidades por conta da sua colonização. Isso se deu ao cardápio com matriz portuguesa, associado às culinárias indígenas e africanas, influenciadas pelas culinárias italiana, alemã, japonesa e árabe por conta das imigrações, adaptadas aos ingredientes encontrados em solos brasileiros (MACIEL, 2004).

Por sua grande diversidade de alimentos, influências históricas e culturais, cada região do país tem sua cultura, pratos típicos e cozinhas diferentes.

#### 4.2. CLASSIFICAÇÃO DOS ALIMENTOS

Os alimentos são divididos em oito grupos adaptados para os costumes brasileiros: Carboidratos (arroz, pão, massa, batata e mandioca), verduras e legumes, frutas, carnes e ovos, leite (queijo e iogurte), feijões, óleos e gorduras, açúcares e doces (PHILIPPI, 2014).

Dada a sua variedade e complexidade, foi necessária a organização dos diferentes grupos de alimentos. Dentre as formas de organização mais utilizadas, destaca-se a pirâmide alimentar.

##### 4.2.1 A Pirâmide Alimentar

A Pirâmide alimentar (Figura 1) foi um mecanismo adotado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, *United States Department of Agriculture* (USDA) em 1992, para que houvesse uma organização dos alimentos em sua escala nutricional (ACHTERBERG *et al.*, 1994 apud PHILIPPI *et al.*, 1999).

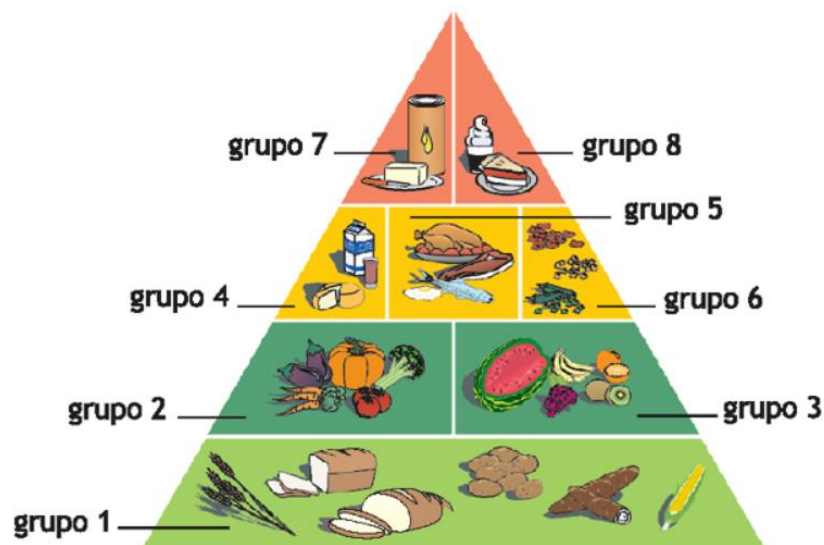


Figura 1: Pirâmide alimentar (ANVISA, 2021).

A pirâmide alimentar foi dividida em oito grupos de alimentos com diferentes composições químicas (Tabela 1) adaptados para os costumes brasileiros: Carboidratos (arroz, pão, massa, batata e mandioca), verduras e legumes, frutas, carnes e ovos, leite (queijo e iogurte), feijões, óleos e gorduras, açúcares e doces (PHILIPPI, 2014).

Tabela 1: Grupos de alimentos presentes na pirâmide alimentar- exemplos e composição química.

Grupos de alimentos	Exemplos	Composição química
1. Carboidratos	Arroz, pão, massa, batata e mandioca.	Carbono, oxigênio e hidrogênio.
2. Verduras e legumes	Cenoura, alface, brócolis, couve, repolho e abobrinha.	Vitaminas A, complexo B, E, C e minerais.
3. Frutas	Banana, abacaxi, maçã, kiwi, acerola.	Vitaminas C, E, B3 e B1, minerais, carboidratos e fibras.
4. Leites e derivados	Queijo, leite e iogurtes.	Água, gordura, proteínas, carboidratos e minerais.
5. Carnes e ovos	Peixe, frango, carne e ovo.	Proteínas, gordura, água, minerais e carboidratos.
6. Leguminosas e oleaginosas	Feijão, soja, lentilha, grão de bico e castanhas.	Carboidratos complexos, fibras, Vitaminas B, potássio, fósforo, magnésio, zinco, ferro, cálcio e pouco colesterol e sódio.
7. Óleos e gorduras	Azeite, manteiga e óleo de soja.	Ácidos graxos e glicerol.
8. Açúcares e doces	Açúcar, mel, chocolate, sorvete e bolo.	Carbono, hidrogênio e oxigênio.

Essa organização facilitou o trabalho dos profissionais da área que visam promover a mudança de hábitos alimentares dos indivíduos, buscando a saúde global, para prevenir doenças (ACHTERBERG *et al.*, 1994 *apud* PHILIPPI *et al.*, 1999).

## 5. PROCESSOS DE PREPARO E CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS E AS RELAÇÕES COM A SAÚDE

Compreender como os alimentos interagem entre si e quais transformações sofrem durante o seu processamento e consumo, além de relacionar como a qualidade e a durabilidade dos alimentos pode ser afetada a partir de reações químicas, é um tema de estudo atual e relevante, que está diretamente ligado à saúde.

Antes de descrevermos os principais processos de preparo e conservação de alimentos, é importante abordar alguns conceitos teóricos em química e diferenciar os dois fenômenos que podem ocorrer nesse processamento: os fenômenos Físicos e Químicos.

Fenômeno Físico é caracterizado pela simples união de duas ou mais substâncias puras, sem que ocorra alteração em suas propriedades químicas: ocorre simplesmente a mistura, ou alteração de estado físico da matéria. Exemplos de fenômenos físicos são ferver água, quebrar um copo de vidro, fusão do gelo, rasgar papel, entre outros (VEIT; ARAUJO, 2005).

Substância pura é formada por apenas um tipo de substância que apresenta temperaturas de fusão e ebulição constantes, e podem ser divididas em substâncias puras simples (formadas por apenas um tipo de molécula) e substâncias puras compostas (formadas por dois ou mais elementos químicos) (CATANI *et al.*, 1967).

Mistura é a união de duas ou mais substâncias sem que ocorra alteração em suas propriedades químicas; podem ser sólidas, sólido-líquidas, líquidas ou gasosas. São classificadas como homogêneas (apresentam uma única fase, ex.: calda de chocolate) ou heterogêneas (apresentam duas ou mais fases ex.: arroz e feijão) (MASSI *et al.*, 2008).

Soluções são misturas homogêneas constituídas de duas ou mais substâncias. As soluções são formadas por um solvente (componente em maior quantidade) e um ou mais solutos (componentes em menor quantidade) (MOLINARO *et al.*, 2009).

Na culinária, podemos encontrar soluções sólido-líquidas (ex.: calda de açúcar), líquido-líquidas (ex.: Refresco de fruta: Suco concentrado líquido + água), ou sólidas (ex.: farinha de trigo).

A Solubilidade entre os ingredientes de uma receita, ou seja, a quantidade máxima de um soluto que pode ser dissolvida em determinado solvente dependerá da natureza de ambos, solvente e soluto.

As interações intermoleculares ocorrem entre as moléculas das diferentes substâncias, que podem ser classificadas como polares ou apolares. As interações intermoleculares polares acontecem quando as moléculas se conduzem na existência de um campo elétrico externo, onde

a placa positiva desse campo elétrico atrai o polo negativo da molécula e mutuamente, já as interações intermoleculares apolares não se atraem por nenhum polo (SPADACCINI; BRAGA, 2005).

Em química há uma expressão que define em termos gerais a solubilidade: “semelhante dissolve semelhante”: é de se esperar uma solubilidade mais alta quando as moléculas do soluto são semelhantes na estrutura e interações intermoleculares das moléculas do solvente. Por esta razão, a água, que é uma substância polar, é um bom solvente para o álcool, que também é uma substância polar, porém, um solvente ruim para o óleo, que é uma substância apolar (MOLINARO *et al.*, 2009).

Já o Fenômeno Químico, denominado Reação química, envolve a alteração da composição química de uma substância ao entrar em contato com outra (s) substância (s), ou ao ser submetida a uma energia externa, como o calor (ROQUE; SILVA, 2008).

## 5.1. PROCESSOS DE PREPARO DE ALIMENTOS

Processos de preparo e conservação de alimentos foram desenvolvidos no sentido de acrescentar a estabilidade do alimento, onde a conservação de suas propriedades nutricionais e sensoriais são englobadas, tendo como resultado um prazo de validade mais extenso (LOPES, 2007).

O preparo de alimentos pode envolver processos como fritura e cozimento, dentre outros, que alteram a estrutura química dos ingredientes. A ocorrência dessas reações químicas, promove a formação de novas substâncias.

### 5.1.1 Fritura de Alimentos

Os óleos são compostos por triglicerídeos, derivados de ácidos graxos insaturados e, por conta disso, seu estado é líquido em temperatura ambiente. Os óleos podem ser divididos em óleos animais, como por exemplo óleo de bacalhau, óleo de baleia, entre outros e vegetais, como por exemplo óleo de soja, óleo de canola, entre outros (FORGAÇA, 2020).

Os triglicerídeos podem ser divididos em saturados e insaturados. Os saturados são as gorduras, que não possuem dupla ligação no ácido graxo, formando assim as manteigas e banha de porco, por exemplo. Já os insaturados são os óleos, que têm sua forma líquida por conta da insaturação, ou seja, possuem dupla ligação em seus ácidos graxos, formando diversos tipos de óleos e azeites (FORGAÇA, 2020).

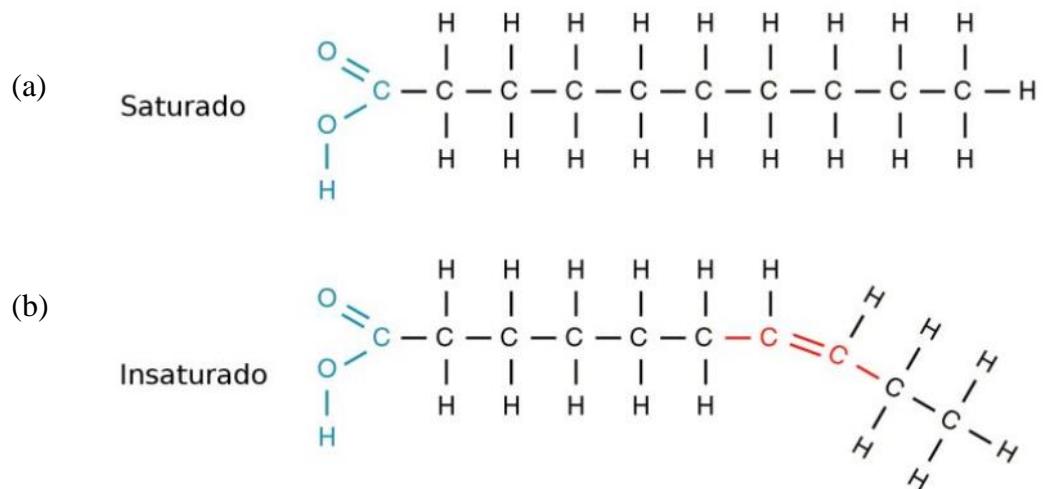


Figura 2: Moléculas de ácidos graxos: saturado (a) e insaturado (b) (Fonte: COSTA, 2020).

O processo de fritura de alimentos acontece devido ao calor liberado pelo óleo e a absorção desse calor pelo alimento, tornando-o mais atraente para o consumo, podendo mudar sua cor, textura, sabor e odor. Para que esse processo seja realizado da melhor forma, o óleo deve se encontrar a  $180^{\circ}\text{C}$  para que haja a rápida troca de calor, modificando de forma positiva as propriedades sensoriais e nutricionais do alimento, levando-o à rápida elaboração do alimento comparado ao cozimento em água e ao cozimento em ar quente, o que se torna extremamente necessário nos tempos modernos, pois a disposição de tempo das pessoas para a preparação de alimentos é baixa (CELLA *et al.*, 2002).

Ao atingir o seu ponto de fumaça<sup>1</sup> ideal (Tabela 2), o óleo interage com a água, ar e os componentes do alimento que está sendo frito, formando compostos que, ao longo das reutilizações, alteram as características organolépticas desse alimento, que posteriormente pode se degradar (MOGHARBEL; FREITAS, 2003).

<sup>1</sup> Ponto de fumaça é quando o óleo atinge uma temperatura ideal para a fritura do alimento, fazendo com que o glicerol (ou glicerina) se quebre e forme a acroleína, composto químico cuja fórmula  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ , possui odor e sabor amargo (SANIBAL; FILHO, 2002).

Tabela 2: Valores de ponto de fumaça dos diferentes óleos (Fonte: Instituto de Gorduras e Óleos Comestíveis Norte- Americano.WOLKE,2003).

<b>Nome do óleo</b>	<b>Valor do ponto de fumaça (°C)</b>
Óleo de sassafrás	163 a 117
Óleo de milho	204 a 213
Óleo de amendoim	216 a 221
Óleo de algodão	218 a 227
Óleo de canola	224 a 230
Óleo de girassol	227 a 232
Óleo de soja	227 a 232

Esses óleos podem atingir o seu ponto de conflagração, ou seja, quando o óleo pode ser incendiado por uma chama; isso acontece ao serem aquecidos a uma temperatura de aproximadamente 315°C. Ao chegarem a temperatura de 371°C, eles atingirão o seu ponto de incêndio, onde o óleo explodirá espontaneamente (WOLKE, 2003).

Ao imergir o alimento ao óleo, reações químicas acontecem para que o alimento esteja favorável ao paladar, como por exemplo hidrólise e oxidação da molécula de triacilglicerol (Figura 3) (TAKEOKA *et al. apud*, SANIBAL; FILHO, 2002).

Ao ser aquecido, o óleo começa a sofrer alterações de degradação, que podem ser hidrolíticas e oxidativas (Figura 3 b). A oxidação é a principal agente das alterações organolépticas e físico-químicas desse óleo aquecido, deixando- o com forma viscosa, escuro, com odor e com uma maior acidez. Com esse aquecimento de forma exacerbada, são formados compostos com propriedades anti-nutricionais, como por exemplo destruidores de vitaminas, inibidores enzimáticos, produtos de oxidação de lipídios, agentes mutagênicos ou carcinogênicos e irritantes gastrointestinais (ROSSI; RAMOS, 2000).

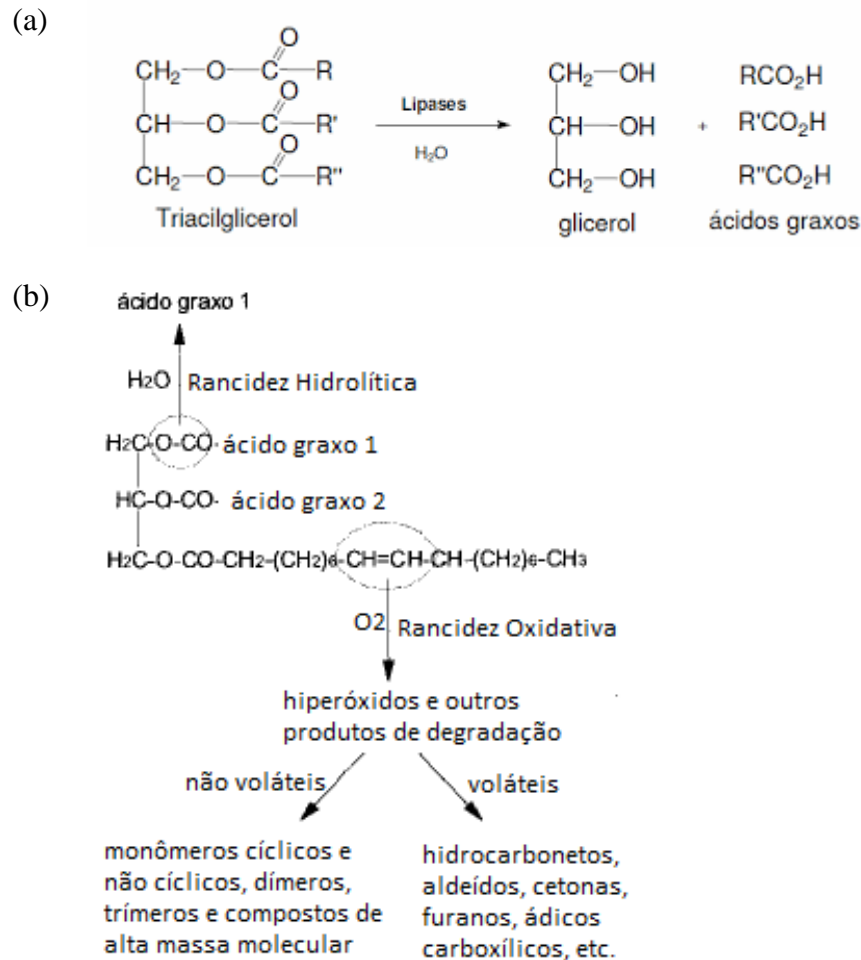


Figura 3: Reações químicas da molécula do triacilglicerol: hidrólise (a) e oxidação (b) (Fonte: ROSSI;RAMOS, 2000).

Durante esse processo, reações termoxidativas alteram a qualidade do óleo conforme vai sendo reutilizado. Esse óleo termoxidado contém mais de 50% de compostos polares, provocando irritações gastrointestinais e diarreia em quem o consumir por conta da degradação de triglicerídeos (polímeros, dímeros, ácidos graxos oxidados, diglicerídeos e ácidos graxos livres) (BILLE *apud*, JORGE; JANIERI, 2005).

Os efeitos do óleo reutilizado pode causar problemas na saúde de quem o consumir. Suas alterações fisico-químicas podem gerar substâncias como aldeídos, cetonas, radicais livres e ácidos graxos trans, causando doenças como por exemplo cardiovasculares, câncer, envelhecimento precoce e artrite. A oxidação desse óleo torna o sistema digestório com sua atividade diminuída, por conta do aumento dos compostos poliméricos que retardam a ação da enzima lipase pancreática na hidrólise de trigliceróis não oxidados (FREIRE *et al.*, 2013).

Os ácidos graxos presentes, elevam o nível de gordura no tecido adiposo, consequentemente aumentando o peso corporal e trazendo doenças crônicas, como por exemplo

o aumento do colesterol sérico em todas as frações de lipoproteínas, por conta desse excesso de gordura. Para mais, os ácidos graxos trans também ocasionam doenças cardiovasculares, tendo como efeito principal o metabólico com a ação hipercolesterolêmica, fazendo com que aumente o colesterol total e a lipoproteína de baixa densidade, *Low Density Lipoprotein* (LDL), que consequentemente reduz a lipoproteína de alta densidade, *High Density Lipoprotein* (HDL), elevando a relação LDL/HDL<sup>2</sup> (FREIRE *et al.*, 2013).

### 5.1.2 Alimentos Cozidos

O cozimento do alimento pode ser realizado através da fervura da água, ou seja, quando a mesma atinge a temperatura de 100°C. Por conta da maior parte dos alimentos não serem consumidos *in natura*, é necessário que eles sejam cozidos para facilitar a ingestão, sendo assim expostos a água fervendo, que é um meio potável, abundante, de fácil obtenção, insípida e inodora (KUBRUSLY, 2016).

Dependendo dos alimentos, eles podem requerer o método aquoso ou não. Um exemplo que demanda o meio aquoso é o cozimento do feijão, pois ele utiliza a água formando um caldo de feijão, deixando seu aroma e sabor naquela água, se beneficiando desse cozimento lento. Um exemplo de cozimento que não é favorável ao meio aquoso é o cozimento de legumes e verduras ricas em vitaminas hidrossolúveis, ou seja, se dissolvem em água como por exemplo a vitamina C e as vitaminas do Complexo B, perdendo suas vitaminas para o meio aquoso, preferenciando o cozimento à vapor pois preserva essas vitaminas essenciais para os seres humanos (KUBRUSLY, 2016).

As reações químicas presentes no cozimento de alimentos foram observadas e descritas pela primeira vez pelo químico-francês Louis-Camille Maillard em 1911. Ele observou que os alimentos quando cozidos ficam com uma cor castanhada, o que acontece devido a glicose aquecida juntamente com aminoácidos. Além disso, foi observado por Maillard a formação dos aromas alimentares tão diferentes. Essa transformação alimentar de alimentos cozidos é chamada de *reação de Maillard* (Figura 4) para sua homenagem, e elas podem ser observadas a partir da torrefação de cafés, do chocolate, da cevada para a cerveja entre outros (UNICAMP, 2020).

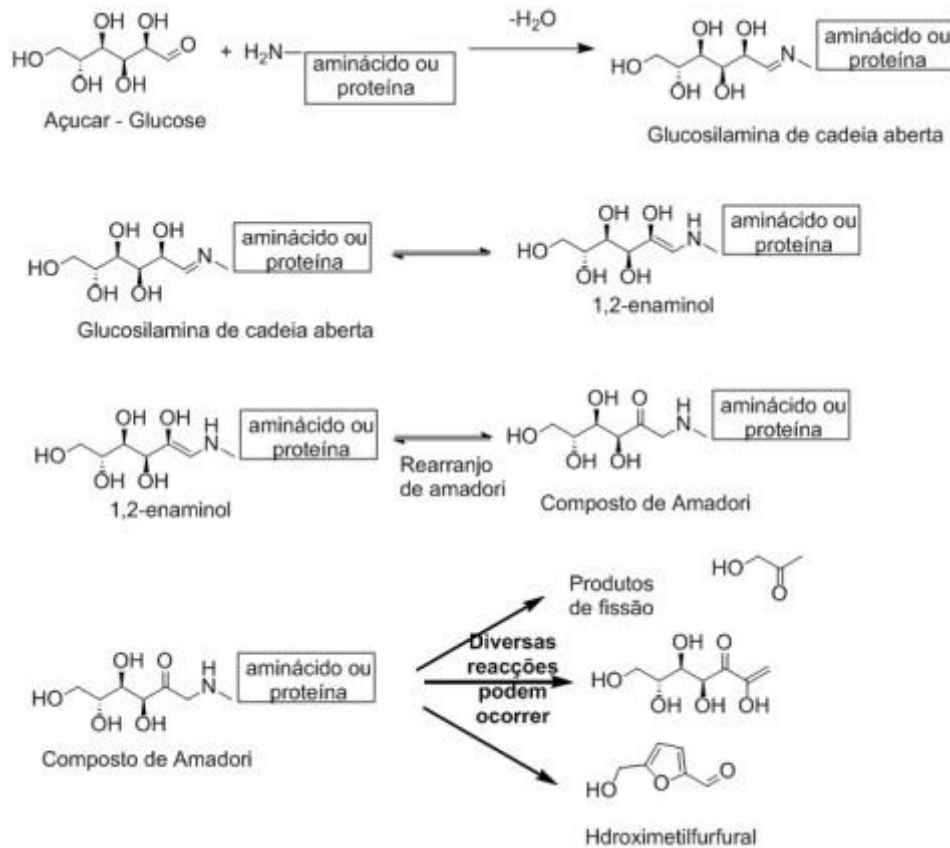


Figura 4: Representação das principais etapas da reação de Maillard em alimentos (FERRAZ, 2015).

A água, após um determinado tempo, atinge a sua temperatura de ebulição  $100^{\circ}C$ , alcançando o seu ponto máximo. Essa temperatura não aumentará independente da chama do fogão estar alta ou baixa, ou seja, caso o alimento a ser cozinhado não esteja em seu ponto ideal, não haverá diferença no tamanho da chama, ele será cozido no mesmo tempo em ambas, pois a temperatura continuará a mesma (OLIVEIRA; LOAYZA, 2019).

A panela de pressão foi a forma encontrada para que os alimentos sejam cozidos de forma mais rápida. Em pressão normal, a água vai sendo aquecida até atingir o seu ponto de ebulição e, ao alcançá-lo, coloca-se a tampa da panela para dar pressão. Ao ser colocada a tampa da panela completamente fechada, a temperatura não aumenta, porém lá dentro ocorre a vaporização<sup>2</sup>, com isso, o vapor gerado não terá como deslocar-se, aumentando a pressão da panela. A partir disso, a água presente no recipiente aumentará a sua temperatura, fazendo com que o alimento cozinhe de forma mais rápida. Ao atingir a temperatura máxima dentro da panela

<sup>2</sup> Vaporização é a passagem do estado líquido da água para o estado gasoso (GEWANDSZNAJDER, 2012).

de pressão, 120°C, é acionada uma válvula que libera todo ar que há lá dentro, liberando a pressão e assim, podendo abrir a panela com segurança (OLIVEIRA; LOAYRA, 2019).

Para mais, a panela de pressão é vantajosa na hora do cozimento de alimentos com vitaminas e minerais hidrossolúveis, pois utiliza uma menor quantidade de água e de tempo, fazendo com que os nutrientes não migrem para a água por conta da redução do tempo de cozimento, deixando-os assim mais nutritivos (UNICAMP, 2020).

Uma outra forma para o cozimento de alimentos é através do fogão solar. Por utilizar uma energia renovável, ou seja, energia que é capaz de ser renovada pela natureza em um tempo curto, como por exemplo energia hídrica, solar, de biomassa e eólica. Esses fogões solares são capazes de gerar calor através do contato com a luz solar, fazendo com que seja possível o aquecimento de água para o cozimento de alimentos (SANTOS; FERRARETTO, 2016).

Esses fogões solares são classificados em quatro modelos, sendo classificados de acordo com o tipo de alimento a ser cozido e o local (Figura 5).

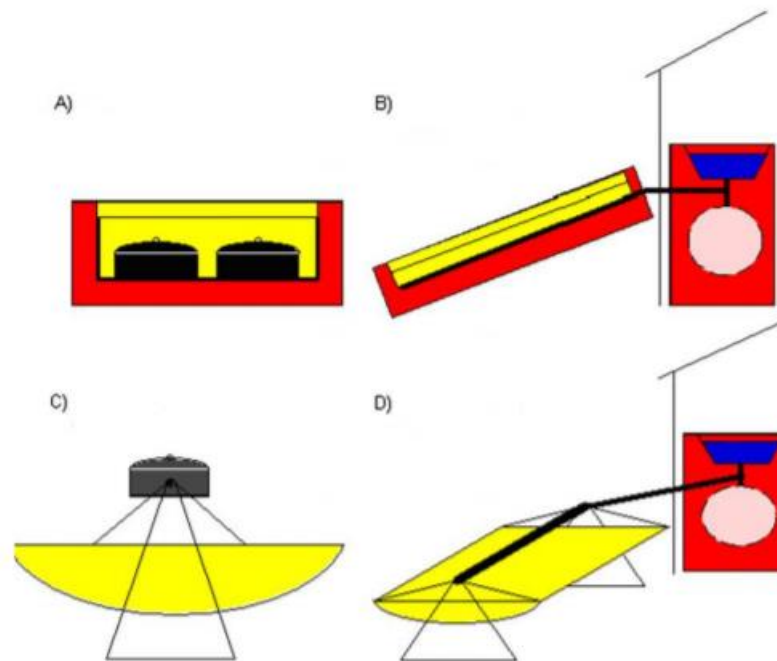


Figura 5: Tipos de fogões solares: tipo caixa (A), coletor de prato plano de uso indireto (B), tipo parabólico de uso direto (C), tipo parabólico de uso indireto (D) (RAMALHO *et al.*, 2012).

Um exemplo de fogão solar é o tipo caixa (Figura 6), que consiste em materiais renováveis e recicláveis, deixando-o com um baixo custo. Ele é constituído por duas caixas de papelão, sendo uma dentro da outra, a tampa é composta pelo mesmo material das paredes, com

caixas de leite tetra pak, que proporciona uma passagem dos raios solares para dentro da caixa, fazendo com que seja concentrado o calor para que ocorra o cozimento. Para que haja uma maior absorção do calor, fazendo com que o alimento cozinhe de forma mais rapidamente, é possível que seja colocada uma chapa de metal no fundo da caixa (SANTOS; FERRARETTO, 2016).

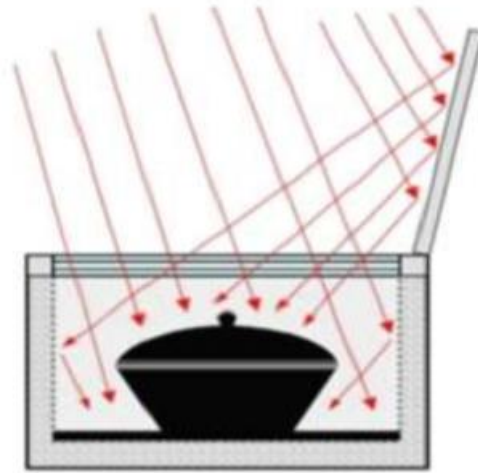


Figura 6: Modelo de Fogão Solar tipo Caixa (Fonte: Sociedade Solar apud, SANTOS; FERRARETTO, 2016).

Esse modelo de fogão solar tipo caixa é uma ferramenta muito utilizada em comunidades carentes, onde pode substituir de forma parcial um fogão normal ou a lenha (SANTOS; FERRARETTO, 2016).

O fogão a lenha foi a forma mais utilizada para cozinhar alimentos, antes da descoberta dos combustíveis fósseis, que então começaram a utilizar fogões a gás liquefeito de petróleo, muito utilizado até os dias atuais. O fogão a lenha pode trazer malefícios à saúde a partir da inalação dos produtos da combustão incompleta da lenha (BORGES, 1994).

### 5.1.3 Alimentos Assados

O assamento do alimento é executado através de um forno com ar aquecido para que o contato desse ar com o alimento altere a qualidade sensorial dos alimentos, como por exemplo carnes, nozes e hortaliças, através de reações químicas, para aperfeiçoar a sua palatabilidade e diversificar os sabores, textura e aromas dos alimentos. Além disso, o assamento também é realizado para a conservação dos alimentos, uma vez que as altas temperaturas do forno matam

microrganismos e reduzem a quantidade de água na superfície do alimento (ROCHA *et al.*,2014).

Nesse procedimento de assamento, há dois processos de reações que ocorrem simultaneamente: transferência de massa e calor. A transferência de calor ocorre do ar quente do forno para a superfície do alimento, através da combinação de radiação infravermelha que é proveniente das paredes do forno, por meio do ar que circula no forno ou do recipiente onde o alimento se encontra, e então, essa radiação é transferida para dentro do alimento e é convertida em calor, assando o alimento e deixando-o mais saboroso (ROCHA *et al.*,2014).

Ao assar um alimento, dependendo do método de cocção, pode haver alteração nos valores nutricionais do alimento, como por exemplo, nas proteínas, gorduras, umidade e cinza dos alimentos. Isso ocorre devido à perda de nutrientes e de água e à incorporação do meio de cocção (VIEIRA *et al.*, 2007 apud BADIANI *et al.*, 2002; FERREIRA, 2005; GALL *et al.*, 1983; GOKOGLU *et al.*, 2004; ROSA, 2003; STEINER-ASIEDU *et al.*, 1991).

Para a comprovação dessa alteração, um experimento foi feito com uma carne assada, colocada em um forno a gás pré-aquecido a 170°C. A carne foi pesada crua e depois de assada (Tabela 3), resultando em 74,05% de umidade in natura e 57,02% de umidade assada (PINHEIRO *et al.*, 2008).

Tabela 3: Valores médios da composição centesimal da carne in natura e assada, proveniente de cordeiros e os respectivos desvios padrão e coeficientes de variação (CV) (PINHEIRO *et al.*, 2008).

Variável (%)	Carne in natura	Carne assada	CV (%)
Umidade	74,05 ± 1,05	57,02 ± 1,34	1,84
Gordura	5,36 ± 1,02	7,49 ± 1,32	18,33
Proteína	18,85 ± 0,50	33,67 ± 0,78	4,21
Cinzas	1,15 ± 0,04	1,21 ± 0,13	8,38
Carboidratos	0,59 ± 0,0,15	0,62 ± 0,21	12,69

Ao alimento ser colocado em um forno aquecido e o mesmo apresentar baixa umidade, é produzido um gradiente de pressão de vapor, sendo então um fator para a evaporação da umidade na superfície do alimento, e, com isso, é produzido o movimento da umidade do interior do alimento para a superfície, que é determinado pelo alimento, pela taxa de

transferência de calor (Tabela 4) e pelo movimento do ar no forno a quantidade de umidade perdida para o meio externo (ROCHA *et al.*, 2014).

Tabela 4: Transferência de calor e massa durante o assamento (ROCHA *et al.*, 2014).

<b>Região do alimento</b>	<b>Tipo de transferência de massa</b>	<b>Tipo de transferência de calor</b>
Camada limite	Difusão de vapor	Condução, convecção e radiação
Crosta	Difusão de vapor	Condução, movimento de vapor (convecção)
Zona de evaporação	Difusão de vapor, difusão superficial, fluxo capilar	Condução, movimento de vapor e água líquida
Interior	Fluxo capilar	Condução

Todo calor transferido para o alimento durante o processo de assamento pode resultar no ressecamento do alimento, com isso, algumas receitas de carnes assadas não recomendam a abertura do forno durante o assamento por conta da perda do calor que ocorreria e, conseqüentemente, a umidade e sucos do próprio alimento que está sendo assado. Em contrapartida, outras receitas recomendam regar o alimento que está sendo assado várias vezes durante o processo, o que resulta na abertura do forno (KUBRUSLY, 2016).

#### 5.1.4 Alimentos Grelhados

Os alimentos são grelhados a partir do contato entre uma grelha bem quente e o alimento, resultando em um choque de temperatura que formará uma camada protetora, como uma crosta, em um período curto de tempo, que confere um sabor caramelizado e defumado ao alimento (MIURA, 2018).

O sabor suculento dos alimentos ocorre devido ao douramento intenso provocado pelas altas temperaturas em contato com o alimento, além disso, a gordura do alimento que goteja na superfície quente onde o alimento está sendo grelhado, se vaporiza e condensa com o alimento, completando então o processo (KUBRUSLY, 2016).

Ao grelhar um alimento, sua umidade vaporiza e não fica contida no recipiente, o que permite a formação de uma crosta crocante e tostada, provocando a contração e redução do tecido. Além disso, ao grelhar o alimento na brasa, a temperatura é uniformemente distribuída em todo alimento, já na chapa, há uma temperatura mais elevada apenas aonde o alimento tem contato com a superfície (KUBRUSLY, 2016).

São diversos os benefícios de se ingerir os alimentos grelhados, dentre eles: o fácil modo de preparo, pois a única preocupação é o tempo em que o alimento terá que ser virado; a variedade de alimentos que podem ser feitos por esse modo de preparo; seu sabor é preservado e é mais saudável, pois não é necessário o uso de óleo; é indicado para o preparo de carnes com uma maior taxa de gordura para substituir o uso do óleo (BRASIL, 2014).

Entretanto, ao grelhar um peixe gordo em carvão, que atinge temperaturas elevadas rapidamente, pode haver reações químicas que resultam na formação de Aminas Aromáticas Heterocíclicas (AAHs), que são substâncias mutagênicas e carcinogênicas para o ser humano. A temperatura ao grelhar o alimento influencia diretamente no tipo de AAHs que serão formadas: as aminas térmicas são formadas em temperaturas moderadas, entre 150°C e 250°C, já as aminas pirolíticas são formadas em temperaturas superiores, acima de 300°C (MELO, 2008).

Segundo o Instituto Americano de Pesquisa do Câncer (2018), ao grelhar um alimento com bastante frequência, aumenta o risco de contrair câncer. Embora ainda não tenha sido comprovado em humanos, estudos já mostram alterações no DNA que podem levar ao câncer, pois os compostos químicos Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos<sup>3</sup> (HAPs) se formam na queima de qualquer tipo de matéria orgânica (Figura 7), pois o carbono dentro das gotas de gordura, entra em combustão e é levado pela fumaça, e os aminoheterocíclicos são gerados quando se grelham alimentos, principalmente a carne (EGAN, 2019).

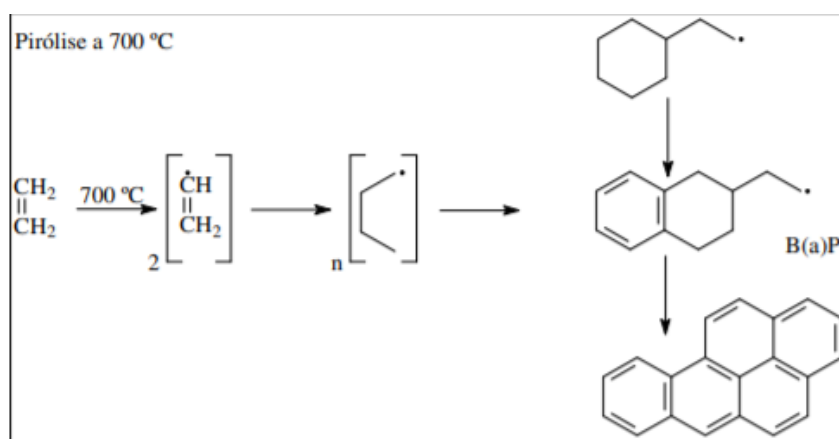


Figura 7: Formação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos por meio de pirólise (GARCIA *et al.* apud LOPES, 2014).

<sup>3</sup> Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos são compostos orgânicos formados por átomos de carbono e hidrogênio, que são condensados em anéis aromáticos (GARCIA *et al.*, 2014). São substâncias consideradas altamente carcinogênicas ou genotóxicas que são formadas em processo de combustão e pirólise de matéria orgânica (MARQUES *et al.*, 2009).

Em um estudo, os maiores níveis desses compostos foram encontrados em carnes, frango com pele e hambúrgueres grelhados (MARQUES *et al.*, 2009). Dentre os métodos de cocção (Figura 8), um dos que mais formam reações químicas que apresentam HAPs é o de grelhar (PAZ *et al. apud* WHO, 2015; FERGUSON, 2010; ROSE *et al.*, 2017).

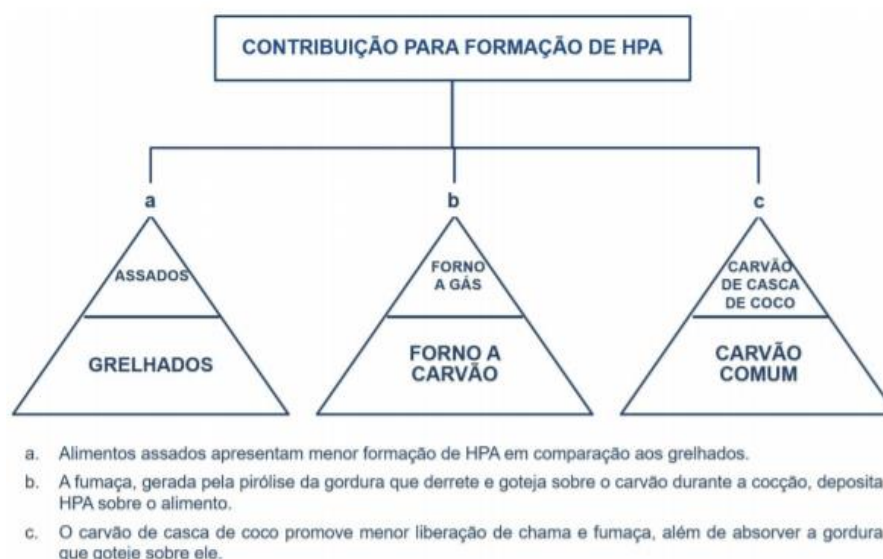


Figura 8: Níveis de contribuição para formação de HPA de acordo com o método de cocção (PAZ *et al.*, 2017).

Para evitar a exposição desses compostos, pode-se optar por grelhar peixes, vegetais, frutos do mar ou aves, deixar a carne marinar antes, utilizar ervas e temperos, ter cuidado com a inalação da fumaça, deixar os vegetais brilharem, reduzir o tempo do alimento na grelha, virar o alimento com maior frequência, reduzir o combustível do fogo, e utilizar lenhas duras ao invés das macias (EGAN, 2019).

Além disso, pode-se evitar a exposição aos elementos químicos cancerígenos por meio do uso de carnes mais frescas, menores e bem temperadas com antioxidantes – como, por exemplo, ervas, cebola, suco de limão e alho - pois, quanto maior o tempo na refrigeração e na grelha, mais provável a reação química cancerígena acontecer. Em caso da ingestão da carne de frango, optar por grelhar esse alimento sem pele, também reduzindo a probabilidade de formação de aminas heterocíclicas. Para mais, também é recomendada a ingestão de frutas e vegetais sem amido, pois eles reduzem a absorção do corpo às substâncias cancerígenas (INCA, 2019).

### 5.1.5 Flambagem de Alimentos

A técnica de flambar consiste em deixar que chamas do fogo entrem em contato com um líquido alcoólico, inflamando-o. A finalidade principal dessa técnica é a adição de líquido inflamável ao alimento na panela, para a dissolução de sólidos e obtenção de características organolépticas, eliminando ao mesmo tempo o excesso de álcool existente, deixando-o em baixa concentração no meio, ao ser consumido na reação de combustão, representada na Figura 9 (KÖVESI, *et al.*, 2007 *apud* FILHO *et al.*, 2015).

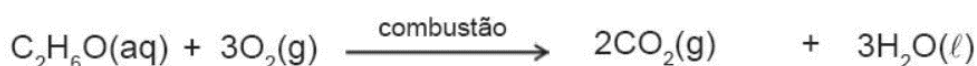


Figura 9: Produção de gás carbônico,  $\text{CO}_2$  (g) e água,  $\text{H}_2\text{O}$  (l) a partir da combustão de 1 mol de etanol,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (aq) (NASCIMENTO, 2008).

O procedimento de cozimento Flambar é realizado através de um álcool adicionado a uma panela quente que, em contato direto com o fogo, cria uma explosão de chamas sobre o alimento. Essa técnica é bastante utilizada para adicionar o sabor da bebida reduzindo em 25% o teor alcoólico que evapora no processo de queima, não sendo o tipo de alimento recomendado para menores de idade pois ainda pode haver álcool no alimento preparado (COZINHA TÉCNICA, 2021).

As bebidas consideradas ideais para o processo de flambagem são as que apresentam 40% no teor de álcool, sendo elas: conhaque, rum ou outras bebidas licorosas. Por ter um baixo teor de álcool, os vinhos e as cervejas não são capazes de flambar, já os licores com um alto teor alcoólico, se tornam perigosos pois são altamente inflamáveis (COZINHA TÉCNICA, 2021).

Por ser um procedimento que envolve a combustão de etanol, um líquido combustível, é extremamente necessário que a pessoa que está manuseando, esteja protegida com os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como luvas térmicas, protetor facial, jaleco constituído de tecido antichama, sapato fechado, e que no local do manuseio haja Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), disponíveis para o combate a incêndios Classe B, de modo a minimizar ou até mesmo eliminar os riscos graves desse tipo de acidente (MOLINARO *et al.*, 2009).

O fogo está presente no dia a dia do homem há muitos anos, porém, quando foge do controle, pode causar incêndios graves. Sua reação química é formada por 4 elementos: calor, combustível, oxigênio e reação em cadeia, que por sua vez estão organizados em tetraedro (Figura 10). O tetraedro do fogo pode ter sua representação expandida, conforme ilustrado na Figura 11 (MOLINARO *et al.*, 2009).

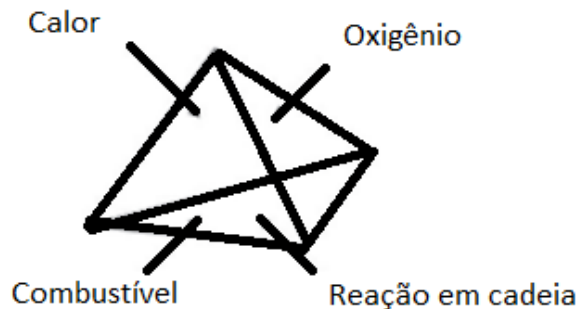


Figura 10: Representação do tetraedro do fogo (MOLINARO *et al.*, 2009).

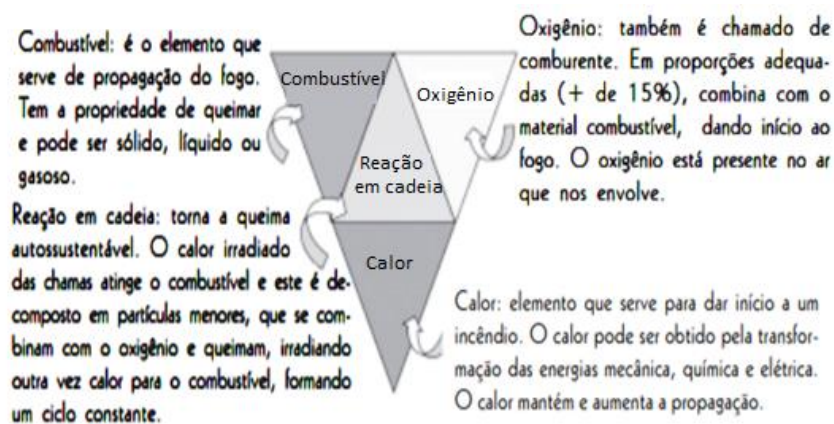


Figura 11: Representação do tetraedro do fogo expandido (MOLINARO *et al.*, 2009).

Pelas diversas formas de como pode começar um incêndio, eles são divididos em 4 classes: Classe A, Classe B, Classe C, Classe D e Classe K. Por se tratar da combustão de álcool etílico, em caso de incêndio, seria classificado na Classe B, quando a queima acontece em líquidos inflamáveis, podendo ser contido pelos extintores: Neve carbônica (classes BC), que contém dióxido de carbono sob pressão que solidifica quando se expande bruscamente; Pó normal (classes BC), contendo bicarbonato de sódio ou de potássio em pó; ou Pó polivalente

(classes ABC), em que seu pó é composto de dihidrogenofosfato de amônio (MOLINARO *et al.*, 2009).

#### 5.1.6 Alimentos Instantâneos

A indústria de alimentos instantâneos teve uma elevação durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Isso tudo começou com a produção de produtos que facilitavam o consumo, por seu preparo ser muito mais rápido do que o cozimento. Essa agilidade de preparo pode ajudar, por exemplo, trabalhadores com pouco tempo de almoço, se ajustando às necessidades da sociedade para que as atividades econômicas sejam cada vez mais rápidas (JARDIM *et al.*, 2009).

Entretanto a alimentação conhecida como *fast food* é caracterizada pela alta perecibilidade, em que o consumo dos alimentos deve ser feito imediatamente após o preparo (PIGATTO, 2017).

Além disso, os *fast foods* podem causar sérios agravos para a saúde do ser humano. Em estudos, pode-se comprovar que o alto consumo desses alimentos está diretamente relacionado com a obesidade e com a resistência à insulina do Sistema Nervoso Central, por conta do seu alto teor de gordura, alta densidade energética, alto teor de frutose, baixo consumo de laticínios e fibras (ISGANAITIS; LUSTIG, 2005).

## 5.2. A CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS

De modo a ampliar o prazo para consumo dos alimentos, foram desenvolvidos os conservantes, que são aditivos alimentares com o intuito de prolongar a validade dos alimentos na prateleira dos supermercados, mas também manter a qualidade dos mesmos (HONORATO *et al.*, 2013).

A utilização de produtos químicos nos alimentos foi essencial para sua maior durabilidade, e isso foi possível por conta do uso de corantes, conservantes e aromatizantes, que fazem com que seu sabor seja realçado (CONSTANT *et al.*, 2002).

### 5.2.1 Corantes

Os corantes são aditivos alimentares<sup>4</sup> que têm como objetivo intensificar, conferir e restaurar a cor do alimento para que ele se torne mais atraente para o consumidor (CONSTANT *et al.*, 2002), pois a coloração é a primeira qualidade sensorial em que os seres humanos se atraem ao reparar em um alimento (KAPOR *et al.*, 2001).

Segundo o artigo 10 do Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965, referente às normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, existem 3 categorias de corantes: corantes naturais, corantes caramelo e corantes artificiais. Os corantes naturais são aqueles que são extraídos de uma substância animal ou vegetal. Os corantes caramelo são gerados a partir do aquecimento superior ao ponto de fusão dos açúcares. Já os corantes artificiais são substâncias de composição química definida, obtidas a partir do processo de síntese (CONSTANT *et al. apud* BRASIL, 2002).

Os corantes sintéticos mais utilizados na indústria alimentícia no Brasil são os corantes Tartrazina e Índico carmim (Figura 12), conferindo cores amarela e azul, respectivamente (KAPOR *et al.*, 2001).

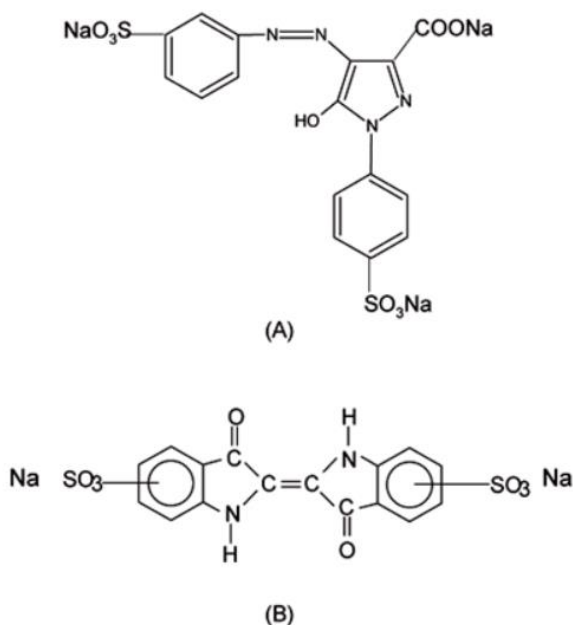


Figura 12: Estrutura molecular dos corantes Tartrazina (A) e Carmim Índigo (B) (KAPOR *et al.*, 2001).

<sup>4</sup> Aditivos alimentares são substâncias que são adicionadas de forma intencional ao alimento para que suas características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais sejam modificadas, não tendo como principal objetivo a nutrição de quem os consome (CONSTANT *et al.*, 2002).

Os corantes alimentícios sintéticos são tóxicos para a saúde de quem os consomem, podendo causar alergias, rinite, hiperatividade, broncoconstrição, danificação cromossômica ou tumores. Por ser um dos corantes mais utilizados na indústria alimentícia brasileira, a Tartrazina tem um grande potencial para causar hipersensibilidade nos consumidores, que estão entre 0,6% a 2,9% da população (ANASTÁCIO *et al.*, 2016).

Entretanto, muitos corantes alimentícios naturais são benéficos para a saúde do ser humano, como por exemplo cenoura, beterraba, casca de uva, estigma de açafraão, contendo antioxidantes e anti-inflamatórios, sendo características funcionais além de visuais, sendo pouco utilizados pelas indústrias alimentícias (SOUZA, 2012).

### 5.2.2 Conservantes

Conservantes são as substâncias químicas introduzidas nos alimentos com o objetivo de retardar ou até mesmo impedir a alteração dos alimentos provocada por enzimas ou microrganismos, sendo obrigatórios suas identificações nas embalagens dos produtos, por consequência dos riscos à saúde que os mesmos causam (SILVA, 2013).

Por haver uma grande demanda no consumo de conservantes, pelo fato deles aumentarem o tempo de prateleira dos alimentos nos supermercados, eles estão sendo cada vez mais utilizados pelas indústrias alimentícias (HONORATO *et al. apud* TONETTO *et al.*, 2013).

Os conservantes estão presentes principalmente nos alimentos enlatados, fazendo com que os produtos se tornem mais atraentes visualmente e conservem suas características sensoriais, como por exemplo, das carnes enlatadas que continuam com a sua cor vermelha, além de terem uma maior durabilidade, sendo mais prático o seu consumo (IAMARINO *et al.*, 2015).

Os principais conservantes utilizados são: nitritos e nitratos de sódio (Figura 13) ou potássio, dióxido de enxofre, sais de sódio ou potássio, ácido benzoico, ácido propanoico e ácido sórbico (CONTE *apud* HONORATO *et al.*, 2016).

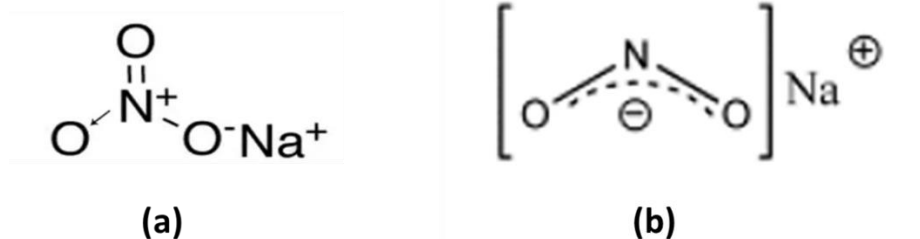


Figura 13: Fórmulas das substâncias conservantes: nitrato de sódio (a) e nitrito de sódio (b) (FOGAÇA, 2021).

A ingestão do conservante nitrito de sódio ( $\text{NaNO}_2$ ) está interligada com sua quantidade consumida em reação com as substâncias do trato gastrointestinal que, por conta da temperatura e da acidez, quando reagem formam a nitrosamina (Figura 14), que é um metabólito carcinogênico. Com isso, deve-se evitar ao máximo consumir alimentos com essas substâncias, como por exemplo carnes, peixes, linguiças e salsichas, defumados ou curados, para evitar graves doenças (ALBUQUERQUE *et al.* apud SANTOS E VALE, 2012).

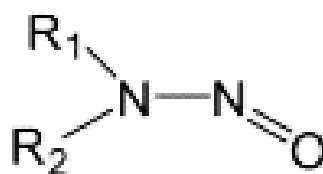


Figura 14: Estrutura da nitrosamina (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012).

Os agravos à saúde causados pelo alto consumo dos conservantes nitrato e nitrito de sódio são: hipertensão, complicações nefrológicas e hepáticas e tumores. Esses conservantes estão também muito presentes nos alimentos classificados frios (mortadela, presunto e salame), tendo como prevalência 75,5% e 66,6%, respectivamente, da quantidade de conservantes presentes nos alimentos (SILVA, 2013).

Devido às complicações na saúde da população que consomem conservantes, há uma rigorosa legislação que limita os conservantes que podem ser utilizados nos alimentos. A encapsulação de conservantes foi liberada pela legislação. Esse método tem bastante eficiência pois reduz o teor requerido pelos aditivos, sendo uma prática bastante utilizada na panificação.

A encapsulação de ácidos orgânicos no processo de panificação retarda o aparecimento de leveduras nos produtos, que aparecem com a queda prematura do pH<sup>5</sup> (AZEREDO, 2005).

As bactérias ácido lácticas são conservantes naturais presentes em carnes, leites e derivados que produzem peróxido de hidrogênio e bacteriocinas, ou peptídeos antibacterianos e ácidos orgânicos, atuando como conservantes desses alimentos para que haja uma maior durabilidade sem prejudicar a saúde dos consumidores (MELO *et al.*, 2005).

### 5.2.3 Aromatizantes

Os aromatizantes são substâncias ou mistura de substâncias capazes de dar o sabor, aroma ou ambos aos produtos, a fim de atrair os consumidores pelas suas propriedades sensoriais e pela grande variedade de opções de aromas e sabores que eles possuem (HONORATO *et al. apud* MELLO *et al.*, 2013).

Segundo o Regulamento Técnico sobre Aromatizantes/Aroma e Sabor, a ANVISA aprovou, em 2007, que a forma em que o aromatizante alimentar sintético deve ser formulada é padronizada, e as agências de segurança alimentar têm responsabilidade sobre a fiscalização desses aditivos. Os aromatizantes empobrecem os alimentos no qual são adicionados, além de causarem transtornos no trato digestório, ao desencadearem reações alérgicas e narcóticas (SALES *et al. apud* XU *et al.*, 2016).

O mercado brasileiro de ingredientes e aromatizantes é muito extenso, faturando anualmente entre R\$ 1,5 bilhão e R\$ 2 bilhões. Em aproximadamente 50%, esse faturamento ocorre devido aos aromatizantes e o restante ocorre devido a outros ingredientes e aditivos (HONORATO *et al. apud* GOVEIA, 2013).

Os aromatizantes artificiais têm grande vantagem pelo seu baixo custo para as indústrias alimentícias, porém, em doses elevadas no ser humano, eles podem causar ações irritantes e narcóticas e toxicidade crônica a longo prazo. Entretanto, nos aromatizantes naturais ainda não há registros sobre toxicidades (HONORATO *et al. apud* SALINAS, 2013).

Uma pesquisa feita pelo *Brazilian Journal of Biology* expõe a citotoxicidade, a genotoxicidade e a mutagenicidade nas células das medulas dos camundongos que consumiram aromatizantes alimentares sintéticos iguais ao natural, com sabor morango e maracujá, e os artificiais com sabor de baunilha, chocolate, tutti-frutti e biscoito. Os camundongos que foram testados com 2,0; 5,0 e 10,0 mL/Kg dos aromatizantes alimentares com sabor de chocolate,

---

<sup>5</sup> pH é o potencial hidrogeniônico que está presente na solução ou mistura que indica a concentração molar de cátions hidrônio, indicando se o meio é ácido, básico ou neutro (MOLINARO *et al.*, 2009).

morango e biscoito, e 5,0 e 10,0 mL/Kg dos aromatizantes alimentares de baunilha e maracujá morreram no quinto e sexto dia de quando foi começado o experimento, respectivamente. Com isso, os seis microingredientes que foram analisados são considerados genotóxicos e citotóxicos e, além disso, aromatizantes com o sabor de morango, chocolate e biscoito também causaram mutações nas células dos animais (SALES *et al.*, 2018).

### 5.3 O USO DE AGROTÓXICOS NOS ALIMENTOS

A cada dia as pessoas estão ficando mais preocupadas com a sua alimentação. Um dos aspectos bastante abordados em artigos científicos e também pela mídia é o uso de agrotóxicos na produção de alimentos.

A adição dessas substâncias sintetizadas em laboratório ocasiona diversos problemas tanto para a saúde dos seres vivos, quanto para a saúde do meio ambiente. Um exemplo de transtorno do ecossistema é a contaminação dos seres vivos presentes na terra, como a minhoca, que realiza o adubo, se contaminando pelo excesso de agrotóxicos (FINATTO *et al.*, 2013).

Os agrotóxicos são substâncias ou misturas de substâncias utilizadas para que tenham o controle de pragas nas plantações. Esses agrotóxicos foram desenvolvidos para que o homem consiga impulsionar a sua plantação sem que elas sejam interrompidas por qualquer tipo de pragas, sendo necessário um Equipamento de Proteção Individual específico para que quem o manuseia não entre em contato e, posteriormente, contraia alguma doença (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Segundo estudos, foi comprovado que os agrotóxicos afetam diretamente a saúde de quem os consomem pois contaminam o alimento e o meio ambiente, se tornando um grave problema de saúde pública e ambiental, por conta da complexidade dessas substâncias (BRAIBANTE; ZAPPE *apud* PERES, 2012).

Esses agrotóxicos podem ser classificados quanto a sua toxicidade: extremamente tóxico, altamente tóxico, mediamente tóxico e pouco tóxico, que são representadas pelas cores vermelho, amarelo, azul e verde, respectivamente (PERES E MOREIRA *apud* BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

O Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos, e foi estimado que cada brasileiro consome cerca de 5,2 litros de agrotóxicos por ano (BURIGO, 2016).

Esse excesso no uso de venenos agrícolas nos alimentos prejudica a saúde da população que os consomem. Um outro aspecto a ser considerado é que as pessoas que ingerem esses

produtos são principalmente as de baixa renda, pois os alimentos orgânicos, que têm sido apresentados como uma alternativa de alimentos isentos de agrotóxicos, são bem mais caros (CARNEIRO; ABRASCO, 2015).

#### 5.4 ALIMENTAÇÃO E SAÚDE

A alimentação é essencial para a vida do ser vivo e para que ele tenha uma boa saúde, é necessário que ela seja o mais saudável possível. A alimentação saudável é uma alimentação que tenha uma grande quantidade de nutrientes benéficos para a saúde e a quantidade necessária e adequada de calorias. Os benefícios da alimentação saudável são: controle do peso, prevenção de doenças, fortalecimento do sistema imunológico e aumento da memória e da concentração (TORAL *et al.*, 2009).

A alimentação saudável também vem sendo apresentada pelo viés da sustentabilidade, em que além de pensar na saúde da sociedade em geral, também se deseja o bem estar ambiental do campo. Possibilidades são pensadas para que se tenha uma disposição da terra de modo a alimentar nove bilhões de habitantes sem que o solo seja prejudicado, mas isso só seria possível se o uso de agrotóxicos fosse extinto (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Com o objetivo de tornar os alimentos ainda mais saudáveis, foram desenvolvidos os alimentos funcionais para que tragam benefícios à saúde.

Os alimentos funcionais são produtos naturais que surgiram há 2500 anos a.C. e eram utilizados para a prevenção de doenças. Neles foram introduzidos compostos bioativos, que trazem benefícios para a saúde de quem os consomem e, além disso, podem reduzir os riscos de doenças (CAÑAS; BRAIBANTE, 2019).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determinou que os alimentos são definidos como funcionais a partir de duas características: uma propriedade funcional, referente ao papel metabólico que o alimento tem no crescimento do ser humano, e uma propriedade para a saúde, referente às funções normais do organismo humano (CAÑAS; BRAIBANTE *apud* ANVISA, 2019).

Há muitos anos atrás, a conexão das pessoas com os alimentos era muito próxima: elas mesmas cultivavam o seu alimento e os cozinhavam. Nos dias atuais, há um distanciamento das pessoas com os alimentos, pois com o surgimento dos restaurantes, as pessoas não sabem de onde o alimento é e qual foi o trajeto para chegar até ele. Com a globalização, é possível que alimentos fora das estações e de outros países sejam consumidos, pois há uma fácil interligação dos países e locomoção de pessoas e dos alimentos (PROENÇA, 2010).

## 6. REAÇÕES QUÍMICAS PRESENTES EM UMA RECEITA CULINÁRIA

Considerando a química como uma ciência essencialmente experimental, e a fim de conciliar o laboratório e a cozinha, expondo a estreita ligação entre ambos, foi realizado o preparo de uma receita culinária.

Foi preparado um bolo de cenoura, receita escolhida devido a possibilidade de apresentar diferentes substâncias que fazem parte da composição dos ingredientes da receita, bem como as reações químicas envolvidas. O preparo foi realizado de acordo com a metodologia descrita no item 3.2.1, e a seguir são apresentadas as composições químicas de cada ingrediente utilizado, bem como as reações químicas presentes em cada etapa da receita.

### 6.1 GRUPOS DE ALIMENTOS PRESENTES NOS INGREDIENTES DA RECEITA E SUA COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Na tabela 5 estão descritos cada um dos ingredientes utilizados no preparo da receita e sua classificação, bem como a composição química de cada um.

Tabela 5: Ingredientes utilizados no preparo da receita- classificação e composição química.

INGREDIENTE	CLASSIFICAÇÃO (Grupo de alimentos)	COMPOSIÇÃO QUÍMICA
Cenoura	Vegetais e derivados	Vitaminas B, C e K, potássio, sódio, cálcio e magnésio.
Óleo	Óleos e gorduras	Triacilglicerol (carbono, hidrogênio e oxigênio).
Ovos	Carnes e ovos	Água, proteína, gorduras, carbono, minerais e vitaminas A, D, E, K, complexo B.
Açúcar	Açúcares e doces	Carbono, oxigênio e hidrogênio
Farinha de trigo	Carboidratos	Lipídeos, cinzas, carboidratos, amido, açúcar e fibras.
Fermento em pó	Carboidratos	Amido de milho, fécula de batata, bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio e fosfato monocálcico.
Chocolate meio amargo	Açúcares e doces	Proteínas, carboidrato, gorduras, minerais (potássio, cloro, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, ferro e zinco) e vitaminas A, B1, B2, B3 e E.
Glucose	Açúcares e doces	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
Manteiga sem sal	Óleos e gorduras	Proteína, gordura, carboidrato, água e monossacarídeo.

## 6.2 REAÇÕES QUÍMICAS PRESENTES NO PREPARO DA RECEITA

### 6.2.1 Mistura dos Ingredientes

Ao misturarmos no liquidificador os ingredientes líquidos, óleo e ovos, com a cenoura e o açúcar, ocorre a simples união de substâncias, não havendo a alteração da composição química das mesmas. Assim, ocorre apenas um fenômeno físico, o de formação da mistura.

O óleo é uma substância apolar que promove a formação de uma emulsão, que é a mistura entre dois líquidos imiscíveis, ou seja, que não se misturam, resultando em uma mistura estável (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Já os ovos têm a função de dar estrutura e firmeza ao bolo, sendo o principal responsável pela mistura dos ingredientes, pois, em sua composição há lecitina, agindo como emulsificante natural, além disso, as claras dos ovos servem para fornecer ar à massa, resultando em um bolo macio e fofo (RIOS *apud* ASHWINI *et al.*, 2014).

A ovoalbumina (proteína do ovo) e a lecitina (emulsificante do ovo) tem como função principal a complexação do amido, e fortalecer as proteínas presentes, dando estrutura ao bolo e a estabilização de bolhas de ar, deixando o bolo aerado (RIOS *apud* ALLAIS *et al.*, 2014).

As interações intermoleculares entre essas substâncias é o que promove a perfeita dissolução entre elas, formando uma massa líquida homogênea.

A formação de uma mistura também ocorre ao unirmos os ingredientes sólidos secos, a farinha de trigo e o fermento. A peneiração é utilizada com a função de homogeneizar o tamanho das partículas sólidas e aerar ambos ingredientes, deixando a massa mais leve e macia, diminuindo sua densidade. Na homogeneização dos ingredientes secos com a mistura que foi feita no liquidificador, também ainda não há a ocorrência de reações químicas, mas a formação de mistura homogênea sólido-líquido.

No preparo da cobertura de ganache, a mistura da manteiga e glucose, previamente fervida para facilitar a homogeneização, juntamente com o chocolate meio amargo picado, deixa a ganache bem lisa, uma vez que a glucose previne a cristalização do açúcar, aumenta o volume, deixa a ganache mais leve e, principalmente, aumenta a viscosidade para que a ganache não fique nem muito líquida e nem muito dura, deixando-a no ponto certo (KIM *et al.*, 2017).

A quantidade dos ingredientes colocados para a mistura do bolo (massa em gramas) é de extrema importância para a qualidade do resultado final. Com isso, ao desejarmos aumentar ou reduzir a quantidade de massa da receita, podemos calcular as quantidades de cada ingrediente, através do cálculo estequiométrico, que consiste no cálculo de proporção, e, então, determinar as quantidades que serão necessárias para que o bolo seja feito com qualidade,

evitando o excesso ou a falta de algum ingrediente - que seriam os reagentes em excesso ou limitantes da reação (FILHO *et al.*, 2020; NOCE, 2014).

### 6.2.2 Colocação no Forno

Ao colocar a forma com a massa homogênea preparada no forno pré-aquecido a 180°C, ocorrem as seguintes reações químicas, durante o período de 1 hora:

As massas duras e moles crescem através do ar, vapor de água e gás carbônico, ou pelos três elementos. O ar é incorporado durante o processo de batimento da massa, nesse caso, entre a gordura (óleo) e a massa, gerando uma mistura de gases que, ao entrar em contato com o calor do forno, deixa o bolo aerado. O vapor é formado a partir da evaporação da água da massa ao entrar em contato com o calor do forno. Já o gás carbônico é gerado a partir da reação química entre bicarbonato de sódio e ácidos (APLEVICZ *et al. apud* SINO; CIANCIULLI, 2014).

A quantidade de fermento a ser colocada no bolo varia entre o tipo de bolo, as características e quantidades dos ingredientes colocados, a altitude do local e o modo de misturar e manipular a massa (APLEVICZ *et al. apud* VITTI *et al.*, 2014).

Para que a massa cresça, o fermento é de extrema importância pois a partir dele é causada a interação entre uma substância alcalina, o bicarbonato de sódio, e ingredientes ácidos compostos na massa, resultando na liberação de gás carbônico no interior da massa (Figura 15) (APLEVICZ *et al. apud* CANELLA-RAWLS, 2014).



Figura 15: Equação química da formação de CO<sub>2</sub> na fermentação (ANDREOTTI, 2014).

Há 3 tipos de fermentação: fermentação física, fermentação química e fermentação biológica. A fermentação física ocorre por meio da ação das claras em neve, ou seja, o ponto das claras que devem ser incorporadas na massa para que ela fique mais macia e fofinha. A fermentação química ocorre devido às reações químicas entre as substâncias químicas do bolo que reagem para produzir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Já a fermentação biológica ocorre devido à ação de leveduras. Os agentes de fermentação ou fermento são de extrema importância na formação do bolo pois eles têm a função de produzir CO<sub>2</sub>, resultando na formação de gás durante o processo de fermentação, de modo que a massa do bolo aumente seu volume (MACEDO *et al. apud* BRANDÃO, 2017).

A fermentação química ocorre quando um ácido produz dióxido de carbono. Esse ácido pode estar presente nos fermentos químicos em pó, como o utilizado nessa receita, ou no próprio alimento. O excesso de bicarbonato de sódio pode resultar em uma cor amarelada do alimento e um sabor de sabão, podendo ser extremamente desagradável ao paladar humano (MACEDO *et al. apud* GRISWOLD, 2017).

Assim, após o período de uma hora, o resultado foi: Bolo de cenoura + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O na presença de calor (BANDEIRA *et al.*, 2020).

### 6.2.3 Aplicação da Cobertura

A *ganache* pode ter vários sabores e consistências que dependem do tipo de chocolate a ser utilizado – chocolates ao leite, amargo, meio amargo e branco- e também dependem da quantidade a ser utilizada, pois precisa estar proporcionalmente balanceada com a quantidade de gordura, no caso dessa receita a manteiga, pois a viscosidade da *ganache* deve estar no ponto certo, nem muito fluida e nem muito consistente (ALMEIDA, 2016).

A viscosidade é a propriedade do alimento que caracteriza a resistência de um determinado fluido ao escoamento. Essa viscosidade pode variar de acordo com o teor de gordura, ou seja, quanto mais gordura tiver a *ganache* de chocolate, mais líquida ela irá ficar, conseqüentemente menos viscosa, em contrapartida, se a *ganache* tiver pouca gordura, ela ficará menos fluida, ou seja, mais viscosa (DIAS, 2014).

A tensão de cedência, limite de escoamento ou tensão de escoamento é a interação entre as moléculas, que está relacionada entre a interação entre partículas sólidas, conseqüentemente relacionadas com a distância entre si, ou seja, quanto maior a quantidade de gordura presente na *ganache*, maior a distância das moléculas e menor o valor de tensão de cedência (DIAS *apud* BECKETT, 2014).

Ao despejar a *ganache* de chocolate pelo bolo, ocorrem interações intermoleculares que fazem com que a *ganache* fique aderida no bolo sem escorrer (Figura 16), o que também foi resultado da viscosidade ideal (DIAS, 2014).



Figura 16: Bolo de cenoura com *ganache* de chocolate (NOCE, 2018).

#### 6.2.4 O Paladar

O paladar é o sentido químico responsável pela percepção destas transformações: no contato entre os receptores gustativos presentes na língua e o alimento, são enviadas moléculas aos sistemas neurais, nos causando diversas sensações. O paladar tem grande importância para o ser humano pois ele seleciona substâncias referentes à necessidade metabólica do corpo. Esse sentido é muito apurado no período da puberdade e diminui conforme aumenta a idade do indivíduo (NETO *et al.*, 2011).

Os neurônios são as células responsáveis pela neurotransmissão, ou seja, pela transmissão das sensações sentidas pelo paladar ao entrar em contato com os alimentos. Os neurônios são compostos pelos dendritos e axônios, e a partir dos impulsos das sensações, os dendritos, ligados uns aos outros, enviam os impulsos nervosos captados pelo paladar até o cérebro (DINIZ *et al.*, 2020).

As células gustativas são encontradas na língua, palato, faringe, epiglote e terço superior do esôfago, elas são agrupadas em botões gustativos que se localizam, principalmente, nas papilas, que por sua vez estão no epitélio. O sistema gustativo está dividido em quatro

qualidades de estímulos básicos, sendo detectados em mecanismos diferentes: amargo, azedo, doce e salgado. O potencial receptor, resultante das interações que despolarizam a célula pela ação de mensageiros ou diretamente, gera potenciais de ação na célula gustativa, levando um influxo de cálcio e sinapses formadas com fibras sensoriais à liberação do neurotransmissor, levando o sabor do alimento até o cérebro. Os sabores doce e amargo são mediados -em alguns casos- por receptores específicos, porém, em outros casos eles podem resultar de efeitos diretos em canais iônicos presentes no sistema gustativo (NETO *et al.*, 2011).

A vontade de consumir alimentos doces se dá pela influência de fatores ambientais, biológicos, psicológicos e sociais. O consumo de doces vai decrescendo com a idade, conforme o potencial do paladar também decresce, o que explica o fato das crianças terem preferência ao consumo de doces do que adultos (TOMITA *et al.*, 1999).

#### 6.2.5 Armazenamento e Conservação

O armazenamento do bolo de cenoura pode ser feito em temperatura ambiente em local seco, coberto com um papel alumínio ou plástico filme, evitando o ressecamento mais rápido do bolo, podendo durar por até 3 dias, próprio para o consumo (MOSCATTO *et al.*, 2004).

Se o bolo for conservado na geladeira, ele dura até uma semana, coberto com papel alumínio ou plástico filme, sem perder as suas propriedades. Se o bolo for conservado no congelador, é necessário que o bolo seja colocado em um recipiente hermético ou saco de congelamento, podendo durar até quatro meses sem perder as propriedades, após isso, sua textura e sabor se modificam. Além disso, para que o bolo esteja próprio para o consumo, é necessário que ele descongele na geladeira de um dia para o outro (MOSCATTO *et al.*, 2004).

O tempo do armazenamento do bolo pode variar a estabilidade das características físico-químicas (acidez total titulável, pH, umidade e vitamina C) das pré-misturas, assim, caso o bolo seja armazenado de forma incorreta, ele perderá as suas propriedades e ressecará, ficando impróprio ao consumo mais rapidamente (BORGES *et al.*, 2010).

A coesividade em alimentos derivados de trigo está diretamente relacionada com as relações intermoleculares dos componentes do bolo, preferencialmente pontes dissulfeto e pontes de hidrogênio e ligações cruzadas com a mobilidade da água na massa e com íons metálicos e então, durante o período em que o bolo esteja armazenado, há alteração nas características físico-químicas, acarretada pela cristalização do amido, hidrólise da gordura e migração de água, resultando na queda da estrutura do bolo, deixando de ser tão macio e aerado (ESTELLER *et al.*, 2006).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível associar o estudo da química, uma ciência que está presente em nosso cotidiano, com os alimentos, essenciais à nossa sobrevivência.

Foram apresentados: a compreensão da constituição química dos alimentos, como interagem entre si e quais transformações sofrem durante o seu processamento e consumo; a abordagem de como a qualidade e a durabilidade dos alimentos pode ser afetada a partir de reações químicas; e a interligação entre o laboratório e a cozinha, e suas relações com a saúde da sociedade.

Assim, espera-se que a produção desse material científico contribua para uma compreensão maior dessa ciência, através dos alimentos e a sua relação com a saúde, de modo que acrescente um conhecimento da química relacionada com a cozinha na vida das pessoas, mostrando-as a importância da alimentação saudável, e que está relacionada aos compostos de cada alimento.

Com isso, é necessário que o consumo de alimentos instantâneos, e que contenham em sua composição agrotóxicos, corantes, conservantes, aromatizantes, entre outros, sejam reduzidos por consequência dos agravos que eles trazem para a saúde de quem os consomem e que, dependendo da quantidade consumida, podem causar diversas doenças, podendo levar até à óbito. Sendo assim, é de extrema importância para a saúde da população que cada vez mais sejam consumidos alimentos saudáveis, ricos em vitaminas e orgânicos que, além de beneficiarem o ser humano, também trazem ótimas consequências para o meio ambiente.

A Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio promove uma excelente alimentação aos seus alunos, todos os dias com uma variedade de alimentos orgânicos, provenientes de agricultura familiar, com opções vegetarianas, diversas saladas e verduras. Essa iniciativa da Escola Politécnica é de extrema importância pois oferece aos seus estudantes o hábito de uma boa alimentação, que conseqüentemente será refletida em suas residências.

Além disso, concursos estão sendo criados para mostrar para as pessoas receitas culinárias saudáveis, dentre eles destaca-se o que aconteceu na Fiocruz Campus Manguinhos (XAVIER, 2019), que teve como intuito estimular o desenvolvimento e preparo de receitas culinárias saudáveis e sustentáveis baseadas no Guia Alimentar da População Brasileira (BRASIL, 2014), e a partir disso, conscientizar as pessoas a se alimentarem melhor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHTERBERG *et al.* *apud* PHILIPPI *et al.*, 1999. **Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos.** Campinas, 1999.
- ALBUQUERQUE, M.V. *et al.* **Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares.** Química e Sociedade. Química Nova na Escola, v. 34, n. 2, 2012.
- ALMEIDA, M.G.M.F. **Recheio para uso em confeitaria à base de azeite virgem e chocolate branco.** Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior Agrária. 2016.
- ANASTÁCIO, L.B. *et al.* **Corantes Alimentícios Amarantho, Eritrosina B e Tartrazina, e seus possíveis Efeitos Maléficos à Saúde Humana.** Journal of Applied Pharmaceutical Sciences, 2016.
- ANDREOTTI, I. **Fusão de valores, mistura de sabores.** Olimpíada de Química, SP, 2014.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Pirâmide dos alimentos.** Guia de bolso do consumidor saudável. Disponível em: [https://www2.ibb.unesp.br/Museu\\_Escola/download/guiadebolso\\_anvisa.pdf](https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/download/guiadebolso_anvisa.pdf). Data do acesso: março 2021.
- APLEVICZ, K.S.; SCHIMITZ, F.Z.; DIAS, L.F. **Aplicação de agentes químicos de crescimento em bolo de chocolate.** Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v.12, 2014).
- AZEREDO, H.M.C. **Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos.** Alim. Nutr., Araraquara, v. 16, n. 1, 2005.
- BANDEIRA, V.S.B.; OSÓRIO, T.R.; MARTINS, M.M. **Experimentação no Ensino: A Química do Bolo.** Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2020.
- BRAIBANTE, M.E.F; ZAPPE, J.A. *apud* PERES E MOREIRA, 2003. **A Química dos Agrotóxicos.** Química Nova v.34, n.1, p. 10-15, 2012.
- BORGES, A.M. *et al.* **Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60% de farinha de banana verde.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, 2010.
- BORGES, T.P.F. **Fogão a lenha de combustão limpa.** Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 1994.
- BRASIL. Ministério da Saúde, MS. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção básica. **Guia alimentar para a população brasileira.** 2ª Ed. Brasília, DF, 2014.
- BURIGO, A. **Impacto dos agrotóxicos na alimentação, saúde e meio ambiente.** Oficina “Agrotóxicos: impactos e alternativas” Facilitador: André Burigo - pesquisador e professor da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/Fiocruz). Eixo Meio Ambiente, Clima e Vulnerabilidades. Apoio: Banco do Brasil, Furnas, 2016.
- CAMPOS, F.; **História: escola e democracia.** Editora Moderna LTDA, ed. 1, p. 33-34, 2018.

CAÑAS, G.J.S.; BRAIBANTE, M.E.F. **A Química dos Alimentos Funcionais**. Química e Sociedade v. 41, n.3, 2019.

CARNEIRO, F.F.; ABRASCO (EDS). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; Expressão popular, 2015.

CARNEIRO, H.; **Comida e sociedade: significados sociais na história da alimentação**, Rio de Janeiro: Campus, 2003.

CASCUDO, L.C.; **História da alimentação no Brasil**, Global, v. 3, p. 13, 2005.

CATANI, R.A.; ALCARDE, J.C.; FURLANI, P.R. **A determinação da água livre em substâncias puras**, v.24, 1967.

CECCHI, H.M.; **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2003.

CELLA, R.C.F.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F.; **Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 22, n. 2, p. 111-116, Aug, 2002.

CONSTANT, P.B.L.; STRINGHETA, P.C.; SANDI, D. **Corantes alimentícios**. B. CEEPA, v.20, n.2, p.204, 2002.

CONTE, F.A. **Efeitos do consumo de aditivos químicos alimentares na saúde humana**. Revista Espaço Acadêmico, n. 181, 2016).

COSTA, Y.D. **Lipídios**. InfoEscola. Disponível em <https://www.infoescola.com/bioquimica/lipidios/>. Data do acesso: 07 Jun 2020.

COZINHA TÉCNICA. **Flambar**. Disponível em: (<https://www.cozinhatecnica.com/2019/02/flambar/?amp>). Data do acesso: 23 Fev 2021.

DE ANGELIS, R.C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. [S.l: s.n.], 2005.

DIEZ-GARCIA, R.W; CASTRO, I.R.R. **A culinária como objeto de estudo e de intervenção no campo da Alimentação e Nutrição**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 16, p. 91-98, 2011.

DIAS, J.J.M. **Optimização da produção e conservação de bombons artesanais de baixo valor calórico**. Lisboa: ISA, 2014.

DINIZ, J.P.; NEVES S.A.O.; VIEIRA, M.L. **Ação dos Neurotransmissores Envolvidos na Depressão**. Centro Universitário Filadélfia. Ensaios, v. 24, 2020.

EGAN, S. **O que você deve fazer ao grelhar alimentos para evitar o risco de câncer**. Gazeta do Povo. Disponível em: (<https://www.gazetadopovo.com.br/viver-bem/saude-e-bem-estar/o-que-fazer-ao-grelhar-alimentos-para-evitar-o-risco-de-cancer/>). Data do acesso: 21 Fev 2021.

ESTELLER, M.S.; JÚNIOR, O.Z.; LANNES, S.C.S. **Bolo de “chocolate” produzido com pó de cupuaçu e kefir**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 42, 2006.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos, princípios e prática**. 4<sup>a</sup> ed. 2019.

FERRAZ, R. **Reacção de Maillard**. Scientificus. Disponível em: (<https://scientificusblogpt.wordpress.com/2015/02/12/reacao-de-maillard/>). Data do acesso: 02 Abril 2021.

FILHO, A.V.M. *et al.* **Os pilares da gastronomia brasileira**. Centro Universitário de Brasília, UniCEUB Faculdade de Ciências da Educação e da saúde, FACES. Brasília, 2015.

FILHO, E.B.; CAVAGIS, A.D.M.; CARVALHO, V.D. **Uma proposta lúdica para introdução ao ensino de proporções estequiométricas**. Revista Dynamis. FURB, Blumenau, v.26, N.2, 2020.

FINATTO, J. *et al.* **A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura**. Revista Destaques Acadêmicos. CETEC/ UNIVATES, v. 5, 2013.

FLANDRIN, J.L; MONTANARI, M. **História da alimentação**. Tradução de Guilherme João de Freitas Texeira, Luciano Vieira Machado. 9. Ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2018. 26 p.

FOGAÇA, J. **Triglicerídeos**. Química dos alimentos. Manual da Química. Disponível em: (<https://www.manualdaquimica.com/quimica-dos-alimentos/triglicerideos.htm>). Data do acesso: 06 Jun 2020.

FOGAÇA, J. R.V. **Nitratos**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/nitratos.htm>. Data do acesso: 02 de Mar 2021.

FREIRE, P.C.M.; MANCINI- FILHO, J.; FERREIRA, T.A.P.C. **Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde**. Rev. Nutr., Campinas, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2013.

GARCIA, L.P. *et al.*; **Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em alimentos: uma revisão**. PUBVET, Londrina, V. 8, N. 19, Ed. 268, Art. 1788, Outubro, 2014.

GEWANDSZNAJDER, F.; **Ciências: Matéria e energia**. Editora Ática S.A. 1. ed. São Paulo, 2012.

HAUMONT,R. **Um químico na cozinha**. Zahar, v. 1, p. 11, 2016.

HONORATO, T.C.; BATISTA, E.; NASCIMENTO, K.O.; PIRES, T. **Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia**. Revista Verde, v. 8, n. 5, p.01, 2013.

IAMARINO, L.Z. *et al.* **Nitratos e nitritos em produtos cárneos enlatados e/ou embutidos**. UNISEP. Gestão em Foco, 2015.

INCA. Instituto Nacional do Câncer. Ministério da Saúde. **Como preparar a carne de uma forma mais saudável**. Disponível em: (<https://www.inca.gov.br/dicas/alimentacao-e-nutricao/como-preparar-carne-de-uma-forma-mais-saudavel>). Data do acesso: 23 Fev 2021.

ISGANAITIS, E.; LUSTIG, R.H. **Fast food, central nervous system insulin resistance, and obesity**. American Heart Association, 2005.

JARDIM, I.C.S.F. e ANDRADE, J.A. **Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs**. Química Nova, v. 32, n. 4, p. 996, 2009.

JORGE, N.; JANIERI, C. *apud* BILLEK, 1985. **Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 5, p. 1001-1007, 2005.

KAPOR, M.A. *et al.* **Eletroanálise de corantes alimentícios: determinação de índigo carmim e tartrazina**. Eclét. Quím., São Paulo, v. 26, 2001.

KIM, Y.J. *et al.* **Calorie reduction of chocolate ganache through substitution of whipped cream**. Journal of Ethnic Foods. Korea Food Research Institute, 2017.

KUBRUSLY, M.E.; **O que acontece quando cozinhamos alimentos?**. Super interessante. Disponível em: (<https://super.abril.com.br/saude/assim-e-assado/>). Data do acesso: 13 Jul 2020.

LOPES, R.L.T.; **Dossiê Técnico: Conservação dos alimentos**. Minas Gerais: CETEC; Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2008.

MACEDO, S.R. *et al.* **Entre experimentos e fermentos: como o bicarbonato de sódio se tornou constituinte em processos fermentativos?** Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química. Chemical Education in Point of View, v.1, 2017.

MACIEL, M.E.; **Uma cozinha à brasileira**. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, n.33, p.28, 2004.

MARQUES, A.C.; VALENTE, T.B.; ROSA, C.S.; **Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano**. Rev. Nutr., Campinas, 2009.

MASSI, L.; SOUSA, S.R.; LALUCE, C.; JUNIOR, M.J. **Fundamentos e aplicação da flotação como técnica de separação de misturas**. Química Nova na Escola, n. 28, 2008.

MELO, M.C.A. **Aminas Aromáticas Heterocíclicas em sardinha e salmão grelhados: Influência do processamento culinário**. Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, 2008.

MELO, N.R.; SOARES, N.F.F.; GONÇALVES, M.P.J.C. **Nisina: um conservante natural para alimentos**. Revista Ceres, vol. 52, 2005.

MIURA, L. **Como grelhar corretamente? Descubra como a técnica é simples!**. Sabores Ajinomoto. Disponível em: (<https://www.saboresajinomoto.com.br/blog/como-grelhar-corretamente-descubra-como-a-tecnica-e-simples>). Data do acesso: 21 Fev 2021.

MOGHARBEL, A.D.I.; FREITAS, R.J.S. **Influência do aquecimento nos meios de fritura sobre o grau de acidez e índice de iodo**. Brasil alimentos, n. 20, 2003.

MOLINARO, E.; CAPUTO, L.; AMENDOEIRA, R. **Conceitos e métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde: volume 1**. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, p. 225, 2009.

MOSCATTO, J.A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S.H.; HAULY, M.C.O. **Farinha de yacon e insulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 2004.

NETO, F. P. *et al.* **Anormalidades sensoriais: olfato e paladar.** Int Arch Otorhinolaryngol, v. 15, p. 350-8, 2011.

NOCE, D. **Bolo de cenoura da tia Jô (aka minha Sogra).** Dani Noce. Disponível em: (<https://www.daninoce.com.br/receitas/bolo-de-cenoura-da-tia-jo-aka-minha-sogra/>). Data do acesso: 11 Mar 2021.

OLIVEIRA, A.G. *et al.* **Microemulsões: estrutura e aplicações como sistema de liberação de fármacos.** Quim. Nova, v. 27, 2004.

OLIVEIRA, J.C.V.; LOAYZA, V.; **A temperatura: elemento chave para a transformação de alimentos crus em cozidos.** Sociedade Brasileira de Metrologia. Disponível em: (<http://metrologia.org.br/wpsite/a-temperatura-elemento-chave-para-a-transformacao-de-alimentos-crus-em-cozidos/>). Data do acesso: 15 Jul 2020.

PAZ, A.P.S. *et al.* **Presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em produtos alimentícios e a sua relação com o método de cocção e a natureza do alimento.** Braz. J. Food Technol. Campinas, v. 20, 2017.

PHILIPPI, S. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição.** Manole, v. , p.10, 2014.

PIGATTO, G. **Cadeia de suprimentos de perecíveis: como restaurantes selecionam e se relacionam com fornecedores de hortaliças.** Economia & Região, Londrina, 2017

PINHEIRO, R.S.B. *et al.* **Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28(Supl.), 2008.

PROENÇA, R. P. C. **Alimentação e globalização: algumas reflexões.** Cienc. Cult., São Paulo, v. 62, n. 4, 2010.

RAMALHO, S.A. *et al.* **Influência do cozimento de alimentos em fogão solar tipo parabólico nas propriedades físico-químicas e microbiológicas.** Scientia Plena, v. 1, 2012.

RIBEIRO, H., JAIME, P. C., VENTURA, D. **Alimentação e sustentabilidade.** Estudos Avançados. 31(89), p. 185, 2017.

RIOS, R.V. **Efeitos da substituição de gordura vegetal hidrogenada nas propriedades estruturais de bolos.** Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, 2014.

ROCHA, A.L.; ANDRADE, A.P.C.; OLIVEIRA, V. **Fritura, forneamento e assamento.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Campus Londrina, 2014.

ROQUE, N.F.; SILVA, J.L.P.B.; **A linguagem química e o ensino da química orgânica.** Química nova, v. 31, 2008.

ROSSI, L.F.S.; RAMOS, L.P.; **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras.** Química nova, 2000.

SALES, I.M.S. *et al.* **Microingredientes aromatizantes sintéticos artificiais em associação: triagem para a atividade citotóxica e genotóxica.** Revista Brasileira de Biociências, v.14, 2016.

SALES, I.M.S. *et al.* **Toxicity of synthetic flavorings, nature identical and artificial, to hematopoietic tissue cells of rodents.** Brazilian Journal of Biology, v.78, 2018.

SANIBAL, E.A.A.; FILHO, J.M. **Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura.** Caderno de Tecnologia de Alimentos e Bebidas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Universidade de São Paulo, 2002.

SANTOS, C.V.; FERRARETTO, T.R.G. **Fogão solar: ferramenta viável para cozimento de alimentos a partir de materiais de baixo custo.** Extensio: Revista Eletrônica de Extensão, Florianópolis, v. 13, n. 21, p. 97-104, 2016.

SILVA, A.S. **Quais os conservantes mais utilizados em alimentos comercializados na maior rede de supermercados do Brasil?** Salão UFRGS 2013: SIC - XXV SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS, Porto Alegre – RS, 2013.

SOUZA, R.M. **Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde.** Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, 2012.

SPADACCINI, E.C.; BRAGA, S.P.N.T.; **Química- volume único.** Saraiva, ed. 7, 2006.

TAKEOKA *et al.* apud SANIBAL, E.A.A.; FILHO, J.M. **Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura.** Food ingredients, 2002.

TOMITA, N. *et al.* **Preferências por alimentos doces e cárie dentária em pré-escolares.** Revista de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, v. 33, 1999.

TORAL, N.; CONTI, M.A.; SLATER, B. **A alimentação saudável na ótica dos adolescentes: percepções e barreiras à sua implementação e características esperadas em materiais educativos.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2009.

VEIT, E.A., ARAUJO, I.S. **Modelagem computacional no ensino de física.** Instituto de física, IFRGS, 2005.

VIEIRA, J.O. *et al.* **Efeitos do método de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens.** Ciênc. Agrotec., Lavras, v.31, n. 1, p. 164-170, 2007.

WOLKE, R.L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro.** Zahar, v. 1, p.76, 2003.

XAVIER, J. **Edição do chef circuito saudável acontecerá no campus Manguinhos.** Notícia Cogepe/Fiocruz. Disponível em:

[http://www.cogepe.fiocruz.br/?i=rh\\_na\\_fiocruz&p=noticias&inc=noticia&id=1448](http://www.cogepe.fiocruz.br/?i=rh_na_fiocruz&p=noticias&inc=noticia&id=1448). Data do acesso: Nov 2019.